

RELAZIONE ANNUALE 1998

dell'Unità Operativa 3.1

CNR - IRPI, Perugia (Responsabile: dott. Fausto Guzzetti)

VALUTAZIONE DEL RISCHIO GEOLOGICO ED IDRAULICO A VARIE SCALE

Riassunto

Nel corso del 1998 l'attività dell'unità operativa 3.1 si è articolata in due settori: il coordinamento e lo sviluppo delle attività connesse alla gestione del progetto AVI; e la definizione della pericolosità da frana e del rischio ad essa connesso, a varie scale ed in ambienti fisiografici differenti. Nell'ambito del progetto AVI le attività principali hanno riguardato il coordinamento delle attività di validazione, correzione ed integrazione dell'archivio digitale; il miglioramento e lo sviluppo si strumenti per la diffusione dell'informazione storica, con la pubblicazione di una nuova carta sinottica, di un Cd-Rom e del catalogo nazionale delle informazioni sulle località colpite; nonché la valutazione del grado di completezza dell'archivio storico. Nell'ambito della definizione della pericolosità e del rischio da frana l'attività di ricerca si è concentrata su tre obiettivi principali: l'acquisizione di dati relativi ai dissesti verificatisi a seguito dell'evento meteorico del dicembre 1996-gennaio 1997; l'acquisizione di dati relativi ai dissesti verificatisi a seguito della crisi sismica che ha colpito l'Appennino umbro-marchigiano dal settembre 1997 all'aprile 1998; e l'informatizzazione e la validazione di basi di date geologiche e geomorfologiche per l'alto bacino del F. Tevere.

Obiettivo

L'obiettivo di lungo termine della ricerca è quello di progettare e sperimentare tecniche e metodologie per la definizione della pericolosità geologica ed idrologica a varie scale e di definire il rischio ad essa connesso in ambiti fisiografici differenti.

Attività svolta

Durante il 1998, l'attività svolta dall'unità operativa 3.1 si è articolata in due settori:

- il coordinamento e lo sviluppo delle attività connesse alla gestione del progetto AVI; e
- la definizione della pericolosità da frana e del rischio ad essa connesso, a varie scale ed in ambienti fisiografici differenti.

Il Progetto AVI (in collaborazione con le UU.OO. 3.29, 3.30 e 3.21)

Il censimento AVI ed il suo successivo aggiornamento hanno permesso di raccogliere numerose informazioni su eventi di frana e d'inondazione e sulle località colpite da calamità geologiche ed idrauliche in Italia in quest'ultimo secolo. Tutte le informazioni ed i documenti raccolti sono stati archiviati a Perugia, presso l'Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica nell'Italia centrale. Durante le fasi di censimento e di aggiornamento le informazioni storiche sono state raccolte in apposite schede di censimento. Le schede sono state informatizzate e costituiscono l'archivio digitale del progetto. Nell'archivio sono disponibili oltre 17000 schede relative a frane ed oltre 7000 schede relative ad inondazioni. Le informazioni si riferiscono ad oltre 15.000 località (9086 per le frane e 6456 per le inondazioni) molte delle quali colpite più di una volta. Le informazioni relative agli eventi di frana sono oltre 16.000 mentre quelle relative agli eventi di inondazione sono oltre 15.000 (Tabella 1). Sono 5497 i comuni italiani (il 67% del totale) che risultano essere stati colpiti o da frane (47,6%) o da inondazioni (42,8%). Il 22% dei comuni è stato colpito sia da frane che da inondazioni (Tabella 2).

L'archivio digitale è un sistema informativo in continua evoluzione, all'interno del quale sono in atto processi di validazione e di ottimizzazione, uniti ad un costante incremento delle informazioni storiche. In questi ultimi anni un notevole sforzo è stato fatto nel tentativo di informatizzare, e rendere disponibile in formato digitale, la maggior quantità possibile di informazioni. Il risultato è un archivio digitale che contiene più di 24.000 schede raccolte in oltre 50 tabelle fra loro collegate.

Tabella 1. – Informazioni relative a frane ed inondazioni censite dal progetto AVI per il periodo 1918- 1994. A) numero di notizie censite. B) numero di località colpite. C) numero di eventi di frana o di inondazione.

Regione	Frane			Inondazioni		
	Α	В	С	Α	В	С
Abruzzo	1613	747	1616	48	133	181
Basilicata	1028	428	1063	197	93	213
Calabria	683	360	682	336	226	523
Campania	1624	506	1638	264	305	801
Emilia-Romagna	1042	615	1041	333	550	1054
Friuli-Venezia Giulia	348	192	344	507	401	1287
Lazio	1225	402	1101	411	198	750
Liguria	1328	902	1326	302	334	604
Lombardia	1276	983	1297	400	792	1198
Marche	840	436	862	142	170	381
Molise	414	151	412	29	43	61
Piemonte	1091	893	1094	844	757	1310
Puglia	193	135	207	731	262	796
Sardegna	224	180	225	642	245	878
Sicilia	1091	398	1093	224	286	509
Toscana	952	379	903	656	426	1065
Trentino-Alto Adige	447	313	444	149	302	421
Umbria	1059	656	961	244	195	725
Valle d'Aosta	150	130	150	81	70	126
Veneto	487	280	487	748	668	2131

Tabella 2. – Località colpite da frane e da inondazioni censite dal progetto AVI. A) numero di comuni in ogni regione. B) numero di comuni colpiti da eventi di frane o di inondazione. C) numero di comuni colpiti da eventi di frana. D) numero di comuni colpiti da eventi di inondazione.

Regione		Comuni					
	Α	В	С	D			
Abruzzo	305	255	235	96			
Basilicata	131	120	116	58			
Calabria	409	286	243	168			
Campania	551	402	319	216			
Emilia-Romagna	341	290	168	217			
Friuli-Venezia Giulia	219	192	81	177			
Lazio	377	290	258	124			
Liguria	235	196	179	100			
Lombardia	1546	759	446	467			
Marche	246	191	161	103			
Molise	136	106	104	26			
Piemonte	1209	646	457	377			
Puglia	258	193	76	171			
Sardegna	377	107	235	189			
Sicilia	390	305	260	148			
Toscana	287	264	204	213			
Trentino-Alto Adige	339	210	162	137			
Umbria	92	90	89	65			
Valle d'Aosta	74	56	48	38			
Veneto	580	411	149	379			

Nel 1998, nell'ambito delle attività connesse al progetto AVI, l'U.O. 3.1 ha provveduto a:

- Coordinare l'attività di validazione, correzione ed integrazione dell'archivio digitale;
- Migliorare gli strumenti ed incrementare i sistemi per la diffusione dell'informazione storica, con la pubblicazione di una nuova carta sinottica, di un Cd-Rom e del catalogo nazionale delle informazioni sulle località colpite;
- Valutare il grado di completezza dell'archivio storico; e
- Individuare possibili applicazioni e sviluppi del progetto.

La validazione dell'archivio

Nel 1998 si è conclusa la complessa operazione di validazione ed integrazione dell'archivio digitale, intrapresa due anni or sono. L'operazione ha portato l'archivio digitale ad essere, per quanto possibile, una copia *virtuale* dell'archivio cartaceo delle schede di censimento. Durante questa fase tutta l'informazione disponibile nelle originali schede di censimento è stata trasferita nell'archivio digitale. Attraverso un attento lavoro di revisione, organizzato in più fasi, si è provveduto dapprima a controllare e correggere errori sintattici ed ortografici presenti nell'archivio e, successivamente, a confrontare le informazioni presenti nell'archivio digitale con quelle presenti nelle schede dell'archivio cartaceo.

