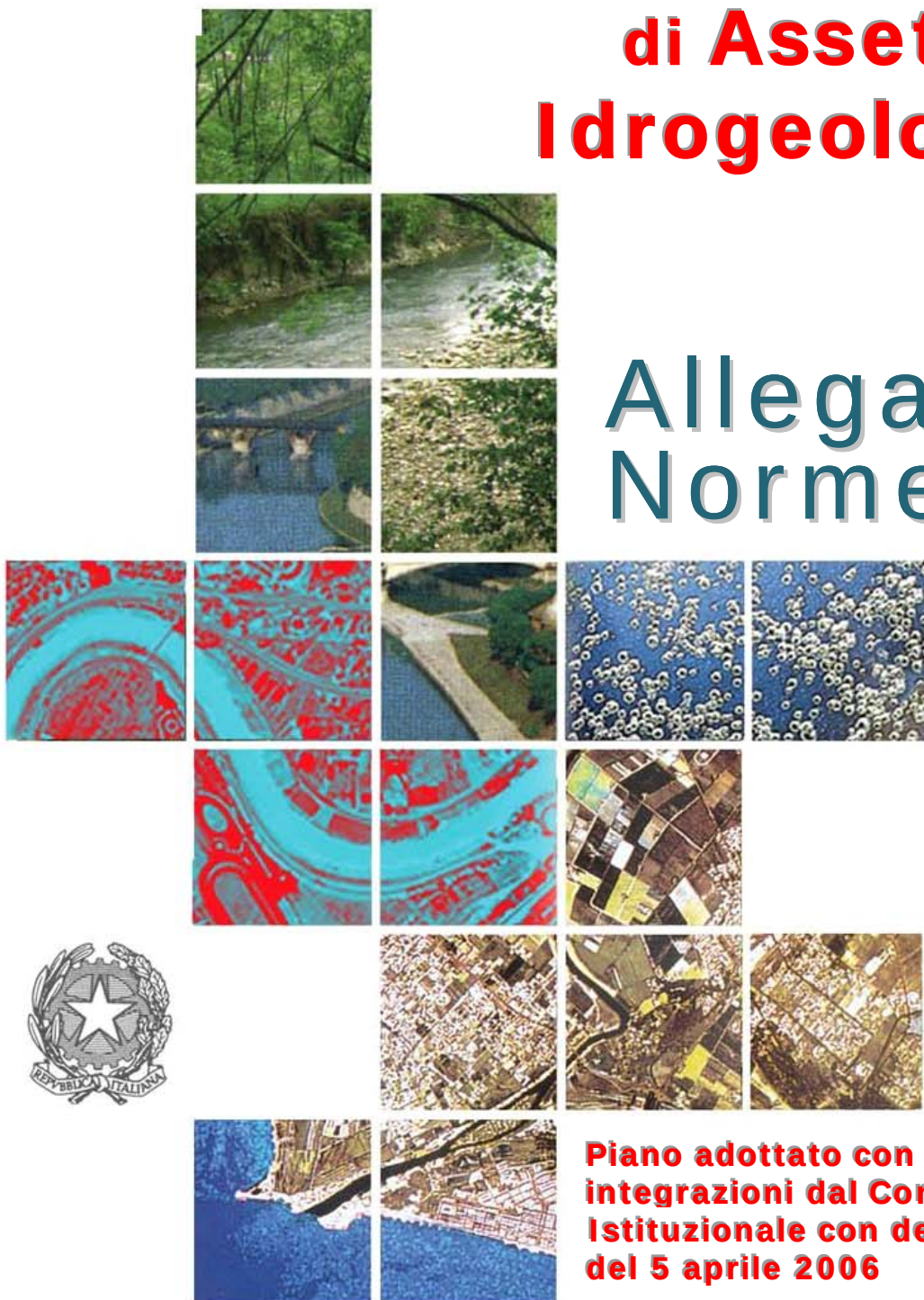


Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico

Allegati Norme



**Piano adottato con modifiche ed
integrazioni dal Comitato
Istituzionale con delibera n. 114
del 5 aprile 2006**

**Autorità di Bacino
del Fiume Tevere**





AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME TEVERE

Il Segretario Generale

Ing. Roberto GRAPPELLI

Progetto di Piano stralcio per l'assetto idrogeologico

Coordinamento: Dott. Alfredo DI DOMENICANTONIO

Il Comitato Tecnico (agosto 2002)

ing. Leandro BENINCASI, ing. Raimondo BESSON, arch. Roberto CECCHI, arch. Rosina DE PICCOLI, ing. Francesco GUBERNALE, dott. Endro MARTINI, ing. Ettore RICCI, ing. Angelo VITERBO, arch. Tiziana CIANFA, dott. Luigi DEL SORDO, ing. Luigi GIANGROSSI, prof. Roberto GUERCIO, dott. Giovanni GUERRIERI, prof. Gianmarco MARGARITORA, prof. Antonello STELLA, ing. Cesare VIGNOLI, ing. Oriella ZANON

Piano stralcio per l'assetto idrogeologico

Coordinamento: Ing. Carlo FERRANTI

Il Comitato Tecnico (aprile 2006)

ing. Leandro BENINCASI, ing. Paola BERTUCCIOLI, ing. Giorgio CESARI, dott. Raniero DE FILIPPIS, ing. Giovanni GUGLIELMI, ing. Giorgio A. GULLOTTA, ing. Luciano MARCHETTI, ing. Giorgio OCCHIPINTI, dott. Vincenzo PASQUINI, ing. Ettore RICCI, dott. Fabio TANCREDI, ing. Angelo VITERBO, ing. Alberto BURGHIGNOLI, arch. Giuliano CERVI, prof. Alberto CLEMENTI, ing. Angelo D'ERAMO, prof. Roberto GUERCIO, ing. Mauro LASAGNA, prof. Gianmarco MARGARITORA, ing. Fausto MARTINELLI, dott. Endro MARTINI, ing. Roberto MUSSAPI, dott.ssa Ester RENELLA, ing. Cesare VIGNOLI

A cura della Segreteria Tecnico-Operativa

Indice

Procedura di individuazione, delimitazione e valutazione delle situazioni di rischio da frana

Linee guida per la valutazione della fattibilità, della economicità e dell'inserimento ambientale degli interventi in situazioni di rischio per frana

Procedura per la definizione delle fasce fluviali e delle zone di rischio

Procedura per la definizione dell'idrogramma di progetto della piena di riferimento

Linee guida per la individuazione e definizione degli interventi di manutenzione delle opere idrauliche e di mantenimento dell'efficienza idraulica della rete idrografica

Linee guida per la predisposizione del piano comunale di protezione civile



AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME TEVERE

Allegato

Procedura di individuazione, delimitazione e valutazione delle situazioni di rischio da frana

- 1 Delimitazione dell'area oggetto di studio: identificazione dei versanti elementari
- 2 Produzione della carta inventario dei movimenti franosi: analisi multi-temporale della franosità
 - 2.1 Classificazione delle frane
 - 2.2 Cartografia
- 3 Valutazione delle condizioni di pericolosità da frana
 - 3.1 Frequenza ed intensità
 - 3.2 Scenari evolutivi: definizione delle situazioni di rischio da frana
 - 3.3 Definizione della pericolosità da frana
- 4 Valutazione della vulnerabilità
 - 4.1 Individuazione degli elementi a rischio
 - 4.2 Stima del danno atteso
- 5 Valutazione del rischio
 - 5.1 Rischio specifico
 - 5.2 Rischio totale
- 6 Bibliografia

Procedura di individuazione, delimitazione e valutazione delle situazioni di rischio da frana

La presente metodologia ha come obiettivo la perimetrazione delle aree soggette a rischio da frana e la valutazione preliminare dei livelli di rischio, così come richiesti dalla Legge 267/98. La metodologia si basa sull'osservazione dello "stato della natura", ed utilizza tecniche e strumenti propri dell'analisi geomorfologica, applicata allo studio delle condizioni dei versanti ed alla stima della loro evoluzione spaziale e temporale.

La metodologia si basa su di una procedura che mira a definire le condizioni di pericolosità, a stimare il rischio specifico per le classi di elementi a rischio presenti nell'area oggetto d'indagine, ed a definire (anche se in modo qualitativo) le condizioni di rischio totale.

Tra gli elementi a rischio devono essere anche considerati gli elementi che potrebbero essere realizzati a seguito della attuazione di previsioni urbanistiche.

La procedura, sviluppata dal CNR-IRPI di Perugia prevede le seguenti fasi:

- Delimitazione dell'area oggetto di studio;
- Produzione della carta inventario dei movimenti franosi;
- Identificazione delle aree a rischio da frana;
- Valutazione delle condizioni di pericolosità da frana;
- Individuazione degli elementi a rischio;
- Valutazione della vulnerabilità e del danno atteso;
- Valutazione delle condizioni di rischio specifico;
- Stima del rischio totale.

§ 1 Delimitazione dell'area oggetto di studio: identificazione dei versanti elementari

Propedeutica alla valutazione delle condizioni di pericolosità e della stima del rischio da frana è la definizione dell'estensione dell'area oggetto di studio. Data una località ("sito") da investigare (un centro abitato, una frazione, un tratto di strada o di altra infrastruttura, ecc.), nel suo intorno deve essere delimitata in modo chiaro l'area oggetto di studio. La delimitazione dell'area d'indagine ha lo scopo di definire in modo esplicito ed univoco l'estensione del territorio all'interno del quale viene applicata la metodologia per l'individuazione delle condizioni di rischio da frana.

Considerato che i movimenti franosi avvengono (in prevalenza) all'interno dei versanti, ossia in aree morfologiche comprese fra crinali e linee di drenaggio, è ragionevole delimitare l'area oggetto di studio utilizzando semplici criteri morfologici. Più in dettaglio, nell'intorno dell'area da investigare e sulla base della presenza di spartiacque (displuvi) e di linee di drenaggio (impluvi) vengono definiti uno o più versanti elementari. I versanti elementari debbono contenere tutti i movimenti franosi (ossia le condizioni di possibile pericolo di frana) osservati nelle vicinanze della località oggetto d'indagine, o che comunque possono interferire con gli elementi a rischio (abitazioni, edifici, strade, strutture, infrastrutture, ecc.) posti nella località oggetto d'indagine. L'individuazione dei crinali e degli impluvi che bordano i versanti elementari avviene di preferenza attraverso la lettura di carte topografiche di scala opportuna (le CTR a scala 1:10.000), od attraverso l'analisi di fotografie aeree a grande e media scala. Il numero e l'estensione dei versanti elementari varia in funzione della morfologia locale, delle caratteristiche litologiche e geologiche del territorio, nonché del numero e della tipologia dei movimenti franosi osservati (od attesi).

§ 2 Produzione della carta inventario dei movimenti franosi: analisi multi-temporale della franosità

Definita l'area all'interno della quale applicare la metodologia (uno o più versanti elementari), è necessario conoscere la distribuzione spaziale delle frane. Ciò è giustificato dall'osservazione che le frane tendono a ripetersi (nel tempo) là dove (nello spazio) si sono verificate in passato, in corrispondenza o nelle vicinanze di altri movimenti franosi, o comunque negli stessi ambiti geomorfologici. La conoscenza della franosità passata è quindi propedeutica per la stima delle condizioni attuali e future di pericolosità da frana di un territorio (Carrara et al., 1999; Guzzetti et al., 1999a).

La definizione quantitativa (e per quanto possibile oggettiva) della distribuzione spaziale delle frane passa attraverso la realizzazione di una carta inventario. Per realizzare le carte inventario possono essere utilizzate diverse tecniche, fra cui quelle proprie dell'interpretazione foto-geologica e foto-geomorfologica, integrate da indagini di campagna (anche puntuali), e dallo studio dei documenti esistenti in letteratura sulle aree oggetto d'indagine (Guzzetti et al., 1999b). Per la realizzazione di carte inventario basate su tecniche foto-geologiche particolarmente importante è la disponibilità di fotografie aeree di età e scala diverse (a titolo esemplificativo si riporta in Tabella 1 la sequenza dei voli utilizzati nella stima del rischio da frana in Umbria).

Tutti i voli disponibili per la località oggetto d'indagine debbono essere reperiti ed analizzati in modo coordinato. L'analisi di più voli di fotografie aeree, integrata da informazioni bibliografiche, d'archivio o cronachistiche, nonché dalle informazioni raccolte durante i sopralluoghi ed i rilevamenti di campagna, permette di realizzare una carta inventario multi-temporale dei movimenti franosi. Tale mappa consiste in una serie di carte inventario, geometricamente coerenti fra di loro, e che riportano tutte le frane visibili (riconosciute) e cartografabili alla data delle (diverse) fotografie aeree utilizzate per l'interpretazione, o riconosciute direttamente sul terreno durante le indagini di campagna.

Tabella 1 – Caratteristiche dei voli di fotografie aeree utilizzati per la stima del rischio da frana in 32 centri abitati dell'Umbria

Volo	Scala	Anno	Copertura
a IGM – storico	1:20.000 ca.	1941	Porzioni di territorio regionale
b GAI	1:33.000 ca.	1954-55	Intero territorio regionale
c Colore R.U.	1:13.000 ca.	1977	Intero territorio regionale
d IGM	1:36.000 ca.	1994	Umbria sud-occidentale
e Volo Italia	1:73.000 ca.	1994	Intero territorio regionale
f Evento Neve	1:20.000 ca.	1997	Umbria centrale
g Sisma 97	1:13.000 ca.	1997	Comuni colpiti dagli eventi sismici del 1997

2.1 Classificazione delle frane

Per la realizzazione della carta inventario multi-temporale è necessario avvalersi di una classificazione delle frane idonea allo scopo dell'indagine e congruente con le tecniche e gli strumenti impiegati nell'acquisizione delle informazioni sui movimenti franosi. La classificazione delle frane viene effettuata in base:

- alla tipologia della frana;
- all'età (stimata o nota) della frana;
- allo stato di attività (stimato o noto) della frana;

- alla profondità (stimata o nota) della frana;
- alla velocità (presunta) di movimento; ed
- al grado di certezza nel riconoscimento e nella mappatura della frana.

Per la definizione della tipologia della frana si può fare riferimento alle raccomandazioni del WP/WLI (1990, 1993) e di Cruden e Varnes (1994).

L'età della frana è definita come recente, antica o molto antica. Le frane recenti sono quelle riconosciute come “fresche” nelle fotografie aeree riprese nel 1941 o nel 1954-55, le frane di neo-formazione o le riattivazioni (anche parziali) osservate nelle fotografie più recenti, e le frane osservate direttamente in campagna durante i sopralluoghi. Le frane antiche sono quelle che presentano evidenze morfologiche riconoscibili nelle fotografie aeree del volo del 1954-55 ma che non mostrano segni riconoscibili di evoluzione morfologica nelle fotografie aeree successive al 1954-55. Le frane molto antiche sono quelle che presentano forme morfologiche relitte, più o meno profondamente smantellate dall'attività erosiva. Si tratta di frane nella maggior parte di grandi dimensioni e che coinvolgono volumi notevoli, la cui messa in posto è riferibile probabilmente a condizioni climatiche o sismiche particolarmente severe e diverse dalle attuali.

Il grado di attività di una frana dovrebbe essere valutato sulla base della conoscenza oggettiva delle reali condizioni di movimento del dissesto (WP/WLI 1993). Data la scala del lavoro, l'estensione delle aree oggetto d'indagine, ed il numero di frane in esse presenti, nonché la generale mancanza di misure quantitative sui movimenti, il grado di attività delle frane viene stimato sulla base delle evidenze morfologiche del dissesto, ed in particolare analizzando in modo sistematico i cambiamenti osservati dalla lettura di più voli di fotografie aeree e durante le indagini di campagna. Le informazioni sull'attività comprendono la descrizione:

della distribuzione dell'attività (la valutazione della tendenza evolutiva in senso spaziale del dissesto);

dello stile dell'attività (la possibile combinazione e ripetizione di più meccanismi di movimento nell'ambito della stessa frana); e

dello stato di attività (il grado di evoluzione temporale del dissesto) descritto come attivo s.s. (frana continua e stagionale); sospeso e ricorrente; quiescente; stabilizzato o relitto.

In particolare:

- il termine frana attiva s.s., continua e stagionale, è utilizzato per classificare i movimenti franosi osservati durante i rilevamenti ed i sopralluoghi di campagna (movimenti avvenuti quindi nell'arco dell'ultimo ciclo stagionale), e per i quali si hanno chiare evidenze di movimenti in atto.
- il termine frana attiva sospesa e ricorrente è utilizzato per classificare le frane per le quali esistono chiare evidenze di movimenti in atto identificabili dalla lettura delle fotografie aeree più recenti fra quelle disponibili.
- il termine frana quiescente è utilizzato per classificare le frane osservate unicamente nelle fotografie aeree del 1954-55, e che non presentano segni apprezzabili di movimento rilevabili da osservazioni dirette di campagna o dalla lettura delle fotografie aeree più recenti.
- il termine frana stabilizzata o relitta è utilizzato per classificare le frane occorse in condizioni climatiche o geomorfologiche diverse dalle attuali, e per i quali è improbabile una riattivazione completa (totale) nelle attuali condizioni climatiche, sismiche e morfologiche.

Qualora esistano dati strumentali che provano la presenza di movimenti non osservabili in campagna o con tecniche foto-geologiche, tali informazioni potranno essere utilizzate per classificare una frana come attiva s.s., continua e stagionale, o come attiva, sospesa e ricorrente.

