REPUBBLICA ITALIANA

BOLLETTINO UFFICIALE

DELLA

REGIONE LOMBARDIA

MILANO - VENERDÌ, 18 SETTEMBRE 1998

3° SUPPLEMENTO STRAORDINARIO AL N. 37

S O M M A R I O

D.G.R. 12 GIUGNO 1998 - N. 6/36805

Approvazione del 1° Programma regionale di Previsione e Prevenzione di Protezione Civile redatto ai sensi dell'art. 12, secondo comma della l. 24 febbraio 1992, n. 225

[5.5.0]

2

[BUR1998031]

[5.5.0]

D.G.R. 12 GIUGNO 1998 - N. 6/36805

Approvazione del 1° Programma regionale di Previsione e Prevenzione di Protezione Civile redatto ai sensi dell'art. 12, secondo comma della l. 24 febbraio 1992, n. 225

LA GIUNTA REGIONALE

Vista la l. 24 febbraio 1992, n. 225 che istituisce il Servizio Nazionale della Protezione Civile, e all'art. 6, primo comma, prevede che, secondo i rispettivi ordinamenti e le rispettive competenze, le regioni provvedono all'attuazione delle attività di protezione civile;

Visto in particolare l'art. 12, secondo comma, della predetta l. 24 febbraio 1992, n. 225, che attribuisce alle regioni la predisposizione ed attuazione dei Programmi Regionali di Previsione e Prevenzione, in armonia con le indicazioni dei programmi nazionali;

Considerato che con deliberazione del Consiglio regionale della Lombardia del 22 ottobre 1996 - n. IV/397, è stato approvato il Programma Regionale di Sviluppo della VI Legislatura, ai sensi dell'art. 6 della l.r. 31 marzo 1978, n. 34;

Visto che nell'ambito del Programma Regionale di Sviluppo (PRS) sono stati individuati i progetti strategici prioritari, fra i quali il progetto n. 5 («Strumenti di gestione integrata del territorio e dell'ambiente»), e all'interno di questo l'attività di progetto 5.3.2. «Protezione civile: piano e programma di previsione e prevenzione»;

Visto che il predetto progetto strategico 5.3.2. aveva come obiettivo specifico la stesura e l'approvazione del Programma Regionale di Previsione e Prevenzione di Protezione Civile, finalizzato:

- a) all'individuazione e alla descrizione dei rischi principali riguardanti il territorio della Lombardia;
- b) alla individuazione e alla riorganizzazione dei sistemi di monitoraggio dei rischi;
- c) alla individuazione cartografica delle aree a maggior rischio della regione;
- d) alla definizione delle linee-guida per gli enti locali per la successiva programmazione di previsione e prevenzione a scala di maggior dettaglio, provinciale e comunale;
- e) alla riorganizzazione territoriale del sistema regionale di protezione civile, limitatamente ai settori di competenza regionale in base alla l. 24 febbraio 1992 n. 225, e cioè la previsione e la prevenzione;

Rilevato che l'attività di realizzazione del progetto strategico 5.3.2. si è svolta dal 18 settembre 1996 alla fine di aprile 1998, come previsto dal timing a suo tempo approvato, con la collaborazione nell'ambito del Team di progetto (istituito formalmente con d.p.g.r. del 12 dicembre 1997, n. 69676 del D.G. Opere Pubbliche) delle seguenti Direzioni Generali:

- Opere Pubbliche e Protezione Civile
- Tutela Ambientale
- Trasporti
- Agricoltura
- Territorio ed Edilizia Residenziale (dalla sua costituzione)
- Urbanistica
- Sanità
- Presidenza

Considerato che la l. 24 febbraio 1992 n. 225 è stata recepita dalla regione Lombardia con il progetto di legge «Disciplina degli interventi e delle attività regionali in materia di protezione civile» approvata con d.g.r. 29 dicembre 1997 n. 33888, attualmente in corso di esame da parte del Consiglio regionale;

Considerato altresì che il Programma Regionale di Previsione e Prevenzione, così come delineato dalla l. 24 febbraio 1992 n. 225 e dalle successive direttive emanate dal dipartimento della protezione civile presso la Presidenza del Consiglio dei Ministri, a partire dalla circolare n. 1/DPC/S.G.C./94 del 3 febbraio 1994, si configura come uno strumento di ricognizione delle situazioni di rischio a

livello regionale e un documento di indirizzo per i programmi provinciali;

Dato atto quindi che il programma in oggetto si connota per contenuto e forma come un atto sostanzialmente diverso dal «Programma poliennale» previsto dall'art. 11 della previgente l.r. 12 maggio 1990 n. 54; normativa che pertanto deve ritenersi per questo punto superata dalla legge statale successivamente intervenuta, e cioè la più volte citata l. 24 febbraio 1992 n. 225;

Dato atto che la presente deliberazione non è soggetta al controllo ai sensi del comma 32, art. 17, della legge 15 maggio 1997, n. 127;

All'unanimità dei voti espressi nelle forme di legge

DELIBERA

1. di approvare il 1° Programma Regionale di Previsione e Prevenzione di Protezione Civile, redatto ai sensi dell'art. 12, secondo comma della l. 24 febbraio 1992, n. 225;

2. di dare atto che il programma, prodotto a conclusione dell'attività di progetto 5.3.2. del PRS - VI legislatura, è costituito dai seguenti elaborati, allegati al presente atto, per farne parte integrante e sostanziale:

- A - Individuazione dei rischi: relazione

- Direttiva regionale: linee-guida per i programmi provinciali di previsione e prevenzione, e per i piani comunali

- B - Cartografie tematiche di individuazione delle aree di pericolosità per rischio idrogeologico, rischio da incendi boschivi, rischio sismico, rischio industriale, rischio nucleare (*omissis*):

- B.1 - carta n. 1 - Rischio idrogeologico. Aree inondabili, localizzazione delle dighe e delle stazioni di monitoraggio idrometeorologico.

- B.2 - carta n. 2 - Rischio idrogeologico. Bacini gestionali e limiti dei consorzi di bonifica.

- B.3 - carta n. 3 - Rischio idrogeologico. Inventario dei movimenti franosi, delle valanghe e dei processi erosivi lungo la rete idrografica (provincia di Sondrio).

- B.4 - carta n. 4 - Rischio idrogeologico. Inventario dei movimenti franosi, delle valanghe e dei processi erosivi lungo la rete idrografica (provincia di Bergamo e Brescia).

- B.5 - carta n. 5 - Rischio idrogeologico. Inventario dei movimenti franosi, delle valanghe e dei processi erosivi lungo la rete idrografica (provincia di Varese, Como, Lecco e Pavia).

- B.6 - carta n. 6 - Rischio idrogeologico. Precipitazioni medie annue sul territorio lombardo.

- B.7 - carta n. 7 - Rischio idrogeologico. Precipitazioni giornaliere con tempo di ritorno di 40 e 80 anni.

- B.8 - carta n. 8 - Rischio idrogeologico. Soglie pluviometriche per l'innescio di frane superficiali (eventi con durata di 12 ore).

- B.9 - carta n. 9 - Rischio idrogeologico. Tempi di corruzione dei principali bacini idrografici.

- B.10 - carta n. 10 - Rischio incendio boschivo. Livelli di pericolosità di incendio boschivo su base comunale.

- B.11 - carta n. 11 - Rischio industriale. Comuni con presenza di attività produttive a rischio.

- B.12 - carta n. 12 - Rischio sismico. Fasce di pericolosità sismica di base ed indici di vulnerabilità di alcuni comuni classificati

3. di dare atto che la presente deliberazione non comporta spesa per l'amministrazione regionale.

Il segretario: Sala

_____ • _____

ALLEGATO A

Linee guida per la redazione dei piani provinciali di previsione e prevenzione di protezione civile ai sensi degli artt. 12 e 13 della l. 225/92

(Stralcio della d.g.r. n. 36805 del 12 giugno 1998)

Linee guida per gli enti locali: metodologie per gli approfondimenti del programma regionale e linee guida per la redazione dei piani provinciali di previsione e prevenzione (art. 12 - 13 l. 225/1992).

Le indicazioni tecniche e metodologiche che seguono sono state predisposte ispirandosi alle indicazioni contenute nella Circolare n. 1 del Dipartimento di Protezione Civile del 3 febbraio 1994, sviluppando alcuni dei punti proposti ed integrando i contenuti con altri documenti proposti a vari livelli. In particolare si noterà come le linee guida affrontino in modo approfondito solo alcuni dei rischi principali, specificamente quello di tipo idrogeologico, in quanto soprattutto su quest'ultimo tema, sono stati prodotti numerosi lavori metodologici, sia a livello regionale che nazionale. Si è utilizzato in modo esplicito il documento redatto dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche e dal Dipartimento di P.C. Si è presa la decisione di sviluppare ed orientare il lavoro dei programmi provinciali soprattutto su questa tipologia di rischio in quanto è il rischio che più frequentemente in questi ultimi anni ha interessato la nostra regione e quello per il quale si ritiene matura la possibilità di sviluppare una azione congiunta tra diversi enti, per una efficace politica di previsione e prevenzione.

Altre indicazioni sui diversi tipi di rischio verranno emenate in seguito.

Le linee guida hanno come principali obiettivi quello di fornire indicazioni metodologiche per la redazione dei programmi provinciali di previsione e prevenzione ed inoltre quello di «omogeneizzare», almeno nei termini generali, i prodotti dei diversi programmi. È infatti importante che le Amministrazioni provinciali seguano un indirizzo comune proposto a livello regionale, per avviare una azione coordinata sui contenuti minimi essenziali ed ottenere prodotti di buona qualità, confrontabili ed utilizzabili anche per sintesi di carattere regionale. A questo riguardo, si ritiene utile proporre alle Amministrazioni provinciali la presenza di un «osservatore regionale» nel gruppo provinciale che sovrintende alla redazione del programma. L'osservatore regionale, nel totale rispetto dell'autonomia della amministrazione, svolgerà un servizio di collegamento e coordinamento, garantendo l'omogeneità dei prodotti finali. L'osservatore regionale potrà inoltre svolgere un compito di coordinamento ed orientamento non solo in merito ai contenuti del programma, ma anche in merito al reperimento dei dati e delle informazioni presso le strutture regionali.

A tal riguardo, si potranno promuovere protocolli d'intesa quadro o convenzioni tra Regione ed Amministrazioni Provinciali per definire congiuntamente le azioni coordinate da svolgere, nel rispetto delle specifiche competenze, per l'approfondimento del Programma regionale e per la redazione dei Programmi Provinciali.

In funzione dei lavori prodotti a livello regionale e provinciale, la Regione potrà individuare dei «lavori prototipo» da utilizzare come esempio e riferimento per le altre Amministrazioni che si accingono alla redazione dei programmi.

Infine, si evidenzia che qualora le Amministrazioni locali, deputate alla redazione dei Piani di emergenza, o di Piani comunali di Protezione Civile, si avvalgano di specifiche consulenze a carattere libero professionale per l'esecuzione degli studi specifici di natura idraulica e geologica a supporto dei rispettivi Piani, potranno fare riferimento alla «Tariffa degli onorari per le prestazioni degli ingegneri e dei geologi nella redazione dei Piani di emergenza per le situazioni di rischio idraulico e geologico di cui alla legge 225/92».

1.1.1. Individuazione degli obiettivi di riferimento

I programmi provinciali devono configurarsi come elaborazioni che siano il più complete possibile (trattando tutti i rischi e con un adeguato livello di approfondimento) e che

mirino alla produzione di elaborati con l'identificazione e la caratterizzazione dei rischi sulla base di metodologie fondate scientificamente e condivise. Le elaborazioni devono consentire azioni operative di protezione civile e quindi devono essere condotte alla scala più idonea.

Devono inoltre essere concepiti come programmi dinamici, cioè formati da stralci o successivi approfondimenti, che possano portare a sviluppare tutte le tematiche in un tempo ragionevolmente breve. Si proporranno alcuni livelli di approfondimento differenti per avviare i programmi.

I programmi devono innanzitutto tendere a ricercare, elaborare, produrre ed organizzare le informazioni secondo modalità standard, garantendo la massimizzazione della qualità dei dati disponibili e definendo metodologie di validazione dei dati in armonia con la Regione, con le Province stesse e con tutti gli enti che si occupano di territorio ed ambiente.

Tutto il lavoro preliminare di raccolta, trattazione e validazione dei dati deve essere impostato in modo tale da permettere i successivi approfondimenti di scala, per arrivare ad elaborazioni tecniche di buon livello, facilmente aggiornabili ed integrabili con nuove conoscenze.

Per quanto detto sopra, un obiettivo fondamentale è quello di delineare ed impostare delle banche dati informatiche provinciali omogenee, in grado di colloquiare tra loro e con le banche dati regionali e nazionali.

I Programmi provinciali devono arrivare a definire le zone o le situazioni di rischio per le quali provvedere, con successivi studi mirati, alla realizzazione dei Piani di Emergenza da redigere con scale di maggiore dettaglio.

1.1.2. Censimento, identificazione ed analisi territoriale dei fenomeni o processi generatori dei rischi

Censire i rischi non significa soltanto fare una elencazione delle fenomenologie da prendere in considerazione, ma significa definire un percorso metodologico preciso per raccogliere, organizzare, integrare e validare il dato che caratterizza e specifica ogni fenomeno che genera rischio.

Identificare i rischi, o meglio i fenomeni ed i processi generatori dei rischi, significa caratterizzarli nei loro aspetti peculiari definendo cartograficamente le aree in cui i diversi fenomeni naturali ed antropici, per diversi livelli di pericolosità, possono essere generatori di rischio, per una determinata attività umana e/o per un determinato territorio. L'identificazione deve quindi comprendere l'ubicazione cartografica areale o puntuale dei processi/fenomeni generatori di rischio e delle aree eventualmente interessate dal verificarsi di eventi.

Quali fenomenologie o eventi calamitosi censire? In prima istanza è conveniente concentrare gli sforzi sui rischi che maggiormente colpiscono il territorio lombardo, demandando ad una seconda fase il censimento e l'approfondimento dei rischi che meno frequentemente colpiscono il territorio. I rischi da cui iniziare sono: rischio di frana, di inondazione, di valanga, rischio sismico, rischio di incendi boschivi, rischio a seguito di rilevante incidente industriali e rischio conseguente ad incidenti nucleari. In seconda istanza si potranno trattare i rischi di inquinamento del suolo, delle acque, dell'aria ed altri tipi di rischi (nubifragi, uragani, trombe d'aria, siccità, ecc.).

I censimenti potranno essere effettuati secondo livelli di approfondimento differenti. In prima istanza (**Livello 1**) si dovranno censire i fenomeni/processi generatori di rischio a partire dal materiale esistente e dai diversi studi già effettuati sul territorio dai vari Enti. Si ritiene che vi sia una considerevole mole di materiale già pronto che andrà tuttavia verificato e validato per gli scopi di protezione civile. La raccolta dei dati e delle informazioni esistenti dovrà essere condotta secondo gli standard metodologici sotto riportati, il che permetterà di passare ai successivi approfondimenti da effettuare con il Livello 2.

La scala di lavoro prevista per il livello 1 dovrà essere di medio dettaglio in funzione dei fenomeni da trattare e secondo gli standard utilizzati per il censimento. Orientativamente dovrà essere in scala 1:50.000 o 1:25.000.