L'operazione ha permesso di incrementare del 30% circa la quantità di informazioni presenti nell'archivio digitale. L'incremento riguarda in particolare il numero delle località colpite, le date degli eventi e le informazioni sui danni subiti. L'aggiornamento ha portato a modificare, anche in modo significativo, la struttura delle tabelle e delle relazioni dell'archivio AVI. Le modifiche alla struttura dell'archivio sono state apportate sia per esigenze connesse allo stoccaggio dell'informazione, ossia per evitare la perdita di dati, sia per rendere l'archivio compatibile con la versione dello stesso accessibile attraverso la rete *internet*.

La validazione, ed in particolare l'incremento nel numero di località note per essere state colpite da frane o da inondazioni, ha messo in luce alcune incongruità fra l'archivio digitale ed il catalogo delle località colpite da catastrofi idrogeologiche. Queste incongruità dovranno essere per quanto possibile eliminate negli anni futuri.

La diffusione dell'informazione

Uno degli obbiettivi strategici dell'unità operativa è stato quello di progettate, sperimentare ed implementare sistemi e strumenti per la diffusione dell'informazione sulle catastrofi idrogeologiche, con particolare riferimento ai dati storici censiti dal progetto AVI. Nel corso del 1998 sono stati compiuti numerosi progressi, riassumibili nella:

- Pubblicazione della seconda edizione della Carta delle località colpite da movimenti franosi ed inondazioni;
- Pubblicazione della prima versione del Catalogo delle informazioni sulle località italiane colpite da frane e da inondazioni;
- Realizzazione del programma Mappavi, un software per la consultazione del Catalogo AVI: e
- Diffusione dei dati dell'archivio e del catalogo AVI attraverso la rete internet.

La Carta delle località colpite da movimenti franosi ed inondazioni, 2^a edizione

Nel 1996 venne pubblicata una prima carta sinottica delle principali località colpite da movimenti franosi e da inondazioni. Da allora si è provveduto a localizzare, come punti scala 1:100.000, tutte le località note per essere state colpite da frane od inondazioni. Le notizie per le quali non è stato possibile individuare con ragionevole certezza la località colpita sono state cartografate in corrispondenza del capoluogo comunale. Ad ogni località è stato anche assegnato il grado di certezza nella localizzazione. La nuova riporta la localizzazione di oltre 15.000 località (9086 frane e 6456 inondazioni) colpite da eventi catastrofici per il periodo 1918-1994. Nella carta sono riportate 2608 località colpite da frane e 2317 località colpite da inondazioni in modo ricorsivo, ovvero più di una volta.

La localizzazione delle località colpite da calamità idrogeologiche è avvenuta a scala 1:100.000, utilizzando i Fogli dell'IGMI e, subordinatamente, la cartografia del Touring Club Italiano, a scala 1:200.000. Limitatamente ad alcune aree urbane la localizzazione è avvenuta a scala 1:25.000, utilizzando le Tavolette dell'IGMI. Ad ogni località è stato attribuito un parametro relativo all'incertezza. Una località è stata definita di localizzazione "incerta" quando non è stato possibile identificare con certezza la località nella carta. Nel caso degli eventi di frana le località incerte sono state posizionate in corrispondenza del capoluogo del comune di appartenenza o, subordinatamente, in corrispondenza ad una località limitrofa, già mappata. Ciò è avvenuto in particolare per gli eventi di frana che hanno colpito le vie di comunicazione e le infrastrutture a rete. Per gli eventi di inondazione le località incerte sono state posizionate lungo il corso d'acqua interessato dall'evento, all'interno del comune di appartenenza, o fra due località note

lungo il corso d'acqua medesimo. Nel caso di evidenti difformità spaziali tra la località colpita ed il corso d'acqua citato nella fonte originale, si è privilegiata la località colpita.

In un inserto della carta sono riportate le frequenze degli eventi di inondazione in ogni regione. Venti istogrammi riportano, in ascissa, il numero di località colpite da inondazioni e, in ordinata, il numero di eventi di cui si ha notizia in ogni località. Nella maggior parte delle regioni il numero di località colpite è elevato, a conferma di quanto sia diffuso il fenomeno delle alluvioni, ma anche che le località colpite con maggiore ricorrenza sono un numero contenuto. Rispetto all'edizione precedente della carta è aumentato, anche in misura considerevole, il numero di località colpite in ogni regione. Più contenuto è l'aumento del numero di eventi noti in ogni località. Alcuni dei valori di picco corrispondono a capoluoghi di regione o di provincia, e sono sovrastimati. Ciò è in parte dovuto alle tecniche con le quali è stato effettuato il censimento che hanno privilegiato le aree urbane maggiori. Per alcune regioni il valore di picco è condizionato dalla presenza nell'archivio di eventi connessi a mareggiate, ad intensi piovaschi ed al fenomeno dell'acqua alta.

Nella carta è anche riportata una mappatura preliminare dell'intero territorio italiano, basata sul numero di località note per essere state colpite da frane e da inondazioni in ciascuno degli 8102 comuni italiani. La densità delle località è stata calcolata contando il numero di località colpite da frane, aggiungendo a queste il numero di località colpite da inondazioni, e dividendo il totale per l'area del comune. Ci sono 5497 comuni (67,8%) che sono stati colpiti o da movimenti franosi (47,6%) o da inondazioni (42,8%). Il 22,6% dei comuni è stato colpito sia da frane che da inondazioni. Per 2605 comuni non sono disponibili nell'archivio storico informazioni relative a catastrofi idrogeologiche.

La carta riporta infine un esempio di possibile applicazione dei dati storici. Nel bacino del Fiume Tevere sono 894 le località colpite da 1689 eventi di frana e 324 le località colpite da 1232 eventi di inondazione. I dati storici sull'occorrenza di eventi catastrofici sono stati confrontati con le condizioni idrologiche del bacino ricavate dai dati idrologici disponibili per due stazioni di misura, corrispondenti all'idrometro di Ponte Nuovo di Torgiano, a sud di Perugia, ed all'idrometro di Ripetta, a Roma. L'analisi ha permesso di verificare come gli eventi maggiormente calamitosi, per i quali si sono verificate sia frane che inondazioni, siano in corrispondenza di condizioni idrologiche severe (maggior portata giornaliera e maggior volume di piena). Ciò ha permesso di individuare soglie euristiche che separano condizioni idrologiche che, in base ai dati storici

disponibili, sono da considerarsi poco, mediamente e molto favorevoli al verificarsi di eventi catastrofici.

Il Catalogo delle informazioni sulle località colpite da frane e da inondazioni

Il catalogo nazionale delle informazioni sulle località colpite da frane e da inondazioni è forse il prodotto di maggior rilevanza arrivato a compimento nel corso del 1998 nell'ambito del progetto AVI. Esso costituisce uno strumento operativo, di valenza nazionale, per la valutazione del livello di esposizione al rischio da frana e da inondazione. La prima edizione del catalogo, relativa agli anni 1918-1990, venne realizzata negli anni 1994-1995 e venne distribuita all'interno dei *Rapporti di Sintesi Regionali* sotto forma di elenchi delle località colpite da frane e da inondazioni. I Rapporti di Sintesi rappresentarono il primo tentativo di sintetizzare, per quanto possibile in modo omogeneo su tutto il territorio nazionale, le informazioni storiche censite dal progetto AVI. Vennero distribuiti al Dipartimento della Protezione Civile, alle Prefetture, agli Enti Locali, a società ed a liberi professionisti che ne fecero richiesta. In questi anni gli elenchi delle località colpite da frane e da inondazioni sono stati utilizzati come fonte preliminare d'informazione storica, nella redazione di piani di bacino e di emergenza, e nella preparazione di documenti di programmazione e pianificazione territoriale a scala regionale o provinciale.