La profondità di scivolamento della frana è valutata sulla base della stima dei volumi coinvolti nel movimento. La stima del volume della frana è empirica, e basata su considerazioni morfologiche relative alla zona di distacco ed al deposito di frana. Vengono distinte le frane profonde, generalmente di grande estensione e che coinvolgono volumi considerevoli, e le frane superficiali, generalmente di piccole dimensioni.

La velocità di movimento (presunta) è dedotta dalla tipologia di movimento. Le frane vengono suddivise in: movimenti a cinematica lenta (gli scorrimenti rotazionali o traslativi, gli scorrimenti-colata e le colate, sia superficiali che profonde); movimenti a cinematica rapida (le colate di terra e di detrito), ed i movimenti a cinematica veloce (i crolli, i ribaltamenti, gli scivolamenti in roccia).

Il grado di certezza di una frana è valutato in base all'evidenza degli elementi morfologici caratteristici del dissesto. La forma concavo-convessa, la presenza di una scarpata ad andamento concavo verso valle, la presenza di gradonature, contropendenze ed ondulazioni nel versante e di locali deviazioni nell'andamento dei corsi d'acqua, sono alcuni dei caratteri morfologici che consentono di identificare con certezza la presenza di una frana. Dove questi indicatori geomorfologici sono chiaramente riconoscibili le frane sono classificate come certe. Al contrario, dove le evidenze morfologiche non sono chiare o comunque univoche le frane sono classificate come incerte.

2.2 Cartografia

Tutte le informazioni raccolte attraverso l'interpretazione dei diversi voli di fotografie aeree (cfr. Tabella 1), ottenute durante i sopralluoghi ed i rilevamenti di campagna, od acquisite attraverso l'analisi critica dei documenti esistenti, vengono riportate (cartografate) a scala 1:10.000, utilizzando come base topografica la Carta Tecnica Regionale (CTR) o, dove questa non è disponibile, un prodotto di scala equivalente (le ortofotocarte). E' importante che la base cartografica utilizzata per il riporto delle informazioni sia ragionevolmente aggiornata (recente) e che contenga informazioni altimetriche (ed in particolare curve di livello) dettagliate ed affidabili. E' altresì importante che le altre informazioni sullo "stato della natura" (litologiche, sull'uso del suolo, ecc.) e sulla distribuzione degli elementi a rischio siano cartografate su mappe compatibili, per scala e dettaglio, con le carte utilizzate per il riporto delle informazioni sui movimenti franosi.

§ 3 Valutazione delle condizioni di pericolosità da frana

La pericolosità da frana, come quella di altri fenomeni naturali potenzialmente distruttivi, è definita come la probabilità che un fenomeno potenzialmente distruttivo di intensità (o magnitudo) data si verifichi in un dato periodo di tempo ed in una data area (Varnes, 1984). La pericolosità da frana è quindi la probabilità di occorrenza di un movimento franoso (nello spazio e nel tempo) riferita ad una determinata intensità (o magnitudo) di dissesto (Hartlén e Viberg, 1988; Canuti e Casagli, 1994; Carrara et al., 1999; Guzzetti et al., 1999).

La valutazione completa ed esaustiva della pericolosità da frana richiede più di una previsione, ed in particolare:

- Una previsione spaziale, ossia la definizione di dove una frana potrà verificarsi;
- Una previsione temporale, ossia la definizione di quando la frana si verificherà;
- Una previsione tipologica, ossia la definizione del tipo di frana che si potrà verificare;
- Una previsione di intensità, ossia la definizione della “magnitudo”, del volume e dell'estensione della frana che si potrà verificare; ed
- Una previsione evolutiva, ossia la definizione del possibile scenario evolutivo del dissesto.

3.1 Frequenza ed intensità

La definizione di pericolosità incorpora i concetti di frequenza e di intensità del fenomeno. La frequenza si riferisce alla ricorrenza temporale dell'evento di frana. E' possibile ottenerla attraverso informazioni storiche (serie storiche), in genere molto difficili da reperire in modo completo od anche solo sistematico, sia per singole frane che per gruppi di frane od aree in frana.

La presente procedura prevede di valutare la frequenza (o ricorrenza) dei fenomeni franosi attraverso lo studio multi-temporale dei dissesti, sulla base di una dettagliata analisi di fotografie aeree riprese in epoche diverse nell'arco degli ultimi 50 anni (cfr. Tabella 1 e Capitolo 2). Più in dettaglio per ogni volo di fotografie aeree disponibile (e per la stessa area) viene prodotta una carta inventario dei movimenti franosi che riporta tutte le modificazioni e le evoluzioni delle frane. Le frane singole, i gruppi di frane o le porzioni di versante (aree a rischio) interessate da uno o più dissesti vengono quindi classificate in base al numero di eventi riconosciuti nel periodo d'osservazione (50 anni circa). Per convenienza vengono definite 4 classi di frequenza (bassa = 1 evento, media = 2 eventi, alta = 3 eventi, e molto alta > di 3 eventi in circa 50 anni).

Al contrario di quanto avviene per altri eventi naturali potenzialmente distruttivi, come ad esempio i terremoti, per le frane non esiste una misura univoca e riconosciuta dell'intensità o della magnitudo. E' tuttavia possibile affermare che l'intensità di una frana esprime la capacità distruttiva del fenomeno e dipende dalle caratteristiche fisiche (cinematiche) e geometriche (volumetriche) della frana. In prima approssimazione, l'intensità della frana può quindi essere considerata funzione del proprio volume e della velocità di movimento.

$$I = f(d, v)$$

dove I è l'intensità, d è il volume stimato e v è la velocità presunta della frana. Si preferisce qui il termine intensità a quello di *magnitudo* per similitudine con quanto consolidato in campo sismico, dove l'intensità è una misura empirica degli effetti di un terremoto, correlata alla magnitudo che misura in modo oggettivo la dimensione dell'evento sismico. L'intensità della frana, così come è stata definita, è una misura empirica, e non rigorosamente quantitativa, dell'evento di frana.

La procedura prevede di assegnare a ciascuna frana valori di intensità basati sulla stima della velocità e del volume della frana. La velocità di movimento (presunta) è funzione delle caratteristiche tipologiche della frana. Il volume della frana è a sua volta funzione dell'estensione, della profondità stimata e della tipologia del dissesto. Per gli scorrimenti il volume è ricavato dall'estensione e dalla profondità dell'area in frana, mentre per i crolli dipende dalla dimensione massima (presunta) di un singolo blocco, ricavata preferibilmente da osservazioni di campagna. Le classi di volume sono ricavate a partire da quelle definite nell'Allegato Tecnico alla Legge 267/98, specificando più in dettaglio i volumi inferiori a 10.000 m³, ed introducendo una classe apposita per i volumi largamente superiori a 500.000 m³.

Tabella 2 - Definizione speditiva dell'intensità della frana basata sulla stima del volume della frana attesa e sulla velocità presunta di movimento.

		Velocità presunta		
		Frane veloci (cadute massi)	Frane rapide (colate di detrito)	Frane lente (scorrimenti s.l.)
Volume (m ³)	< 0,001	Lieve		
	< 0,5	Media		
	> 0,5	Elevata		
	< 500	Elevata	Lieve	
	500-10.000	Elevata	Media	Lieve
	10.000-500.000	Molto Elevata	Elevata	Media
	> 500.000		Molto Elevata	Elevata
	>> 500.000			Molto Elevata

3.2 Scenari evolutivi: definizione delle situazioni di rischio da frana

La procedura prevede di definire la pericolosità in termini di possibile evoluzione dei movimenti franosi osservati nell'arco degli ultimi 50 anni. Questo comporta l'individuazione del possibile scenario evolutivo del dissesto, ossia la stima della possibile distanza di propagazione, di retrogressione e di espansione laterale del singolo movimento franoso, o di gruppi di frane simili per tipologia ed intensità, in caso di una loro rimobilitazione parziale o totale o di occorrenza di nuove frane.

La definizione degli scenari evolutivi per ciascuna frana, o gruppo di frane simili per tipologia ed intensità, avviene a partire dalla carta inventario multi-temporale. Definita la distribuzione spaziale e la tipologia delle frane (nella carta inventario), e le caratteristiche necessarie a definire la pericolosità dei movimenti franosi (tipologia, frequenza ed intensità), si delimita (perimetro) attorno a ciascuna frana (od a ciascun gruppo di frane) un'area di possibile evoluzione del dissesto esistente (area a rischio). La perimetrazione dell'area a rischio viene effettuata sulla base di considerazioni geomorfologiche sulla possibile (o probabile) evoluzione della frana (o delle frane) legata in particolare allo stile ed alla distribuzione dell'attività. Lo scenario definisce quindi l'area di possibile (o probabile) "espansione" dei movimenti franosi esistenti o dell' "occorrenza" di nuove frane, in base alla intensità e tipologia del movimento, al grado e tipo di attività dei dissesti presenti, alla morfologia del versante, ed alle condizioni litologiche locali.

Le aree di possibile evoluzione delle frane sono definite su basi geomorfologiche e non puramente geometriche, e comprendono sia l'area attualmente riconosciuta (cartografata) in frana, sia le zone di possibile influenza, diretta od indiretta, della frana stessa. Per le frane a cinematica (prevalentemente) lenta, come gli scorrimenti, gli scorrimenti-colata e le colate lente, le aree di possibile evoluzione sono generalmente limitate alle immediate vicinanze delle frane esistenti. L'evoluzione di questi dissesti, anche se continua, è generalmente lenta e relativamente prevedibile (nello spazio). Nel caso di movimenti franosi molto estesi e verificatisi in condizioni morfologiche, climatiche o sismiche diverse dalle attuali (frane relitte), le aree di possibile evoluzione possono coincidere con un intero versante elementare. Per le frane a cinematica rapida (colate di detrito o di terra) le aree di possibile evoluzione delle frane esistenti coincidono con gli impluvi di ordine inferiore. Infine, per le frane a cinematica veloce (crolli, cadute massi, ribaltamenti,

scivolamenti in roccia) le aree di possibile evoluzione comprendono le pareti rocciose od i tratti di versanti molto acclivi, e le sottostanti aree di accumulo di detrito (talus e coni detritici).

La definizione delle aree di possibile evoluzione delle frane esistenti è un'operazione che implica assunzioni, inferenze e semplificazioni in particolare da parte dell'operatore (geomorfologo, foto-interprete). L'operazione presenta quindi un certo grado di soggettività ed incertezza. Va notato che il grado d'incertezza nella mappatura dei movimenti franosi e quella sulla definizione dell'area di una loro possibile evoluzione sono differenti. Mentre l'area in frana è identificata attraverso l'analisi foto-interpretativa multi-temporale e confermata dai controlli di campagna o da altre informazioni, le aree di possibile evoluzione dei dissesti esistenti sono definite sulla base di considerazioni prevalentemente geomorfologiche, valutando in modo empirico la possibile tendenza evolutiva dei movimenti franosi presenti nell'area oggetto di studio. L'affidabilità della procedura in questo caso è legata essenzialmente alla competenza ed esperienza degli operatori.

3.3 Definizione della pericolosità da frana

La pericolosità è funzione della frequenza (o ricorrenza) dei movimenti franosi e della loro intensità.

$$P = f(F, I)$$

Dove, P è la pericolosità, F è la frequenza ed $I = f(d, v)$ è l'intensità (cfr. capitolo 3.1). Definite la frequenza e l'intensità di frana, e stabiliti gli scenari evolutivi è possibile valutare, per ciascuna situazioni di rischio di frana, il livello di pericolosità. Ciò può essere fatto utilizzando la matrice di correlazione di Tabella 3, che definisce le classi di pericolosità sulla base dei valori di intensità (in 4 classi) e di frequenza (in 4 classi).

Tabella 3 - Definizione della pericolosità da frana sulla base dei valori di intensità (in 4 classi, 1, 2, 3 e 4) e di frequenza (in 4 classi, 10, 20, 30 e 40)

		Intensità			
		1 (lieve)	2 (media)	3 (elevata)	4 (molto elevata)
Frequenza	10 (bassa)	11	12	13	14
	20 (media)	21	22	23	24
	30 (alta)	31	32	33	34
	40 (molto alta)	41	42	43	44

I valori di pericolosità definiti utilizzando la Tabella 3 sono degli indici (di pericolosità) costituiti da due cifre. La cifra corrispondente alle unità (a destra) indica il livello di intensità, mentre la cifra corrispondente alle decine (a sinistra) indica la frequenza degli eventi. In questo modo un'area a rischio da frana con indice di pericolosità pari ad 11 è caratterizzata da una intensità lieve (1) ed una frequenza bassa (10). Allo stesso modo, un'area a rischio da frana con indice di pericolosità pari ad 32 è caratterizzata da una intensità media (2) ed una frequenza alta (30). E' importante ricordare che i valori attribuiti alle classi di intensità (1, 2, 3, 4) e di frequenza (10, 20, 30 e 40) non hanno valore assoluto, potrebbero essere in effetti sostituiti da lettere (ad esempio a, b, c, d per l'intensità e L, M, N, O per la frequenza). L'utilizzo di un sistema ad indici *posizionali* per esprimere i livelli di pericolosità consente di mantenere traccia nell'indice dei livelli (classi) di frequenza

ed intensità utilizzati. L'indice permette anche di confrontare le pericolosità indotte da frane di tipologia differente.

E' importante notare che mentre per i casi estremi della tabella (indici 11 e 44) è possibile definire delle gerarchie assolute di pericolosità (sicuramente un'area classificata con indice di pericolosità 11 (bassa intensità e bassa frequenza) ha una pericolosità inferiore ad un' area classificata 44 (intensità e frequenza entrambe elevate)), altrettanto non è possibile dire per alcune delle classi intermedie. Non è infatti immediato che un'area classificata con indice di pericolosità 31 (intensità bassa e frequenza elevata) è più pericolosa di un'area classificata con indice di pericolosità 13 (intensità alta e frequenza bassa).

La procedura sviluppata ha lo scopo di definire la pericolosità all'interno delle aree di possibile evoluzione delle frane esistenti, riconosciute e cartografate. La pericolosità viene quindi valutata solamente all'interno delle aree di possibile evoluzione dei dissesti, mentre nulla viene detto sulle condizioni di pericolosità delle aree che, pur ricadendo all'interno di un versante elementare, sono esterne ad un'area di possibile evoluzione della frana. In tali aree, frane minori, ed in particolare frane superficiali, potranno comunque verificarsi, anche se con frequenza presumibilmente bassa, inferiore a quella rilevata nelle aree in frana presenti nel versante elementare.

Valutazioni areali della pericolosità, per l'intera area oggetto d'indagine od addirittura per un intero territorio comunale o provinciale, possono essere effettuate utilizzando tecniche d'indagine diverse da quelle applicate dalla procedura proposta (carte di densità, modelli di pericolosità statistici, modelli deterministici - cfr. Carrara et al., 1995; Guzzetti et al., 1999a; 1999b).

L'Autorità di bacino del fiume Tevere ha prodotto nell'ambito del PAI la Carta "Indice di franosità totale" che caratterizza l'incidenza statistica delle frane per litologia e sottobacini.

§ 4 Valutazione della vulnerabilità

La vulnerabilità è definita come la *probabilità che un elemento a rischio subisca un danno al verificarsi di una frana di intensità nota* (Einstein, 1988; Canuti e Casagli, 1994). E' il danno atteso per un elemento a rischio a seguito del verificarsi di una frana (di intensità data). La vulnerabilità dipende, ed è quindi funzione della tipologia, dello stato e dalla posizione dell'elemento a rischio, e delle caratteristiche tipologiche, cinematiche e geometriche del movimento franoso che lo colpisce. E' quindi possibile scrivere:

$$V = f(E, Q)$$

Dove V è la vulnerabilità, E l'insieme delle caratteristiche degli elementi a rischio e Q l'insieme delle caratteristiche della frana attesa.

La valutazione della vulnerabilità presuppone quindi:

- L'individuazione degli elementi a rischio; e
- La stima del loro grado di possibile danneggiamento.

4.1 Individuazione degli elementi a rischio

Gli elementi soggetti (eventualmente) al rischio da frana sono costituiti dalle strutture ed infrastrutture, dalle attività socio-economiche e dalla popolazione presente nell'area oggetto dell'indagine.

Secondo quanto previsto dall'Allegato Tecnico alla Legge 267/98 le informazioni relative agli elementi a rischio, ivi comprese quelle derivanti dalle previsioni urbanistiche, devono essere raccolte in una *carta*

degli insediamenti, delle attività antropiche e del patrimonio ambientale di particolare rilievo. Tale cartografia può essere realizzata, ove le informazioni siano disponibili, attraverso la sovrapposizione di più livelli informativi provenienti da aggiornate cartografie topografiche, catastali o tematiche. Dove le informazioni sugli elementi a rischio non sono disponibili o non sono sufficienti (per quantità, qualità o risoluzione), la mappa degli elementi vulnerabili può essere realizzata utilizzando una metodologia speditiva, basata sulla lettura attenta delle cartografie topografiche di dettaglio esistenti (CTR a scala 1:10.000), integrata dall'analisi delle fotografie aeree più recenti fra quelle disponibili per ciascuna area oggetto d'indagine, e da controlli speditivi in campagna. E' importante ribadire che le mappe utilizzate per il riporto delle informazioni relative agli elementi a rischio (posizione, estensione, tipo d'elemento) debbono essere per quanto possibile coerenti e compatibili, per scala e dettaglio, con le carte utilizzate per il riporto delle informazioni sui movimenti franosi. La mancata coerenza geometrica fra i diversi livelli informativi può inficiare (anche totalmente) i risultati del confronto fra la distribuzione spaziale delle frane e quella degli elementi a rischio.