Il **Livello 2** si caratterizzerà per l'integrazione dei dati e delle informazioni raccolte e risultate carenti con il livello

1 e per l'approfondimento delle stesse nelle zone di maggior interesse. La scala di lavoro dovrà essere 1:10.000 o 1:25.000 e con eventuali maggiori dettagli (scala 1:5000) per aree o temi particolarmente significativi.

Il **Livello 3** è quello relativo alla pianificazione d'emergenza inerente i singoli rischi da trattare in modo molto approfondito e con una scala di riferimento di dettaglio (scala 1:5000 - 1:2000).

Gli standard di censimento dei rischi principali sopra richiamati sono i seguenti :

Rischio di frana - Fare riferimento alla scheda frane e alla scheda conoidi del Servizio Geologico regionale e alle modalità informatiche di utilizzo e di archiviazione dati. Per la cartografia (legenda e contenuti) si dovrà fare riferimento alle Carte del Censimento dei dissesti della Regione - Servizio Geologico.

Rischio di valanga - Si dovrà riferirsi alla scheda valanghe del Servizio Enti Locali - Centro Nivometeorologico di Bormio. Per la cartografia riferirsi alle Carte di Localizzazione Probabile delle Valanghe (Servizio Enti Locali - Centro Nivometeorologico della Regione Lombardia).

Rischio di inondazione - Si potrà fare riferimento alle schede utilizzate dal Servizio Geologico regionale e da CNR - I.R.P.I. per la raccolta dei dati storici sulle inondazioni, sulle zone colpite e sui danni rilevati. Un utile riferimento può essere individuato nel paragrafo relativo alle ricerche storiche da effettuare nell'ambito degli studi geologici per la redazione dei PRG. (Direttiva l.r. n. 41/97).

Rischio sismico - Riferirsi al lavoro già effettuato sulla pericolosità sismica e sulla vulnerabilità degli edifici (Servizio Geologico regionale). In particolare delle Province possono lavorare per la definizione della vulnerabilità degli edifici strategici e delle infrastrutture, visto che gli studi a carattere regionale sul rischio e sulla pericolosità sismica sono già ad un buon livello di approfondimento. Come ulteriore riferimento, anche al fine di utilizzare le schede tecniche sulla vulnerabilità degli edifici già predisposte a livello nazionale, è opportuno fare riferimento alla pubblicazione «Rischio sismico di edifici pubblici. Metodologie di indagine e di valutazione, risultati e strategie di intervento» - Regione Emilia Romagna e Gruppo Nazionale per la difesa dai Terremoti. Forlì, 1994.

Rischio di incendi boschivi - La raccolta dei dati deve essere effettuata mediante la scheda elaborata dal Corpo Forestale dello Stato. È opportuno che le Province, più che compilare sistematicamente la suddetta scheda, operazione già garantita dal C.F.S., rilevino ed approfondiscano al meglio gli aspetti inerenti la tipologia forestale, la quantificazione delle superfici percorse dal fuoco, nonché i danni provocati dagli incendi.

Fatto il censimento è possibile intraprendere l'analisi territoriale dei rischi, intendendo una descrizione generale (in funzione della scala di lavoro) della distribuzione dei processi e dei fenomeni generatori di rischio sul territorio, evidenziando in particolare le serie storiche degli eventi ed i danni arrecati. Una analisi puntuale potrà essere effettuata solo dopo la definizione della vulnerabilità di cui ai punti successivi.

1.1.3. Definizione delle metodologie di valutazione previsionale delle diverse tipologie di rischio esistenti anche sulla base della utilizzazione, ove disponibile, di modelli fisico-matematici predittivi.

Si forniscono di seguito le metodologie di valutazione previsionale relative al rischio di inondazione e di frana. Tali metodologie appartengono a tre livelli di approfondimento differenziati e devono quindi essere utilizzate ad una scala idonea con tali livelli. Le metodologie previsionali relative ad altri rischi, saranno emanate in seguito, tenendo presente che per alcuni rischi (es. rischio sismico) andranno sviluppate soprattutto le misure di prevenzione in quanto a livello scientifico non si è ancora giunti a definire sistemi di previsione affidabili.

Gran parte dei paragrafi seguenti è tratta dal documento «Linee guida per l'attuazione dei programmi di prevenzione e prevenzione del rischio idrogeologico» a cura di P. Versace, P. Canuti, L. Natale, M. Civita del G.N.D.C.I. e da C.

Landrini del Dipartimento della Protezione Civile, opportunamente modificato ed integrato in alcuni contenuti.

1.1.3.1. Previsione del rischio di inondazione

Il programma provinciale di previsione dovrà innanzitutto fornire il quadro completo delle situazioni di rischio indicando i danni che potrebbero essere prodotti da un evento e la frequenza con la quale tale evento può verificarsi. Il programma regionale fornirà invece il quadro generale delle aree inondabili a scala regionale, con un livello di dettaglio meno rigoroso e riprendendo studi ed informazioni provenienti dal Piano di Bacino ai sensi della legge 183/89 e successive modificazioni. La previsione del rischio di inondazione si concretizza nella elaborazione dei seguenti documenti tecnici:

- Carta delle aree inondabili
- Catalogo e mappatura degli elementi a rischio
- Carta del danno
- Carta del rischio

Alcuni documenti possono essere prodotti con livelli di dettaglio diversi. È il caso della carta delle aree inondabili per la quale sono già stati suggeriti 2 livelli diversi, o il caso della carta del danno che di norma si basa sul catalogo degli elementi a rischio, ma può essere realizzata indipendentemente ed in modo semplificato. È evidente che in ogni caso nei vari aggiornamenti dei Piani si dovranno produrre documenti più accurati.

Carta delle aree inondabili

Corografia generale

Quando ci sono corsi d'acqua con bacini idrografici che interessano più Province è necessario predisporre una corografia generale in scala adeguata che comprenda tutta la superficie del bacino (o dei bacini) interessati. Su questa corografia vanno individuati:

- i limiti dei diversi bacini;
- i limiti amministrativi regionali e provinciali.

Carta di base

La mappa delle aree inondabili deve essere riportata su un supporto cartografico adeguato (carta di base) riguardante l'intero territorio di interesse, che è il bacino idrografico del corso d'acqua interessato. La carta di base deve contenere:

- la localizzazione degli insediamenti civili ed industriali, delle infrastrutture di trasporto e di servizio;
- il reticolo idrografico;
- la localizzazione delle reti pluviometriche, idrometriche, mareografiche, che operano sia in tempo reale che in tempo differito;
- la localizzazione delle opere idrauliche più rilevanti, inclusi gli invasi di competenza statale e regionale e gli impianti idrovori;
- l'indicazione dei tratti d'alveo classificati di I, II, III categoria ai sensi del Regio Decreto 523/1904 e successive modificazioni, o dell'articolo 14 della legge 183/1989 nonché l'indicazione dei corsi d'acqua artificiali (canali);
- l'indicazione delle zone di competenza dei Consorzi di Bonifica e degli altri Enti che gestiscono le opere idrauliche.

La scala della carta di base deve essere non inferiore al 25.000 per il Livello 1 ed al 10.000 - 25.000 per il Livello 2.

Delimitazione delle aree inondabili

Sulla carta di base devono essere delimitate, secondo le specifiche più avanti riportate, le aree inondabili. Per ciascuna di queste aree vanno realizzati degli stralci che ne riportino la delimitazione con maggiore precisione. Al Livello 1 gli stralci devono essere in scala al 10.000, mentre per il Livello 2 gli stralci devono essere al 2.000 per le aree urbane ed al 5.000 per le aree extraurbane.

Le aree inondabili comprendono:

- a) le aree direttamente inondabili in quanto limitrofe ai corsi d'acqua o ad essi connesse da fornice di ponte o da dreni o fognature non presidiate da chiaviche;

b) le aree inondabili da correnti esondate provenienti da monte;

c) le aree protette da argini senza franco di sicurezza e quindi a pericolo di sormonto.

Per le aree a) vanno riportate non solo le aree occupate attivamente dalla corrente, ma anche quelle di naturale espansione che pur non contribuendo in modo sostanziale al deflusso di piena (tiranti idrici modesti, velocità longitudinale moderata) esercitano un significativo effetto di laminazione.

Per le aree a) e c) vanno riportate le quote di pelo libero che fungono da riferimento ed eventualmente i valori dei tiranti di sommersione.

Per le aree b) vanno riportati i valori dei tiranti di sommersione.

All'interno delle aree b) e c) devono essere delimitate le zone nelle quali è da temere il ristagno delle acque, impedite nel loro scolo verso valle da terrapieni, rilevati stradali o altre barriere. In tali aree si deve ipotizzare che il pelo libero raggiunga, almeno, la quota di sommità del rilevato.

Nei casi a), b) e c) dovranno essere indicati, ove possibile, le velocità presunte della corrente e, qualitativamente, il carico solido ed inquinante delle acque esondanti. In particolare la indicazione della presumibile velocità della corrente è di grande importanza nel caso di strade-alveo.

La delimitazione delle aree inondabili dovrà avvenire per diversi valori della portata al colmo di piena. Si potranno così distinguere le aree:

- a probabilità (o pericolosità) molto alta di inondazione, che possono essere sommerse anche in occasione di piene frequenti aventi un periodo di ritorno $T < T_1$;
- ad alta probabilità di inondazione, con valori di T compresi tra T_1 e T_2 anni;
- a moderata probabilità di inondazione, con valori di T compresi tra T_2 e T_3 anni.

Qualora sia ritenuto opportuno per le particolari caratteristiche delle località considerate, possono essere delimitate anche le aree inondabili con estrema rarità caratterizzata da valori di T maggiori di T_3 e (aree a bassa probabilità, o pericolosità, di inondazione). I valori di T_1 , T_2 , T_3 dovranno essere fissati in base ad una apposita normativa a livello nazionale. In assenza di normativa si può assumere:

$T_1 = 30$ anni

$T_2 = 200$ anni

$T_3 = 500$ anni

La valutazione delle portate di piena corrispondenti ai diversi valori di T può essere effettuata a partire dagli studi effettuati dall'Autorità di Bacino del fiume Po oppure in base ai risultati ed alle procedure messe a punto dal GNDCI nell'ambito del progetto VAPI (Valutazione delle Piene in Italia). La metodologia proposta è di tipo statistico ed è stata applicata in gran parte del territorio nazionale, dove è quindi possibile associare direttamente con semplici operazioni un valore delle portate ad un fissato valore del periodo di ritorno T . Nelle zone in cui il progetto VAPI non è ancora concluso, è necessario sviluppare uno studio idrologico specifico.

La delimitazione in base ai valori di T può avvenire solo nel caso in cui l'indagine si sviluppi ai livelli 2 o 3. Nelle indagini di livello 1 si delimiteranno senza ulteriori distinzioni le aree inondabili.

In relazione ai tempi di ritorno di cui sopra (livello 2 e 3), sulla mappa delle aree inondabili dovranno essere inoltre indicate:

- le aree difese da argini o terrapieni che garantiscono un adeguato franco di sicurezza, ma che potrebbero essere inondate per rottura dei manufatti, per sifonamento o per altre cause; a queste aree va attribuito un grado di pericolosità (molto alta, alta, moderata) che tiene conto dello stato di manutenzione e del franco di sicurezza disponibile;
- la velocità stimata delle acque in alveo, delle correnti fuori alveo, distinguendo eventualmente le aree allaga-

bili con forti correnti fuori alveo dalle aree allagabili senza condizioni di deflusso significativo;

- le aree inondabili a valle delle dighe;
- le aree fluviali dichiarate di interesse naturalistico, paesaggistico e storico, secondo la vigente normativa;
 - i punti critici, tra i quali si segnalano:
 - gli attraversamenti dei corsi d'acqua a rischio di sormonto da parte della corrente o comunque in situazioni di pericolo;
 - le ostruzioni in alveo, di qualunque natura esse siano;
 - i tronchi d'alveo a rischio di sovralluvionamento e le zone di deposito;
 - le chiaviche di attraversamento degli argini;
 - le connessioni idrauliche nel caso delle aree a);
 - le strutture poste esternamente all'alveo di piena ma a rischio di erosione o di alluvionamento.

La mappa delle aree inondabili va periodicamente revisionata ed aggiornata e in ogni caso non può avere una validità superiore a 10 anni.

Livelli di elaborazione

La mappatura delle aree inondabili può essere effettuata a tre successivi livelli:

- Livello 1 : Indagine preliminare.

L'indagine considera le aree storicamente inondate ed è basata sui risultati del progetto AVI, integrati, da informazioni (cartografia delle aree, rapporti di evento, ecc.) reperibili presso gli enti territorialmente competenti. La mappatura a questo livello costituisce un documento assolutamente preliminare, che deve essere al più presto sostituito da documenti più accurati di livello 2 o 3. Per il carattere preliminare che riveste la mappatura a livello 1 non richiede una differenziazione in base alla pericolosità dell'evento.

- Livello 2: Indagine di tipo semplificata.

In questo caso le mappe delle aree inondabili risultano da una indagine semplificata di tipo idraulico-morfologico, che consenta di delimitare le aree a diverse probabilità di inondazione. L'indagine deve riguardare almeno le aree storicamente inondate, identificate in base ai dati del progetto AVI ed attraverso una puntuale indagine mirata presso l'Autorità di Bacino, La Regione, gli Enti locali, le Amministrazioni periferiche dello Stato, ecc. Il corso d'acqua indagato deve essere suddiviso in tronchi omogenei rispetto alla morfologia, alla dimensione del bacino imbrifero sottostante, alle opere di sistemazione idraulica presenti.

L'estensione delle aree inondabili deve essere correlata al periodo di ritorno dell'evento calamitoso attraverso considerazioni di carattere idraulico semplificate, che si riferiscono a condizioni di moto uniforme in alveo. Perciò l'indagine richiede uno studio idrologico e idraulico che consideri, anche se in maniera semplificata, tutti gli aspetti del fenomeno definiti più avanti nell'indagine di livello 3.

- Livello 3: Indagine completa.

Ove, per l'importanza e/o l'estensione dell'area oggetto dello studio e per la difficoltà insita nella descrizione del fenomeno di inondazione, non sia sufficiente procedere alla stesura delle mappe delle aree inondabili con l'indagine semplificata, il riconoscimento delle aree inondabili deve essere fatto con uno studio idrologico ed idraulico di maggiore dettaglio. Deve essere inoltre prevista, ove necessaria, l'esecuzione di rilievi topografici per definire la geometria dell'alveo e delle aree inondabili. L'indagine a questo livello non deve limitarsi alle aree storicamente inondate ma deve estendersi a tutte le aree potenzialmente inondabili. Nello studio idraulico è di norma sufficiente ipotizzare che nel tronco fluviale esondante si instaurino condizioni di moto permanente. Nei casi più semplici lo studio identifica l'area inondabile nell'ipotesi semplificatrice che ivi lo specchio d'acqua raggiunga la quota del pelo libero nella o nelle sezioni fluviali ad essa limitrofe. Le aree di tipo b) definite ai punti precedenti sono individuate ipotizzando con calcoli idraulici di prima approssimazione correnti fuori alveo e valutando i tiranti idrici anche con calcoli idraulici di prima approssimazione. Nei casi più complessi, come ad e-

sempio nelle aree di conoide, lo studio deve procedere alla modellazione del fenomeno di inondazione nella piana fuori alveo.