Il nuovo catalogo è il frutto dell'integrazione e della correzione degli elenchi delle località colpite presenti nei Rapporti di Sintesi Regionali, che aggiorna e sostituisce. Esso include, oltre ai dati riferiti agli eventi principali censiti nei rapporti, anche i dati relativi agli eventi, di frana e di inondazione, ritenuti in un primo tempo di minore importanza. Il nuovo catalogo copre un intervallo temporale che va dal 1918 al 1994, ed elenca quasi 16.000 eventi di frana che hanno colpito oltre 9000 località, ed oltre 15.000 eventi d'inondazione che hanno colpito oltre 6400 località (Tabella 1). Sono anche elencate alcune informazioni relative ad eventi precedenti il 1918.

Il catalogo è organizzato in due volumi: il primo elenca gli eventi di frana, il secondo gli eventi d'inondazione. In entrambi i volumi gli eventi sono elencati in ordine di regione, di provincia e di comune. All'interno dei comuni gli eventi sono elencati per data, dall'evento più vecchio a quello più recente. Gli elenchi riportano: il numero del sito (Sito), il comune, la località colpita, la data, il grado di certezza, ed il numero di scheda (S4) dell'archivio digitale dalla quale è stata tratta l'informazione. Nell'elenco degli eventi di inondazione è anche riportato, quando noto, il fiume che ha prodotto l'inondazione.

Il numero del sito rappresenta, in maniera univoca, la località colpita. E' costituito da sei cifre, le prime due riferite alla regione, le restanti quattro riferite alla località colpita. Il legame fra il catalogo e l'archivio digitale è mantenuto grazie al numero di scheda S4, attraverso il quale è possibile, per ogni evento riportato nel catalogo, risalire alla scheda corrispondente nell'archivio. Attraverso il numero di scheda S4 è anche possibile risalire alla regione, ed alle modalità di raccolta dell'informazione (censimento, aggiornamento, ecc.).

Il catalogo è stato realizzato attraverso un processo logico ed operativo diverso da quello che ha portato alla produzione dell'archivio digitale. Per questo motivo, pur essendo entrambi i prodotti derivati dalle stesse fonti d'informazione, l'archivio ed il catalogo presentano alcune differenze. Più in particolare, alcune delle località riportate nell'archivio digitale non sono elencate nel catalogo e, per alcuni eventi di maggiore rilevanza, nell'archivio digitale sono presenti più schede (S4) che riguardano lo stesso evento. Queste discrepanze, che interessano meno del 5% degli eventi, verranno corrette in una futura revisione del catalogo.

La recente legge 267, del 3 agosto 1998, impone la perimetrazione delle aree soggette a maggior rischio geologico ed idraulico. Fra gli strumenti informativi che l'atto di indirizzo della nuova normativa prevede debbano essere utilizzati dagli Enti preposti alla definizione della pericolosità e del rischio geologico ed idraulico (Autorità di Bacino e Regioni), vi sono le informazioni raccolte, organizzate, e rese disponibili dal progetto AVI. Questo costituisce un riconoscimento importante, unico a livello istituzionale, del ruolo di supporto che l'informazione storica, ed in particolare quella raccolta nell'ambito del progetto AVI, può avere nell'individuazione e definizione del rischio geologico ed idraulico.

Il nuovo catalogo, che può fornire un importante contributo nella definizione delle aree a rischio, è tuttavia solo un elenco delle informazioni relative ad eventi di frana o di inondazione, e non un rigoroso catalogo delle località colpite. Ogni utilizzo del catalogo per la definizione della ricorrenza temporale degli eventi, o per la classificazione del territorio in aree a maggiore o minore densità di località colpite, deve necessariamente tenere conto delle ridondanze, dei limiti e degli errori in esso presenti. Questo tuttavia influisce solo marginalmente sul valore del contenuto informativo del nuovo catalogo che, sebbene non contenga un parametro relativo alla magnitudo dell'evento od alla severità dei danni subiti nelle singole località, fornisce informazioni significative per la localizzazione spaziale e la ripetitività temporale degli eventi. E' importante precisare come nell'utilizzare il nuovo catalogo non si possano non tenere nel dovuto conto i limiti dello stesso, ed in particolare quelli dovuti alle fonti d'informazione ed alle tecniche utilizzate

per l'acquisizione e l'organizzazione dell'informazione. Ciò onde evitare conclusioni erronee ed in particolare sovrastime o sottostime delle condizioni di rischio atteso.

Il software Mappavi

Mappavi è un programma per la consultazione interattiva del catalogo delle notizie sulle località storicamente colpite da frane e da inondazioni. Ultimo nato fra i prodotti realizzati dal CNR-GNDCI per la diffusione dei dati storici raccolti dal progetto AVI, il programma rappresenta una sintesi, informatica, del catalogo e della carta sinottica. Il programma, sviluppato utilizzando la tecnologia Geomedia®, messa a disposizione del CNR-GNDCI da Intergraph, permette di:

- visualizzare la localizzazione dei siti colpiti da frane e da inondazioni;
- conoscere, per ogni località colpita, il numero degli eventi occorsi, la data d'occorrenza ed il grado di certezza nella localizzazione;
- visualizzare i limiti amministrativi di Regione, Provincia e Comune, i limiti dei principali bacini idrografici nazionali, oltre che l'andamento generale della topografia grazie all'utilizzo di uno shaded relief;
- effettuare ricerche su base amministrativa, ossia per Regione, Provincia o Comune, sia in modo grafico che alfanumerico;
- effettuare ricerche basate sulla data di occorrenza dell'evento o su di un intervallo temporale, permettendo di produrre vere e proprie mappe d'evento;
- produrre e visualizzare statistiche descrittive sul numero di località colpite o di eventi occorsi all'interno di domini amministrativi, ossia per Regione, Provincia o Comune;
- produrre carte tematiche sulla base del numero di località colpite o di eventi di frana o
 di inondazione occorsi. E' possibile sia classificare le singole località (i punti)
 utilizzando simbologie e colori differenti, sia classificare i diversi domini amministrativi
 (le aree) utilizzando scale cromatiche predefinite o definibili dall'utente;
- stampare i risultati delle ricerche, producendo carte e rapporti tabellari;
- salvare e ripristinare configurazioni d'interesse per l'utente.

<u>Diffusione dei dati dell'archivio e del catalogo AVI attraverso la rete internet</u>

Nel corso del 1998 si è anche provveduto a migliorare l'accesso alle informazioni relative al progetto AVI attraverso la rete internet. In particolare, sono state aggiunte numerose funzionalità che permettono ad utenti remoti di accedere a tutta l'informazione al momento disponibile in forma digitale. Particolare attenzione è stata posta allo sviluppo di procedure per l'interrogazione dell'archivio da parte di utenti non esperti. Allo scopo

sono state sviluppate oltre 50 procedure in linguaggio ISQL che permettono ricerche mirate su singole schede, ricerche gerarchiche e ricerche di tipo statistico.

Per rispondere alla crescente richiesta d'informazioni relative al progetto AVI e, più in generale, alla disponibilità di informazioni storiche sui dissesti idrogeologici, si è provveduto ad implementare un nuovo sito Web dedicato al progetto. Dalla home page (http://avi.gndci.pg.cnr.it) sono ora accessibili sia le informazioni generali sul progetto stesso, sui risultati ottenuti, sui prodotti disponibili e sulle ricerche in corso, sia tutti gli archivi digitali ad oggi disponibili. L'accesso agli archivi può avvenire attraverso il sistema informativo del GNDCI, accessibile all'indirizzo http://wwwdb.gndci.pg.cnr.it o, in alternativa, scaricando dal sito Web archivi in formato Microsoft Access.

