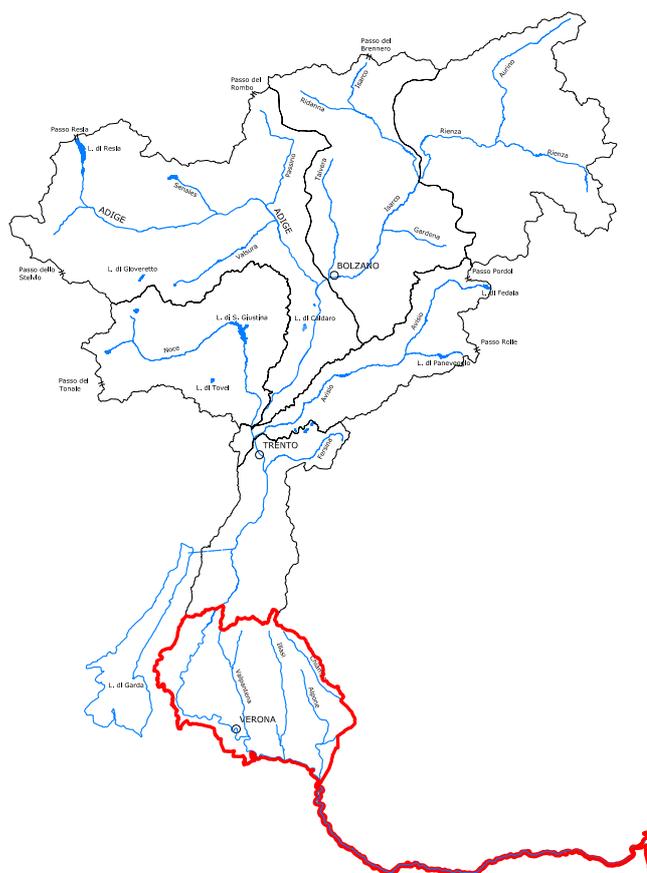


AUTORITA' DI BACINO NAZIONALE DELL'ADIGE

PIANO STRALCIO PER LA TUTELA DAL RISCHIO IDROGEOLOGICO

BACINO DELL'ADIGE - REGIONE VENETO



INDIVIDUAZIONE E PERIMETRAZIONE DELLE AREE
A RISCHIO IDRAULICO, DA FRANA E DA COLATA DETRITICA
(L. 267/1998, L. 226/1999, L. 365/2000, D.P.C.M. 29.9.1998 e L. 183/1989)

RELAZIONE TECNICA E QUADRO GIURIDICO

ADOTTATO CON DELIBERA DEL COMITATO ISTITUZIONALE
N. 1/2005 DEL 15 FEBBRAIO 2005

INDICE

1. AREE A RISCHIO IDRAULICO	1
1.1 IDROLOGIA DI PIENA.....	1
1.1.1 Premessa.....	1
1.1.2 Il bacino dell'Adige.....	1
1.1.3 Stima delle portate di piena di assegnato tempo di ritorno.....	2
1.1.3.1 Premessa.....	2
1.1.3.2 Sezioni dotate di serie storiche.....	2
1.1.3.3 Sezioni di interesse senza serie storiche di dati.....	5
1.1.3.4 Avisio e Travignolo.....	6
1.1.3.5 Isarco a Bressanone.....	7
1.1.4 Idrogrammi di piena.....	7
1.1.5 La galleria Adige – Garda.....	10
1.1.6 Considerazioni conclusive.....	11
1.1.7 Aggiornamento dell'analisi idrologica successiva all'aprile 2001.....	13
1.1.7.1 Stima delle portate di piena con tempo di ritorno pari a 100 anni.....	13
1.1.7.2 Analisi idrologica del torrente Alpone.....	14
1.1.8 L'idrologia di piena del torrente Tasso e della Lessinia centrale.....	17
1.1.8.1 L'idrologia di piena del sottobacino del Torrente Tasso.....	17
1.1.8.2 La valutazione dei colmi di piena di assegnato tempo di ritorno nei bacini della Lessinia centrale e centro occidentale.....	18
1.2 MODELLAZIONE IDRAULICA.....	21
1.2.1 Il modello idraulico SOBEK.....	21
1.2.2 Integrazione dei profili di piena del fiume Adige da Trento a Verona.....	23
1.2.2.1 Premessa.....	23
1.2.2.2 Descrizione idraulica dell'alveo.....	23
1.2.2.3 Descrizione delle aree di espansione delle piene.....	24
1.2.2.4 Condizioni al contorno.....	24
1.2.2.5 Risultati ottenuti.....	30
1.2.3 Integrazione dei profili di piena del fiume Adige da Verona alla foce.....	33
1.2.3.1 Inquadramento idrologico.....	33
1.2.3.2 Applicazione del modello matematico.....	34
1.2.3.3 Condizioni iniziali e condizioni al contorno esterne.....	34
1.2.3.4 Condizioni iniziali.....	35
1.2.3.5 Condizioni al contorno esterne.....	35
1.2.3.6 Influenza degli sbarramenti presenti in alveo.....	36
1.2.3.7 Individuazione dei punti critici.....	36
1.2.4 Studio del sistema idraulico dell'Alpone e dei suoi affluenti.....	37
1.2.4.1 Premessa.....	37
1.2.4.2 Implementazione del modello.....	38
1.2.4.3 Analisi delle simulazioni.....	39
1.2.5 La modellazione dei torrenti Tasso e Fibbio.....	39
1.2.6 La modellazione del torrente Illasi con il Modello Hec Ras.....	40
2. AREE A RISCHIO DA FRANA	43
2.1 ANALISI DEI FENOMENI FRANOSI.....	43
2.1.1 La franosità del bacino del fiume adige.....	43
2.1.2 Aspetti strutturali del bacino dell'Adige.....	44
2.2 INDIVIDUAZIONE E PERIMETRAZIONE DELLE AREE A RISCHIO.....	47
2.2.1 Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio molto elevato (R4).....	47
2.2.2 Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio elevato da frana (R3).....	47
2.2.3 Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio medio da frana (R2).....	47
2.2.4 Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio moderato da frana (R1).....	48
2.2.5 Considerazioni conclusive sul rischio da frana.....	49
2.3 INQUADRAMENTO GENERALE DEL SOTTOBACINO ADIGE – CHIAMPO.....	50