Gli studi condotti mediante modellazione (matematica o fisica) della inondazione debbono fornire informazioni aggiuntive rispetto a quelle indicate nei punti precedenti, come ad esempio i tempi di espansione dell'onda di sommersione. Lo studio idraulico deve tener conto delle presumibili modificazioni che il letto del corso d'acqua potrà subire nel prossimo futuro e considerare, sia pur qualitativamente, l'effetto che il possibile sovralluvionamento dell'alveo ha sul deflusso di piena.

È opportuno che lo studio consideri l'effetto di ostruzione provocato dai materiali galleggianti che si accumulano a monte delle opere di attraversamento soprattutto nel caso in cui la luce libera dei fornici del ponte o della traversa sia inferiore a 10 metri. L'ostruzione può essere simulata riducendo adeguatamente la sezione del fornice. Andranno calcolate le velocità dell'acqua in alveo, in gola e fuori alveo. Per ciascuna area inondabile devono essere predisposte delle brevi monografie che descrivano i caratteri essenziali del fenomeno previsto.

Aree inondabili a valle delle dighe

Per ciascuna opera di sbarramento con altezza superiore ai 15 metri e/o volume di invaso superiore a 1.0 Mmc, sulla base degli elaborati prodotti dal Concessionario in ottemperanza alla circolare Min. LL.PP. n. 352 del 4 dicembre 1987, sono individuate le aree soggette a rischio di inondazione sia per effetto della manovra volontaria degli organi di scarico, sia per effetto dell'ipotetico collasso dello sbarramento e sono costituiti gli scenari degli incidenti probabili sulla base dei quali devono essere redatti dai Prefetti i relativi piani di emergenza, come già disposto dall'art. 24, comma 1, lettera a) del d.P.R. 85/91 ed in base alla Circolare Presidenza del Consiglio dei Ministri n. DSTN/2/7019zo 1996.

La delimitazione delle aree è riportata sulla cartografia delle aree inondabili. È preferibile produrre anche delle carte tematiche *ad hoc*. Per ogni sbarramento va redatta una sintetica monografia contenente, accanto allo scenario degli incidenti probabili, le seguenti informazioni:

- informazioni di carattere generale;
- caratteristiche dello sbarramento, invaso e bacino;
- informazioni sull'idrogramma conseguente alle manovre volontarie degli organi di scarico;
- informazioni sull'idrogramma conseguente all'ipotetico collasso dello sbarramento;
- propagazione della piena a valle dello sbarramento;
- valori delle portate sicuramente esitabili dall'alveo, qualora questo tipo di informazione risulti disponibile;
- potenziale funzione di laminazione di piene con prefissati tempi di ritorno;
- caratteristiche del sistema di vigilanza e di allarme;
- altre informazioni utili per la previsione e la prevenzione del rischio di inondazione.

Per i bacini di minore dimensioni, che non rientrano nella precedente casistica, dovrà essere valutato caso per caso, in base ad un'indagine speditiva sulla utilizzazione delle aree di valle, la opportunità di procedere alla mappatura delle aree inondabili ed alla predisposizione della monografia secondo le indicazioni sopra riportate.

1.1.3.2 Previsione del rischio di frana

La «previsione del rischio comprende le attività dirette allo studio ed alla determinazione delle cause dei fenomeni calamitosi, alla identificazione dei rischi ed alla individuazione delle zone del territorio soggetta ai rischi stessi» (art. 3 l. 225/1992).

La previsione del rischio di frana prevede la realizzazione dei seguenti documenti:

- a) carta della pericolosità: in cui si realizza una zonazione completa del territorio sulla base della probabilità di occorrenza dei fenomeni franosi presenti, passati o potenziali;
- b) carta del danno: in cui si realizza una zonazione del

territorio sulla base delle conseguenze potenziali dei fenomeni franosi sugli elementi a rischio;

c) carta del rischio: in cui si ottiene una zonazione del territorio sulla base delle conseguenze attese dei fenomeni franosi (danno atteso) sugli elementi a rischio.

Per un'analisi completa del rischio con costi accettabili è necessario procedere per livelli di approfondimento successivo. Ad ogni livello di indagine corrisponde una diversa scala di realizzazione della cartografia tematica ed un diverso grado di dettaglio dei dati e delle informazioni prese in esame.

Si prevedono in particolare i seguenti livelli:

Livello L1: in cui le indagini si estendono ad un intero bacino idrografico di rilevanza regionale; i documenti cartografici dovranno essere realizzati alla scala 1:50.000 o 1:25.000;

Livello L2: in cui le indagini si estendono all'intero territorio provinciale; i documenti cartografici dovranno essere realizzati alla scala 1:25.000 oppure 1:10.000;

Livello L3: in cui vengono effettuate indagini di dettaglio per le sole aree ad alto rischio e in cui i documenti cartografici dovranno essere realizzati ad una scala non inferiore a 1:5.000. Le zone ad alto rischio possono essere individuate nell'ambito dei livelli L1 e L2, tuttavia, nei casi in cui siano presenti manifestamente condizioni di rischio elevato, deve essere attivato direttamente il livello L3 senza attendere i risultati dei livelli di approfondimento precedenti.

I vari documenti cartografici devono essere periodicamente aggiornati e non possono avere in ogni caso una validità superiore ai dieci anni.

Valutazione della pericolosità

Si definisce pericolosità (H) la probabilità che in una data area un fenomeno franoso si verifichi in un dato intervallo di tempo. La valutazione della pericolosità è generalmente complessa e richiede la quantificazione, sia a livello spaziale che temporale, della probabilità di occorrenza dell'evento. Per la valutazione della pericolosità devono essere redatti una serie di documenti analitici consistenti in carte tematiche eventualmente associate con banche dati che contengano i principali elementi previsionali necessari alla valutazione della pericolosità. Tali dati di base devono quindi essere elaborati mediante procedure statistiche o con una valutazione soggettiva, per fornire una carta di sintesi in cui viene realizzata la zonazione della pericolosità del territorio. In particolare gli elaborati necessari sono i seguenti:

- a) carte tematiche sulle principali cause o fattori della franosità (geologia, precipitazioni, uso del suolo, ecc.);
- b) carte tematiche sugli effetti della franosità e sullo stato di dissesto presente sul territorio (fenomeni di instabilità dei versanti);
- c) carta di sintesi della pericolosità.

Carte tematiche dei fattori della franosità

Le cause della franosità sono molteplici, spesso interconnesse fra loro e, in genere di complessa parametrizzazione. Per l'analisi della franosità su ampia scala è necessario limitarsi all'acquisizione dei dati solo sui principali fattori della franosità. In ogni caso, per un'analisi di base della franosità del territorio devono comunque essere prodotti i seguenti documenti:

- a) carta geolitologica;
- b) carta dell'uso del suolo e dell'antropizzazione;
- c) carta degli eventi meteorici estremi.

Carta geolitologica

La carta geolitologica deve comprendere i seguenti elementi:

- a) suddivisione delle rocce affioranti in unità litologiche aventi comportamento omogeneo nei riguardi della predisposizione al dissesto idrogeologico;
- b) rapporti di sovrapposizione fra le diverse unità;
- c) giacitura dei piani di stratificazione;
- d) elementi tettonici (sovrascorrimenti, faglie, fratture, ecc.);
- e) caratterizzazione litologico-tecnica dei terreni e delle

rocce affioranti da effettuarsi tramite misure speditive sul terreno e utilizzando dati bibliografici;

- f) assetto dei principali sistemi di discontinuità;
- g) indicazioni sullo stato di alterazione e degradazione meteorica;
- h) mappatura di dettaglio delle coperture detritiche.

In un primo livello di approfondimento (L1) è sufficiente fare riferimento alla Carta Geologica 1:100.000 realizzata dal Servizio Geologico d'Italia, già esistente per tutto il territorio nazionale, o preferibilmente, a quella in scala 1:50.000 in corso di realizzazione. In tali documenti possono essere reperite informazioni solo sui punti a), b), c) e d) sopra citati.

Nei successivi livelli di approfondimento (L2 e L3) è opportuno invece realizzare una cartografia di maggior dettaglio integrando le informazioni derivabili dalla Carta Geologica con dati rilevati sul terreno, interpretati da immagini telederivate o ricavati dalla letteratura scientifica o da relazioni professionali.

Carta dell'uso del suolo e dell'antropizzazione

Nella carta di uso del suolo devono essere distinte, con apposita simbologia, almeno le seguenti classi, da dettagliare secondo le specificità locali:

- a) aree urbanizzate;
- b) aree seminate in monocultura;
- c) frutteti e vigneti;
- d) seminativi in rotazione;
- e) prati, pascoli e incolti;
- i) formazioni boschive.

Per le aree coltivate possono essere indicate le tecniche colturali impiegate, come ad esempio:

- a) a rittochino (secondo la massima pendenza);
- b) a terrazzi o a ciglionamento;
- c) a spina o a strisce;
- d) a cavalcapoggio;
- f) a girapoggio o in traverso.

Molte delle informazioni citate possono essere desunte dalla Carta dell'uso del suolo ad indirizzo vegetazionale del Progetto di Cartografia Geoambientale (scala 1:10.000), anche in formato digitale (S.I.T.).

Carta dei fenomeni di instabilità dei versanti

La carta dei fenomeni di instabilità dei versanti deve fornire le principali indicazioni sulla geometria e sul meccanismo dei fenomeni franosi e sui principali elementi geomorfologici connessi con l'instabilità dei versanti. Si tratta sostanzialmente di un documento di tipo analitico in cui viene registrato lo stato di dissesto del territorio senza fornire alcuna sintesi o interpretazione. La Carta viene realizzata mediante l'acquisizione di dati bibliografici, l'interpretazione delle foto aeree ed il rilevamento diretto sul terreno. Il livello di dettaglio con cui possono essere rappresentati i fenomeni franosi è necessariamente funzione della scala della cartografia e del livello di approfondimento.

Per i livelli L1 ed L2 la carta dei fenomeni di instabilità deve contenere almeno le seguenti informazioni:

- a) estensione areale;
- b) tipologia di movimento (es. crollo, ribaltamento, scioglimento, espansione, colamento);
- c) materiale coinvolto (es. terra coesiva, terra granulare, detrito, roccia);
- d) stato di attività (es. stabilizzato, quiescente, attivo).

Per la mappatura può essere impiegata la legenda impiegata nell'ambito del progetto SCAI (Studio dei Centri Abitanti Instabili) del GNDCI e fatta propria dal Servizio Geologico regionale.

La legenda si basa in generale sulla mappatura delle «forme» e dei «processi», distinti per «tipologia» e per «stato di attività». Per quanto riguarda quest'ultimo aspetto, di fondamentale importanza ai fini della zonazione del rischio, vengono considerati tre stati di attività:

- a) frane attive: se sono, associate a processi in atto al

momento del rilevamento, o ricorrono con un ciclo il cui periodo massimo non supera quello stagionale;

b) frane quiescenti: forme non attive al momento del rilevamento, per le quali però esistono indizi che ne dimostrino un'oggettiva possibilità di riattivazione, in quanto esse non hanno esaurito la loro potenzialità di evoluzione;

c) frane stabilizzate: se l'agente morfogenetico non è più presente al momento del rilevamento, in quanto ha esaurito la propria attività.

Tali informazioni di base potranno essere integrate con i seguenti elementi:

- a) tipo di rottura (neoformazione o riattivazione)
- b) profondità stimata dei movimenti;
- c) direzione dei movimenti;
- d) grado di certezza nell'identificazione (es. certa, probabile, possibile);
- e) velocità stimata;
- f) aree di richiamo o di propagazione;
- g) aree potenzialmente instabili in base al contesto geomorfologico;
- h) proprietà geotecniche dei materiali;
- i) ubicazione delle eventuali indagini geognostiche e dei punti di monitoraggio.

Alla rappresentazione cartografica dei fenomeni può essere riferita una scheda di descrizione informatizzata in cui vengano raccolti i dettagli che non possono efficacemente essere rappresentati in forma cartografica, quali le notizie ricavabili da ricerche storiche o i dati relativi ad indagini geognostiche, geofisiche e al monitoraggio (cfr. Scheda per il censimento dei fenomeni franosi del Servizio Geologico regionale).

A tal fine risultano particolarmente utili i sistemi informativi territoriali (G.I.S.), i quali, oltre a permettere l'associazione di banche dati ad elementi geografici, consentono un rapido e costante aggiornamento delle informazioni. Nelle aree a rischio (livello L3) devono essere redatte mappe dei fenomeni di instabilità a scala di dettaglio, comunque non inferiore a 1:5.000, che devono essere accompagnate da una relazione e da schede esplicative. Le mappe di dettaglio e le schede associate devono riportare tutti gli elementi descrittivi relativi ai fenomeni che possono causare conseguenze dirette o indirette sui soggetti a rischio, quali per esempio:

- a) limiti dei fenomeni franosi in atto o potenziali, distinti per tipologia ed intensità;
- b) limiti delle zone interessate da processi erosivi in atto;
- c) indicatori geomorfologici che possano rappresentare indizi premonitori di fenomeni di instabilità (fratture, trincee, scarpate, ondulazioni);
- d) aree di possibile espansione areale dei fenomeni franosi in atto o potenziali;
- e) limiti delle unità litologico-tecniche affioranti con particolare riferimento alle coperture detritiche superficiali e alle zone di degradazione meteorica;
- f) idrografia superficiale, ubicazione delle sorgenti e delle venute d'acqua;
- g) principali elementi morfometrici (pendenza e forma dei versanti);
- h) censimento degli eventuali interventi di stabilizzazione e/o protezione e valutazione della loro efficacia;
- i) ubicazione degli eventuali punti di monitoraggio degli spostamenti, dei livelli piezometrici o delle precipitazioni;
- j) elaborati grafici e dati relativi al monitoraggio;
- k) ubicazione degli eventuali punti di indagine geognostica e geofisica (es. sondaggi, stendimenti sismici, ecc.);
- l) elaborati grafici e dati relativi alle eventuali prove geotecniche in situ e in laboratorio, alle indagini geognostiche (es. stratigrafia dei sondaggi) e alle indagini geofisiche;
- m) elaborati grafici e risultati relativi alle eventuali analisi di stabilità.

Anche per questa carta, molte informazioni possono essere desunte dal Progetto di Cartografia Geoambientale

(Carta litologica, geomorfologica, del dissesto, idrogeologica) in scala 1:10.000.

Carta della pericolosità

La carta della pericolosità viene realizzata attraverso una sintesi degli elementi rappresentati nelle carte tematiche di base. Per la valutazione completa della pericolosità sono necessarie informazioni dettagliate e, soprattutto, uniformemente distribuite sul territorio, sulla ricorrenza temporale dei fenomeni franosi e/o sulle loro cause (precipitazioni, sismi, erosione, azioni antropiche). Tali informazioni, reperibili attraverso dettagliate ricerche storiche, sono di norma solo frammentarie e disomogenee nel caso in cui si debba procedere ad una zonazione del territorio a livello regionale o provinciale. È pertanto opportuno, almeno per quanto riguarda i livelli L1 e L2, limitarsi ad esprimere un grado di pericolosità relativa, ovvero ad esprimere la probabilità di occorrenza relativa alla varie porzioni del territorio oppure a classificare il territorio secondo classi di pericolosità molto generali, senza tentare di prevedere in modo esplicito il tempo di ritorno degli eventi. È comunque indispensabile raccogliere il maggior numero di informazioni possibile sulla ricorrenza temporale dei fenomeni franosi in quanto tali informazioni, seppur frammentarie, possono servire a delineare dei modelli di comportamento per frane di determinata tipologia in elementi territoriali omogenei. A questo scopo possono essere efficacemente utilizzati i dati raccolti nell'ambito dei Progetti AVI (Aree Vulnerate Italiane) e SCAI (Studio Centri Abitati Instabili) del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche. Inoltre si faccia riferimento alla banca dati del Servizio Geologico regionale.