Il grado di completezza dell'archivio

Di recente è stato effettuato un tentativo di valutare, in modo quantitativo, il grado di completezza dell'archivio digitale. La valutazione è stata compiuta esclusivamente per l'archivio delle frane. Gli enti di frana censiti nell'archivio sono stati classificati in 3 classi di *intensità* (o *magnitudo*) in base alla tipologia ed alla gravità dei danni prodotti. Si è quindi semplicemente contato il numero di eventi *lievi*, *gravi* e *molto gravi* censiti per ogni anno in tutta Italia dal 1918 al 1994. I dati hanno evidenziato in modo chiaro come vi siano diversi gradi di completezza nell'archivio, in funzione del periodo storico e della gravità dell'evento. Più in particolare, il catalogo risulta, indipendentemente dalla gravità dell'evento, più completo per il periodo successivo al 1950 che per il periodo precedente ad esso. Questo *bias*, già noto, è legato sia alla quantità d'informazione disponibile nei giornali, sia al numero di testate consultate durante la fase di censimento.

Per il periodo successivo al 1950 l'archivio presenta un grado di completezza variabile a seconda della gravità degli eventi censiti. L'archivio appare completo (*stazionario*) per gli eventi di più grande intensità, che hanno causato danni molto gravi, e meno completo per gli eventi di intensità inferiore. Ciò è messo in evidenza dal confronto fra il periodo precedente il 1991 ed il periodo compreso fra il 1991 ed il 1994. Il secondo periodo è stato di recente oggetto dell'aggiornamento, effettuato consultando un numero di quotidiani locali (oltre 50) assai superiore a quello utilizzato durante la fase di censimento originale. Nel periodo 1991-1994 il numero di eventi di frana di magnitudo elevata è del tutto confrontabile con quello degli anni precedenti. Maggiore è invece il numero di eventi di frana di magnitudo intermedia od inferiore.

Sviluppi futuri

Con il 1998 si è conclusa l'attività connessa alla convenzione 1996-98 fra il Dipartimento della Protezione Civile ed il GNDCI. Nell'ambito del progetto AVI tutti gli obiettivi posti dall'unità operativa 3.1 sono stati raggiunti. In questo triennio particolare attenzione è stata posta alla validazione del contenuto informativo dell'archivio, alla realizzazione di un dettagliato catalogo nazionale delle informazioni storiche sulle località colpite, ed alla diffusione dell'informazione disponibile attraverso una varietà di strumenti, tradizionali e digitali.

I risultati ottenuti, uniti ai recenti tentativi di valutare il grado di completezza ed affidabilità dell'archivio e ad alcuni esempi di applicazione dei dati storici, permettono di individuare alcuni possibili sviluppi del progetto AVI. Fra di essi si possono indicare:

- l'aggiornamento dell'archivio e la sua ulteriore vaidazione;
- la ricerca della congruità fra le informazioni contenute nell'archivio e nel catalogo delle località colpite;
- la produzione di un catalogo dei principali eventi meteo-climatici occorsi in questo secolo, unita alla definizione degli effetti al suolo e dei danni da essi prodotti;
- il tentativo di utilizzare i dati storici disponibili, opportunamente trattati, per definire soglie d'allerta e d'allarme a scala di bacino; e
- la valutazione di possibili applicazioni dei dati storici per la definizione della pericolosità e del rischio geologico ed idraulico a scala provinciale o regionale.

Definizione della pericolosità e del rischio da frana (in collaborazione con l'U.O. 3.21)

L'unità operativa è da anni impegnata nello sviluppo di tecniche e strumenti per la definizione e la mappatura della pericolosità e del rischio da frana. Nel corso del 1998 le attività di ricerca connesse alla produzione di modelli sulla pericolosità da frana per l'alto bacino del F. Tevere, sono state affiancate alla raccolta ed all'elaborazione di dati relativi ai dissesti prodotti da eventi estremi occorsi in Umbria nel corso del 1997. Più in dettaglio, l'attività di ricerca si è concentrata su tre obiettivi principali:

- L'acquisizione di dati relativi ai dissesti verificatisi a seguito dell'evento meteorico del dicembre 1996-gennaio 1997;
- L'acquisizione di dati relativi ai dissesti verificatisi a seguito della crisi sismica che ha colpito l'Appennino umbro-marchigiano dal settembre 1997 all'aprile 1998;

 L'informatizzazione delle basi di dati geologiche e geomorfologiche per l'alto bacino del F. Tevere allo scopo di valutare la vulnerabilità del territorio e di definire il rischio geoidrologico.

L'evento meteorico del dicembre 1996-gennaio 1997

Gli ultimi giorni del 1996 furono caratterizzati, in gran parte dell'Italia centrale, da freddo intenso e da copiose nevicate. L'Umbria fu pressoché interamente coperta da un manto nevoso spesso 40-80 cm. I primi giorni del 1997 si caratterizzarono per un netto cambiamento climatico che provocò il repentino aumento della temperatura associato ad eventi di *föhn*. Il deciso aumento della temperatura causò il rapido scioglimento della neve liberando notevoli quantità di acqua lungo i versanti.

A partire dai primi giorni dell'anno si verificarono numerose frane, anche di considerevoli dimensioni. La frana in Località Valderchia, nel comune di Gubbio, superò gli 800.000 m³ di volume (Figura 1). Alcune delle frane sono risultate essere riattivazioni di movimenti verificatisi nella prima metà di dicembre del 1996 a causa di precipitazioni prolungate.



Figura 1 - Frana complessa avvenuta il 6 gennaio 1997, alle ore 6.00 circa, in Località Valderchia, nel Comune di Gubbio (PG).

Gli effetti al suolo prodotti dallo scioglimento della neve sono stati notevoli ed hanno interessato quasi tutto il territorio della Regione dell'Umbria. L'evento, che ha un tempo di ritorno stimabile, in base ai caratteri meteorologici (freddo intenso e prolungato, spessa coltre di neve) in 20-25 anni, ha richiesto la dichiarazione di stato di calamità naturale ed il conseguente intervento del Dipartimento della Protezione Civile. I danni accertati dalla Regione dell'Umbria ammontano ad oltre 100 miliardi di lire, ma tengono

conto solamente dei danni alle strutture ed alle infrastrutture (edifici, strade, ecc.) ignorando, ad esempio, il danno agrario.

A seguito dell'evento l'U.O. ha operato per definire la tipologia, l'abbondanza e la distribuzione spaziale degli eventi di frana. Sono stati effettuati numerosi sopralluoghi speditivi in campagna ed alcuni voli in elicottero. Durante i sopralluoghi, estesi a circa il 50% del territorio regionale, sono stati individuati, fotografati e mappati a scala 1:10.000 oltre 1000 dissesti. Nell'Aprile del 1998 la Direzione del GNDCI ha provveduto a far realizzare una copertura di fotografie aeree per un'area di circa 3000 km², corrispondente al territorio più intensamente colpito dai dissesti. L'interpretazione delle fotografie aeree in bianco e nero a scala 1:20.000 ha permesso di individuare e mappare oltre 3500 dissesti, con densità che toccano, nelle are più colpite (bacino di Bastardo, area di Todi, bacino del Fosso Bianco) i 30 dissesti per km². I dissesti hanno interessato lo 0.15% circa del territorio regionale. Si tratta in generale di frane superficiali (scorrimenti) anche se sono presenti frane di estensione superiore ai 5 ha e di volumetria superiore ai 500.000 m³ (cfr. Figura 1). Stime preliminari indicano come, tenendo conto di possibili errori cartografici, oltre l'80% dei dissesti si è verificata in aree già in frana. Si tratta sia di vere e proprie riattivazioni di porzioni limitate di corpi di frana preesistenti, sia di frane superficiali innescatesi nelle coltri alterate dei corpi di frana maggiori.