Per la classificazione degli elementi a rischio può essere utilizzata una legenda semplificata, come quella di Tabella 4.

Tabella 4 – Tipologie di elementi a rischio (per edifici ed infrastrutture) utilizzate nella redazione della carta degli elementi a rischio in Umbria.

Sigla	Classe di elementi a rischio
ED	Centri abitati ad alta densità abitativa
ER	Centri abitati a bassa densità abitativa e case sparse
EP	Industrie
A	Allevamenti zootecnici
EA	Infrastrutture sportive
CV	Cave e discariche
VP	Strade principali di grande comunicazione, autostrade, strade statali
VS	Strade secondarie, di tipo provinciali e comunali
VI	Strade secondarie, vicinali, poderali ed interpoderali
EF	Linee ferroviarie
C	Cimiteri

Oltre agli elementi a rischio elencati nella Tabella 4, deve essere considerata anche la presenza di popolazione eventualmente (potenzialmente) a rischio da frana. In condizioni ottimali ciò può essere fatto conoscendo in modo quantitativo la distribuzione (nello spazio e nel tempo) della popolazione, e l'utilizzo delle infrastrutture (strade, ferrovie, ecc.) da parte della popolazione stessa (Hungry et al., 1999). Non essendo tali dati generalmente disponibili, la vulnerabilità della popolazione può essere stimata sulla base della presenza di case, edifici civili, strade, ferrovie, ossia di elementi strutturali ed infrastrutturali utilizzati dalla popolazione. La popolazione è considerata quindi vulnerabile in quanto associata alla presenza di strutture ed infrastrutture. Il livello di vulnerabilità è stimato sulla base dell'utilizzo (stimato) delle strutture ed infrastrutture da parte della popolazione. Ad esempio, a parità di altre condizioni, una strada statale presenterà una vulnerabilità per la popolazione superiore di quella una strada comunale o poderali.

4.2 Stima del danno atteso

La procedura utilizza un criterio speditivo per la stima del danno atteso basato sulle relazioni esistenti tra l'elemento a rischio e l'intensità e tipologia della frana attesa. Per semplificare (ed in qualche misura

standardizzare) la stima del danno atteso è possibile utilizzare tabelle di correlazione (Tabella 5) che consentono di assegnare ad ogni elemento a rischio, sia esso un edificio, un'infrastruttura o la presenza di popolazione, uno specifico livello di danneggiamento sulla base dell'intensità dell'evento atteso ($I=f(d,v)$) e della tipologia della frana (crolli, colate di detrito, scorrimenti s.l.).

Nella Tabella 5 la stima del danno atteso agli edifici ed alle infrastrutture è basata su osservazioni dirette in campagna, su informazioni bibliografiche, e sull'analisi critica degli interventi realizzati a seguito di eventi franosi. Per quanto riguarda la popolazione il danno atteso è classificato in danno diretto (vittime e feriti), indiretto (socio-economico) o dovuto alla perdita dell'abitazione (sfollati, senza tetto). Danni diretti alla popolazione sono da attendersi in caso d'occorrenza di frane a cinematica veloce o rapida od a frane a cinematica lenta ma d'intensità molto elevata. Danni indiretti alla popolazione sono previsti quando il fenomeno franoso atteso può produrre danni funzionali o strutturali alle infrastrutture di pubblica utilità con ripercussioni socio-economiche a beni di pubblico interesse. Nel caso della perdita di abitazione dovuta a frane a cinematica lenta (con danni funzionali o strutturali agli edifici) sono da attendersi sfollati e senza tetto. La procedura prevede anche di stimare in prima approssimazione il numero di persone potenzialmente sottoposte alle condizioni di rischio da frana.

Tabella 5 – Stima del danno atteso per gli elementi a rischio (edifici, infrastrutture e popolazione). Legenda: E = danno estetico (100); F = danno funzionale (200), S = danno strutturale (300). Per le sigle relative alle classi di elementi a rischio si veda anche la Tabella 4.

			Elementi a Rischio									
			Edifici				Infrastrutture			Popolazione		
			ED	ER	EP	A	VP	VS	VI	Diretto	Indiretto	Sfollati
			E	E	E	E	E	E	E	No	No	No
Intensità	Lieve	Crolli	E	E	E	E	E	E	E	No	No	No
		Colate di detrito	E	E	E	E	E	F	F	No	No	No
		Scorrimenti s.l.	E	E	E	E	E	F	S	No	No	No
	Media	Crolli	F	F	F	F	F	F	F	Si	Si	Si
		Colate di detrito	F	F	F	F	F	F	F	Si	Si	Si
		Scorrimenti s.l.	E	E	F	F	F	S	S	No	Si	No
	Elevata	Crolli	S	S	S	S	S	S	S	Si	Si	Si
		Colate di detrito	S	S	S	S	S	S	S	Si	Si	Si
		Scorrimenti s.l.	S	S	S	S	S	S	S	No	Si	Si
	Molto elevata	Crolli	S	S	S	S	S	S	S	Si	Si	Si
		Colate di detrito	S	S	S	S	S	S	S	Si	Si	Si
		Scorrimenti s.l.	S	S	S	S	S	S	S	Si	Si	Si

§ 5 Valutazione del rischio

Per la valutazione del rischio da frana non esistono a tutt'oggi procedure o metodologie universalmente condivise (Carrara et al., 1995, Cruden e Fell, 1997; Einstein, 1988; Fell, 1994; Guzzetti et al., 1999a). E' tuttavia chiaro che per una corretta definizione delle condizioni di rischio da frana sono necessarie più competenze, fra cui quelle geologiche, geomorfologiche, ingegneristiche, urbanistiche, economiche, ecc. In generale tuttavia, sulla base di quanto fatto nella valutazione del rischio posto da altri

fenomeni naturali od antropici potenzialmente dannosi, il rischio da frana è definito (in termini probabilistici) come il prodotto fra la pericolosità (P, probabilità d'occorrenza della frana) e la vulnerabilità (V, probabilità che un elemento a rischio subisca un danno).

$$R = P \times V$$

In pratica, raramente è possibile definire la pericolosità e la vulnerabilità in termini rigorosamente probabilistici. Nonostante ciò è comunque possibile affermare che il rischio specifico, ovvero il rischio a cui è soggetto un bene (edifici, strade, infrastrutture, popolazione), è funzione della pericolosità ("stato della natura") e delle condizioni di vulnerabilità (danneggiamento atteso).

$$R_s = f(P, V)$$

Dove: R_s = rischio specifico, P = pericolosità, V = vulnerabilità.

5.1 Rischio specifico

La procedura prevede di definire i livelli di rischio specifico per ciascuno degli elementi a rischio (beni) ricadenti all'interno di una situazione di rischio (area di possibile evoluzione del dissesto, capitolo 3.2). La definizione del rischio si basa sui livelli di pericolosità da frana (capitolo 3.3) e sulla stima della vulnerabilità degli elementi a rischio (capitolo 4.2). Per sistematizzare la valutazione del rischio specifico la procedura prevede l'utilizzo di una tabella di correlazione (Tabella 6) che consente di assegnare ad ogni elemento a rischio il grado di rischio specifico sulla base della pericolosità e della vulnerabilità.

Tabella 6 – Definizione dei livelli di rischio specifico sulla base della pericolosità (16 classi, cfr. Tabella 3) e della vulnerabilità (3 classi, cfr. Tabella 5).

		Vulnerabilità		
		100 Danno estetico	200 Danno funzionale	300 Danno strutturale
Pericolosità	11	111	211	311
	12	112	212	312
	13	113	213	313
	21	121	221	321
	14	114	214	314
	22	122	222	322
	23	123	223	323
	31	131	231	331
	32	132	232	332
	24	124	224	324
	33	133	233	333
	41	141	241	341
	42	142	242	342
	34	134	234	334
	43	143	243	343
	44	144	244	344

I valori di rischio specifico definiti utilizzando la Tabella 6 sono degli indici costituiti da tre cifre. La cifra corrispondente alle unità (a destra) indica il livello di intensità della frana attesa, mentre la cifra corrispondente alle decine (al centro) indica la frequenza (stimata) dell'evento atteso. La cifra corrispondente alle centinaia (a sinistra) indica il livello di danneggiamento atteso, ossia la vulnerabilità. In questo modo una situazione di rischio da frana con indice (di rischio specifico) pari ad 111 è soggetta ad un frana di lieve

intensità (--1) e bassa frequenza (-1-), che produce un danno atteso basso, di tipo estetico (1--). Allo stesso modo, una situazione di rischio da frana con indice pari a 343 è soggetta ad una frana di alta intensità (--3) e con una frequenza molto alta (-4-), che produce un danno atteso molto elevato, di tipo strutturale (3--).

Anche in questo caso (cfr. Tabella 3) l'utilizzo di un sistema ad indici *posizionali* per esprimere i livelli di rischio specifico consente di mantenere traccia nell'indice dei livelli (classi) di frequenza, intensità e vulnerabilità utilizzati. E' importante notare che mentre per i casi estremi della tabella (indici 111 e 344) è possibile definire delle gerarchie assolute di rischio specifico (sicuramente un elemento che presenta un rischio specifico 111 (bassa intensità, bassa frequenza, danno estetico) ha un livello di rischio inferiore ad un elemento classificato 344 (intensità e frequenza elevate, e danno atteso di tipo strutturale)), altrettanto non è possibile fare per le classi intermedie.

L'utilizzo di un indice posizionale, per la definizione del rischio, consentendo di conoscere sempre i valori (livelli) dei diversi parametri utilizzati nella stima del rischio specifico (intensità, frequenza, vulnerabilità), si rileva particolarmente utile nella stima del rischio totale, come pure nella valutazione delle situazioni meritevoli di intervento e nella scelta (e calibrazione) delle tipologie d'intervento (vedi allegato alle Norme *“Linee guida per la valutazione della fattibilità, della economicità e dell'inserimento ambientale degli interventi in situazioni di rischio per frana”*).

5.2 Rischio totale

Definite le condizioni di rischio specifico per tutti i beni presenti in una situazione di rischio da frana è necessario, per avere una visione sinottica delle condizioni di rischio, stimare il valore del rischio totale per l'area oggetto d'indagine. La stima del rischio totale può essere effettuata in vari modi. La procedura sviluppata prevede di stimare il rischio totale utilizzando le quattro classi di rischio previste dall'Allegato Tecnico alla Legge 267/98 (livelli di rischio da R1 ad R4). Per passare dai valori di rischio specifico di ciascun elemento a rischio ad una delle 4 classi (R1, R2, R3, R4) di “rischio totale” sono state definite alcune semplici regole, riassunte nella Tabella 7.

Tabella 7 – Regole per l'attribuzione dei livelli di rischio previsti dall'Allegato Tecnico alla Legge 267/98.

Classe	Livello di rischio	Strutture ed infrastrutture	Popolazione
R1	Moderato	Danni marginali socio-economici ed al patrimonio ambientale	Nessun danno
R2	Medio	Danni estetici (minori) agli edifici, estetici e funzionali alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale	Nessun danno
R3	Elevato	Danni funzionali e strutturali agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale	Sfollati e senza tetto (perdita di abitazione), danni alle attività socio-economiche (indiretti)
R4	Molto elevato	Danni funzionali e strutturali agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale	Vittime, feriti, sfollati, senza tetto, danni alle attività socio-economiche

§ 6 BIBLIOGRAFIA

Carrara A., Cardinali M., Guzzetti F. e Reichenbach P., 1995. GIS technology in mapping landslide hazard. In: Carrara A. e Guzzetti F. (eds.), *Geographical Information Systems in Assessing Natural Hazards*. Kluwer Academic Pub., Dordrecht, The Netherlands, 135-175.

Carrara A., Guzzetti F., Cardinali M. e Reichenbach P., 1999. Use of GIS Technology in the Prediction and Monitoring of Landslide Hazard. *Natural Hazards, Special Issue on "Techniques and tools for Mapping Natural Hazards and Risk Impact on the Developed Environment"*, Vol. 20: 2-3, 117-135.

Canuti P. e Casagli N., 1996. Considerazioni sulla valutazione del rischio di frana. Atti del Convegno Fenomeni Franosì e Centri Abitati, Bologna, 27 maggio 1994. CNR-GNDCI Regione Emilia Romagna: 29-130 (CNR-GNDCI Pubbl. n. 846).

Cruden D.M. e Varnes D.J., 1994. Landslides types and processes. In: "Landslide: Investigation and Mitigation". Transportation Research Board. National Academy of Science.

Cruden D.N. e Fell R., (eds.) 1997. *Landslide risk Assessment*. Balkema, Rotterdam, 371 p.

Einstein Herbert H., 1988. Special lecture: Landslide risk assessment procedure. *Proceedings 5th International Symposium on Landslides, Lausanne*, v. 2, 1075–1090.

Fell R., 1994. Landslide risk assessment and acceptable risk. *Canadian Geotechnical Journal*. V. 32:2, 261-272.

Guzzetti F., Carrara A., Cardinali M. e Reichenbach P., 1999a. Landslide hazard evaluation: an aid to a sustainable development. *Binghampton Symposium on Geomorphology, Geomorphology*, Vol 31, 181-216.

Guzzetti F., Cardinali M., Reichenbach P. e Carrara A., 1999b. Comparing landslide maps: A case study in the upper Tiber River Basin, central Italy. *Environmental Management*, Vol. 25: 3, 247-363.

Hartlén J. e Viberg L., 1988. Evaluation of landslide hazard. *Proceedings 5th International Symposium on Landslides, Lausanne*, v. 2, 1037–1058.

Hungr O., Evans S.G., e Hazzard J., 1999. Magnitude and frequency of rock falls and rock slides along the main transportation corridors of southwestern British Columbia. *Canadian Geotechnical Journal*, v. 36:2, 224-238.

Varnes D., 1984. Varnes D.J. and IAEG Commission on Landslides and other Mass-Movements, 1984. *Landslide hazard zonation: a review of principles and practice*. The UNESCO Press, Paris, 63 p.

WP/WLI - International Geotechnical societies' UNESCO Working Party on World Landslide Inventory, 1990. A suggested method for reporting a landslide. *Inter. Assoc. Engineering Geology Bull.*, v. 41, 5-12.

WP/WLI - International Geotechnical societies' UNESCO Working Party on World Landslide Inventory, 1993. A suggested method for describing the activity of a landslide. *Inter. Assoc. Engineering Geology Bull.*, v. 47, 53-57.



AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME TEVERE

Allegato

Linee guida per la valutazione della fattibilità, della economicità e dell'inserimento ambientale degli interventi in situazioni di rischio per frana

- 1 Premessa
- 2 Analisi del dissesto
- 3 Studio di fattibilità e criteri di scelta degli interventi
- 4 Progetto di un intervento
- 5 Requisiti di un progetto di intervento

§ 1 - Premessa

La riduzione del rischio per eventi franosi di una situazione di rischio così come definita nell'allegato " *Procedura di individuazione, delimitazione e valutazione delle situazioni di rischio per frana* " può essere ottenuta intervenendo sui possibili movimenti o sugli elementi a rischio. La prima ipotesi che deve essere analizzata è quella degli interventi che, agendo sulle cause del possibile movimento, ne limitano la possibilità di accadimento (interventi di stabilizzazione). Devono poi essere considerati gli interventi di protezione degli elementi a rischio (barriere di protezione, monitoraggi per piani di allarme, ..) e in ultima analisi gli interventi di allontanamento permanente degli elementi a rischio.

Gli studi di fattibilità relativi agli interventi di stabilizzazione o a quelli di protezione e la successiva progettazione dell'intervento, sono strettamente connessi alla conoscenza della meccanica del fenomeno, all'analisi delle condizioni di stabilità, allo studio e all'identificazione delle cause.

Nel seguito sono brevemente richiamati alcuni elementi essenziali del processo di identificazione e progetto di un intervento di mitigazione del rischio: l'analisi del dissesto, gli studi di fattibilità, i criteri di scelta dell'intervento più idoneo, la progettazione dell'intervento, la progettazione dei piani di monitoraggio.

§ 2 - Analisi del dissesto

Per un'analisi del dissesto è necessario:

- ricostruire con dettaglio la **geometria del versante** (ad esempio con rilievi topografici in versanti non troppo acclivi o con fotointerpretazione da rilievi fotogrammetrici terrestri in pareti subverticali), la **successione litostratigrafica** e la **cinematica del movimento**. Nel caso di scorrimenti e colate si dovrà ricercare la superficie di scorrimento (ad esempio con rilievi geomorfologici, con sondaggi e prove in sito, con misure topografiche e inclinometriche). Nel caso di crolli e ribaltamenti si dovrà effettuare un rilievo strutturale dell'ammasso roccioso (ad esempio con fotointerpretazione e rilievo in parete);
- ricostruire la circolazione delle acque in superficie e il **regime delle pressioni interstiziali** nel terreno (ricorrendo ad esempio all'acquisizione dei dati pluviometrici, alla morfologia superficiale, all'installazione e misura di piezometri); le ricostruzioni dovranno essere basate su periodi di osservazione abbastanza lunghi tali da consentire una stima delle oscillazioni stagionali della falda;
- determinare le **proprietà meccaniche dei materiali** interessati (con prove in sito e in laboratorio o ricorrendo ad analisi a ritroso);
- **modellare il fenomeno** per valutare le condizioni di stabilità del versante (ad esempio con analisi dello stato di tensione in condizioni di equilibrio limite, o con analisi dello stato di tensione e deformazione lontani dalle condizioni di rottura) e per **identificare le cause** (ad esempio con studi di sensibilità del modello a variazioni delle proprietà meccaniche dei materiali, a variazioni del regime delle pressioni interstiziali, a variazioni delle condizioni idrauliche e meccaniche al contorno).