Per la zonazione della pericolosità relativa del territorio può essere impiegata la metodologia consigliata dal Servizio Geologico d'Italia. Tale metodologia, basata sull'analisi statistica delle informazioni presenti sulle carte tematiche di base, offre l'indubbio vantaggio di essere oggettiva e riproducibile. Tuttavia l'acquisizione dei dati necessari può essere onerosa e richiedere tempi lunghi per cui talora, può essere opportuno ricorrere a metodologie semplificate di integrazione dei dati di base che, pur soffrendo dei problemi connessi con l'interpretazione soggettiva dei dati, permettono di effettuare rapidamente valutazioni su ampie aree. Vengono indicate quindi solo delle classi generali per la zonazione del territorio, che possono eventualmente essere dettagliate ulteriormente. Si propongono a titolo di esempio le quattro classi descritte nella successiva Tabella 1.

TABELLA 1

Pericolosità	Descrizione
H0 Nulla	Non sono presenti o non si ritengono possibili fenomeni franosi.
H1 Moderata	Zone in cui sono presenti solo frane stabilizzate non più riattivabili nelle condizioni climatiche attuali a meno di interventi antropici. Zone in cui esistono condizioni geologiche e morfologiche sfavorevoli alla stabilità dei versanti ma prive al momento di indicazioni morfologiche di movimenti gravitativi.
H2 Alta	Zone in cui sono presenti frane quiescenti per la cui riattivazione ci si aspettano presumibilmente tempi pluriennali o pluridecennali. Zone di possibile espansione areale delle frane attualmente quiescenti. Zone in cui sono presenti indizi geomorfologici di instabilità dei versanti e in cui si possono verificare frane di neoformazione presumibilmente in un intervallo di tempo pluriennale o pluridecennale.
H3 Molto alta	Zone in cui sono presenti frane attive, continue o stagionali. Zone in cui è prevista l'espansione areale di una frana attiva. Zone in cui sono presenti evidenze geomorfologiche di movimenti incipienti.

Per quanto riguarda le aree a rischio (livello L3), nei casi in cui i dati siano sufficientemente dettagliati, è opportuno tentare di individuare le correlazioni esistenti fra l'innescio o la riattivazione dei singoli fenomeni franosi e gli eventi meteorici estremi, in modo da individuare eventuali «soglie pluviometriche» (cfr. Ceriani et alii, 1992).

1.1.4. Predisposizione delle mappe di vulnerabilità del territorio nell'ambito delle quali l'analisi previsionale è correlata con la situazione antropica del territorio stesso.

Questo paragrafo si riferisce ancora una volta al rischio idrogeologico (di inondazione e di frana), tuttavia l'impostazione generale può essere utilizzata anche per altri tipi di rischio, apportando le modifiche del caso. In particolare, la definizione del catalogo degli elementi a rischio può essere comune a tutti i rischi trattati.

1.1.4.1. Valutazione del danno dovuto a inondazioni

Considerazioni preliminari

La delimitazione delle aree inondabili per diversi valori del periodo di ritorno costituisce solo la prima fase nella previsione del rischio. Il danno subito per ogni evento critico risulta infatti legato all'uso del territorio e cioè agli elementi a rischio su di esso presenti ed alla loro vulnerabilità, intesa come aliquota che va effettivamente persa durante l'evento catastrofico.

È necessario pertanto:

- procedere ad una ricognizione degli insediamenti e delle infrastrutture (elementi a rischio) che insistono su quelle aree;
- procedere ad una valutazione di massima della loro vulnerabilità.

Attraverso queste ulteriori analisi è possibile produrre la carta del danno, suddividendo in classi di diverso danno le aree inondabili descritte precedentemente.

La carta del danno può essere ottenuta in modo dettagliato a partire dal catalogo degli elementi a rischio ed attraverso una valutazione della loro vulnerabilità, in alternativa può essere ottenuta con una procedura semplificata che si basa solo sulla conoscenza dell'uso del suolo. La carta del danno è uno strumento di grande utilità non solo per programmare gli interventi di difesa di tipo strutturale, ma anche come supporto per gestire le azioni di emergenza nella fase che precede l'evento.

Catalogo e mappatura degli elementi a rischio

Per ciascuna delle aree vulnerabili identificate secondo le indicazioni dei paragrafi precedenti, si deve procedere al censimento degli elementi a rischio individuando: gli insediamenti urbani, commerciali, industriali e agricoli, suddivisi in funzione delle densità abitative, delle tipologie degli edifici e delle attività che in essi si svolgono, le infrastrutture di trasporto, ed in particolare i tratti a rischio di interruzione e di danneggiamento, le strutture a pericolo di crollo, anche con riferimento agli attraversamenti dei corsi d'acqua, le infrastrutture di servizio quali le reti di distribuzione idrica, energetica, telefonica, ecc. e le reti di fognatura, di trasporti urbani, ecc. evidenziando i rischi di interruzione ed i punti critici. A tal proposito i soggetti proprietari o gestori dei servizi sono tenuti a fornire le informazioni necessarie alla stesura del programma. Debbono essere individuati in particolare: le strutture di servizio pubblico (scuole, caserme, municipi, ecc.) che risultano vulnerabili in caso di inondazione, individuando altresì le parti più a rischio, le strutture di soccorso (ospedali, caserme dei vigili del fuoco, ecc.) che, in caso di inondazione, rimangono isolate ovvero vengono ridotte nella loro funzionalità, le comunità di persone, con particolare riguardo a quelle che ospitano persone a ridotta mobilità, indicando se sono soggette a particolari pericoli (sale di riunione sotterranee, vie di fuga inondabili, ecc.), gli impianti industriali e gli impianti tecnologici di servizio, (distributori di benzina, serbatoi di gas, ecc.), individuando le caratteristiche e l'estensione dell'inquinamento che può essere originato dal loro alluvionamento, i beni paesaggistici, ambientali, storici, architettonici, artistici, culturali.

Gli elementi a rischio così censiti saranno organizzati in un catalogo, possibilmente di tipo informatico, facilmente consultabile e aggiornabile. Gli elementi a rischio saranno identificati in maniera opportuna su mappe tematiche alla stessa scala delle carte delle aree inondabili. Tali mappe sono la base per la redazione della carta del danno e costituiscono un supporto prezioso nella fase di gestione dell'e-

mergenza. Le mappe dovranno essere facilmente leggibili e riportare le informazioni in maniera chiara, sintetica e non equivoca. Tutte le informazioni richieste potranno essere raccolte in una relazione e in elenchi schede (informatizzate) da predisporre a cura degli Uffici tecnici provinciali e/o comunali. Tutte le informazioni andranno riferite e riportate sulla CTR 1:10.000.

Le informazioni di cui ai punti precedenti dovranno essere predisposte in funzione dei livelli di approfondimento cui si lavora. Per le zone con carte tecniche regionali (CTR scala 1:10.000) aggiornate, si potranno desumere molte informazioni in formato digitale dal S.I.T. regionale. Al riguardo si faccia riferimento ai seguenti documenti:

Direzione Generale Presidenza

Servizio Sistema Informativo Regionale

- Caratteristiche hardware e software per l'utilizzo delle banche dati del S.I.T.
- Viewer: sistema di consultazione della base geografica del S.I.T. (Dicembre 1997)
- Le immagini digitali della Carta tecnica Regionale in scala 1:10.000
- Progetto Cartografia Geoambientale (aprile 1997)
- La CT50: carta tecnica vettoriale alla scala 1:50.000 (in corso di realizzazione)

Direzione Generale Urbanistica

- SIBA, Sistema Informativo Beni Ambientali
- Mosaico degli strumenti urbanistici con legenda unificata

Direzione Generale Agricoltura

- S.I.B.I.Te.R., Sistema Informativo per la Bonifica, l'Irrigazione e il Territorio Rurale.

Valutazione della vulnerabilità e carta del danno

Quando gli elementi a rischio sono rappresentati da beni monetizzabili il loro valore rappresenta il danno che si determina nel caso di distruzione del bene.

Il danno effettivo, misurato in termini monetari, può risultare tuttavia diverso a seconda delle vulnerabilità, che rispetto all'evento, caratterizza l'elemento a rischio. La vulnerabilità è l'aliquota dell'elemento a rischio che può venire danneggiata nel corso di un evento e si esprime con un numero compreso tra 0 (nessuno danno) ed 1 (perdita totale). Nel caso di beni monetizzabili, il danno risulta pari al prodotto del valore dell'elemento a rischio per la sua vulnerabilità. Quando gli elementi a rischio sono persone, il valore è rappresentato dal loro numero, che moltiplicato per la vulnerabilità determina il danno, cioè il numero di persone che possono subire danni fisici a causa dell'evento. Nel caso di beni architettonici, storici, artistici, ecc. unici, e di così grande rilevanza da costituire, un patrimonio irrinunciabile per la collettività il valore è rappresentato dal bene stesso, mentre il danno altro non è che la aliquota che ne risulta danneggiata.

La stima della vulnerabilità è molto complessa. Può essere effettuata in prima approssimazione considerando:

- il livello di protezione delle strutture a rischio e la loro capacità di resistere alle sollecitazioni indotte dagli eventi;
- la dinamica dell'evento critico ed in particolare la rapidità con la quale può evolversi;
- la disponibilità di un adeguato piano di emergenza che può consentire l'evacuazione della popolazione a rischio, ed il trasferimento dei beni trasportabili.

Può essere utile al fine di valutare la vulnerabilità, prefigurare adeguati e verosimili scenari di evento. Sulla base degli elementi a rischio e della loro vulnerabilità si deve procedere al tracciamento della carta del danno suddividendo le aree vulnerabili in diverse classi a seconda che il danno temuto risulti:

- molto alto
- alto
- moderato
- basso o nullo

La suddivisione proposta, in parte soggettiva, deve tener conto in primo luogo del danno alle persone e poi di quello al tessuto socio economico ed ai beni non monetizzabili. La carta del danno deve essere prodotta alla stessa scala utilizzata per la mappa delle aree inondabili.

Poiché la vulnerabilità varia con la intensità della piena e quindi con il periodo di ritorno T, devono essere tracciate carte della vulnerabilità e quindi carte del danno relative a diversi valori di T. In alternativa si deve fare riferimento al valore T3.

Analisi e mappatura semplificata degli elementi a rischio e del danno

Quando le aree vulnerabili sono molto estese e densamente antropizzate, come avviene ad esempio nel caso delle aree inondabili di pianura, la costruzione di un catalogo dettagliato degli elementi a rischio, accompagnato da una valutazione, sia pure approssimata, della loro vulnerabilità, può risultare eccessivamente complessa ed onerosa. È possibile in tal caso procedere ad una analisi semplificata degli elementi a rischio e del danno ad essi collegato, rinviando ad una successiva fase i necessari approfondimenti, nell'ottica di quella programmazione dinamica descritta ai punti precedenti. L'analisi semplificata si effettua realizzando una classificazione schematica delle aree vulnerabili in base alle caratteristiche essenziali di urbanizzazione e di uso del suolo.

Possono essere individuate in analogia con quanto fatto al paragrafo precedente le seguenti categorie:

a) danno molto alto, comprende i centri urbani, ossia le aree urbanizzate ed edificate con continuità, con una densità abitativa elevata, con un indice di copertura molto alto superiore al 15-20% della superficie fondiaria. Su queste aree un'inondazione può provocare la perdita di vite umane e di ingenti beni economici;

b) danno alto; comprende i nuclei urbani, cioè gli insediamenti meno densamente popolati rispetto ai precedenti, le aree attraversate da linee di comunicazione e da servizi di rilevante interesse, le aree sede di importanti attività produttive. In queste aree si possono avere problemi per la incolumità delle persone e per la funzionalità del sistema economico;

c) danno moderato, comprende le aree extraurbane, poco abitate, sede di edifici sparsi, di infrastrutture secondarie, di attività produttive minori, destinate sostanzialmente ad attività agricole o a verde pubblico. In queste aree è limitata la presenza di persone e sono limitati gli effetti che possono derivare al tessuto socio economico;

d) danno basso o nullo, comprende le aree libere da insediamenti che consentono senza grandi problemi il normale deflusso delle piene.

Anche in questo caso è necessario utilizzare una scala analoga a quella utilizzata per le aree vulnerabili.

Carta del rischio

Per la valutazione quantitativa in una determinata area del rischio così come definito precedentemente è necessario disporre in tali aree dei valori della pericolosità e del danno. In realtà come si è visto nei precedenti paragrafi ci si deve limitare, nelle pratiche applicazioni, a definire classi di pericolosità e classi di danno da attribuire alle diverse aree vulnerabili. Pertanto anche nella stima del rischio si ricorre ad una suddivisione in classi, che può essere fatta sulla base della appartenenza dell'area ad una delle quattro classi di danno definite e ad una delle tre classi di pericolosità precedentemente definite. Una tale procedura può essere applicata solo nel caso delle aree inondabili per le quali in sede di mappatura è possibile distinguere la probabilità (o pericolosità) di inondazione (molto alta, alta, moderata), e quindi solo nel caso in cui si siano utilizzati i livelli di mappatura 2 o 3.

Indicando con D0, D1, D2, D3 i diversi livelli di danno dal più basso (D0) al più alto (D3) e con H1, H2, H3, i diversi livelli di probabilità di inondazione dalla più bassa (H1) alla più alta (H3) è possibile costruire la tabella n.2:

nella quale:

R3 = rischio molto alto

R2 = rischio alto

R1 = rischio moderato

TABELLA 2

	DANNO			
	Molto alto	Alto	Moderato	Basso o nullo
Pericolosità	D3	D2	D1	D0
Molto Alta H3	R3	R2	R1	/
Alta H2	R2	R1	/	/
Moderata H1	R1	/	/	/

1.1.4.2. Valutazione del danno dovuto a frane

Come si è visto precedentemente il «danno» (D) esprime l'entità dei danni dato il verificarsi di un fenomeno franoso ed è definito dal prodotto del valore degli elementi a rischio E per la loro vulnerabilità V. Il parametro E esprime il valore monetario, o il numero di unità esposte, dei diversi elementi a rischio. La «vulnerabilità» (V) esprime il grado di perdita, prodotto su un certo elemento o gruppo di elementi esposti a rischio, risultante dal verificarsi del fenomeno franoso. Essa dipende sia dalla tipologia dell'elemento a rischio che dall'intensità del fenomeno franoso e, in pratica, esprime il raccordo fra l'intensità del fenomeno e le sue possibili conseguenze. Il danno può essere assunto indipendente dalla probabilità di occorrenza del fenomeno, ovvero dalla pericolosità, ed esprime l'aliquota del valore dell'elemento a rischio che può venire compromessa in seguito al verificarsi del fenomeno franoso. La valutazione del danno deve essere effettuata per tutto il territorio di competenza (bacino idrografico, regione, provincia); possono essere escluse solo le aree ricadenti nella categoria H0 di pericolosità.