I dissesti, mappati in campagna od attraverso l'interpretazione di fotografie aeree, sono stati digitalizzati e georeferenziati. Nell'Alto bacino del Tevere, area per la quale è disponibile un dettagliato inventario dei movimenti franosi precedenti l'evento, è stato possibile valutare quantitativamente la qualità e l'affidabilità predittiva delle carte inventario. Si è così potuta verificare, a meno di imprecisioni cartografiche, un'ottima corrispondenza (80%) fra la distribuzione dei dissesti prodotti dall'evento e la distribuzione dei corpi di frana mappati in precedenza. Ciò ha permesso anche di avanzare ipotesi preliminari sul possibile utilizzo in campo applicativo, per la pianificazione e la programmazione a scala regionale o di bacino, delle diverse tipologie di carte delle frane.

La crisi sismica del settembre 1997 - aprile 1998

A partire dal 26 settembre 1997 una lunga serie di scosse sismiche ha colpito l'Appennino umbro-marchigiano producendo dissesti. Gli eventi più intensi, avvenuti il 26 settembre (2 eventi) ed il 14 ottobre (1 evento) sono stati intervallati da numerose altre

scosse protrattesi fino all'aprile 1998. Durante ed a seguito della sequenza sismica l'U.O. ha svolto attività ed interventi che possono essere riassunte in:

- a) attività ed interventi connessi all'identificazione ed al rilevamento di situazioni di dissesto idrogeologico, in atto o potenziale, realizzati in fase di emergenza per conto del Dipartimento della Protezione Civile, del Commissario delegato per l'Umbria, o del Prefetto di Perugia; ed
- b) attività di carattere tecnico-scientifico volte alla raccolta ed alla elaborazione preliminare di informazioni relative agli effetti al suolo prodotti dal sisma.

Le attività realizzate per conto delle strutture di protezione civile hanno compreso:

- la stima delle condizioni di idoneità geologica ed idrologica per le aree destinate all'insediamento delle unità abitative mobili;
- sopralluoghi effettuati per conto del Dipartimento della Protezione Civile, del Commissario Delegato per la Regione dell'Umbria, e del Prefetto di Perugia;
- l'analisi preliminare delle condizioni di instabilità lungo le strade statali n° 320 e n°
 209, in Valnerina;
- l'analisi foto-geologica speditiva lungo il tracciato della variante stradale Rocchetta-Poggio Primo Caso;
- l'indagine sulle condizioni di stabilità degli invasi collinari presenti nelle aree terremotate e riportate nel "Censimento dei piccoli invasi artificiali" (art. 10 Legge 21/11/1985 n° 662);
- il reperimento e raccolta di campioni di acqua dalle sorgenti minerali e termali presenti nel territorio umbro-marchigiano;
- il reperimento di informazioni sul comportamento e le caratteristiche delle sorgenti presenti nell'area colpita dal sisma; e
- la collaborazione alla redazione del "Piano di interventi urgenti sui dissesti idrogeologici", di cui alla legge 30 marzo 1998 n. 61, art. 2 lett. E, richiesta all'IRPI di Perugia dal Presidente della Giunta regionale dell'Umbria, Commissario delegato per la Protezione civile, con ordinanza n. 71 del 25 marzo 1998.

Le attività di reperimento ed analisi di informazioni tecnico-scientifiche sugli effetti al suolo prodotti dal sisma comprendono:

- l'individuazione e l'analisi preliminare di movimenti franosi occorsi a seguito del terremoto, in prevalenza cadute massi;
- l'individuazione di movimenti di massa incipienti, lungo versanti naturali ed artificiali;
- l'individuazione e l'analisi di possibili riattivazioni di depositi di frana preesistenti;

- l'individuazione e la localizzazione delle numerose fratture e fenditure del suolo verificatesi in particolare lungo la rete viaria; e
- la realizzazione di una carta foto-geologica delle coperture detritiche, delle lineazioni e dei movimenti franosi per l'area compresa nell'isosista del VII grado.

Fra tutte le attività svolte dall'unità operativa ne vengono descritte in dettaglio due: la prima relativa all'identificazione delle aree destinate all'insediamento delle unità abitative mobili; e la seconda relativa alla mappatura dei dissesti prodotti dalla sequenza sismica.

Stima delle condizioni di idoneità geologica ed idrologica nelle aree destinate all'insediamento delle unità abitative mobili

Nei giorni immediatamente seguenti le scosse più intense, da parte del Dipartimento della Protezione Civile emerse la necessità di individuare aree idonee all'installazione delle unità abitative mobili. Verificata la pressoché totale mancanza di identificazione preliminare di aree destinate a scopi di Protezione Civile da parte dei Comuni colpiti dal sisma, visto il numero e l'estensione delle aree da individuare, e data la conoscenza maturata attraverso studi e ricerche sullo stato del dissesto idrogeologico nelle aree colpite dal terremoto, il personale dell'IRPI di Perugia afferente all'U.O. 3.1 ha offerto al Dipartimento della Protezione Civile ed al Commissario delegato per la Regione dell'Umbria un supporto tecnico-scientifico per fornire una stima sulle condizioni di idoneità geologica ed idrologica per le aree destinate all'insediamento delle unità abitative mobili.

L'obbiettivo dell'operazione era quello di evitare, per quanto possibile, che alcuni nuclei abitativi, ancorché temporanei, venissero insediati in aree potenzialmente pericolose, ed in particolare su corpi di frana preesistenti, in aree eventualmente inondabili od in altre situazioni a rischio idrogeologico evidente o comunque identificabile in modo speditivo. In collaborazione con il Dipartimento della Protezione Civile venne definito un protocollo informale che prevedeva (Figura 2):

A. L'individuazione preliminare delle aree nelle quali installare i moduli abitativi mobili da parte delle amministrazioni comunali. Tecnici delle amministrazioni comunali e regionali o volontari liberi professionisti hanno ubicato i siti proposti su stralci della cartografia catastale o sulle tavolette IGMI. Le segnalazioni sono state trasmesse via fax all'IRPI di Perugia dai Comuni o dal Gruppo Tecnico per gli Insediamenti di Emergenza del Dipartimento della Protezione Civile (GTIE).

B. La valutazione dell'idoneità per i siti proposti, effettuata attraverso un'analisi fotointerpretativa mirata ad evidenziare le condizioni di pericolosità geomorfologica (connessa a frane e ad aree inondabili) ed a fornire un parere sulle condizioni di idoneità per l'area circostante i siti proposti.

L'attività è stata realizzata dall'unità operativa in fase di emergenza, nel periodo compreso dal 5 ottobre 1997 al 10 gennaio 1998. Nel mese di aprile 1998, a seguito delle scosse avvenute il 3 aprile sono stati richiesti ulteriori pareri di idoneità.

Data la situazione d'estrema emergenza, la valutazione d'idoneità è avvenuta adottando procedure speditive che garantissero la tempestività nella fornitura dei pareri e l'oggettività nella stima delle condizioni di pericolosità nei siti proposti. I pareri di idoneità sono stati forniti in un lasso di tempo variabile tra qualche ora, ed un massimo di due giorni dal momento della richiesta. La quantità di richieste per i pareri di idoneità sui siti è stata particolarmente elevata nei mesi di ottobre e novembre, raggiungendo punte di alcune decine di segnalazioni al giorno.