§ 3 - Studio di fattibilità e criteri di scelta degli interventi

L'analisi del dissesto fornisce gli elementi per la definizione e il dimensionamento dei possibili interventi di stabilizzazione del movimento e di protezione degli elementi a rischio.

Si analizzerà in primo luogo la **fattibilità** degli **interventi di stabilizzazione**, valutando per ciascun possibile intervento la realizzabilità tecnica, l'entità del miglioramento delle condizioni di sicurezza dell'area, l'inserimento paesaggistico e ambientale, i costi.

Si analizzerà successivamente la **fattibilità** degli **interventi di protezione** degli elementi a rischio, valutando anche in questo caso: realizzabilità tecnica, inserimento paesaggistico ambientale, costi.

Il confronto tra i diversi interventi per la scelta di quello più idoneo terrà conto delle valutazioni effettuate privilegiando gli aspetti connessi all'incremento delle condizioni di **sicurezza, all'inserimento paesaggistico ambientale, all'economicità**.

Nelle **valutazioni economiche** si potranno considerare i benefici derivanti dalle possibilità di riutilizzo di aree interessate da fenomeni franosi quando fossero stabilizzate in via definitiva.

Gli interventi di delocalizzazione degli elementi a rischio potranno essere considerati quando sia stata verificata la non fattibilità (tecnica, economica, ambientale) degli interventi di stabilizzazione o protezione.

§ 4 - Progetto di un intervento

Il progetto di un intervento di stabilizzazione oltre a rispondere alla normativa vigente dovrà essere corredato da:

- **analisi** che mostrino come l'intervento e il suo dimensionamento possano contribuire all'eliminazione di una o più cause del dissesto (ad esempio studio del processo di drenaggio indotto da trincee o tubi drenanti, o studio della linea neutra per la riprofilatura del pendio, o analisi dello stato di sforzo presente nelle barre passive utilizzate negli ammassi rocciosi fratturati, ecc.)
- aggiornamento dei modelli di rappresentazione del fenomeno di dissesto per tenere conto delle variazioni delle grandezze prodotte dall'intervento e **valutazione dell'incremento** delle condizioni di **sicurezza**

Il progetto di un intervento di protezione degli elementi a rischio dovrà rispondere a criteri di dimensionamento teorici o semiempirici e dovrà essere accompagnato da una relazione di calcolo, che correli il dimensionamento ai risultati dell'analisi del fenomeno di dissesto.

Nella progettazione degli interventi e nella loro realizzazione si dovrà porre particolare attenzione alle **modalità costruttive**, che dovranno consentire **condizioni di sicurezza durante tutte le fasi** realizzative, ripetendo, ove necessario, le analisi di modellazione del fenomeno tenendo conto delle diverse condizioni stabilite dalle varie fasi di realizzazione dell'intervento.

Tutti gli interventi di mitigazione del rischio dovranno prevedere un **piano di monitoraggio** che, integrando quello già messo in opera per lo studio del fenomeno di dissesto, consenta di verificare l'efficienza dell'intervento messo in opera e la sua variazione nel tempo. I piani di monitoraggio potranno inoltre essere utilizzati come strumenti di protezione (piani di allarme) degli elementi a rischio.

Tutti gli interventi dovranno infine prevedere piani di manutenzione ordinaria e straordinaria che garantiscano il buon funzionamento degli interventi e della strumentazione di controllo.

§ 5 - Requisiti di un progetto di intervento

L'intervento in una situazione di rischio, in relazione alla estensione ed intensità del fenomeno indagato, si articolerà nelle seguenti fasi:

- fase1) analisi dei fenomeni di dissesto ed individuazione dei possibili interventi
fase2) progetto definitivo e realizzazione degli interventi

In particolare:

Il **programma** di indagini e studi per l'analisi del fenomeno dovrà chiaramente indicare tipo e quantità delle indagini in sito e la loro ubicazione plano-altimetrica, tipologia e quantità delle prove di laboratorio, tipologia, quantità e ubicazione della strumentazione di rilievo dei movimenti in atto e della strumentazione di rilievo del regime idraulico presente nel versante. Dovrà inoltre essere indicato il tipo di modellazione che si intende eseguire per indagare sulle cause del dissesto e per esprimere una valutazione, quando possibile quantitativa, delle condizioni di stabilità del versante. Il programma sarà completato da una stima dei costi necessari per il suo svolgimento.

Il **progetto definitivo** dovrà contenere una **relazione conclusiva** relativa alla fase di studio.

La **relazione conclusiva** dovrà contenere:

- ricostruzione della geometria del problema e della successione litostratigrafica
- definizione della cinematica dei possibili movimenti
- analisi delle misure di spostamento (inclinometriche, estensimetriche, topografiche)
- caratterizzazione meccanica dei terreni e delle rocce interessate
- ricostruzione del regime delle pressioni interstiziali (terreni) e delle sue oscillazioni temporali
- modellazione del fenomeno
- valutazione, quando possibile quantitativa, delle condizioni di stabilità del versante
- identificazione delle cause del movimento
- studio di fattibilità degli interventi di riduzione del rischio

Al **progetto definitivo** di un intervento di **stabilizzazione** si dovranno allegare:

- esposizione dei criteri di scelta dell'intervento
- analisi che mostrino come l'intervento e il suo dimensionamento, contribuiscano all'eliminazione di una o più cause del dissesto
- valutazione dell'incremento delle condizioni di sicurezza prodotte
- piano di monitoraggio e manutenzione
- stima dei costi

Il **progetto definitivo** di un intervento di **protezione** degli elementi a rischio dovrà essere accompagnato da:

- esposizione dei criteri di scelta dell'intervento
- una relazione di calcolo che illustri i criteri di dimensionamento dell'intervento
- un piano di monitoraggio e manutenzione
- stima dei costi.



AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME TEVERE

Allegato

Procedura per la definizione delle fasce fluviali e delle zone di rischio

Capitolo I - Direttive tecniche per la definizione delle aree inondabili

§ 1 - Premessa

La presente direttiva definisce la procedura tecnica (di seguito semplicemente definita *metodo unificato*) che l'Amministrazione incaricata (di seguito definita *soggetto procedente*), direttamente e/o tramite un soggetto incaricato (di seguito definito *soggetto tecnico*), deve seguire per la definizione del limite delle aree inondabili di tratti di corso d'acqua del reticolo del bacino (di seguito semplicemente definita *perimetrazione di pericolo*) diverso dal reticolo principale. Il metodo unificato contiene il quadro idrologico di riferimento per la valutazione delle portate al colmo di piena, riferita a diversi tempi di ritorno.

Lo scopo è quello di ottenere, con criteri cautelativi, una perimetrazione di pericolo di buona approssimazione, laddove sulla stessa area non siano mai stati compiuti studi di maggior dettaglio, validati da esperienze progettuali, e/o non siano disponibili misure di grandezze idrologiche osservate in modo sistematico e continuo, tale da formare serie storiche consistenti in base alle quali ricostruire nel dettaglio il quadro idrologico di riferimento dell'area in esame. Il soggetto procedente è tenuto a verificare l'esistenza di studi di maggior dettaglio e/o di serie storiche consistenti in base alle quali ricostruire il quadro idrologico di riferimento ed a farne esplicita menzione nell'atto tecnico di asseverazione. In caso affermativo il soggetto procedente mette a confronto le diverse procedure. Per serie storica consistente si intende un campione rappresentativo da cui è possibile ricavare informazioni attendibili sulle caratteristiche della popolazione indagata attraverso i tradizionali metodi dell'inferenza statistica.

Qualora il quadro idrologico proveniente da studi di maggior dettaglio e/o da elaborazioni effettuate su serie storiche consistenti porti a valori delle portate al colmo di piena per i diversi tempi di ritorno inferiori all'80% del valore desumibile con la presente procedura e tali valori siano assunti nelle successive elaborazioni, il soggetto procedente ne deve fare esplicita menzione nell'atto tecnico di asseverazione. Nel caso in cui tali valori siano superiori al valore desumibile con la presente procedura, il soggetto procedente assume i primi nella successiva elaborazione.

Il reticolo principale è costituito da:

- il tratto di asta del fiume Tevere compreso tra la diga di Montedoglio e la foce;
- il tratto del fiume Chiascio da monte di Bastia fino alla confluenza in Tevere (vedi fig. 1);
- il tratto del fiume Nestore dalla località "Podere Vicinato" alla confluenza in Tevere (vedi fig. 2);
- il tratto del torrente Naia dalla località "Il Seccatoio" alla confluenza in Tevere (vedi fig. 3);

- il tratto del fiume Paglia dalla località "Ponte di Allerona" alla confluenza in Tevere (vedi fig. 4);
- il tratto del fiume Velino dalla località "Cerdolimoli" alla confluenza nel fiume Nera (vedi fig. 5);
- il tratto del fiume Nera dalla confluenza del fiume Velino fino alla confluenza in Tevere;
- il tratto del fiume Aniene dalla località "S. Lorenzo" alla confluenza in Tevere (vedi fig. 6).

§ 2 - Articolazione del metodo

Il metodo unificato è articolato nelle seguenti fasi:

- A) reperimento e preparazione della cartografia sulla quale verranno riportati i risultati finali;
- B) rilievo piano-altimetrico del tratto di corso d'acqua in esame e relativa rappresentazione sulla cartografia di cui al punto A);
- C) definizione delle quote di pelo libero delle piene di riferimento con i calcoli idraulici illustrati in Appendice, da rappresentare sulla cartografia di cui al punto B);
- D) rappresentazione delle perimetrazioni di pericolo sulla cartografia di cui al punto B).

§ 3 - Esecuzione delle fasi

Le fasi enunciate al precedente paragrafo, pur essendo tra loro sequenziali e formalmente autonome, fanno capo anche ad attività governate da prassi operative e da standard esecutivi che potrebbero aggravare tempi e costi di esecuzione per conseguire dettagli informativi di nessuna utilità ai fini del calcolo idraulico; pertanto le operazioni e le attività in esse contenute debbono essere sviluppate in modo idraulicamente coerente, e cioè tale che le precisioni del rilievo di campagna e quelle dei calcoli idrologici ed idraulici siano fra loro confrontabili. Ogni fase deve essere pertanto definita ed eseguita sotto la supervisione dell'unico soggetto tecnico, in quanto dotato delle necessarie ed adeguate competenze nel settore dell'idraulica fluviale, al quale pertanto è affidata la responsabilità tecnico-scientifica della coerente esecuzione delle singole fasi e del risultato finale.

Durante tutta l'esecuzione delle fasi A) e B) deve essere assicurata la presenza continuativa del soggetto tecnico.

3.1 - Fase A

Deve essere preliminarmente preparata la cartografia sulla quale sarà rappresentato il risultato finale. Tale cartografia, reperita presso la Regione e/o il Comune interessati, deve essere almeno in scala 1:10.000 ed ufficialmente adottata dalla Regione di competenza. Solo in caso di accertata e dichiarata indisponibilità di tale cartografia è consentito l'ingrandimento da cartografia in scala inferiore. Deve essere comunque garantita la riproducibilità della cartografia utilizzata.

Il soggetto tecnico illustrerà la zona in esame con inserti fotografici dai quali sia possibile apprezzare la morfologia del territorio, gli insediamenti presenti e le caratteristiche idrauliche delle presumibili aree di inondazione.

Su tale cartografia e all'interno delle presumibili aree di inondazione verranno evidenziati i *punti quotati* (il cui insieme costituisce il *piano quotato*), esistenti verificati affidabili e/o di nuova definizione, attraverso attività di rilievo speditivo effettuate con appoggio a caposaldi IGMI della rete geodetica nazionale.

La densità territoriale dei punti quotati cresce più che proporzionalmente con il grado di antropizzazione del territorio e con la complessità morfologica dello stesso, partendo da un minimo di 100 punti/ha. La precisione altimetrica deve essere dell'ordine decimetrico.

Qualora il presumibile livello di piena interessi rilevati stradali o ferroviari che formano ostacolo all'espansione del fronte di piena, questi andranno rilevati individuando in aggiunta sottopassi di significativa sezione ai fini della connessione idraulica con le aree della parte opposta.

Laddove ai fini della perimetrazione di pericolo il soggetto procedente ritenga sufficientemente attendibile l'informazione altimetrica contenuta in cartografia a scala superiore a 1:10.000 ovvero reputi che un infittimento dell'informazione altimetrica, a causa delle caratteristiche morfologiche dell'area in esame, sia marginale ai fini di una migliore definizione della perimetrazione di pericolo, è data facoltà di non ricorrere ad attività aggiuntive di rilievo speditivo.

3.2 - Fase B

Il numero delle sezioni da rilevare deve essere rapportato alla migliore approssimazione dei calcoli idraulici illustrati nella fase C) e pertanto il rilevamento delle sezioni trasversali non deve essere organizzato ed eseguito per la realizzazione di una topografia di dettaglio del corso d'acqua e del territorio limitrofo.

Il soggetto tecnico definisce, indicandolo sulla cartografia di cui al punto 2.1, il piano dei rilievi delle sezioni trasversali all'asse dell'alveo del corso d'acqua. Il collegamento planimetrico delle sezioni trasversali deve essere realizzato con livellazione tecnica avente precisione non inferiore a quella utilizzata per la costruzione dei punti quotati della cartografia di cui al punto 2.1. La livellazione tecnica deve correre lungo le sponde del corso d'acqua e/o sulla sommità di argini riconosciuti quando presenti; in ogni caso dovranno essere evidenziate depressioni e/o interruzioni ritenute idraulicamente significative. La livellazione dovrà inoltre tener conto di tutte le confluenze minori dell'asta in studio che inneschino possibili fenomeni di inondazione per rigurgito e/o per connessione idraulica.

Il piano dei rilievi delle sezioni trasversali individua:

- *l'ubicazione delle sezioni rilevate*; l'ubicazione deve essere determinata per garantire la migliore attendibilità dei calcoli idraulici;
- *l'estesa di ogni rilievo di sezione* (distanza tra i punti estremi di rilievo nella direzione trasversale all'alveo); in presenza di un'elevata densità di punti quotati della cartografia l'estesa può essere ridotta alla zona compresa tra le due fasce contermini alle linee di sponda, salvo estendimenti in numero ridotto per garantire la congruenza con il rilievo dei punti quotati della cartografia di cui al punto 2.1;
- *il numero dei punti rilevati per ogni sezione*; qualora l'utilizzo di particolari modelli idraulici non fornisca espressamente le metodologie operative del rilievo, il numero dei punti rilevati deve rendere possibile la caratterizzazione idraulica della sezione attraverso la relativa scabrezza ed il relativo contorno bagnato nonché l'individuazione del punto della linea di talweg; in ogni caso non è ammessa una densità lineare di punti inferiore a 0.1 punti/ml, nel caso di sezioni in aree (esterne alle linee di sponda) estesamente pianeggianti, e a 0.4 punti/ml, nella parte compresa tra le linee di sponda in alvei con larghezza inferiore a ml. 30;

- *il collegamento planimetrico ed altimetrico delle sezioni rilevate*, tra loro ed **almeno** a due punti quotati facilmente riconoscibili sulla cartografia utilizzata; il collegamento plano-altimetrico deve essere effettuato con la stessa livellazione tecnica di cui al primo capoverso.

Il risultato finale del rilievo verrà riportato sulla cartografia di cui al punto 2.1. Di ogni sezione rilevata sarà compilata una scheda grafica riportante, oltre tutte le informazioni di natura geometrica e topografica idonee al suo univoco riconoscimento, anche le caratteristiche idrauliche (in termini di valori di scabrezza anche composta) ad essa assegnate.

Il rilievo degli argini dovrà essere accompagnato dal loro riconoscimento attraverso l'esame degli atti progettuali da cui si evinca il valore del franco idraulico ad essi assegnato e da una valutazione di massima circa il loro stato di conservazione. Non potranno essere considerate strutture di difesa dalle inondazioni opere che non siano state realizzate allo scopo. Il soggetto procedente deve fare esplicita menzione nell'atto tecnico di asseverazione degli elaborati progettuali da cui sono state desunte le informazioni relative.

Il rilievo delle opere d'arte interferenti con il flusso di piena deve essere tale da consentire la migliore valutazione degli effetti sulle condizioni di deflusso. Nel caso in cui per la simulazione del deflusso della piena non si utilizzino programmi commerciali che contengano precise indicazioni circa le modalità di rilievo delle opere d'arte trasversali all'alveo, dovranno essere rilevati:

- una sezione in corrispondenza del paramento di monte dell'opera d'arte;
- una sezione in corrispondenza del paramento di valle dell'opera d'arte;
- il perimetro della sezione vuota dell'opera d'arte interessata dal presumibile livello di piena;
- la sezione d'alveo in corrispondenza della mezzzeria longitudinale dell'opera d'arte.

3.3 - Fase C

Le condizioni di moto vario nelle piene potranno essere ricondotte a condizioni di moto permanente. I calcoli idraulici vanno eseguiti con riferimento alle piene con tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni.