La valutazione del danno prevede i seguenti documenti:

- carta dell'intensità;
- catalogo e mappatura degli elementi a rischio;
- carta di sintesi del danno potenziale;

a) Valutazione dell'intensità

Si definisce intensità (I) la severità geometrica e meccanica di un fenomeno franoso; essa può essere espressa in una scala relativa oppure in termini di una o più grandezze caratteristiche del fenomeno (velocità, volume, energia, ecc.). La zonazione del territorio in classi di intensità avviene attraverso l'interpretazione critica dei dati raccolti nella carta dei fenomeni di instabilità dei versanti, integrata con le informazioni derivabili dagli altri documenti di base.

I fenomeni franosi censiti devono essere classificati in base al grado di severità, definito dai caratteri fisico-meccanici propri del fenomeno. In generale una misura dell'intensità dei fenomeni franosi può essere espressa dal prodotto dell'area in frana per il quadrato della velocità presunta; tale quantità è infatti proporzionale all'energia cinetica della frana.

Una stima approssimata della velocità può essere ottenuta sulla base della tipologia del fenomeno, del materiale coinvolto e del tipo di rottura (neoformazione o riattivazione), elementi che dovrebbero essere messi in evidenza nelle carte dei fenomeni di instabilità dei versanti.

Per quanto riguarda i versanti non ancora interessati da fenomeni franosi, ma potenzialmente instabili, è necessario procedere ad opportune estrapolazioni, tenendo conto delle tipologie di frana che si verificano in condizioni geologiche, morfologiche, vegetazionali e antropiche simili. Per una valutazione dell'intensità, utilizzabile per i livelli di approfondimento L1 e L2 si può fare riferimento alle tabelle n. 3, 4, 5, 6. In particolare nella tabella n. 4 viene proposta una classificazione della velocità presunta dei fenomeni franosi in cui le diverse classi sono correlate empiricamente alla tipologia ricorrente del movimento franoso. In tabella n. 5, vengono proposte delle classi di estensione areale delle frane. Combinando le informazioni relative alla velocità e al-

l'estensione è possibile valutare in maniera semplificata l'intensità (Tabella n. 6). Tutte le tabelle proposte devono costituire riferimento non vincolante, in quanto è possibile effettuare una ulteriore specificazione dei parametri contenuti in funzione delle condizioni locali di dissesto.

TABELLA n. 3 - Classi di intensità dei movimenti franosi.

Intensità	Descrizione
I0 nulla o bassa	Non sono presenti fenomeni franosi o non si ritengono possibili frane di entità apprezzabile.
I1 moderata	Sono presenti, o si possono presumibilmente verificare, solo frane di modesta entità
I2 alta	Sono presenti, o si possono presumibilmente verificare, solo frane di entità intermedia
I3 molto alta	Sono presenti, o si possono presumibilmente verificare, frane di maggiore entità

TABELLA n. 4 - Classi di velocità dei movimenti franosi.

Velocità	Valori di riferimento	Tipologia ricorrente	Possibili conseguenze
V0 bassa o nulla			
V1 moderata	< 10-6 m/s (< n/mese)	Espansioni laterali. Colate di terra riattivate. Scivolamenti di terra riattivati.	Possibilità di intraprendere lavori di rinforzo e restauro durante il movimento.
V2 alta	10-6 - 10-4 m/s (m/mese - m/h)	Colate di terra di neoformazione scivolamento di terra di neoformazione. Scivolamento di roccia riattivati.	Evacuazione possibile, distruzione di edifici senza possibilità di lavori di ripristino.
V3 molto alta	> 10-4 m/s (> m/h)	Colate e scivolamenti di detrito. Scivolamento di roccia di neoformaz.; espansioni per liquefazione, crolli e ribaltamenti.	Rischio per la vita umana, distruzione di strutture, immobili ed installazioni permanenti.

TABELLA n. 5 - Classi di estensione dei fenomeni franosi.

Estensione	Valori di riferimento
a0 nulla	—
a1 moderata	< 10 3
a2 grande	10 3 – 10 5
a3 molto grande	> 10 5

TABELLA n. 6 - Schema per la valutazione semplificata dell'intensità.

	V0	V1	V2	V3
a0	I0	I0	I0	I0
a1	I0	I1	I2	I3
a2	I0	I1	I2	I3
a3	I0	I2	I3	I3

È importante tenere ben separati i concetti di intensità e di pericolosità: mentre il primo è legato solo alla severità del fenomeno il secondo è invece connesso alla sola probabilità di occorrenza. Questa distinzione comporta alcune conseguenze, di comprensione non immediata, come per esempio il fatto che, a parità di dimensione areale e di tipologia di evento franoso, un'area già interessata da una frana presenti in genere un grado di intensità minore ma una pericolosità maggiore rispetto ad un'area potenzialmente instabile, in cui però non si sono verificati in passato fenomeni franosi. Infatti nel primo caso è molto probabile che si verifichi una riattivazione, per cui si ha un'elevata pericolosità ma, poiché le riattivazioni sono in genere caratterizzate da una rottura «duttile» e da una cinematica relativamente lenta, l'intensità può essere modesta; nel caso invece di una frana di neoformazione l'evento è relativamente

meno probabile (e quindi la pericolosità minore) ma poiché la rottura è «fragile» si può avere una cinematica rapida e quindi un'elevata intensità.

b) Catalogo e mappatura degli elementi a rischio

Gli elementi a rischio sono rappresentati dalla popolazione, dalle proprietà, dalle attività economiche, dai servizi pubblici e dai beni ambientali e culturali che possono subire un danno in conseguenza del verificarsi di un fenomeno franoso.

La carta degli elementi a rischio costituisce un documento di importanza fondamentale non solo per l'analisi completa del rischio (previsione), e quindi della valutazione delle conseguenze dei fenomeni franosi ma anche per la programmazione degli interventi di mitigazione del rischio (prevenzione) e per la preparazione dei piani di emergenza.

La carta degli elementi a rischio deve prevedere il censimento di tutti gli insediamenti, strutture ed infrastrutture esposte al rischio. Per i contenuti, si faccia riferimento a quanto già definito per la valutazione del danno nelle aree inondabili.

c) Valutazione della vulnerabilità e carta del danno

Per i primi livelli di approfondimento (L1 e L2) il danno può essere valutato con una metodologia semplificata che prescinde dalla precisa valutazione del valore degli elementi a rischio e della loro vulnerabilità. L'analisi è effettuata considerando una classificazione schematica del territorio in zone omogenee di urbanizzazione ed utilizzo del suolo. Per ogni zona viene previsto il danno potenziale in base sia alla tipologia di elemento a rischio, compreso il relativo valore, che all'intensità dei fenomeni franosi. In pratica la mappatura si realizza attraverso il confronto della carta degli elementi a rischio con la carta dell'intensità. A livello generale vengono proposte 4 classi generali di elementi a rischio le quali, combinate con le 4 classi di intensità definite nella tabella n. 3, individuano 4 classi di danno potenziale (Tabelle n. 7 e 8). Per le aree a rischio (livello L3) possono essere raccolti dati sufficienti per esprimere il danno, in base alla definizione, con il prodotto del valore degli elementi a rischio per la vulnerabilità.

TABELLA n. 7 - Schema per il calcolo del danno.

Elementi a rischio	INTENSITÀ			
	I0	I1	I2	I3
E3 Centri urbani, grandi insediamenti industriali e commerciali, beni architettonici, storici e artistici. Principali infrastrutture viarie, servizi di rilevante interesse sociale.	D0	D2	D3	D3
E2 Nuclei urbani, insediamenti industriali, artigianali e commerciali minori, infrastrutture viarie secondarie.	D0	D1	D2	D3
E1 Edifici isolati, infrastrutture viarie minori, zone agricole o a verde pubblico.	D0	D1	D1	D2
E0 Aree disabitate o improduttive.	D0	D0	D0	D0

TABELLA n. 8 - Classi di danno.

Danno	Descrizione
D0 Basso o nullo	Nessun danno o danni irrilevanti.
D1 Moderato	Danni estetici o funzionali minori sugli edifici che non pregiudicano l'incolumità della vita umana né la continuità delle attività socio-economiche.
D2 Alto	Danni funzionali agli edifici, possibilità di senzatetto e di incidenti occasionali, possibile interruzione delle attività socio-economiche.
D3 Molto alto	Danni gravi agli edifici, possibilità di morti e feriti, distruzione delle attività socio-economiche.

Il valore degli elementi a rischio è rappresentato da:

- nel caso di persone dal numero di vite umane esposte;
- nel caso di beni ed attività dal loro valore monetario;
- nel caso di beni architettonici, storici, artistici, culturali, ambientali e paesaggistici, per i quali sia impossibile

un'espressione del danno in termini monetari il valore è rappresentato dal bene stesso.

La vulnerabilità esprime, in una scala da 0 ad 1, l'aliquota del valore dell'elemento a rischio che può essere compromesso dal verificarsi del fenomeno franoso. La stima della vulnerabilità è estremamente complessa e deve tenere conto dei seguenti elementi:

- probabilità che l'elemento a rischio sia interessato dalla frana, dato il verificarsi di quest'ultima;
- presunta aliquota del valore dell'elemento a rischio che può essere persa nel caso che questo venga interessato dalla frana;
- variabilità degli attributi dell'elemento a rischio (es. probabilità che un edificio sia occupato durante la frana).

Sulla base del valore degli elementi a rischio e della loro vulnerabilità può essere mappato il danno; a questo scopo si può fare riferimento alle classi definite nella tabella precedente.

Carta del rischio

Il «rischio» R esprime il «danno atteso» e dipende pertanto dal «danno» che può essere prodotto dall'evento e dalla probabilità di occorrenza dei fenomeni franosi. Esso pertanto è espresso dalla seguente equazione:

$$R = HD = HVE$$

La valutazione del rischio si realizza attraverso il confronto fra le carte della «pericolosità» e quelle del «danno». Nelle zone in cui il rischio supera le soglie socialmente accettabili è opportuno prevedere interventi di prevenzione. Si definisce «rischio accettabile» (o tollerabile) il rischio connesso con una probabilità di accadimento dell'evento e/o un'entità di danno potenziale compatibili con il quadro sociale, economico e culturale del territorio.

È piuttosto problematico definire a priori una soglia di rischio accettabile e, ancor più, dei livelli di rischio da impiegare per la zonazione. La scelta di tali livelli deve essere necessariamente effettuata a livello locale tenendo conto della specificità del quadro socio-economico di ogni zona. Questa differenziazione su base locale determina tuttavia il problema dell'impossibilità del confronto fra «carte dei rischi» redatte in zone diverse. A questo scopo può essere utile delineare dei criteri generali per la scelta, di volta in volta, delle classi di rischio da impiegare per la zonazione. In particolare vengono proposte 4 classi generali, descritte nella Tabella n. 9. Per una valutazione semplificata del rischio, per i livelli di approfondimento L1 e L2, può essere impiegato lo schema della Tabella n. 10.

TABELLA n. 9 - Classi di rischio.

Danno	Descrizione
R0 Basso o nullo	Rischio trascurabile.
R1 Moderato	Rischio socialmente tollerabile - Non sono necessarie attività di prevenzione.
R2 Alto	Rischio non socialmente tollerabile - Sono necessarie attività di prevenzione.
R3 Molto alto	Rischio di catastrofe - Sono necessarie attività di prevenzione con assoluta priorità.

TABELLA n. 10 - Schema per la valutazione del rischio.

	D0	D1	D2	D3
H0	R0	R0	R0	R0
H1	R0	R1	R1	R2
H2	R0	R1	R2	R3
H3	R0	R2	R3	R3

Una valutazione più precisa del rischio, secondo la definizione, può essere effettuata nel livello di approfondimento successivo (L3) una volta che con le prime due fasi sono state individuate le aree a rischio socialmente non tollerabili (R2 e R3).

Presentazione sintetica dei risultati

Per tutto il territorio di competenza dovranno essere approntate le carte di sintesi per la previsione del rischio relative ai livelli di approfondimento L1 e L2 ovvero:

- a) carta della pericolosità;
- b) carta del danno;
- c) carta del rischio.

I documenti cartografici dovranno essere accompagnati da una relazione di sintesi in cui vengano presentati i documenti di base utilizzati, i criteri impiegati per la zonazione ed i risultati conseguiti. Per ciascuna delle aree a rischio individuate con i livelli di approfondimento L1 ed L2 devono essere approntate le carte di dettaglio del livello L3, accompagnate da schede di sintesi. In particolare devono essere riportate le seguenti informazioni acquisite nel corso della realizzazione del programma di previsione:

- a) carta di dettaglio dei fenomeni di instabilità;
- b) catalogo dettagliato degli elementi a rischio;
- c) livello dell'analisi della pericolosità (completa, semplificata);
- d) livello dell'analisi del danno (completa, semplificata);
- e) valutazione del rischio;

Nell'ambito dei programmi di previsione, e in particolare per quelli nazionali e regionali, dovranno essere evidenziate tutte quelle situazioni in cui l'evento possa assumere, per gravità ed estensione, le caratteristiche di un evento di tipo b) o di tipo c) ai sensi dell'art. 2 della l. 225/1992. Dovranno inoltre essere indicati tutti gli studi, i censimenti e le ricerche da sviluppare per approfondire il livello di conoscenza del rischio di frana. Per ciascuna attività deve essere indicata una stima dei costi e, ove, possibile l'eventuale fonte di finanziamento da attivare.

1.1.5. Indicazione delle misure preventive quali opere, lavori o misure organizzative necessarie ad eliminare o ridurre al minimo le conseguenze dannose dei rischi.

1.1.5.1. Prevenzione del rischio di inondazione

Strategie di intervento

Per la riduzione del rischio possono essere attuati interventi di tipo strutturale per ridurre la probabilità che accada un evento, e di tipo non strutturate per ridurre il danno.

Gli interventi strutturali sono rappresentati dalle opere di sistemazione, compresa la loro manutenzione ed il ripristino in caso di danneggiamento.

Gli interventi non strutturali riguardano:

- la limitazione d'uso delle aree vulnerabili;
- la predisposizione di adeguati piani di emergenza.

La programmazione degli interventi strutturali e le limitazioni d'uso del territorio sono regolati dalla legge 183/1989 nell'ambito dei piani di bacino.

La predisposizione dei piani di emergenza viene affidata dalla legge 225/92 ai Prefetti e con i recenti decreti legislativi della Legge Bassanini, tale competenza è stata trasferita alle Province. Pertanto il programma di previsione e prevenzione deve assumere come riferimento tanto i piani di bacino quanto i piani di emergenza. Rispetto ai primi deve recepirne, sia pure criticamente, tutte le indicazioni.

Rispetto ai secondi deve predisporre tutti gli elaborati tecnici necessari per renderli efficaci ed efficienti.

Analisi e programmazione degli interventi

Nella parte relativa alla prevenzione, i Programmi di Previsione e Prevenzione devono sviluppare una indagine volta ad acquisire, secondo quanto più avanti specificato, tutte le informazioni disponibili rispetto a:

- interventi strutturali effettuati e previsti;
- limitazioni d'uso del territorio, operanti e previste;
- risorse tecniche necessarie per l'emergenza.

La identificazione degli interventi integrativi che riguardano:

- interventi strutturali e non strutturali non previsti dai piani di bacino;

- altre misure tecniche ed amministrative finalizzate alla riduzione del rischio, quali l'integrazione dell'analisi del rischio e l'informazione alla popolazione.