Sono state analizzate un totale di 154 aree distribuite sul territorio di 17 Comuni umbri (Figura 3). Per ciascuna area è stato espresso un parere di idoneità sulle condizioni geologiche ed idrologiche rilevabili dall'analisi foto-interpretativa. Per circa la metà dei siti sono state indicate delle aree alternative, in aggiunta od in alternativa a quelle proposte, quando il sito non veniva giudicato idoneo. Per circa 1/3 delle aree il parere di idoneità è stato richiesto più volte a causa di cambiamenti nell'ubicazione o nell'estensione dei siti.

L'analisi foto-interpretativa è stata realizzata utilizzando tre diverse coperture aereo fotografiche:

- a scala 1:13.000 circa, a colori, del 1976-77, immediatamente disponibile presso l'Istituto;
- a scala 1:13.000 circa, in bianco e nero, del 26-29 Ottobre 1997, appositamente realizzata su commissione del Dipartimento della Protezione Civile, una parte della quale è stata resa disponibile a partire dal 7 novembre 1997; ed
- una copertura alla scala di dettaglio (1:5.000 circa), sia in bianco e nero che a colori, realizzata i giorni delle prime scosse di settembre sui centri abitati maggiormente colpiti.

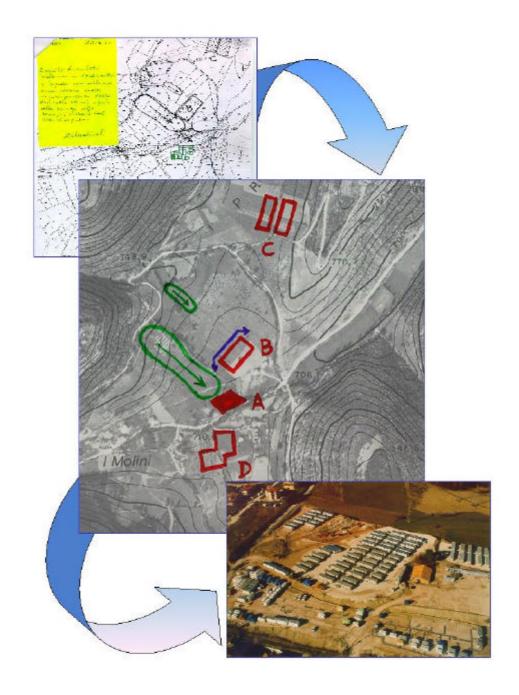


Figura 2 - Flusso logico per l'individuazione dei siti per l'installazione delle unità abitative mobili.

Per i siti localizzati in aree di pianura lo studio foto-interpretativo ha avuto come principale obbiettivo l'individuazione di condizioni di pericolosità idrologica, riferibili ad aree potenzialmente inondabili, quando ad esempio il sito proposto veniva posizionato all'interno di paleoalvei od in prossimità di corsi d'acqua, oppure ad aree di ristagno, dove depressioni ed avvallamenti topografici potevano favorire impaludamenti o deflussi concentrati delle acque superficiali.

Per i siti nelle aree montane, localizzati lungo le valli interne l'analisi foto-interpretativa ha mirato ad accertare le condizioni di pericolosità sia idrologica che geologica. Sono state segnalate le aree potenzialmente inondabili in prossimità della confluenza di corsi d'acqua, le aree dei conoidi detritici ai piedi di pendii in erosione, e le aree in prossimità di movimenti di versante (in prevalenza scivolamenti, cadute massi o debris flow) che potessero incombere sui siti proposti. Per le aree posizionate lungo i versanti, l'attenzione è stata rivolta principalmente ad accertare che i siti proposti non venissero insediati su corpi di frana preesistenti. In alcuni casi sono state suggerite raccomandazioni nella realizzazione dei terrazzamenti, affinché non venissero realizzate scarpate troppo ripide nei fronti di scavo o nei riporti, in particolare là dove i versanti erano molto acclivi.

Dall'analisi di questi elementi territoriali, sono emersi diversi ed articolati pareri di idoneità. Sono state giudicate idonee le aree nelle quali non sono state rilevate evidenti condizioni di pericolosità geomorfologica. Al contrario, sono state dichiarate non idonee le aree nelle quali è stata rilevata una qualunque situazione di pericolosità geologica od idrologica. In questi casi sono state proposte aree alternative, giudicate in sicurezza geomorfologica, nelle quali poter installare le unità abitative mobili. Le aree dichiarate non idonee sono state circa il 20% del totale. In generale le aree alternative proposte sono state accettate dagli uffici tecnici delle amministrazioni comunali o del GTIE. Solo in due casi i tecnici delle amministrazioni locali hanno ritenuto possibile realizzare l'insediamento in un'area considerata non idonea.

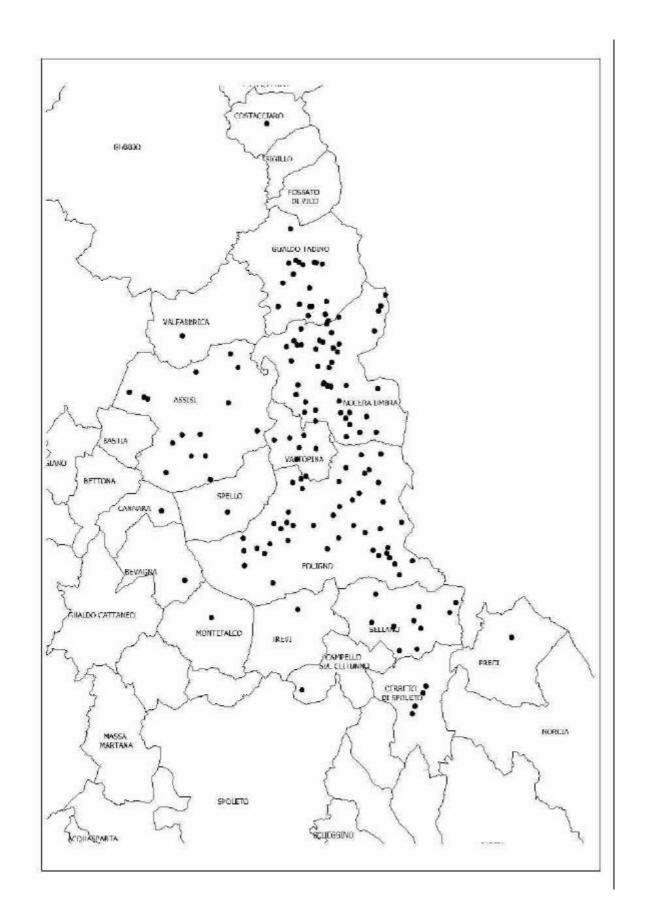


Figura 3 - Distribuzione delle 154 aree destinate all'insediamento delle unità abitative mobili individuate in Umbria.

L'unità operativa ha raccolto una vasta serie di informazioni e di dati relativi alla localizzazione ed alla tipologia degli effetti al suolo prodotti dalle diverse scosse sismiche succedutesi nell'area umbro-marchigiana, ed in particolare a franamenti ed a fessurazioni. Il rilevamento delle informazioni è avvenuto sia durante i sopralluoghi richiesti dalle diverse autorità di protezione civile, sia durante sopralluoghi e ricognizioni effettuate *ad hoc* dai ricercatori afferenti all'U.O. coadiuvati, durante la fase di prima emergenza, da geologi volontari. Sono state raccolte informazioni in oltre 180 siti distribuiti non esclusivamente nell'area epicentrale ma anche nelle zone circostanti. Per la raccolta delle informazioni si è convenuto di utilizzare la scheda per il censimento dei dissesti pubblicata dal Servizio Geologico Nazionale. Per quanto è stato possibile ogni scheda è stata corredata da una o più fotografie a colori. Tutte le informazioni raccolte sono state cartografate in modo speditivo sulle ortofotocarte a scala 1:10.000 della Regione Umbria e della Regione Marche.