Qualora la struttura arginale sia discontinua tale da poter essere aggirata dal deflusso della piena anche per semplice espansione del fronte di esondazione proveniente sia da monte che da valle, non può essere mantenuta l'ipotesi di contenimento della piena e le aree a tergo della struttura arginale debbono essere considerate, per l'estensione ritenuta congruente con il fenomeno idraulico, soggiacenti al deflusso della piena stessa.

Qualora il livello della piena si collochi al di sotto della massima quota arginale di una quantità inferiore al franco idraulico, fissato dall'autorità competente in materia idraulica ai sensi del R.D. n. 523/1904, la circostanza va evidenziata per segnalare un ridotto livello di sicurezza per le aree a tergo.

Qualora le aree esterne alle linee di sponda si trovino depresse rispetto alle sommità spondali, queste debbono essere considerate, per l'estensione ritenuta congruente con il fenomeno idraulico, soggiacenti al deflusso della piena stessa.

In tutti i casi dubbi il soggetto tecnico è tenuto ad operare in favore della sicurezza.

In assenza di studi idrologici specifici la procedura per il calcolo della portata al colmo della piena di riferimento da applicare è quella riportata nelle Appendici al presente disciplinare. Vanno applicate le procedure esposte nella Appendice A.I.1 e nella Appendice A.I.2; i risultati ottenuti vanno tra loro confrontati assumendo il valore più elevato fra i due.

I valori della scabrezza normalmente reperibili in letteratura costituiscono primi valori di tentativo in base ai quali condurre le successive operazioni di verifica, anche rispetto ai profili di piene avvenute in passato laddove siano conosciuti e sia possibile ricostruirli con sufficiente attendibilità con riferimento al valore della. Il soggetto tecnico deve preliminarmente accertare, asseverandolo nella relazione tecnica, l'esistenza di documentazione riferita ad eventi di piena avvenuti in passato e la loro attendibilità per quanto riguarda l'operazione di taratura del modello utilizzato.

La condizione di confluenza con il reticolo idrografico principale, oggetto di analoghi studi idraulici condotti dall'Autorità di bacino, è risolta prendendo a riferimento il livello idrico relativo alla piena con tempo di ritorno immediatamente inferiore. Per la piena con tempo di ritorno pari a 50 anni si assume lo stesso tempo di ritorno.

3.4 - Fase D

Le linee rappresentative delle quote assolute di pelo libero della piena di riferimento saranno riportate nelle schede grafiche di cui al punto 2.2, mentre sulla cartografia di cui al punto 2.1 saranno riportate le linee, continue e chiuse, in destra e sinistra idraulica, costituenti la curva di inviluppo delle aree inondate dalla piena di riferimento.

La definizione della curva di inviluppo verrà effettuata anche in base a semplici considerazioni idrauliche sulla propagazione del fronte di piena, con l'ausilio degli inserti fotografici di cui al punto 2.1. I casi di dubbia interpretazione andranno sempre risolti a favore della sicurezza.

In tale fase dovranno essere differenziate le aree soggette ad inondazione diretta rispetto a quelle in cui il fronte di piena si propaga per connessione idraulica, dovuta a singolarità morfologiche, senza contribuire al deflusso della piena (di seguito definite *di inondazione indiretta*).

Infine dovranno essere separatamente individuate le aree inondate dal crollo delle strutture arginali, indipendentemente dalla posizione del livello idrico di piena rispetto al franco idraulico assegnato alle stesse in fase di progettazione. L'individuazione va effettuata ipotizzando la totale assenza delle strutture arginali.

§ 4 - Prodotto finale

Il prodotto finale è costituito almeno da:

a) una relazione che illustra i passaggi operativi dell'esecuzione delle varie fasi, e che contiene il piano dei rilievi effettivamente eseguito e lo sviluppo dei calcoli idrologici (comprese le motivazioni che hanno portato all'adozione del coefficiente del deflusso di piena) ed idraulici (comprese le motivazioni che hanno consigliato l'adozione dei coefficienti utilizzati per il calcolo della scabrezza); la relazione contiene l'atto tecnico di asseverazione;

b) la cartografia di cui al punto 2.4 raffigurante:

- la traccia delle sezioni con i punti estremi rappresentanti le quote assolute del pelo libero delle piene ed il codice identificativo delle sezioni stesse;
 - le curve di inviluppo delle aree inondabili (dirette ed indirette) relative alle piene di riferimento;
 - le curve di inviluppo delle aree inondabili nel caso delle sopraccennate ipotesi di assenza di argini;
 - l'infittimento dell'informazione altimetrica;
 - la linea di talweg con la progressiva metrica tra una sezione e l'altra riportata sulla linea stessa;
- c) l'archivio delle sezioni rilevate, rappresentate "spalle alla sorgente", con indicazione:

- del codice identificativo della sezione;
- della quota assoluta della testa di sezione in sinistra idraulica;
- della progressiva lungo la linea di fondo alveo (riferita alla prima sezione di monte) e dei punti rilevati lungo l'estesa (quote e distanze riferite alla testa di sezione);
- delle quote assolute del pelo libero delle piene di riferimento.

Il prodotto finale deve essere firmato da tecnico abilitato all'esercizio della professione.

Appendice A.I.1 - Procedura per il calcolo della piena di riferimento

Di seguito si riporta la procedura per il calcolo della portata al colmo della piena di riferimento, adottata nell'ambito degli studi propedeutici alla redazione del piano di bacino del 1998. Tale valore è fornito dalla formula razionale:

$$Q_T = \frac{h_{d,T} \cdot k_r \cdot k_d \cdot S}{3.6 \cdot t_c}$$

dove Q_T è espressa in m³/sec.

I valori dei parametri che ivi compaiono si deducono come di seguito.

Tempo di corrivazione t_c

- Perimetrato il bacino sotteso dalla sezione di chiusura nella quale si deve calcolare il valore della portata al colmo di piena, si individuano i seguenti parametri:
 - ❖ latitudine del centroide I del bacino, espressa in gradi e millesimi di grado;
 - ❖ altezza media H del bacino, espressa in m, rispetto alla sezione di chiusura;
 - ❖ superficie del bacino S , espressa in km²;
 - ❖ lunghezza dell'asta L , espressa in km, a partire dal punto cinematicamente più lontano dalla sezione di chiusura.
- Si calcola il tempo di corrivazione t_c (espresso in ore) utilizzando la formula:

$$t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1.5 \cdot L}{0.8 \cdot \sqrt{H}}$$

Parametro h_{dT}

- Dalla *tabella 2* si ricavano i valori dei termini Z/L e Z/Y in corrispondenza del valore della latitudine I del centroide. Per valori compresi nell'intervallo si interpola linearmente; mentre per valori esterni si adottano i corrispondenti valori, massimo o minimo, dei rapporti. I valori così calcolati di Z/L e Z/Y vengono inseriti nella formula:

$$s_1 = 90 \cdot \frac{Z}{L} - 11.4 \cdot \frac{Z}{Y}$$

- Si calcola il valore $E[h_1]$ con la formula:

$$E[h_1] = (s_1 + 1) \cdot 29$$

dove $E[h_1]$ è espresso in mm.

- Dalla *tabella 1* si ricava il valore del termine K_T in funzione del tempo di ritorno e lo si inserisce nella formula:

$$h_{d,T} = K_T \cdot E[h_1] \cdot d^{0.29}$$

dove $h_{d,T}$ è espresso in mm, il pedice d e il termine d rappresentano la durata della pioggia critica espressa in ore (1, 3, 6, 12 e 24 ore) pari o immediatamente superiore al tempo di corrvazione t_c e il pedice T è il tempo di ritorno prescelto.

Parametro k_r

- Si calcola il valore k_r dalla formula:

$$k_r = 1 - \exp\left\{-0.033 \cdot E[h_1] \cdot 1.1 \cdot t_c^{0.25} - 0.01 \cdot S\right\} + \exp\left\{-0.033 \cdot E[h_1] \cdot 1.1 \cdot t_c^{0.25} - 0.01 \cdot S\right\}$$

Parametro k_d

- Si ricava dal *grafico* di seguito riportato il valore del coefficiente di deflusso di piena (k_d) in funzione della frazione permeabile del bacino e del tempo di ritorno (sono riportate le curve per tempi di ritorno di 2, 10, 50 e 100 anni). Per valori del tempo di ritorno pari a 200 anni si incrementa il valore k_d relativo a 100 anni con la differenza tra questo ed il valore relativo a 50 anni. Analogamente per valori del tempo di ritorno di 500 anni si incrementa il valore k_d relativo a 200 anni con la differenza tra questo ed il valore relativo a 100 anni. La valutazione della permeabilità in termini di "parte permeabile" (% della superficie del bacino sotteso) deriva dalla tradizionale formulazione utilizzata dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (Annali Idrologici - Parte II - Elaborazioni e Studi).

8) Si calcola il valore della portata al colmo di piena con la formula razionale:

$$Q_T = \frac{h_{d,T} \cdot k_r \cdot k_d \cdot S}{3.6 \cdot t_c}$$

dove Q_T è espressa in m³/sec.

Tabella 1

T [anni]	K_T	T [anni]	K_T
5	1.2074	150	2.5666
10	1.4309	200	2.7036
20	1.6803	250	2.8104
25	1.7679	500	3.1442
50	2.0601	750	3.3402
75	2.2427	1000	3.4793
100	2.376		

Valore dei quantili adimensionali K_T per i principali valori del periodo di ritorno T , da inserire nella espressione della curva di possibilità pluviometrica.

Tabella 2

Latitudine	Z/L	Z/Y
41.233	0.02941	0.21948
41.283	0.02919	0.21770
41.450	0.02838	0.21140
41.467	0.02829	0.21073
41.617	0.02744	0.20451
41.667	0.02714	0.20234
41.683	0.02704	0.20160
41.750	0.02661	0.19860
41.783	0.02639	0.19706
41.833	0.02606	0.19471
41.900	0.02559	0.19150
41.917	0.02547	0.19068
41.967	0.02510	0.18819
42.417	0.02133	0.16346
42.433	0.02117	0.16247
42.450	0.02101	0.16147
42.467	0.02085	0.16046
42.517	0.02037	0.15740
42.550	0.02004	0.15533
42.567	0.01988	0.15429
42.583	0.01971	0.15325
42.600	0.01954	0.15219
42.633	0.01920	0.15007

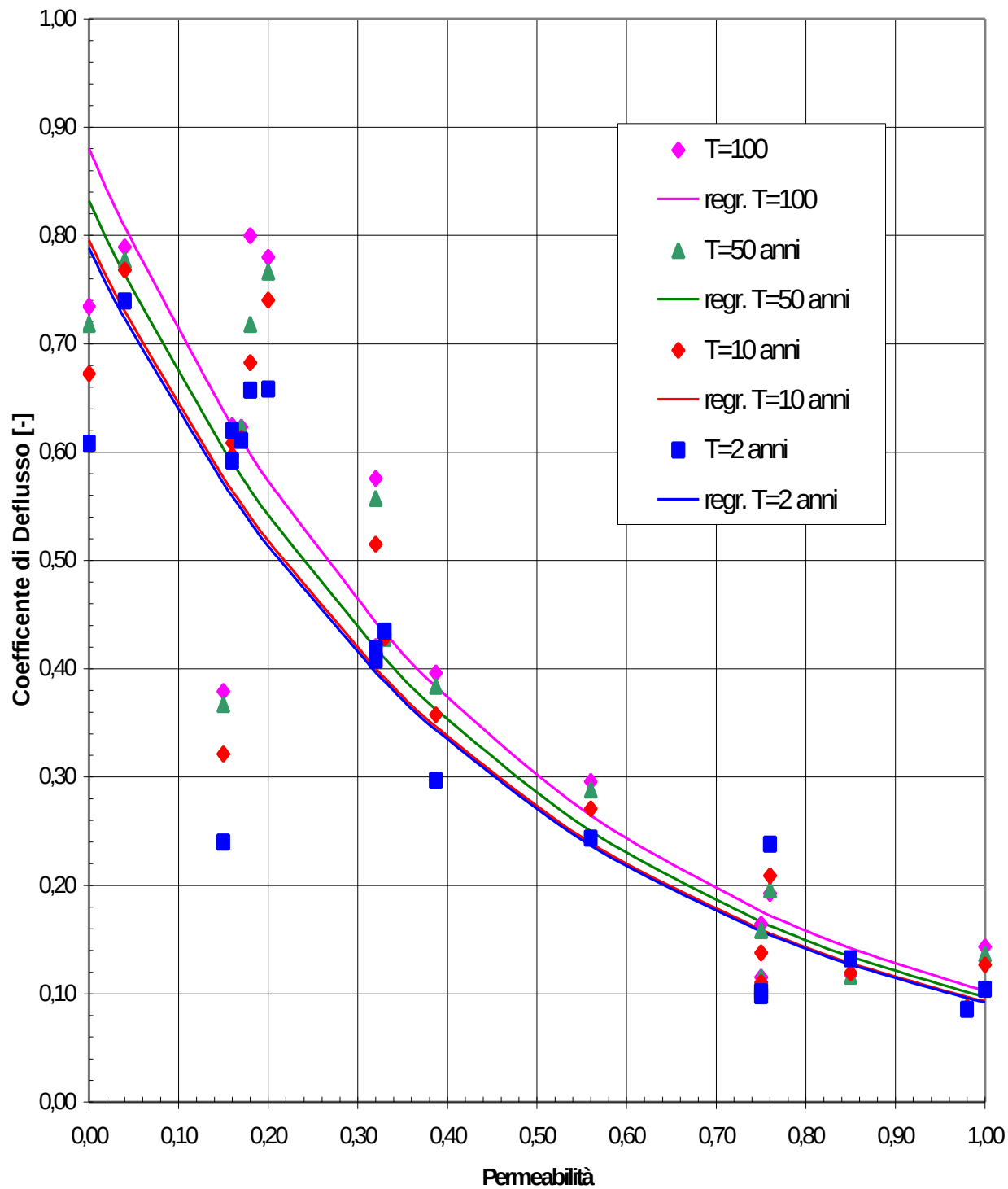
Latitudine	Z/L	Z/Y
42.650	0.01903	0.14899
42.683	0.01868	0.14684
42.717	0.01833	0.14465
42.767	0.01779	0.14133
42.850	0.01688	0.13569
42.867	0.01669	0.13454
42.900	0.01631	0.13224
42.950	0.01574	0.12873
42.967	0.01554	0.12754
43.017	0.01495	0.12397
43.033	0.01475	0.12277
43.050	0.01455	0.12156
43.083	0.01415	0.11912
43.150	0.01333	0.11418
43.167	0.01312	0.11293
43.183	0.01291	0.11168
43.200	0.01270	0.11041
43.233	0.01228	0.10788
43.267	0.01184	0.10531
43.317	0.01119	0.10142
43.350	0.01075	0.09880
43.450	0.00940	0.09080

Valori dei parametri Z/L e Z/Y in funzione della latitudine.

Nota: il sistema di coordinate utilizzato è quello UTM, il cui reticolo è riportato sulle Carte Tecniche Regionali; nel caso si disponga di altre coordinate è evidentemente necessario riportare i valori al sistema UTM attraverso gli usuali metodi di trasformazione.