Gli elaborati che è necessario produrre sono:

- catalogo e carta degli interventi previsti;
- elenco degli interventi integrativi strutturali e non strutturali;
- censimenti delle risorse per l'emergenza a (reti di monitoraggio, modelli di preannuncio, strutture tecniche)
- descrizione di altre misure tecnico amministrative (integrazioni dell'analisi di rischio, informazione alla popolazione).

Catalogo e Carta degli interventi previsti

Utilizzando la documentazione prodotta nell'ambito dei piani di bacino deve essere realizzato un catalogo degli interventi strutturali che ne descrive le caratteristiche essenziali. Nel caso di opere di difesa dalle inondazioni di tipo passivo deve essere indicato il livello di sicurezza garantito, cioè il periodo di ritorno della piena di progetto. Per le limitazioni d'uso si deve fare riferimento ancora ai piani di bacino che, per la legge 183/89, devono contenere «l'indicazione delle zone da assoggettare a speciali vincoli e prescrizioni in rapporto alle specifiche condizioni idrogeologiche» e sono vincolanti per amministrazioni ed enti pubblici e per soggetti privati. Nell'ambito del Programma si dovrà verificare che sulle aree a maggiore probabilità di evento le limitazioni d'uso poste dal piano di bacino siano adeguate. Deve essere realizzata inoltre una «carta degli interventi» che riporti insieme alle opere strutturali anche le indicazioni circa le limitazioni d'uso operanti e previste nei piani di bacino. Nel caso in cui i piani di bacino risultino ancora in fase di elaborazione deve essere valutata l'eventualità di procedere ad una ricognizione diretta degli interventi previsti dai vari Enti territoriali attivi nel settore del rischio idrogeologico e procedere sulla base di queste informazioni alla realizzazione del catalogo degli interventi strutturali e della carta degli interventi.

Valutazione dell'efficacia degli interventi previsti

Il confronto tra la carta del rischio e la carta degli interventi permette di individuare:

- le situazioni di rischio non risolte o risolte solo parzialmente;
- le situazioni di rischio che potranno essere concretamente risolte solo a tempi medio lunghi perché hanno una bassa priorità nell'ambito dei piani di bacino o richiedono tempi tecnici medio-lunghi;
- le situazioni di rischio risolte, nelle quali si può considerare che il rischio sia ridotto a livelli socialmente accettabili.

Queste situazioni devono essere tenute in conto nel definire le priorità negli interventi integrativi.

Interventi integrativi

In base alla valutazione dell'efficacia degli interventi devono essere predisposti:

- elenco degli interventi integrativi strutturali;
- elenco degli interventi integrativi non strutturali.

Il primo elenco va compilato in base alla gravità del rischio previsto, perché questo dato evidenzia le situazioni non adeguatamente valutate nell'ambito dei piani di bacino.

Il secondo elenco riguarda solo le aree vulnerabili per le quali può risultare utile la realizzazione di un sistema di preannuncio. Tra queste vanno considerate anche le aree per le quali sono previsti interventi strutturali o limitazioni d'uso del suolo che richiedono tempi lunghi di attuazione. In questi casi il sistema di preannuncio, se realizzato in tempi molto brevi, riduce il rischio nel periodo di tempo che precede il completamento dell'intervento strutturale.

Il sistema di preannuncio anche se riguarda aree vulnerabili diverse deve essere concepito in modo unitario, alla scala di bacino o alla scala regionale, per quanto riguarda la rete di monitoraggio, mentre i modelli di preannuncio varieranno da sito a sito.

L'elenco degli interventi non strutturali comprenderà di massima: la realizzazione della rete di monitoraggio e la costruzione di uno o più modelli di preannuncio. La priorità di questi interventi va fatta in base alla gravità del rischio attuale.

Per ciascun intervento strutturale o non strutturale può essere indicata una stima di massima dei costi previsti e, ove possibile, l'eventuale fonte di finanziamento da attivare,

1.1.5.2. Prevenzione del rischio di frana

La «prevenzione» del rischio comprende le «attività volte ad eliminare o ridurre al minimo la possibilità che si verifichino danni conseguenti agli eventi calamitosi anche sulla base delle conoscenze acquisite per effetto dell'attività di previsione» (art. 3 l. 225/92).

I piani di prevenzione devono essere approntati per tutte le zone in cui il rischio risulti socialmente non tollerabile (zone R2 ed R3) con priorità assoluta per le zone ad alto rischio (zone R3).

Strategie di intervento

Sono possibili in generale tre strategie di prevenzione:

- mitigazione del rischio con interventi strutturali per ridurre la pericolosità;
- mitigazione del rischio con interventi non strutturali per ridurre il danno;
- aumento delle soglie di rischio socialmente accettabile.

Interventi strutturali

La probabilità di occorrenza (pericolosità) delle frane in una determinata zona a rischio può essere ridotta rimuovendo le cause che determinano le forze agenti (es. intercettazione delle acque superficiali, drenaggi, riprofilature ed alleggerimenti, ecc.) o incrementando le forze resistenti (contrastanti, ancoraggi, consolidamenti, ecc.).

Gli interventi strutturali hanno in genere costi elevati giustificabili solo in condizioni di rischio eccezionale (centri abitati, beni monumentali, ecc.). Gli interventi strutturali sono programmati nell'ambito dei piani di bacino ai sensi della l. 183/1989.

Nel caso di fenomeni particolarmente a rischio è opportuno procedere all'effettuazione di studi specifici in modo da individuare empiricamente le «soglie pluviometriche» di innesco delle frane oppure da calcolare, mediante l'utilizzo di modelli matematici, le condizioni di stabilità del pendio in relazione ai livelli piezometrici misurati.

Gli eventi franosi presentano in genere una serie di segni precursori che ne rendono possibile, anche in tempi ristretti, una previsione dell'evoluzione verso fasi parossistiche, per cui è possibile attivare un controllo diretto degli effetti del fenomeno. In relazione alla gravità del fenomeno e alla tipologia di rischio possono essere predisposti i seguenti criteri di controllo:

- sopralluoghi e rilevamento sul terreno degli indicatori di instabilità e della loro evoluzione (es. apertura delle fessure, rigonfiamento, variazioni o comparsa/scomparsa di sorgenti, ecc.);
- fotografie periodiche da postazioni fisse (meglio se digitali);
- controllo dei movimenti superficiali attraverso l'installazione di allineamenti di picchetti o mediante rilevamento topografico o con sistemi satellitari (GPS);
- installazione di sistemi per il monitoraggio degli spostamenti sia in superficie che in profondità (es. estensimetri, clinometri, inclinometri, ecc.);
- installazione di sistemi per il monitoraggio delle variazioni dei livelli piezometrici (es. piezometri).

Nel caso di fenomeni particolarmente a rischio è opportuno procedere all'effettuazione di studi specifici in modo da individuare, empiricamente o sulla base di modelli Matematici, le «soglie» di spostamento per la previsione degli eventi parossistici o comunque delle «soglie» di spostamento tollerabile in relazione alla vulnerabilità e al valore degli elementi a rischio.

Interventi non strutturali

Il danno in una determinata zona può essere limitato intervenendo sugli elementi a rischio o sulla loro vulnerabilità. La riduzione del valore degli elementi a rischio si esplica soprattutto in sede di pianificazione territoriale e di normativa, nell'ambito delle quali possono essere programmate le seguenti azioni:

- evacuazione di aree instabili e trasferimento dei centri abitati franosi;
- interdizione o limitazione dell'espansione urbanistica in zone instabili;
- definizione dell'utilizzo del suolo più consono per le aree instabili.

La programmazione delle limitazioni d'uso del territorio è regolata dalla l. 183/1989 nell'ambito dei piani di bacino. A livello regionale, la materia è regolata dalle leggi 102/90 e 23/92 sulla Valtellina, dalla l.r. n. 51/75, dalla l.r. n.33/88 e dalla l.r. n. 41/97.

La vulnerabilità può essere ridotta mediante interventi di tipo tecnico oppure di tipo normativo che riguardino l'organizzazione sociale del territorio. Sono possibili ad esempio le seguenti azioni:

- consolidamento degli edifici con conseguente riduzione dell'entità di danneggiamento dell'elemento interessato dalla frana;
- installazione di misure di protezione quali reti o strutture paramassi (parapetti, gallerie, rilevati o trincee), in modo da determinare una riduzione della probabilità che l'elemento a rischio venga interessato dalla frana, senza tuttavia limitare la probabilità di occorrenza di questa;
- messa a punto di sistemi di monitoraggio e di allarme, che consentano un adeguato preannuncio in modo da limitare la probabilità che la vita umana sia vulnerata dall'evento franoso;
- organizzazione di piani di emergenza e di soccorso, al fine di limitare il più possibile i danni prodotti dalla frana.

Gli interventi di tipo a), b) e c) rientrano in quelli programmati nell'ambito dei piani di bacino ai sensi della l. 183/1989, mentre quello relativo al punto d) rientra nei piani di emergenza predisposti, in base alla l. 225/1992.

Gli interventi non strutturali, rispetto a quelli strutturali, presentano una maggiore flessibilità ed un costo relativamente ridotto per cui devono essere comunque promossi nelle zone a rischio elevato.

Aumento delle soglie di rischio accettabile

L'aumento delle soglie di rischio socialmente tollerabile è perseguibile essenzialmente attraverso l'informazione della popolazione. È infatti accertato, sulla base dell'interpretazione di dati statistici relativi alle vittime di incidenti e malattie, che l'opinione pubblica sembra tollerare elevati livelli di rischio quando è esposta volontariamente (es. incidenti stradali, infortuni nello sport, ecc.), mentre quando si trova sottoposta a rischio involontario (es. calamità naturali, crolli di opere di ingegneria, ecc.) tollera livelli molto più bassi. Nel caso di frane in versanti naturali, quando la popolazione esposta è consapevole dei rischi la tolleranza può essere comparabile con le soglie di rischio volontario, mentre quando non è consapevole la tolleranza è assimilabile a quella del rischio involontario.

È pertanto di fondamentale importanza operare una campagna informativa nelle zone a rischio più elevato non solo nella fase di emergenza, ma anche in via preventiva in modo da responsabilizzare e rendere consapevole dei rischi la popolazione esposta, senza tuttavia creare falsi allarmi.

L'attività informativa per l'aumento di tollerabilità del rischio presenta costi modesti e può essere adottata su ampie aree.

Analisi e programmazione degli interventi

Il programma di prevenzione deve assumere come riferimento i piani di bacino ed i piani di emergenza. Rispetto ai primi deve recepirne, sia pur criticamente, le indicazioni, rispetto ai secondi deve predisporre tutti gli elementi necessari alla loro attuazione.

Il programma di prevenzione pertanto deve comprendere:

- a) catalogo e mappatura degli interventi strutturali e non strutturali programmati nell'ambito dei piani di bacino;
- b) valutazione dell'efficacia degli interventi in termini di riduzione del rischio;
- c) programmazione degli interventi integrativi per la mitigazione del rischio.

a) Catalogo e Carta degli interventi previsti

Utilizzando la documentazione prodotta nell'ambito dei piani di bacino deve essere realizzato un catalogo degli interventi strutturali e non strutturali finalizzati alla riduzione del rischio. Il catalogo deve comprendere una «carta degli interventi» a scala adeguata ed una serie di schede esplicative, possibilmente informatizzate. Nel catalogo e nella carta degli interventi devono essere indicati:

- ubicazione e tipologia degli interventi strutturali, ovvero delle opere di sistemazione idrogeologica e di consolidamento dei fenomeni franosi;
- indicazione delle zone soggette a particolari vincoli e limitazioni d'uso del territorio;
- ubicazione e tipologia degli interventi di protezione degli edifici e della popolazione;
- ubicazione e tipologia dei sistemi di preannuncio o di allarme.

b) Valutazione dell'efficacia degli interventi previsti

Nell'ambito del piano di prevenzione deve essere valutata l'efficacia degli interventi in termini di riduzione del rischio. In particolare si dovrà verificare che le opere e le limitazioni d'uso del territorio programmate nei piani di bacino siano adeguate alle condizioni di rischio valutate nell'ambito delle attività di previsione. In particolare il confronto fra la carta del rischio e la carta degli interventi permette di individuare:

- le situazioni di rischio non risolte o risolte solo parzialmente;
- le situazioni di rischio che potranno essere concretamente risolte solo con tempi medio-lunghi in quanto caratterizzate da una bassa priorità o che richiedono tempi tecnici medio-lunghi;
- le situazioni di rischio risolte in cui si può considerare che il rischio sia ridotto a livelli socialmente accettabili.

c) Interventi integrativi

I piani di prevenzione devono prevedere un elenco di interventi strutturali e non strutturali integrativi, rispetto a quelli programmati nell'ambito dei piani di bacino, per la riduzione del rischio nelle situazioni più critiche.

Dall'analisi critica dei risultati del confronto fra la carta del rischio e la carta degli interventi possono essere individuate le priorità per gli interventi integrativi.

Gli interventi integrativi consistono in:

- interventi strutturali, interventi di protezione o limitazioni d'uso del territorio non previsti dai piani di bacino per le zone in cui le condizioni di rischio elevato non siano state adeguatamente valutate nell'ambito dei piani di bacino stessi;
- sistemi di preannuncio nelle zone in cui le condizioni di rischio elevato non siano state adeguatamente valutate nell'ambito dei piani di bacino oppure nelle zone in cui, siano stati programmati interventi strutturali o non strutturali che richiedano tempi lunghi di attuazione o che manifestino la loro efficacia solo in tempi lunghi.

Per ciascun intervento strutturale o non strutturale deve essere indicata una stima dei tempi di realizzazione e dei costi previsti e, ove possibile, l'eventuale fonte di finanziamento da attivare.

La valutazione del rischio, in termini di costo atteso dei danni, permette di scegliere fra le diverse strategie di prevenzione con analisi costi - benefici. Al costo di ogni intervento può essere associato infatti un beneficio in termini di riduzione del rischio, espresso dalla diminuzione del costo

annuo dei danni provocati dalle frane. Può così anche essere previsto il numero di anni nel quale il costo dell'intervento viene ammortizzato.

1.1.6. Definizione delle misure organizzative concernenti la vigilanza ed il controllo sulle principali fonti di rischio

Verranno emanate in seguito le direttive tecniche concernenti la realizzazione dei Piani di Emergenza che, secondo i nuovi disposti della Legge Bassanini, dovranno essere predisposti dalle Province, sulla base di indirizzi emanati dalla Regione. In questa fase si ritiene utile proporre una serie di considerazioni guida per il rischio idrogeologico sui temi del preannuncio e sugli standard di monitoraggio idrometeorologico e geotecnico.

1.1.6.1. Rischio di inondazione

Sistemi di preannuncio

Il rischio idrogeologico consente in molti casi, attraverso l'osservazione di precursori di evento, di indicare con un margine di errore accettabile la probabilità che in un orizzonte temporale ristretto (ore, giorni) si verifichi l'evento temuto.

Questa azione prende il nome di preannuncio per distinguerla dalla previsione *tout court* che si limita ad individuare la tipologia e localizzazione dell'evento e prescinde dal tempo di accadimento. Per essere efficace, il preannuncio deve essere fatto con un anticipo, rispetto all'evento, tale da rendere disponibili tempi tecnicamente sufficienti per le azioni di emergenza. Un sistema efficace deve in ogni caso garantire l'assenza di mancati allarmi e deve minimizzare i falsi allarmi.

Il preannuncio può essere particolarmente efficace nel caso del rischio di inondazione perché i precursori di evento sono facilmente misurabili e si manifestano con un anticipo che può essere anche molto ampio e perché sono disponibili metodologie molto avanzate per la modellazione del fenomeno.