Anche se l'area più colpita dalla recente attività sismica, nel cuore della catena umbro-marchigiana, presenta caratteristiche litologiche, strutturali e morfologiche tali da renderla relativamente meno soggetta ai dissesti rispetto ad altri settori del territorio umbro-marchigiano, la crisi sismica è comunque avvenuta in un territorio propenso, e storicamente soggetto a dissesti idrogeologici. Fra gli effetti al suolo prodotti dal sisma che hanno causato danni di carattere idrogeologico vi sono *fessurazioni* e *movimenti franosi*. A queste va aggiunto il danneggiamento di opere idrauliche quali la diga di Acciano, lungo il Fiume Topino, e la traversa di Sellano, lungo il Fiume Vigi.

Fessurazioni sono state rilevate in oltre 140 località. Si tratta in generale di fessure di limitata estensione areale, con poco o punto rigetto ed apertura da millimetrica a centimetrica. La loro distribuzione spaziale a scala regionale segue il pattern delle isosisme, con fessure più abbonanti nelle aree epicentrali e via via meno frequenti allontanandosi da esse. Il danno più rilevante è avvenuto lungo i rilevati, ed in particolare quelli stradali che, per effetto dello scuotimento sismico si sono in più punti fessurati. Ciò è avvenuto prevalentemente, ma non limitatamente, in presenza di un versante, ovvero di una componente gravitativa. In queste aree le fratture assumono spesso un andamento curvilineo, concavo verso la parte ribassata del versante, ad indicare un abbassamento di porzioni, generalmente limitate, del rilevato. Lungo le strade, ed in particolar modo quelle di montagna a mezza costa, le fessurazioni tendono a corrispondere al limite fra la parte in scavo e quella in rilevato del corpo stradale stesso. Là dove le strade tagliano versanti in frana i cedimenti dei rilevati appaiono

localmente più netti. Fessurazioni nei rilevati, stradali e non, sono state rilevate anche in aree pianeggianti, sia di crinale che di fondovalle.

I movimenti franosi indotti dall'attività sismica sono stati in prevalenza cadute massi e croll(Figura 4)i, e più limitatamente ribaltamenti (Figura 5). I dissesti sono avvenuti in particolar modo in rocce competenti, calcari massivi, calcari e calcari marnosi stratificati ed in travertini. Lungo i versanti coperti da detriti di falda non cementati si sono verificate colate di detrito (*grain flow*) di limitata estensione ed alcuni scivolamenti minori. Non si sono registrate frane di volumetria consistente o comunque riattivazioni di frane preesistenti che ne abbiano causato il collasso. Riattivazioni parziali di frane profonde o nelle loro vicinanze si sono avute nelle aree epicentrali ed in particolare: immediatamente ad ovest del Monte di Annifo, nei presi di Afrile, in località La Franca, ed in località Pian dell'Aia. In alcune di queste aree, note per essere in frana o per essere prossime a frane profonde, sono state rilevate fessurazioni e fratture che potrebbero essere connesse alla presenza del dissesto pregresso.



Figura 4 – Cadute massi lungo la SS n. 209 in Valnerina (PG).



Figura 5 – Crolli e ribaltamenti in località Stravignano (PG).

I disagi più rilevanti si sono avuti lungo le strade statali della Valnerina, dove i numerosissimi crolli innescati dalla forte scossa del 14 ottobre 1997 hanno causato l'interruzione della SS 209 e della SS 320. L'interruzione si è protratta per diverse settimane, costringendo ad interventi d'estrema urgenza assai costosi, ed ha prodotto un grave disagio alle popolazioni di alcuni comuni rimaste virtualmente isolate dal resto della Regione. Crolli che hanno prodotto danni od interruzioni al sistema viario si sono avuti in diverse altre aree del territorio regionale.

A corredo dell'attività di reperimento di dati in campagna, l'U.O. ha realizzato una cartografia "fotogeologica" di dettaglio, a scala 1:10.000, relativa alla distribuzione delle coperture detritiche, dei depositi alluvionali, dei dissesti, delle fratture e degli allineamenti morfostrutturali. La cartografia rappresenta la base tematica sulla quale posizionare le osservazioni di campagna relative agli effetti di superficie (fratture, crolli, frane) censiti durante la fase di emergenza. L'area oggetto dello studio ha una estensione di circa 1000 km² e copre, in prima approssimazione, il territorio compreso dall'isosista del VII grado. La carta è stata realizzata attraverso l'interpretazione di fotografie aeree, in bianco e nero, a scala 1:33.000 del 1954-55 ed a scala 1:13.000 delll'ottobre del 1997. L'interpretazione è stata effettuata da due foto-interpreti che hanno osservano contemporaneamente lo stesso territorio, garantendo così un costante controllo incrociato sull'intero lavoro. Le

informazioni raccolte sono state costantemente confrontate con quelle relative alle osservazioni di campagna. Un terzo foto-interprete ha revisionato indipendentemente il lavoro svolto in alcune aree campione. Tutte le informazioni raccolte sono state riportate su oltre 60 ortofotocarte a scala 1:10.000, e successivamente digitalizzate.

La legenda della carta "fotogeologica" comprende:

- coperture detritiche di versante con spessore superiore a 5 metri circa;
- coperture detritiche di versante con spessore inferiore a 5 metri circa;
- depositi alluvionali di fondovalle;
- depositi alluvionali terrazzati;
- depositi alluvionali negli impluvi lungo i versanti;
- depositi alluvionali in valli chiuse;
- depressioni topografiche con ristagno d'acqua;
- aree inondabili;
- depositi di travertino;
- depositi di conoide;
- orli di scarpate interessate da crolli o cadute di detrito;
- frane, attive o quiescenti, profonde o superficiali;
- colate di detrito (debris flow);
- allineamenti morfostrutturali;
- localizzazione delle osservazioni di campagna.

In un'area campione, di circa 100 km², è iniziato un controllo della cartografia foto-geologica attraverso dettagliati rilevamenti di campagna a scala 1:10.000, realizzati in collaborazione con il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Perugia. Sono stati realizzati anche aggiornamenti della cartografia già prodotta relativamente all'identificazione delle aree potenzialmente soggette a cadute massi ed a crolli, nonché alla localizzazione delle informazioni relative a fessurazioni, cadute massi e franamenti raccolti durante i sopralluoghi e le ricognizioni in campagna. Obiettivo della sperimentazione è studiare la tipologia ed i *pattern* degli effetti al suolo prodotti sisma (in particolare fratturazioni e frane), in ruferineto alla morfologia ed alla localizzazione delle coperture detritiche e dei corpi di frana preesistenti.

L'alto bacino del F. Tevere

Da anni l'unità operativa è impegnata, in stretta collaborazione con l'U.O. 3.21 CNR-CSITE di Bologna (A. Carrara), nella sperimentazione di tecniche e metodologie per la definizione della pericolosità da frana. Negli ultimi anni l'attività si è concentrata prevalentemente nell'area dell'alto bacino del F. Tevere ed è consistita nell'acquisizione di

dati tematici relativi alla distribuzione ed alla tipologia dei dissesti, all'assetto litologico e giaciturale, ed alle caratteristiche morfologiche e morfometriche del territorio oggetto di studio. L'acquisizione delle informazioni relative ai dissesti ed all'assetto litologico è avvenuta attraverso l'interpretazione di più voli di fotografie aeree uniti a controlli in campagna. I dati morfometrici sono stati ottenuti elaborando un dettagliato modello digitale del terreno a partire dalle curve di livello delle Tavolette IGMI.