Grafico

Coefficiente del deflusso di piena in funzione della permeabilità del bacino

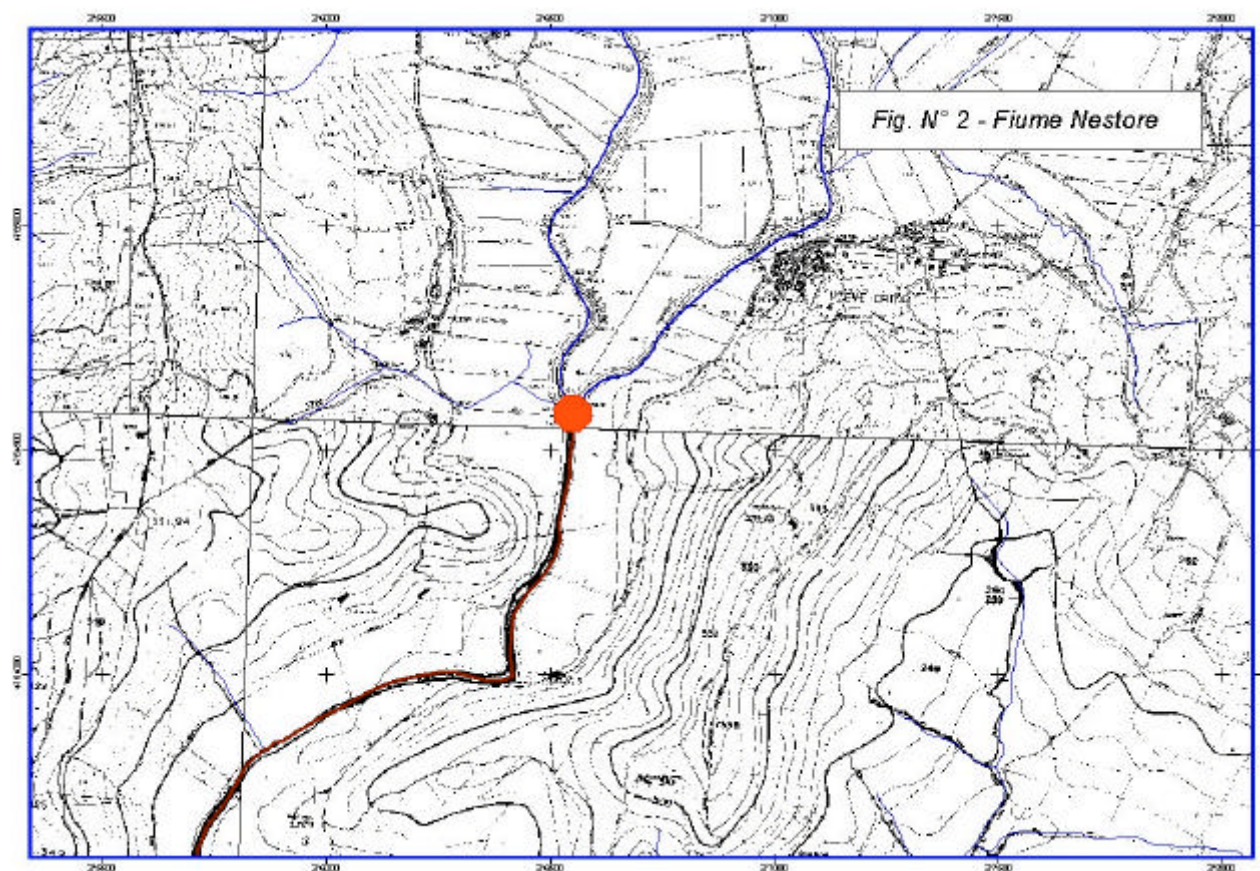
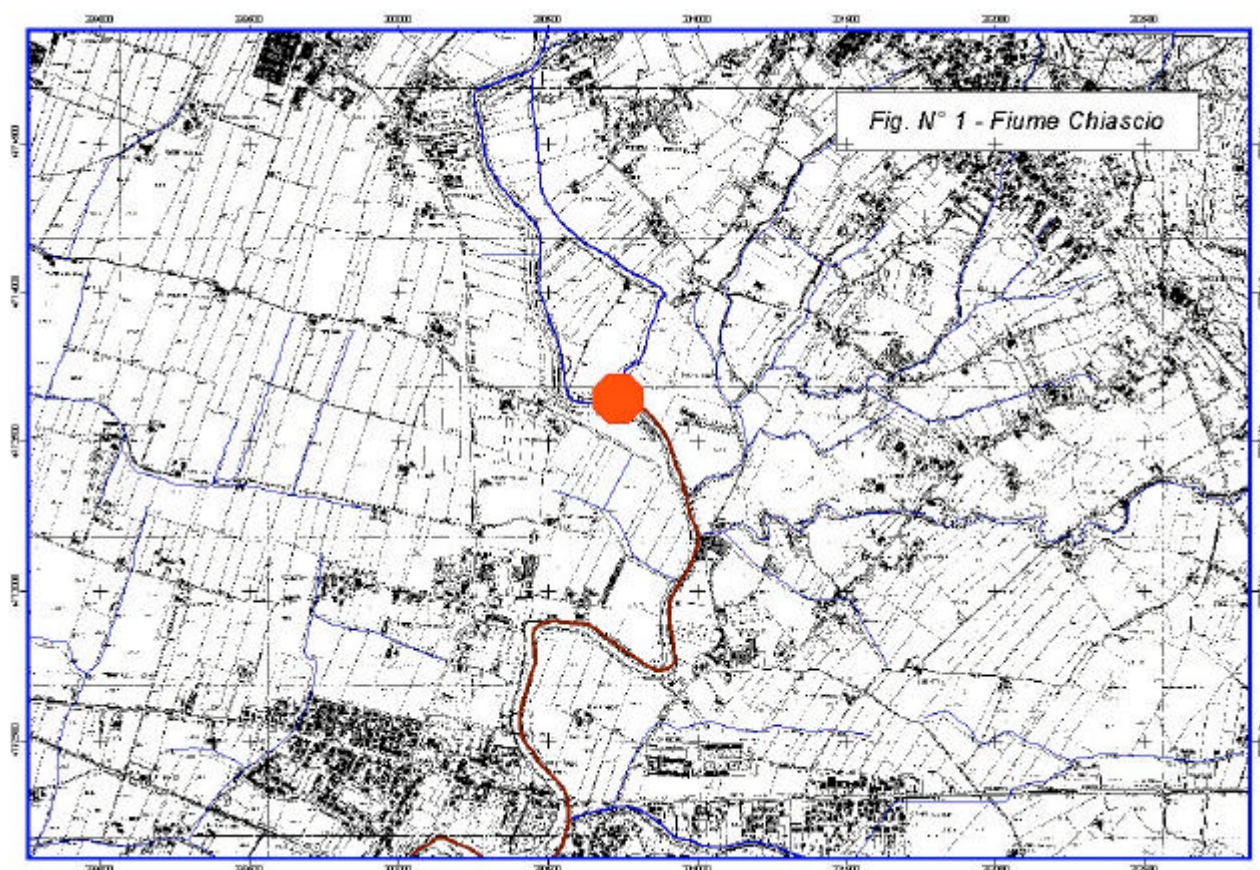


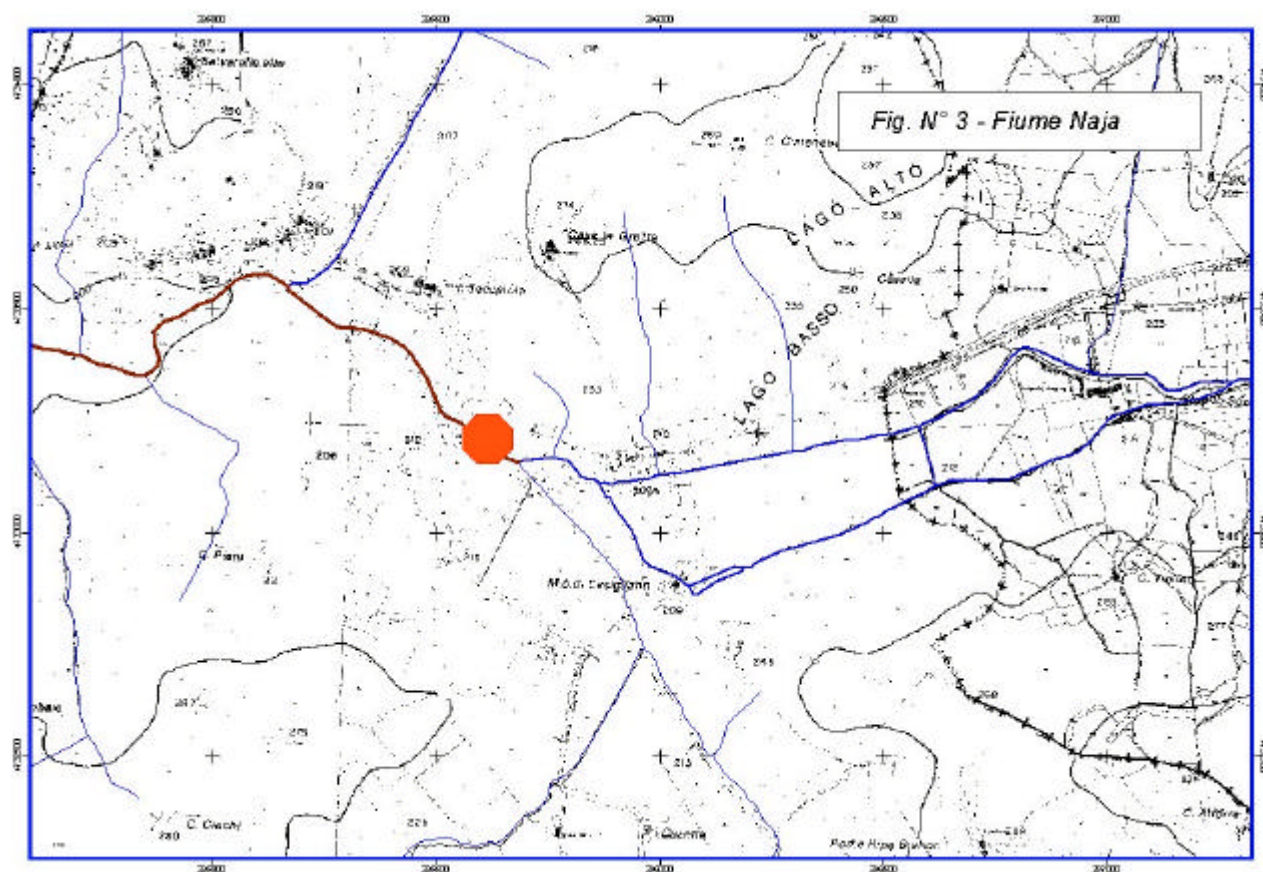
Appendice A.I.2 - Regionalizzazione delle piogge con durata da 1 a 5 giorni e da 1 a 24 ore e portate di piena per piccoli bacini

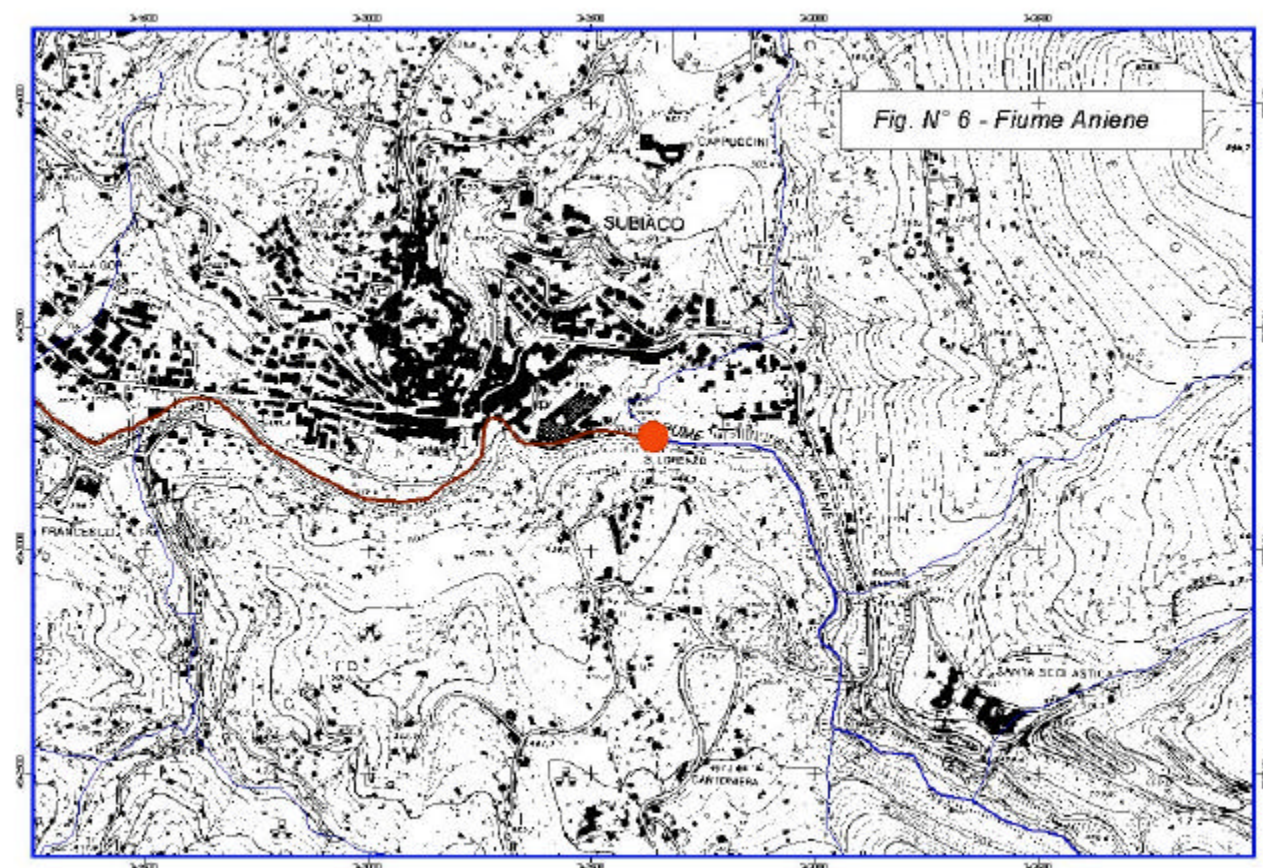
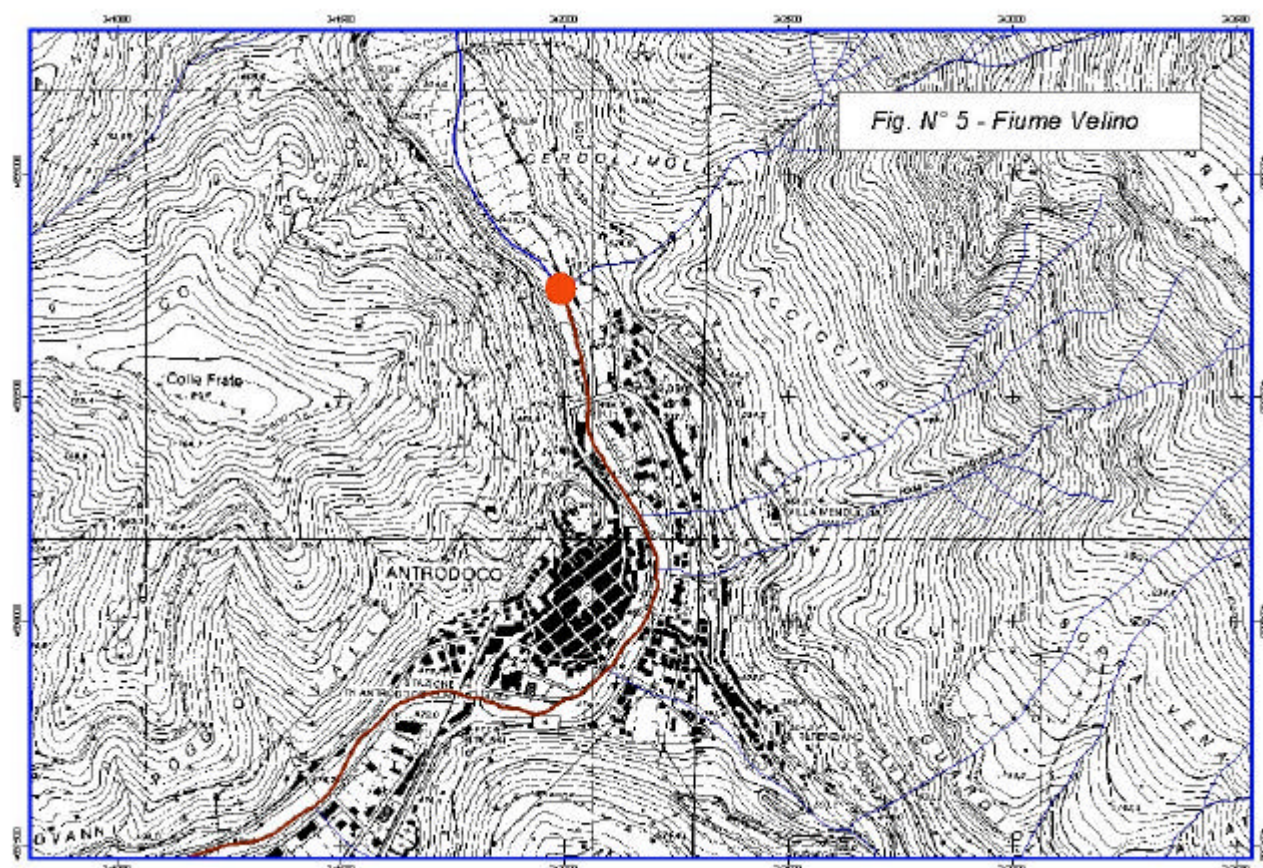
La procedura per la definizione della piena di riferimento è riportata in:

- "Piano Generale per la Difesa del Suolo e la Utilizzazione delle Risorse Idriche del Bacino del Fiume Tevere - 1° Stralcio e 2° Stralcio" del Ministero dei Lavori Pubblici, Provveditorato Regionale OO.PP. per il Lazio (Soc. S.A.P.P.R.O. Gruppo IRI-ITALSTAT 1985 e 1991);
- "Quaderno Idrologico del Bacino del Fiume Tevere" dell'Autorità di bacino del fiume Tevere (Eco Consulting Ambiente 1995).

A questi documenti consultabili presso l'Autorità di Bacino si rimanda per le applicazioni







Capitolo II - Direttive tecniche per la definizione delle fasce fluviali

§ 1 - Premessa

Il limite delle aree inondabili viene tradotto in fasce fluviali secondo i seguenti criteri:

- la fascia A rappresenta il corridoio fluviale di transito della piena con elevata probabilità di accadimento;
- la fascia B rappresenta la capacità di laminazione della piena presa a riferimento per la salvaguardia degli elementi a rischio al fine di non diminuire l'attuale livello di sicurezza;
- la fascia C rappresenta l'area di possibile inondazione fino alla quale è obbligatorio estendere l'efficacia dei piani di protezione civile e rispetto alla quale questi vanno verificati.

Per la delimitazione delle fasce fluviali sono determinanti i seguenti elementi:

- 1) distinzione tra aree inondabili che contribuiscono al deflusso della piena (inondazione diretta) da quelle che sono sede di volumi di piena staticamente confinati e quindi con ridotte velocità (inondazione indiretta);
- 2) Individuazione delle cosiddette aree marginali caratterizzate da bassi valori del tirante idrico e della velocità.

Le aree di cui al punto 2 sono quelle collocate sul bordo esterno delle aree di inondazione e nelle quali i valori del tirante idrico e della velocità sono compresi nell'area delimitata dalla figura dell'Appendice A.II.1. L'efficacia di tali aree ai fini della laminazione risulta marginale

La fascia A è la fascia di deflusso della piena con tempo di ritorno di 50 anni, sede prevalente del deflusso della corrente idrica della piena considerata, nonché soggetta a fenomeni esondativi non marginali ai fini della valutazione del pericolo.