In linea di massima nei casi dei bacini più grandi dove il preannuncio può avvenire con grande anticipo si possono utilizzare sensori idrometrici e pluviometrici e modelli che simulano la propagazione in alveo delle piene o la trasformazione afflussi-deflussi. Per bacini più piccoli, dove l'anticipo è minore, si deve valutare l'opportunità di ricorrere a sensori radar per misurare le precipitazioni in quota ed a modelli meteorologici per prevedere le precipitazioni. In tal modo è, almeno in teoria, possibile un ulteriore anticipo del preannuncio ma a prezzo di una precisione minore. Accanto ai sistemi di preannuncio specifici, indirizzati cioè ad un ben localizzato fenomeno, possono essere utilizzati sistemi di preannuncio che si limitino ad identificare e quindi a segnalare l'approssimarsi o il verificarsi di condizioni meteorologiche e/o pluviometriche potenzialmente pericolose ai fini del rischio idrogeologico.

Nell'ambito del Programma è necessario procedere ad una adeguata ricognizione dei sistemi di preannuncio già operativi o previsti ed indicare le aree inondabili per le quali è necessario predisporre nuovi sistemi.

Censimento delle risorse tecniche

Alla luce delle considerazioni sviluppate nei punti precedenti del presente paragrafo, il censimento delle risorse tecniche deve riguardare per il territorio di competenza:

- i sistemi di telemonitoraggio in tempo reale delle grandezze idrologiche (piogge, livelli idrici) gestiti dagli Uffici del Servizio Idrografico e Mareografico, dalla Regione o da altri Enti territoriali;
- i modelli di preannuncio definiti al precedentemente;
- le strutture tecniche operanti nel territorio che possono concorrere al servizio di vigilanza così come è stato definito precedentemente.

Per ciascuna rete va predisposta una scheda informativa che contenga dati riguardanti:

- localizzazione dei sensori, della centrale di acquisizione, degli eventuali ripetitori;
- specifiche tecniche e funzionali riguardanti la acquisi-

zione, la trasmissione, la validazione, l'archiviazione dei dati;

- valutazione circa l'affidabilità del sistema e delle sue componenti;
- dimensione delle serie storiche preesistenti relative ai siti di monitoraggio;
- criteri per definire il raggiungimento di valori critici;
- l'Ente gestore e l'organizzazione per il presidio del sistema.

Per i modelli di preannuncio le informazioni devono riguardare almeno:

- la localizzazione;
- le specifiche del sistema hardware e software;
- le finalità;
- la struttura;
- il produttore;
- i criteri di taratura e di validazione;
- i risultati ottenuti nel periodo di funzionamento;

Per quanto riguarda infine le strutture tecniche da impegnare nel servizio di vigilanza è necessario individuare almeno:

- le coordinate (denominazione, sede, ecc.);
- l'ambito territoriale di competenza;
- la consistenza numerica del personale tecnico suddiviso per qualifiche funzionali.

Altre misure tecnico organizzative

Integrazione dell'analisi del rischio

Devono essere indicati tutti gli studi, le indagini, i censimenti e le ricerche da sviluppare nel successivo triennio per approfondire il livello di conoscenza del rischio idrogeologico. Per ciascuna attività deve essere indicata una stima dei costi e, ove possibile, l'eventuale fonte di finanziamento da attivare.

Per ciascuna iniziativa devono essere indicati l'Ente attuatore, i costi previsti e le possibili fonti di finanziamento. È compito delle Province, promuovere l'attuazione delle misure previste.

Presentazione sintetica dei risultati

Per ciascuna delle aree vulnerabili identificate devono essere redatte delle schede sintetiche che riportino le informazioni essenziali acquisite nel corso della realizzazione del programma di previsione e prevenzione.

A puro titolo di esempio si riportano i contenuti minimi relativi al rischio di inondazione:

- Localizzazione
- Livello della mappatura realizzata (1, 2, 3)
- Livello dell'analisi del danno (completa, semplificata)
- Classificazione del danno (molto alto, alto, moderato, basso o nullo)
- Disponibilità di uno scenario di evento
- Gravità del rischio attuale (molto alto, alto, moderato)
- Interventi strutturali previsti (tipologia, caratteristiche essenziali, data prevista per l'ultimazione dei lavori)
- Limitazioni d'uso del territorio previste (tipo, data prevista per l'entrata in vigore)
- Gravità del rischio previsto dopo gli interventi (molto alto, alto, moderato)
- Reti di monitoraggio esistenti e previste
- Modelli di preannuncio esistenti e previsti
- Strutture tecniche che potrebbero essere utilizzate per l'emergenza (elenco, consistenza del personale tecnico).

Accanto a queste informazioni minime potranno essere inserite tutte quelle che saranno ritenute utili ai fini della prevenzione.

Nei programmi provinciali è necessario inoltre riepilogare le situazioni a maggiore rischio, evidenziando i supporti tecnici disponibili (carte tematiche, modelli di preannuncio, reti di monitoraggio, scenari di evento, ecc.) e fornendo

indicazioni, suggerimenti e raccomandazioni circa la gestione dell'emergenza. A titolo di esempio:

- modalità di attivazione delle diverse fasi dell'emergenza (preallerta, allerta, allarme);
- composizione e compiti del servizio di vigilanza e, ove presente, del servizio di piena;
- ubicazione dei punti critici da tenere sotto diretto controllo durante l'emergenza;
- modalità di diffusione delle informazioni durante l'emergenza;
- competenze tecnico-scientifiche utilizzabili in caso di emergenze;
- percorsi stradali da utilizzare per l'evacuazione della popolazione e per l'afflusso dei soccorsi.

Dovranno essere evidenziate tutte quelle situazioni in cui l'evento potrebbe assumere, per gravità ed estensione, le caratteristiche di un evento di tipo b o di tipo c ai sensi dell'art. 2 della l. 225/1992.

1.1.6.2. Rischio di frana

Sistemi di preannuncio

Il piano di prevenzione deve prevedere dei sistemi di controllo e di preannuncio che consentano di individuare con sufficiente precisione la possibile evoluzione del fenomeno temuto verso una fase parossistica in modo da rendere possibile l'attivazione dell'emergenza.

Sono possibili due strategie di previsione a breve termine:

- a) osservazione o monitoraggio delle cause della franosità;
- b) osservazione o monitoraggio degli effetti della franosità.

La causa di innesco principale delle frane sul territorio italiano è rappresentata dalle precipitazioni, per cui è su questo parametro che si possono basare, in prima analisi, i criteri di preannuncio. In relazione alla gravità del fenomeno e alla tipologia di rischio possono essere predisposti i seguenti criteri di controllo:

- osservazione del quadro meteorologico generale in modo da prevedere con sufficiente anticipo l'approssimarsi di condizioni particolarmente avverse;
- acquisizione in tempo reale dei dati delle stazioni pluviometriche del Servizio Idrografico Nazionale, dei servizi regionali e degli eventuali altri enti che dispongono di reti di telemisura;
- installazione di pluviometri per misurazioni in situ, eventualmente attrezzati con sistemi di trasmissione dati in tempo reale;
- installazione di piezometri per misurazioni in situ, eventualmente attrezzati con sistemi di trasmissione dati in tempo reale.

Nel caso di fenomeni particolarmente a rischio è opportuno procedere all'effettuazione di studi specifici in modo da individuare empiricamente le «soglie pluviometriche» di innesco delle frane oppure da calcolare, mediante l'utilizzo di modelli matematici, le condizioni di stabilità del pendio in relazione ai livelli piezometrici misurati. Gli eventi franosi presentano in genere una serie di segni precursori che ne rendono possibile, anche in tempi ristretti, una previsione dell'evoluzione verso fasi parossistiche, per cui è possibile attivare un controllo diretto degli effetti del fenomeno. In relazione alla gravità del fenomeno e alla tipologia di rischio possono essere predisposti i seguenti criteri di controllo:

- sopralluoghi e rilevamento sul terreno degli indicatori di instabilità e della loro evoluzione (es. apertura delle fessure, rigonfiamento, ecc.)
- controllo dei movimenti superficiali attraverso l'installazione di allineamenti di picchetti o mediante rilevamento topografico o con sistemi satellitari (GPS);
- installazione di sistemi per il monitoraggio degli spostamenti sia in superficie che in profondità (es. estensimetri, clinometri, inclinometri, ecc.)

Nel caso di fenomeni particolarmente a rischio è oppor-

tuno procedere all'effettuazione di studi specifici in modo da individuare, empiricamente o sulla base di modelli Matematici, le «soglie» di spostamento per la previsione degli eventi parossistici o comunque delle «soglie» di spostamento tollerabile in relazione alla vulnerabilità e al valore degli elementi a rischio.

Censimento delle risorse tecniche

Nell'ambito delle zone a rischio deve essere effettuato un censimento delle risorse tecniche necessarie nella fase di emergenza. Il censimento deve riguardare:

- i sistemi di telemonitoraggio in tempo reale delle grandezze idrologiche gestiti dagli Uffici del Servizio Idrografico e Mareografico, dalla Regione o da altri enti territoriali;
- i sistemi di monitoraggio degli spostamenti o dei livelli piezometrici installati nelle aree in frana;
- i modelli di preannuncio definiti per i diversi sistemi di monitoraggio;
- le strutture tecniche operanti nel territorio e che possono contribuire al servizio di vigilanza.

Per quanto riguarda i sistemi di monitoraggio deve essere predisposta una scheda informativa che contenga dati riguardanti:

- localizzazione dei sensori, della centrale di acquisizione, degli eventuali ripetitori;
- specifiche tecniche e funzionali riguardanti l'acquisizione, la trasmissione, la validazione, l'archiviazione dei dati;
- valutazione circa l'affidabilità del sistema e delle sue componenti;
- dimensioni delle serie storiche preesistenti relative ai siti di monitoraggio;
- criteri per definire il raggiungimento dei valori critici;
- ente gestore e organizzazione del sistema.

Per quanto riguarda i modelli di preannuncio le informazioni devono riguardare almeno:

- specifiche hardware e software;
- finalità;
- struttura;
- produttore;
- criteri di taratura e validazione;
- risultati ottenuti nel periodo di funzionamento.

Per quanto riguarda le strutture tecniche da impegnare nel servizio di vigilanza è necessario individuare almeno:

- le coordinate (denominazione, sede, ecc.);
- l'ambito territoriale di competenza;
- la consistenza numerica del personale tecnico suddiviso per qualifiche funzionali

Presentazione sintetica dei risultati

Per ciascuna delle aree a rischio devono essere approntate della schede di sintesi eventualmente accompagnate da mappe di dettaglio. In particolare devono essere riportate le seguenti informazioni acquisite nel corso della realizzazione del programma di prevenzione:

- interventi strutturati esistenti e previsti (es. tipologia, caratteristiche essenziali, data prevista per l'ultimazione dei lavori);
- limitazioni d'uso del territorio esistenti e previsti;
- reti di monitoraggio esistenti e previste;
- modelli di preannuncio esistenti e previsti;
- altri interventi non strutturali esistenti o previsti;
- strutture tecniche che possono essere utilizzate per l'emergenza e consistenza del personale tecnico.

È necessario che nell'ultima parte dei programmi provinciali di prevenzione siano riepilogate le situazioni a maggior rischio indicando le priorità di intervento e fornendo indicazioni, suggerimenti e raccomandazioni utili per la gestione dell'emergenza. A titolo di esempio possono essere indicate:

- modalità di attivazione delle diverse fasi dell'emergenza (preallerta, allerta, allarme);
- ubicazione dei punti critici da tenere sotto controllo durante l'emergenza;
- modalità di diffusione delle informazioni durante l'emergenza;
- competenze tecnico-scientifiche utilizzabili in caso di emergenza;
- percorsi stradali da utilizzare per l'evacuazione della popolazione e per l'afflusso dei soccorsi;
- punti di raccolta per l'evacuazione della popolazione.

1.1.7. Riferimenti operativi per installazione e gestione reti di monitoraggio idrometeorologico

La progettazione, l'installazione e la gestione di reti o di singole stazioni di monitoraggio idrometeorologico devono essere realizzate in modo che tutti gli Enti preposti possano accedere direttamente od indirettamente alla lettura dei dati rilevati. Ciò comporta che chiunque installi stazioni per il rilevamento dei diversi parametri idrometeorologici preveda di seguire gli standard minimi contenuti in questo paragrafo.

Le indicazioni e gli standard minimi consentono di realizzare postazioni e reti integrabili in modo tecnicamente semplice al sistema in corso di definizione a livello di bacino idrografico del fiume Po, secondo quanto previsto dalla legge 183/89. Al riguardo l'Autorità di Bacino sta perfezionando schemi tecnici ed intese di programma nelle quali la Regione Lombardia è incaricata della gestione del Centro Operativo Regionale (COR) che costituisce il secondo livello dello schema generale di bacino. All'interno del territorio regionale possono sussistere e sono incentivate iniziative diverse (a scala Provinciale, Consortile, Comunale, ecc.) che costituiscono il terzo livello gestionale a condizione che il sistema di monitoraggio sia integrato e compatibile con i livelli superiori.

I documenti essenziali a cui fare riferimento per la progettazione di stazioni di monitoraggio idrometeorologico sono qui sotto riportati.

A livello generale:

Norme UNI 4546 e derivate

Norme W.M.O. World Meteorological Organization (1983).

CNR – GNDICI, Linea 1 «Manuale di riferimento per la misura al suolo delle grandezze idrometeorologiche». Presidenza Consiglio dei Ministri – Dipartimento della Protezione Civile (1993).

A livello regionale:

Norme Autorità di Bacino del fiume Po – Bozza di programmazione negoziata per la realizzazione del SIMO ai sensi dell'art. 2, comma 203a, della legge 662/96.

Autorità di Bacino del fiume Po – Sottoprogetto n.5.1 «Monitoraggio meteorologico, idrologico e della qualità delle acque». T.E.I. S.p.A. (1997).

Manuale CNR – GNDICI, Linea 1 «Metodi di ristrutturazione e progetto delle reti pluviometriche». Pubblicazione n. 1620 (1996).

Nella trattazione si considerano i seguenti temi:

- Criteri per l'individuazione dei siti ove installare le stazioni di rilevamento meteorologico e idrometrico.
- Indicazioni di base per l'installazione di una stazione remota di acquisizione di parametri ambientali, criteri per l'ottimizzazione della sensoristica e della alimentazione delle stazioni.
- Indicazioni per la gestione delle reti e per la manutenzione.

1.1.7.1. Criteri per l'individuazione dei siti ove installare le stazioni di rilevamento meteorologico, idrometrico

La localizzazione di nuove stazioni va definita tenendo conto dell'ubicazione delle eventuali stazioni limitrofe, in modo da completare le maglie di rilevamento. Mentre per le stazioni meteo sono utilizzabili criteri di riferimento per

la localizzazione di tipo misto, geometrico ed orografico, per le stazioni idrometriche è importante caratterizzare il regime idrologico del bacino del corso d'acqua per cui la priorità di localizzazione va data alla sezione di chiusura del sottobacino, per poi procedere verso monte con ulteriori installazioni. In un'ottica di migliore utilizzo delle risorse, sarebbe bene associare ad ogni stazione idrometrica, anche quella meteorologica.