Nel corso del 1998 l'attività di ricerca si è concentrata su quattro temi: il completamento dell'informatizzazione e la validazione delle cartografie foto-geologiche e dei domini giaciturali prodotte per l'alto bacino del Tevere; l'estensione della copertura del DTM a tutto il territorio della Regione dell'Umbria; l'estensione dell'acquisizione dei dati relativi alla distribuzione ed alla tipologia dei dissesti ed all'assetto litologico e giaciturale al settore del bacino del F. Tevere compreso fra Ponte Nuovo di Torgiano e Todi; e la sperimentazione di prototipi di modelli di pericolosità da frana.

La complessità delle cartografie e delle loro relazioni spaziali, ha richiesto più tempo di quanto originariamente preventivato per l'informatizzazione delle cartografie foto-geologiche e dei domini giacituraeli. In fase di informatizzazione sono anche emerse incongruenze (geometriche e tematiche) che hanno richiesto la rivisitazione locale delle cartografie. La disponibilità di curve di livello in formato digitale per l'intero territorio Regionale ha permesso, anche grazie ad una convenzione con la Regione dell'Umbria, di produrre per l'intero territorio Regionale vari DTM di dettaglio. Sono stati prodotti DTM a 25 e 10 metri di risoluzione al suolo, sperimentando diversi algoritmi di interpolazione. Sono tuttora in corso tests per valutare quantitativamente le differenze fra i diversi modelli del terreno. La copertura dei dati relativi ai alla distribuzione ed alla tipologia dei dissesti ed all'assetto litologico e giaciturale è stata estesa per circa 500 km² nell'area più colpita dagli eventi franosi prodotti dal disgelo del gennaio del 1997. Le informazioni relative ai dissesti, ricavate dal volo effettuato *ad hoc* a seguito dell'evento meteorologico, sono già state informatizzate. I dati relativi all'assetto litologico e giaciturale sono al momento disponibili solo in forma cartacea.

Limitatamente al settore più settentrionale dell'alto bacino del Tevere (1100 km² ca.), sono stati ulteriormente sviluppati modelli di pericolosità basati sull'analisi multivariata di parametri morfologici, litologici, strutturali e dell'uso del suolo. Sono anche state sperimentate, con buoni risultati, unità cartografiche di riferimento ("mapping units") ottenute suddividendo i versanti elementari ("slope units") in base alle principali unità litologiche in essi presenti. Le nuove unità cartografabili assumono una valenza morfologico-litologica e, da analisi preliminari, sembrano particolarmente affidabili là

dove, per ragioni morfologiche e topografiche, i versanti elementari sono molto estesi o comprendono condizioni litologiche molto diverse fra loro. Sono infine state sperimentate procedure e metodi per la rappresentazione cartografica dei risultati della modellazione statistica.

Altre attività

L'unità operativa è stata impegnata nell'organizzazione scientifica del simposio *Geomorphological hazards: extent, evaluation and mapping techniques* e del simposio *Transfering scientific information to the users* svoltisi nell'ambito della XXIII General Assembly dell'European Geophysical Society, a Nizza, nel mese di Aprile.

In collaborazione con l'U.O. 3.21 (Responsabile A. Carrara) è proseguita l'attività editoriale connessa alla realizzazione di un numero speciale della rivista Natural Hazards contenente alcuni dei lavori presentati al simposio *Techniques and tools for mapping natural hazards and risk impact on the developed environment* svoltosi nell'ambito della XXII General Assembly dell'European Geophysical Society, a Vienna, nel 1997.

Pubblicazioni e prodotti

- Guzzetti F., Editor (1998) *Preface*. "Hydrological Triggers of Diffused Landsliding", Environmetal Geology, Vol. 35: 2-3, 79-80.
- Reichenbach P., Cardinali M., De Vita L. & Guzzetti F. (1998) Regional hydrological thresholds for landslides and floods in the Tiber River basin (Central Italy). Environmental Geology, Vol. 35: 2-3, 146-159.
- De Vita P. & P. Reichenbach, with contributions by J.C. Bathurst, M. Borga, G. Crosta, M. Crozier, T. Glade, F. Guzzetti, A. Hansen, J. Wasowski (1998). *Rainfall-triggered landslides: a reference list*. Environmental Geology, Vol. 35: 2-3, 219-233.
- Reichenbach P., F. Guzzetti & M. Cardinali (1998) Carta delle aree colpite da movimenti franosi e da inondazioni. Progetto AVI, 2a edizione. Scala 1:1.200.000, Pubblicazione CNR-GNDCI n. 1782.
- Cardinali M., Carrara A., Donzellini G., Giovetti S., Guzzetti F., Menegatti P., Reichenbach P. & Tonelli G. (1998) MAPPAVI. Software per la visualizzazione del Catalogo delle informazioni storiche sulle località colpite da frane ed inondazioni censite dal progetto AVI. Versione 1.2., Pubblicazione CNR-GNDCI n. 1800.
- Cardinali M., Cipolla F., Guzzetti F., Lolli O., Pagliacci S., Reichenbach P., Sebastiani C. & Tonelli G. (1998) Catalogo delle informazioni sulle località italiane colpite da frane e da inondazioni. Pubblicazione CNR-GNDCI n. 1799, 2 Volumi.
- Carrara A., Guzzetti F., Cardinali M. & Reichenbach P., 1998. *Limitations in modelling landslide hazard*. Proceed. Congr. Int. Ass. Mathematical Geology, Ischia, 5-8 October 1998.

- Guzzetti F., M. Cardinali, P. Reichenbach & F. Ardizzone (1998) Rapporto Conclusivo. Convenzione fra la Regione dell'Umbria ed il Consiglio Nazionale delle Ricerche IRPI Perugia, per la realizzazione di una base di dati sulle conoscenze relative ai fenomeni franosi e la stima della loro incidenza in rapporto al tessuto insediativo, infrastrutturale e produttivo regionale a supporto della pianificazione urbanisticoterritoriale regionale, 143 pp.
- Guzzetti F., M. Cardinali & P. Reichenbach (1998) Rapporto sull'attività svolta dal CNR-IRPI, Reparto di Geologia Applicata, a seguito della crisi sismica del settembre-ottobre 1997. Regione dell'Umbria, 39 p.
- Reichenbach P., F. Guzzetti & M. Cardinali (1998) Carta delle aree colpite da movimenti franosi e da inondazioni. Progetto AVI, 2a edizione. Gisitinera, 17 novembre, Perugia. (Poster).
- Cardinali M., Guzzetti F. & Reichenbach P. (1998) Map of sites historically affected by landslides and floods in Italy The AVI project. European ESRI user conference, Firenze, 8 ottobre 1998. (Poster).
- Cardinali M., Guzzetti F. & Reichenbach P. (1998) Map of sites historically affected by landslides and floods in Italy The AVI project. EGS XXIII General Assembly, Symposium "Geomorphological hazards: extent, evaluation and mapping techniques", Nizza, Francia. Annales Geophysicae. (Abstract & Poster).
- Cardinali M., Guzzetti F., Reichenbach P. & Tonelli G. (1998) *Transfering scientific information to the user: The experience of the CNR-GNDCI information system.* EGS XXIII General Assembly, Symposium "NH6 Transfering information to the user", Nizza, Francia. Annales Geophysicae. (Abstract).
- Guzzetti F. & F. Siccardi (1998) Notizie di reato. Protecta, Anno XII, Numero 2/2, Dic.-Feb. 1998, 38-41.