E' la zona di pertinenza fluviale. Essa non può in ogni caso essere contenuta all'interno della pertinenza idraulica, il cui utilizzo è disciplinato nel Capo VII del R.D. n. 523/1904 che ne individua l'ampiezza in 10 metri dalla sponda o dal piede esterno dell'argine, ove esistente.

La fascia B è la fascia di esondazione della piena con tempo di ritorno fino a 200 anni, sede prevalente dell'espansione della piena considerata e delle aree di inondazione indiretta, con esclusione di aree marginali ai fini della valutazione del pericolo ma comprendente aree marginali e di inondazione indiretta della piena con tempo di ritorno di cui alla fascia A

La fascia C è la fascia di esondazione della piena con tempo di ritorno fino a 500 anni, sede prevalente dell'espansione della piena considerata e delle aree di inondazione indiretta, con esclusione di aree marginali ma comprendente le aree marginali della piena con tempo di ritorno di cui alla fascia B.

§ 2 - Articolazione del metodo

Il metodo è descritto nella Relazione Generale del PAI.

§ 3 - Procedura di delimitazione

La procedura di delimitazione presuppone l'uso di una cartografia con elevata precisione che consenta, sulla base dei risultati acquisiti nel capitolo I, di togliere dalle varie fasce le aree cosiddette marginali definite come sopra.

3.1 - Delimitazione della fascia A

3.2 - Delimitazione della fascia B

3.3 - Delimitazione della fascia C

§ 4 - Prodotto finale

Appendice A.II.1 - Diagramma di vulnerabilità delle persone in funzione della "violenza" dell'evento.

Il diagramma di vulnerabilità è rappresentato da una retta giacente su un piano cartesiano (asse delle ascisse coincidente con i valori della velocità media e asse delle ordinate coincidente con il livello idrico) e passante per i seguenti punti: (0[m/s],0.5[m]) e (1.3[m/s],0[m]).

E' da considerarsi a basso livello di pericolo e sede di volumi marginali ai fini della laminazione l'area racchiusa dalla retta e dagli assi cartesiani.

Capitolo III - Direttive tecniche per la individuazione e perimetrazione delle aree a rischio

§ 1 - Premessa

Il limite delle fasce fluviali viene sovrapposto alla carta dell'uso del territorio ricavando le zone di rischio secondo il criterio in base al quale il rischio è il prodotto tra probabilità di accadimento dell'evento calamitoso, valore degli elementi a rischio e vulnerabilità degli stessi. Tale ultimo fattore dipende sia dalla capacità intrinseca degli elementi a rischio di sopportare l'evento sia dalla "violenza" con la quale l'evento stesso si manifesta in quel luogo ed in quel momento. Il piano d'assetto trascura, come prescritto dall'Atto di indirizzo e coordinamento, una valutazione strettamente quantitativa di tale prodotto, ma individua una procedura che, se pur fondata su parametri qualitativi, definisce una scala di livelli di rischio affidabile e cautelativa.

Lo stato attuale delle conoscenze non consente, per il momento, nemmeno ad una scala fisica e logica di dettaglio superiore a quella del piano, una valutazione più completa della vulnerabilità se non in termini di diretta proporzionalità alla pericolosità del fenomeno. Peraltro ciò non esclude che, nell'ambito degli interventi ritenuti ammissibili, in particolar modo nelle aree inondate dalla piena con tempo di ritorno di 200 anni, possano essere dettate prescrizioni ed adottati accorgimenti di carattere tecnico-costruttivo tendenti a diminuire la vulnerabilità del singolo manufatto (Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 14 febbraio 1997).

Le zone a rischio sono individuate sinteticamente come segue.

La zona **R4** è compresa all'interno della fascia A. Essa è identificata in corrispondenza dell'uso del suolo definito come:

- edificato continuo
- edificato discontinuo
- ospedali
- scuole
- caserme
- edificato industriale commerciale artigianale
- aeroporti
- stazioni ferroviarie
- aree per deposito e stoccaggio
- protezione civile
- impianti sportivi
- centrali elettriche

La zona **R3** è identificata:

se all'interno della fascia A con uso del suolo definito come:

- depuratori
- discariche

se all'interno della fascia B con uso del suolo definito come:

- edificato continuo
- edificato discontinuo
- ospedali
- scuole
- caserme
- edificato industriale commerciale artigianale
- aeroporti
- stazioni ferroviarie
- aree per deposito e stoccaggio
- protezione civile
- impianti sportivi
- centrali elettriche

La zona **R2** è identificata:

se all'interno della fascia B con uso del suolo definito come:

- depuratori
 - discariche
- se all'interno della fascia C con uso del suolo definito come:

- edificato continuo
- edificato discontinuo
- ospedali
- scuole
- caserme
- edificato industriale commerciale artigianale
- aeroporti
- stazioni ferroviarie
- aree per deposito e stoccaggio
- protezione civile
- impianti sportivi
- centrali elettriche

La zona **R1** è identificata

indipendentemente dalla fascia con uso del suolo definito come:

- cimiteri
- verde attuativo
- seminativi irrigui e/o asciutti
- culture
- vigneti
- oliveti
- frutteti
- colture florovivaistiche e serricoltura
- colture specializzate
- colture miste
- aree per impianti zootecnici
- impianti arborei lineari
- masse boscate
- arbusteti e cespuglieti
- prati pascolo
- boschi ripariali
- specchi d'acqua
- aree in trasformazione/costruzione
- aree nude
- cave ed impianti di lavorazione

se all'interno della fascia C con uso del suolo identificato come:

- depuratori
- discariche

In generale le aree agricole sono sempre considerate zone con livello di rischio R1

§ 2 - Articolazione del metodo

La descrizione della metodologia è riportata nella Relazione Generale al P.A.I..

§ 3 - Procedura di individuazione

La descrizione della metodologia è riportata nella Relazione Generale al P.A.I..

3.1 - Le zone omogenee

3.2 - Le zone a rischio R4

3.3 - Le zone a rischio R3

3.4 - Le zone a rischio R2

3.5 - Le zone a rischio R1

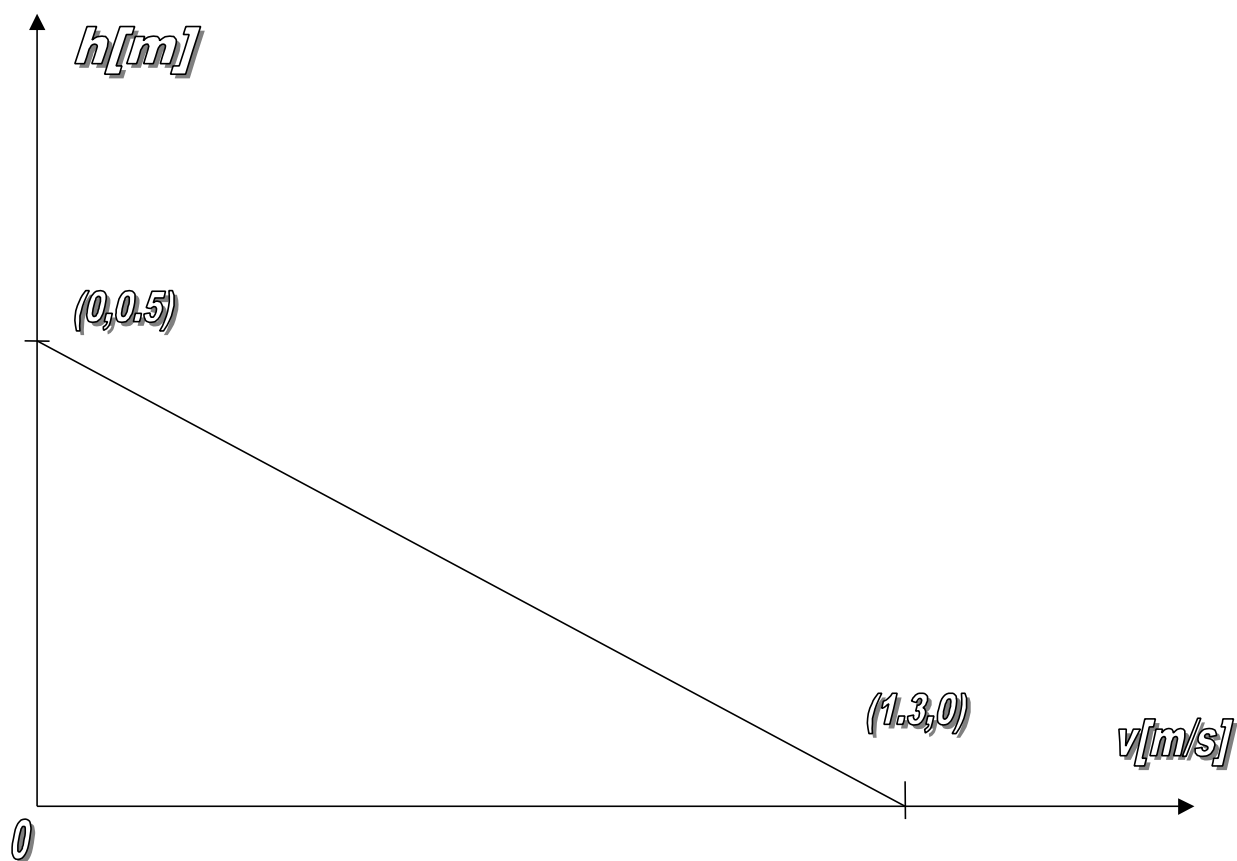
§ 4 - Prodotto finale

Contenuti e caratteristiche del prodotto finale sono analoghi a quelli relativi al reticolo principale contenuto nel P.A.I..

Appendice A III.1 - Matrice di corrispondenza tra fasce fluviali, rischio idraulico e uso del territorio

Appendice A.II.1

Diagramma di vulnerabilità delle persone in funzione della "violenza" dell'evento



Appendice A.III.1 Matrice di corrispondenza tra fasce fluviali, rischio idraulico e uso del territorio

			FASCIA A	FASCIA B			FASCIA C		
BENE ESPOSTO	CODICE	K	Tr 50 Dir	Tr 50 Indir	Tr 50 Margin	Tr 200 Dir	Tr 200 Indir	Tr 200 Margin	Tr 500 Dir
									
Edificato continuo	Rc	100	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2
Edificato discontinuo	Rd	100	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2
Ospedali	Sh	100	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2
Scuole	Si	100	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2
Caserme	Sm	100	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2
Edificato industriale commerciale artigianale	Pi – Pi*	80	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2
Aeroporti	Sa	80	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2
Stazioni ferroviarie	Sf	80	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2
Aree per deposito e stoccaggio	Pd	80	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2
Protezione civile	Sp	80	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2
Impianti sportivi	Vs – Vs*	80	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2
Depuratori	Td	50	R3	R2	R2	R2	R2	R1=P	R1=P
Discariche	Ts – Ts*	50	R3	R2	R2	R2	R2	R1=P	R1=P
Centrali elettriche	Te	100	R4	R3	R3	R3	R3	R2	R2
Cimiteri	Sc	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Verde attrezzato	Vp	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Seminativi irrigui	Ai - Ai*	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Seminativi asciutti	Aa - Aa*	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Colture orticole	At – At* - Am/At	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Vigneti	Av	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Oliveti	Ao	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Frutteti	Af	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Colture florvivaistiche e serricoltura	Ac	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Colture specializzate	As	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Colture miste	Am	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Aree per impianti zootecnici.	Az	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Impianti arborei lineari	Va	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Masse boscate	Vb – Vb*	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Arbusteti e cespuglieti	Vc – Vc* - Vc/Rt	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Prati pascolo	Vi – Vi* - Vi/Ca	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Boschi ripariali	Vr	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Specchi d'acqua	Co - co	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Aree in trasformazione/costruzione	Rt – Rt* - Rt/Vs	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Aree nude	An – An*	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Arch, Canale acque ALBULE, Canale enel, Cassa?, Condotta Acea, Condotta*, Dig, Ncd, Ndt, Pa, Serbatoio acquedotto, Str, Terme, Tev	NC		R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P
Cave ed impianti di lavorazione	Ca – Ca*	20	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P	R1=P



AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME TEVERE

Allegato

Procedura per la definizione dell'idrogramma di progetto della piena di riferimento

Capitolo I – Finalità

§ 1 – Premessa

L'idrogramma di progetto della piena di riferimento è lo strumento di base per la valutazione del volume della piena in quella particolare sezione. Attraverso la conoscenza dell'idrogramma è possibile definire progettualmente gli interventi idraulici finalizzati alla laminazione della piena. La conoscenza dell'idrogramma di piena è funzionale alla valutazione della capacità di laminazione naturale di un determinato tratto di corso d'acqua e pertanto consente anche la verifica preventiva della fattibilità degli interventi.

§ 2 - I limiti operativi di utilizzo della procedura

La presente procedura è finalizzata alla determinazione degli idrogrammi di piena nei tratti dei corsi d'acqua non compresi nel reticolo principale (reticolo secondario, minore e marginale).

§ 3 - Le condizioni per l'utilizzo della procedura

L'assoluta mancanza di osservazioni dirette, sia nel tratto di corso d'acqua in esame che in altri ritenuti idrologicamente ed idraulicamente simili, giustifica il ricorso alla presente procedura.

Capitolo II - Costruzione dell'idrogramma

§ 1 - Premessa

Lo scopo generale è quello di indicare un metodo unificato basato su un semplice modello afflussi–deflussi che tenga conto degli aspetti probabilistici da applicare laddove non risultino disponibili dati diretti delle portate durante l'evolversi dei fenomeni di piena.

La maggior parte dei bacini minori del Tevere sono interessati da piene fluviali in concomitanza di eventi pluviometrici di breve durata e forte intensità. L'aumento progressivo delle portate dà luogo ad un innalzamento dei tiranti idrici, spesso accompagnato da pericolosi fenomeni di rigurgito determinati dagli ostacoli presenti nell'alveo.

Risulta pertanto utile conoscere, anche in modo approssimato, le variabili idrauliche, caratterizzanti il fenomeno, necessarie alla progettazione dei manufatti per la difesa idraulica del territorio, sia che si tratti di opere elementari e, a maggior ragione, sia dei più complessi interventi tecnico-amministrativi di difesa attiva.

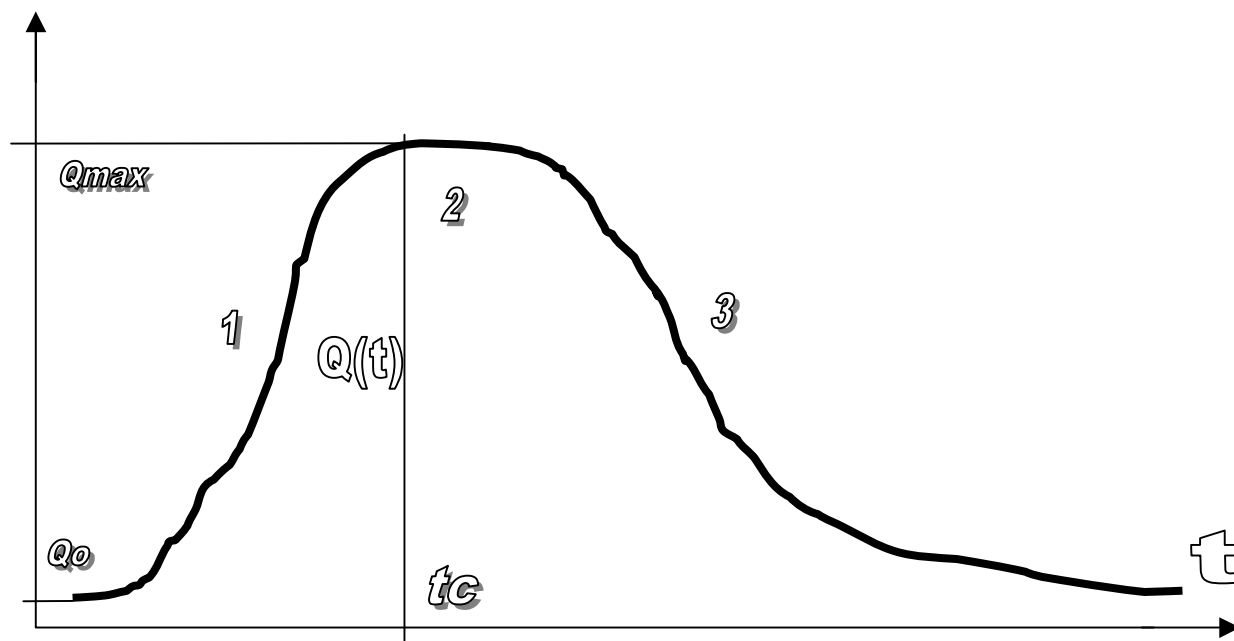
Una conoscenza approfondita del fenomeno di moto vario è di difficile acquisizione per le numerose variabili in gioco; pertanto si è preferito utilizzare formule e schematizzazioni semplici facilmente applicabili che non richiedano complesse elaborazioni, peraltro superflue quando non sono suffragate da osservazioni e misure dirette dei fenomeni indagati.

§ 2 - Il quadro conoscitivo

L'idrogramma di piena conseguente ad una pioggia isolata può essere suddiviso in tre parti (fig.1):

- 1) il ramo ascendente o di concentrazione;
- 2) il segmento di colmo;
- 3) il ramo discendente o di esaurimento.