Stazione meteorologica: deve essere posta il più possibile lontana da ostacoli naturali ed artificiali, quali edifici, manufatti di qualsiasi genere, piante, ecc. La norma WMO segnala ad esempio che la distanza tra la stazione ed un ostacolo deve essere pari ad almeno due volte l'altezza dell'ostacolo, meglio se tre o quattro volte. L'esperienza insegna che le piante d'alto fusto costituiscono gli ostacoli più importanti per il buon funzionamento di una stazione dal momento che la caduta delle foglie va ad intasare il pluviometro, mentre la presenza/assenza di foglie influisce negativamente sui parametri di insolazione, vento, umidità e temperatura. Operativamente, se possibile, è consigliabile ubicare la stazione su suolo pubblico, onde evitare l'attivazione di servizi o affitti, in zone facilmente accessibili sia per l'installazione che per la gestione. Prima dell'installazione vanno acquisite tutte le autorizzazioni specifiche in materia di Beni Ambientali (autorizzazione subdelegata ai Comuni), la concessione edilizia e le autorizzazioni relative ad altri eventuali vincoli esistenti.

È importante provvedere alla protezione della stazione tramite recinzione dal momento che la voce furti e vandalismi incide fortemente sui costi di gestione.

Stazione Idrometrica: l'ubicazione dell'idrometro è sicuramente più problematica in quanto devono essere risolti i problemi tecnici dell'installazione vera e propria ed i problemi relativi alla rappresentatività della sezione. In taluni casi è necessario realizzare opere civili in alveo (in genere soglie) che comportano tempi non indifferenti e costi aggiuntivi. In ogni caso la sezione deve essere ubicata lungo tratti rettilinei, lontana da confluenze sia a monte che a valle per la possibilità di formazione di rigurgiti. Nel caso il corso d'acqua sia soggetto a forte trasporto e deposizione di materiali, bisogna prevedere una più attenta manutenzione al fine di mantenere inalterata la sezione di misura. Dal momento che la definizione analitica della scala di deflusso per via correntometrica è un'operazione lunga ed onerosa, è auspicabile stimare le portate in base al livello idrometrico misurato, almeno per le condizioni che possono creare problemi di esondazione.

Sulla sezione idrometrica, anche se in misura automatizzata, è consigliabile installare una o due aste graduate, eventualmente con vernice fluorescente, per la taratura della stazione e per la misura in caso di guasti.

1.1.7.2. Indicazioni di base per l'installazione di una stazione remota di acquisizione di parametri ambientali, criteri per la scelta della sensoristica e della alimentazione delle stazioni

Una stazione di acquisizione automatica di parametri ambientali è costituita da: un sistema di alimentazione elettrica, una centralina elettronica con microprocessore (data logger) che consente l'acquisizione e la memorizzazione dei dati in loco, una serie di sensori per la misura dei parametri ed, eventualmente, da un sistema di trasmissione dei dati che può essere: via cavo, via radio, via telefonica o cellulare, via satellite. Strutture accessorie della stazione sono il contenitore delle parti elettroniche, in genere una scatola in metallo o vetroresina a tenuta stagna e munita di chiave, il palo di supporto dei sensori e del contenitore, il sistema di messa a terra.

Il sistema di alimentazione: di norma utilizza un pannello fotovoltaico con regolatore di tensione e batteria in tampone che consentono di alimentare stazioni idrometeorologiche con sensoristica anche molto sviluppata in situazioni disagiate e non servite da rete elettrica. Viceversa, l'alimentazione a pannello solare non consente la gestione di pluviometri riscaldati, in grado di misurare l'equivalente in acqua delle precipitazioni nevose, consigliabili in zone dove sono significativi gli apporti nevosi. L'uso della tensione di

rete comporta la stipula di un contratto ed il pagamento di un canone.

La centralina elettronica: sono presenti sul mercato varie tipologie di centraline. Di norma sono dotate di ingressi plurimi (in genere 8), implementabili tramite l'aggiunta di ulteriori moduli, che consentono la connessione di sensori diversi. I data logger dell'ultima generazione sono programmabili in loco tramite tastiera e display, sono muniti di porta seriale RS232 e hanno un sistema di alimentazione autonoma della memoria RAM con pile al litio che consente di non perdere alcun dato già acquisito in caso di mal funzionamento del sistema di alimentazione. I dati vengono memorizzati tramite memory cards EPROM rimovibile o floppy disk e sono leggibili tramite una interfaccia software ed un modulo di lettura.

SENSORI:

Idrometrici: possono essere ad ultrasuoni, piezometrici ed a galleggiante. I sensori ad ultrasuoni sono i più utilizzati in quanto essendo sospesi alcuni metri sopra il pelo libero dell'acqua, risultano meno soggetti ad eventuali danni provocati da una piena. Misurano il livello idrometrico in base al tempo di percorrenza di un segnale ad ultrasuoni prodotto da un emettitore e riflesso dalla superficie idrica sino al ricevitore. Il principale fattore influenzante è la temperatura che modificando la densità dell'aria, può influire sulla velocità di propagazione del segnale. Tale indeterminazione termica può essere corretta mediante principi o tecniche diverse. La precisione è dell'ordine di più o meno 2 cm a condizione che la corrente idrica abbia moto laminare. Sono indicati per le misure sui corsi d'acqua di varia tipologia a condizione che non siano soggetti a forte trasporto galleggiante ed a formazione di croste di ghiaccio. I sensori piezometrici in senso lato sono indicati per corsi d'acqua ove sia prevedibile la formazione di ghiaccio superficiale per lunghi periodi, mentre quelli a galleggiante sono particolarmente adatti e precisi in condizioni di acque ferme o con correnti poco veloci, una volta installati in tubi di calma.

Termometrici: devono essere protetti da una capannina antiradiante e sospesi ad una altezza da terra compresa tra 1.25 m e 2.00 m. Il range di misura ideale è fra $\bar{n}$ 30 e + 50 gradi centigradi, indipendentemente dal tipo di sensore utilizzato.

Pluviometrici: il pluviometro standard è quello con bocca tarata da 1000 cmq, con una precisione di almeno 0.2 mm di pioggia. Se installato in zone la permanenza del manto nevoso è verosimilmente prolungata ed è disponibile l'alimentazione in rete è consigliabile il tipo riscaldato tramite resistenza elettrica e termostato, con temperatura di esercizio di circa 4 gradi centigradi. I pluviometri in generale necessitano di manutenzione periodica per la pulizia della bocca e dei filtri.

Gonio-anemometrici: consta di due distinti sensori, uno per la misura della velocità del vento (anemometro) e l'altro per la misura statistica della direzione del vento rispetto al nord. In siti ove la temperatura raggiunge valori molto bassi, se disponibile l'alimentazione in rete, è consigliabile munire di riscaldatori i cuscinetti di rotazione dei sensori.

Misuratori della radiazione globale e riflessa: utilizzano termopile di precisione di analoghe caratteristiche, una rivolta verso lo zenit per la misura della radiazione diretta e una verso terra per la misura della radiazione riflessa. È indispensabile effettuare manutenzione periodica per la pulizia delle calotte e per la sostituzione dei sali igroscopici. La manutenzione va effettuata con intervalli di tempo tanto più ridotti quanto più elevato è il contenuto di polveri e di umidità dell'aria.

Una stazione meteorologica può essere completata con ulteriori installazioni di sensori per la misura della pressione atmosferica, dell'umidità relativa, della temperatura al suolo e dell'altezza del manto nevoso. Infatti, il data logger è di norma predisposto per la gestione dei dati acquisiti anche da questi sensori. È buona norma munire una stazione remota di due sensori di esercizio che misurano rispettivamente la temperatura all'interno del contenitore dell'apparato elettronico e lo stato di carica della batteria di tampone.

Sistema di trasmissione: il sistema di trasmissione tecnicamente più idoneo per la gestione di stazioni di monitoraggio ambientale utilizza la tecnica radio, principalmente nella banda UHF. Ai vantaggi tecnici, sintetizzabili in elevata affidabilità di trasmissione con bassi assorbimenti elettrici, si contrappone la difficoltà di avere le necessarie autorizzazioni e la concessione all'uso delle frequenze da parte del Ministero delle Poste e Telecomunicazioni. Inoltre il canone di utilizzo è piuttosto elevato soprattutto se i segnali da trasmettere sono numericamente limitati. Va inoltre ricordato che fra postazioni non interscambiabili, deve essere installato un ponte radio intermedio con costi ulteriori e con aumento della vulnerabilità del sistema di trasmissione all'azione dei fulmini. In alcuni casi le stazioni possono fungere da ponti radio.

I sistemi telefonici via cavo nelle diverse configurazioni disponibili (linea commutata, ITAPAC, ISDN) garantiscono elevata affidabilità di trasmissione ed in determinate condizioni (linea ITAPAC con elevato numero di trasferimento dei dati) costi piuttosto contenuti. Per contro, la non disponibilità del collegamento telefonico è l'inconveniente insito del sistema.

I sistemi di trasmissione cellulare (solo GSM) che in teoria abbinano i vantaggi di entrambi i sistemi sopra descritti, di fatto si rivelano ancora non del tutto affidabili soprattutto a causa della non costanza del segnale e delle ancor numerose zone non servite soprattutto nelle aree montane.

I sistemi satellitari che indubbiamente rappresentano la soluzione per l'immediato futuro, al momento, principalmente per questioni di costo e di alimentazione, non sono utilizzabili in maniera distribuita e massiccia, ma per lo più per trasmissioni celeri affidabilissime tra centrali di acquisizione o per stazioni remote altrimenti non collegabili.

Esempio standard per stazione termo-pluvio-nivometrica completa

Vengono descritte e specificate le caratteristiche tecniche di una stazione di monitoraggio che rilevi dati di temperatura dell'aria, di precipitazione (pioggia e neve), radiazione solare e direzione/velocità del vento. Le caratteristiche specifiche sono relative all'acquisizione dei materiali, all'installazione e alla rilevazione dei dati in locale, senza teletrasmissione. Lo standard tecnico della stazione descritto prevede comunque la possibilità di realizzare il trasferimento dei dati anche via radio a stazioni di acquisizione remote. Di seguito si riporta un esempio di stazione completa che deve essere costituita da:

- Data logger con modem radio
- Contenitore vetroresina IP65 o superiore
- Pannello fotovoltaico (40 W) con supporto orientabile
- Antenna direttiva o omnidirezionale completa di supporto
- Regolatore di tensione
- Batteria 40 A/h
- Sensore di temperatura con capannina antiradiante, braccio di sospensione e cavo
- Pluviometro con bocca tarata da 1000 cmq
- Gonio-anemometro
- Misuratore radiazione globale e riflessa
- Nivometro a ultrasuoni
- Sensore per la temperatura interna al contenitore
- Sensore per misura tensione batteria
- Traliccio-palo di sostegno
- Lettore dati più memory card di riserva
- Software di acquisizione e gestione dati
- Istruzioni, schemi di cablaggio
- Picchetti e treccia di rame per la messa a terra
- Materiale vario di consumo

A questo vanno aggiunti gli impegni economici per il trasporto, l'installazione e per il canone della frequenza radio e per la manutenzione ordinaria e straordinaria. Le prime due voci (trasporto ed installazione) possono diventare voci particolarmente onerose qualora i siti previsti per l'ubicazione

siano particolarmente disagiati e richiedano l'impiego dell'elicottero.

1.1.7.3. Indicazioni per la gestione delle reti e per la manutenzione.

Nel campo idrometeorologico le acquisizioni dei dati vengono cadenziate di norma ogni 30 minuti (dato semiorario) che consentono un campionamento sufficientemente rappresentativo dei fenomeni in atto. Non è comunque esclusa la possibilità di acquisizione più frequenti, anche se va ricordato che in reti complesse ciò comporta un consistente aumento del volume dei dati da memorizzare. Nelle reti di monitoraggio geotecnico invece, le cadenze di acquisizione possono essere più variabili in funzione del fenomeno considerato e del tipo di sensore.

La gestione dei dati avviene tramite supporti informativi, in genere Personal Computer, e deve consentire le seguenti funzioni:

- acquisizione e visualizzazione dei dati;
- archiviazione;
- diagrammazione.

Non necessariamente le tre funzioni debbono essere in linea, anzi è uso consolidato che l'archivio storico, che costituisce ad esempio la base dati per le diagrammazioni sul lungo periodo, risieda su sistemi diversi da quelli che gestiscono l'acquisizione dei dati. La creazione di due archivi, uno temporaneo e uno consolidato, passa attraverso un processo assai complesso di validazione dei dati che deve consentire per lo meno l'individuazione degli errori e dei dati non affidabili. Le diverse ditte operanti nel campo del monitoraggio offrono prodotti informatici di gestione che oltre alle funzioni descritte, svolgono elaborazioni accessorie che ampliano le elaborazioni possibili e facilitano l'interfaccia utente. Non esiste comunque un protocollo univoco per l'acquisizione e la gestione dei dati, per cui la gestione delle reti è subordinata ai sistemi sviluppati da ciascuna ditta produttrice. A titolo di esempio, si sottolinea che in caso di reti estese e complesse la gestione di soglie di allertamento o allarme deve essere affidata a sistemi esperti che comunque non eliminano la necessità di un controllo da parte di operatori qualificati. La gestione degli allarmi, considerando gli effetti che possono produrre ad esempio nel campo della Protezione Civile, non possono essere totalmente gestiti in maniera automatica.

La manutenzione dei sistemi di monitoraggio idrometeorologico, benché considerata di secondaria importanza, risulta invece fondamentale ed irrinunciabile per garantire una buona efficienza delle reti.

Di norma viene articolata in due voci: manutenzione ordinaria (o preventiva) e straordinaria (o correttiva). La manutenzione ordinaria consente di tenere in piena efficienza il sistema, anche in assenza di guasti; si articola in genere in uno o due controlli l'anno con la sostituzione delle parti soggette ad usura, pulizia dei sensori, verifica della funzionalità delle stazioni e dei sistemi di alimentazioni. Essendo gli impegni definibili a priori, il costo della manutenzione ordinaria è prevedibile e stabilito in sede di contratto.

La manutenzione straordinaria attivata dal gestore del sistema a seguito di guasti o malfunzionamenti deve consentire il ripristino funzionale in tempi tanto più brevi quanto più strategico è il ruolo della rete di misura. Ovviamente tempi di intervento molto brevi comportano costi crescenti oltre a quelli derivanti dalla sostituzione delle parti guaste del sistema. Il contratto deve prevedere quindi le voci di costo, la loro quantificazione economica, il listino prezzi delle parti di ricambio ma non può prevedere una cifra predefinita per cui lo stanziamento dovrà essere effettuato a consuntivo al termine del periodo contrattuale. Le voci che più ricorrono nella manutenzione straordinaria sono legate a furti e vandalismi cui sono soggette le stazioni di monitoraggio e i guasti indotti da fulmini.

La fornitura, la installazione ed il mantenimento di una rete di monitoraggio idrometeorologico, comprendendo attività diversificate, è quindi un'operazione complessa che deve essere gestita con contratti molto chiari che identifichino in maniera univoca i rapporti tra committente e fornitore. Per queste ragioni è necessario definire tali rapporti

tramite un capitolato speciale d'appalto che è attualmente in corso di redazione da parte degli Uffici regionali. Il capitolato, che non differisce dallo schema generale dei capitolati in uso, prende in considerazione in dettaglio tutti gli aspetti sintetizzati in questo paragrafo ma ovviamente dovrà essere adattato alle situazioni specifiche in cui si andrà ad operare.