Figura 1



La forma dell'idrogramma dipende dal particolare ietogramma che lo ha prodotto e dalle caratteristiche geomorfologiche del bacino. Se tali conoscenze hanno un accettabile livello di dettaglio la definizione dell'idrogramma di piena segue le consolidate procedure tecnico-scientifiche, supportate dalla conoscenza diretta dei fenomeni storici osservati e misurati. In caso contrario la costruzione dell'idrogramma deve necessariamente ricondursi ad un metodo assolutamente generale, così come peraltro quello della cosiddetta "formula razionale".

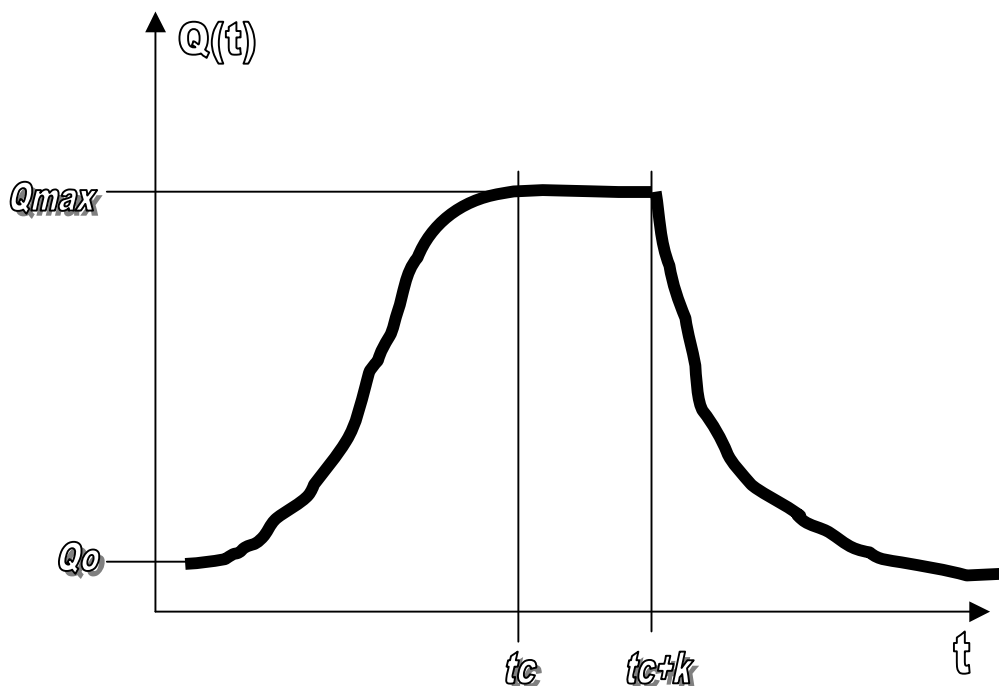
Nelle Appendici dell'Allegato "*Procedura per la definizione delle fasce fluviali e delle zone di rischio*" sono riportate le procedure per la definizione della portata al colmo di piena e del tempo di corrivazione (assunto in questa sede coincidente con il tempo di concentrazione).

§ 3 - L'equazione rappresentativa dell'idrogramma

L'idrogramma fornisce indicazioni su come variano le portate nel tempo durante gli eventi di piena.

Il diagramma $Q(t)$ nei periodi di piena può essere schematizzato in figura 2:

Figura 2



Per $t \leq t_c$ (fase 1^a del diagramma) l'equazione rappresentativa del ramo ascendente della curva è:

$$1) \quad Q(t) = Q_0 + (Q_{\max} - Q_0) \cdot \sin^4 \left(\frac{\pi}{2} \cdot \frac{t}{t_c} \right)$$

Per $t_c < t \leq t_c + k$ (fase 2^a del diagramma) il segmento di colmo è rappresentata dalla retta di equazione:

$$2) \quad Q(t) = Q_{\max}$$

Per $t > t_c + k$ (ramo di esaurimento rappresentato dalla fase 3^a del diagramma) e fino al ristabilirsi della portata $Q = Q_0$ l'equazione della curva è:

$$3) \quad Q = Q_{\max} \cdot e^{-1.387 \left(\frac{t}{t_c + k} - 1 \right)}$$

In mancanza di dati sperimentali:

- per piccoli bacini $(S \leq 100 \text{Km}^2)$ si possono assumere $k=0$ e $Q_0=0$ ottenendo un diagramma $Q(t)$ che passa per l'origine degli assi, raggiunge il valore massimo in un solo istante e quindi decresce;
- per grandi bacini $(500 \text{Km}^2 \leq S \leq 1000 \text{Km}^2)$ si possono assumere $k = (1/4-1/3)t_c$ e $Q_0=5-10 \text{ m}^3/\text{s}$;
- per i bacini di superficie compresa tra le prime due classi si possono assumere valori intermedi.



AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME TEVERE

Allegato

Linee guida per la individuazione e definizione degli interventi di manutenzione delle opere idrauliche e di mantenimento dell'efficienza idraulica della rete idrografica

§ 1 - Definizioni

Con il termine di **intervento** si intende il complesso delle operazioni di ripristino delle condizioni di riferimento da eseguire periodicamente lungo un determinato tratto di alveo di corso d'acqua. L'intervento è teso a prevenire situazioni globali e locali di deflusso della piena che possono causare fenomeni indesiderati di modificazione nell'assetto del corso d'acqua tali da aumentare il livello di pericolo per gli elementi esposti a rischio idraulico. Tali elementi, definiti sul capitolo 2, § 2.1, dell'*Atto di indirizzo e coordinamento*, approvato con DPCM del 29 Settembre 1998, debbono essere preventivamente individuati dal soggetto che propone l'intervento di manutenzione delle opere idrauliche e di mantenimento dell'efficienza idraulica della rete idrografica.

Con il termine di **operazione** si intende la componente di base del singolo intervento.

Con il termine **ripristino** si intende l'attività tesa a ricondurre il sistema nelle condizioni di riferimento.

Con il termine **condizioni di riferimento** si intende la migliore condizione di deflusso della piena in corrispondenza degli elementi esposti a rischio idraulico.

Con il termine di **sezione di deflusso** si intende la sezione trasversale del corso d'acqua attraverso cui transita la piena presa a riferimento.

Con il termine **ingegneria naturalistica** si intende la disciplina tecnico-naturalistica che utilizza le piante vive come materiale da costruzione, da sole o in abbinamento con altri materiali inerti, con finalità antierosive e di consolidamento di aree in dissesto, di rinaturalizzazione in genere e di mantenimento della continuità degli habitat faunistici. Tali tecniche hanno dei limiti di applicazione, in funzione delle caratteristiche idrauliche e geomorfologiche dei corsi d'acqua, ma possono utilizzarsi, nell'ambito della loro efficacia, unitamente a quelle tradizionali dell'ingegneria, quando quest'ultime non interferiscono negativamente sul regime idraulico (aumento della velocità di deflusso, innesco di fenomeni erosivi incontrollati, diminuzione dello scambio idrico tra corso d'acqua ed acquifero) e sulla fruibilità del corso d'acqua (eccessivi prelievi, aumento del regime termico e diminuzione dell'ombreggiatura con riduzione dell'ossigeno disciolto specie nei piccoli corsi d'acqua, impoverimento della biodiversità, diminuzione della capacità di autodepurazione del corpo d'acqua superficiale, riduzione del valore ricreativo del sistema fluviale).

§ 2 - Ambito di applicazione

L'intervento sul tratto di corso d'acqua è indirizzato:

verso i tratti regimati e non regimati i quali, anche a causa della diretta connessione idraulica, influenzano le condizioni di deflusso della piena in corrispondenza degli elementi a rischio;

verso tutte le opere sia che svolgano una funzione connessa al buon regime delle acque e alla difesa dalle inondazioni, indipendentemente dalle condizioni di deflusso per le quali sono state realizzate, sia che interferiscano con il regime di piena.

§ 3 - Modalità di individuazione e definizione degli interventi

Ogni intervento è individuato e definito sulla base dei seguenti elementi:

- 1) i tratti di corso d'acqua oggetto di intervento;
- 2) il tipo e l'entità delle operazioni per singolo tratto nonché i periodi dell'anno in cui queste possono essere compiute ai sensi del successivo paragrafo 6, dimostrando l'efficacia dell'intervento nei confronti del raggiungimento dell'obiettivo fissato al paragrafo 1;
- 3) i soggetti, eventualmente compresi i privati interessati, incaricati di eseguire le operazioni indicate, anche con carico delle relative spese;
- 4) le risorse complessive da impiegare, ivi comprese le indennità per canoni erariali, per oneri di smaltimento, per occupazioni temporanee, per servitù di passaggio nonché per eventuali danni alle proprietà.

L'approvazione degli interventi, da parte delle autorità competenti in materia di R.D. n. 523/1904, contiene tra gli altri:

- i. la dichiarazione di pubblica utilità;
- ii. la dichiarazione di indifferibilità delle relative operazioni rispetto ai termini temporali fissati al punto 2);
- iii. l'autorizzazione all'occupazione temporanea degli immobili per l'esecuzione delle operazioni, ivi compresi quelli individuati come depositi provvisori.

§ 4 - Tipi delle operazioni

In linea generale, e con riferimento anche a norme vigenti, sono da considerarsi operazioni del singolo intervento:

- A. **La rimozione di rifiuti solidi** - Allontanamento dall'alveo ai sensi della normativa vigente dei materiali di rifiuto provenienti dalle varie attività umane, ivi compreso lo smaltimento finale
- B. **Il taglio, l'estirpazione e l'allontanamento di vegetali in alveo di magra** – Taglio e rimozione di arbusti, polloni ed alberi dall'alveo di magra, compresa l'estirpazione dell'apparato radicale quando lo stesso non contribuisca alla stabilità dell'alveo. Raccolta e rimozione di fusti e tronchi arborei e arbustivi già divelti o allentati dalla corrente e siti all'interno delle sponde.
- C. **Il taglio e l'allontanamento di alberature in alveo di piena** – Rimozione di tronchi di alberi, che creano ostacolo all'officiosità idraulica o che possono essere divelti dalla corrente di piena in quanto devitalizzati, pericolanti o debolmente radicati.

- D. **Sfolli e diradamenti** – I soprassuoli arbustivi e arborei non oggetto di taglio definitivo in quanto non di ostacolo al deflusso delle piene, saranno trattati, per una corretta manutenzione, con sfolli e diradamenti selettivi volti al mantenimento di associazioni vegetali cedue di età giovane e di diametro limitato. Gli sfolli e i diradamenti dovranno garantire il massimo grado di biodiversità. Sempre che le condizioni di deflusso lo consentano, i nuclei cedui possono permanere all'interno dell'alveo. Gli stessi dovranno essere sottoposti a taglio di ceduzione periodicamente a metà del turno stabilito dalle Prescrizioni di Massima e di Polizia Forestale vigenti in provincia.
- E. **La rinaturazione** – Dove le condizioni di deflusso lo consentono, i popolamenti arbustivi ed arborei di cui al punto D potranno essere governati secondo principi di selvicoltura naturalistica consentendo la formazione di tipi colturali più evoluti di bosco idrofilo ad elevata naturalità. In tali formazioni sono d'obbligo i periodici interventi di manutenzione consistenti nei tagli di diradamento selettivo a carico dei soggetti soprannumerari, malati, in precarie condizioni statiche o con apparati radicali scoperti. Tutte le operazioni di rinaturazione dovranno favorire lo sviluppo di essenze autoctone nonché biotopi ed ecotipi del territorio in grado di assicurare il più alto grado di biodiversità.
- F. **Il ripristino della sezione di deflusso** – Laddove le condizioni di deflusso lo richiedono, si opera la rimozione degli alluvionamenti di materiale inerte, ancorché colonizzato da associazioni vegetali erbacee e/o arbustive, di ostacolo al regolare deflusso della piena, con ricollocazione in alveo del materiale nei punti dove si ha conoscenza di fenomeni erosivi, anche non critici per la stabilità delle sponde, di norma attraverso interventi di ingegneria naturalistica. Il surplus di materiale deve essere definitivamente allontanato dall'alveo per l'eventuale successivo riutilizzo o smaltimento finale.
- G. **La stabilizzazione delle sponde** – Laddove l'erosione di sponda non possa essere tollerata in quanto situata in corrispondenza degli elementi a rischio di cui al paragrafo 1, si opera di norma con tecniche di ingegneria naturalistica.
- H. **Il ripristino dell'officiosità idraulica** – Nei tratti regimati dei corsi d'acqua o dove insistono opere idrauliche si opera esclusivamente per mantenere le condizioni previste negli atti di classifica o nei progetti delle opere idrauliche, anche mediante interventi di manutenzione straordinaria sulle stesse. Sono da ricomprendersi le operazioni che si eseguono su opere non idrauliche, nella misura in cui le operazioni stesse ripristinano la funzionalità di quelle parti che interferiscono con il deflusso della piena. Sono esclusi gli interventi che modificano le caratteristiche funzionali originarie delle opere idrauliche, anche se dovute in forza di norme prescrittive.

§ 5 - Criteri di definizione delle operazioni

Nei tratti di corso d'acqua soggetti ad intervento, e laddove i deflussi di magra sono notevolmente ridotti, le operazioni di cui alle lettere D, E, e F, del paragrafo 4, non debbono creare le condizioni di una riduzione dei livelli idrici delle portate di magra.

Nei tratti di corso d'acqua ricompresi in aree protette, definite ai sensi della legge 394/91 e/o di leggi regionali a questa collegate, in cui si eseguono le operazioni di cui alle lettere D, E, F e G, del paragrafo 4, la definizione di quest'ultime nonché le principali modalità operative dovranno essere concordate con l'ente di gestione dell'area.

§ 6 - Criteri operativi

Nell'indicare i tempi di esecuzione degli interventi nei tratti di corso d'acqua ricompresi in aree protette, definite ai sensi della legge 394/91 e/o di leggi regionali a questa collegate, vengono stabiliti i periodi dell'anno durante i quali le singole operazioni non debbono essere assolutamente eseguite, al fine di non arrecare danno o turbative alle fasi critiche dei cicli bioecologici dell'area stessa.

Nei tratti di corso d'acqua non ricompresi in aree protette le singole operazioni debbono essere eseguite nel rispetto della legislazione forestale vigente.

§ 7 - Primo avvio degli interventi

In fase di primo avvio, vengono individuati gli elementi esposti a rischio idraulico e le condizioni idrauliche di deflusso che si intendono mantenere e/o ripristinare con gli interventi e che costituiscono le condizioni di riferimento. In mancanza di studi specifici, la definizione dell'assetto geomorfologico e ambientale corrispondente alle condizioni di riferimento è effettuata con metodo speditivo sulla base della "scala dell'indice di scabrezza" riportata nell'annessa tabella.

Tipologia del corso d'acqua		Caratteristiche del corso d'acqua		Scala dell'indice di scabrezza come "n" di Manning		
		Assetto geomorfologico	Assetto ambientale	Minimo	Normale	Massimo
Corsi d'acqua minori con larghezza dell'alveo in piena < 30 m	di pianura	Alveo con andamento rettilineo Fondo uniforme senza valli e dossi Sezione regolare	Acque limpide	0,025	0,030	0,033
		Alveo con andamento rettilineo Fondo uniforme senza valli e dossi Sezione con presenza di massi	Acque limpide Presenza di vegetazione erbacea	0,030	0,035	0,040
		Alveo con andamento a meandri Fondo uniforme senza valli e dossi Sezione regolare	Acque limpide	0,033	0,040	0,045
		Alveo con andamento a meandri Fondo disuniforme con valli e dossi Sezione con presenza di massi	Acque limpide Presenza di vegetazione erbacea	0,035	0,045	0,050
		A meandri con pendenza ridotta Fondo disuniforme con valli e dossi Sezione regolare ma ridotta	Acque limpide	0,040	0,048	0,055
		Alveo con andamento a meandri Fondo disuniforme con valli e dossi Sezione con molti massi	Acque limpide Presenza di vegetazione erbacea	0,045	0,050	0,060
		A meandri a debole pendenza Fondo disuniforme con valli e dossi Sezione con molti massi	Vegetazione erbacea ed arbustiva abbastanza diffusa	0,050	0,070	0,080
		A meandri a debole pendenza Fondo disuniforme con valli e dossi Sezione con molti massi	Alveo con abbondante vegetazione erbacea Alveo di piena con abbondanti colonizzazioni di alberi ed arbusti	0,075	0,100	0,150
	montani	Sponde normalmente ripide Sezioni con fondo di ghiaia, sassi e qualche masso	Assenza di vegetazione nell'alveo Alberi e arbusti lungo le sponde sommersi durante le acque alte	0,030	0,040	0,050
		Sponde normalmente ripide Sezioni con fondo di sassi e molti massi	Assenza di vegetazione nell'alveo Alberi e arbusti lungo le sponde sommersi durante le acque alte	0,040	0,050	0,070
Corsi d'acqua maggiori con larghezza dell'alveo in piena > 30 m	di pianura	Fondo uniforme senza valli e dossi Sezione regolare	Alveo con vegetazione e/o Alveo di piena con alberi e arbusti	0,025		0,060
	montani	Fondo disuniforme con valli e dossi Sezione irregolare	Alveo con vegetazione e/o Alveo di piena con colonizzazioni di alberi e arbusti	0,035		0,100



AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME TEVERE

Allegato

Linee guida per la predisposizione del piano comunale di protezione civile