2.3.1	<i>Caratteristiche fisiche</i>	50
2.3.1.1	Condizioni geologiche.....	50
2.3.1.2	Condizioni idrogeologiche.....	51
2.3.1.3	Condizioni geomorfologiche.....	51
2.3.1.4	Copertura vegetale	51
2.3.1.5	Antropizzazione	52
2.3.2	<i>Aree a rischio da frana individuate</i>	52
3.	AREE A RISCHIO DA COLATA DETRITICA	53
3.1	ANALISI DEI FENOMENI DI COLATA DETRITICA.....	53
3.1.1	<i>Il rischio da colata detritica</i>	53
3.1.2	<i>Analisi storica sui fenomeni di colata detritica</i>	59
3.1.3	<i>Le opere di regimazione idraulica nei bacini montani</i>	59
3.2	IL RISCHIO DA COLATA DETRITICA NEL SOTTOBACINO ADIGE – CHIAMPO	62
3.2.1	<i>Il fenomeno della colata detritica nel contesto geologico</i>	62
3.2.2	<i>Individuazione e delimitazione delle aree a rischio nel sottobacino Adige – Chiampo</i>	62
4.	IL QUADRO GIURIDICO DI RIFERIMENTO E LA NORMATIVA DI PIANO	63
4.1	ASPETTI GENERALI	63
4.2	IL PIANO STRALCIO PER LA TUTELA DAL RISCHIO IDROGEOLOGICO	69
4.2.1	<i>Gli aspetti procedurali</i>	69
4.2.2	<i>Gli obiettivi ed i contenuti</i>	70
4.2.3	<i>Le modalità di attuazione</i>	72
4.3	LE NORME DI ATTUAZIONE E LE PRESCRIZIONI DEL PIANO	75
4.4	LE INIZIATIVE PER IL PROGETTO DI PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO	79
APPENDICE A: VALUTAZIONE DEI GRADI DI RISCHIO IN FUNZIONE DEL DANNO POTENZIALE E DELLA PERICOLOSITÀ DELL'EVENTO CONSIDERATO.		
APPENDICE B: ELENCO DELLE ZONE A RISCHIO IDRAULICO R4, R3, R2 ED R1 INDIVIDUATE NELLA REGIONE VENETO.		
APPENDICE C: ELENCO DELLE FRANE R3, R2 ED R1 INDIVIDUATE NEL SOTTOBACINO ADIGE – CHIAMPO.		

1. AREE A RISCHIO IDRAULICO

Per l'individuazione delle aree a diverso grado di rischio idraulico è stata adottata la metodologia proposta dal DPCM 29 settembre 1998 ed esposta nella relazione illustrativa di sintesi del presente Piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico.

Di seguito viene descritta dettagliatamente l'analisi svolta dall'Autorità di bacino del fiume Adige per individuare e perimetrare le aree di pericolosità idraulica e di rischio idraulico.

1.1 Idrologia di piena

1.1.1 Premessa

Lo studio idrologico del bacino è stato affrontato mediante uno studio di primo livello, terminato nell'aprile 2001, ed un successivo aggiornamento di secondo livello.

Lo studio del primo livello era finalizzato all'individuazione degli idrogrammi di piena per tempi di ritorno pari a 30, 200 e 500 anni, secondo quanto stabilito dal D.P.C.M. 29 settembre 1998. Successivi approfondimenti e confronti con gli enti territoriali coinvolti hanno consigliato l'introduzione di un'ulteriore analisi da effettuare con tempo di ritorno pari a 100 anni (maggiormente legato alla progettazione idraulica), in luogo della precedente stima con tempo di ritorno di 500 anni.

Nel presente capitolo verranno esposti nella prima parte i risultati ottenuti con il primo livello di analisi (aprile 2001), mentre nella seconda parte si esporranno i risultati dell'analisi aggiornata con il tempo di ritorno di 100 anni, ivi inclusa la trattazione idrologica del torrente Alpone.

1.1.2 Il bacino dell'Adige

Il Fiume Adige nasce a quota 1586 m s.l.m., non lontano dal lago di Resia e dà origine ad una importante valle che assume la denominazione di Val Venosta fino alla città di Merano, Val d'Adige da Merano fino a Trento, Val Lagarina fino a Verona. Da Verona l'Adige assume carattere di fiume di pianura.

Il bacino idrografico del Fiume Adige è caratterizzato da quote elevate e costanti, 2500 – 3500 m s.l.m., per la parte settentrionale del bacino, che scendono poi progressivamente a valle della confluenza di due importanti affluenti, il Noce e l'Avisio.

Il territorio è compreso all'interno delle Province Autonome di Bolzano e Trento e, nel tratto di pianura, il fiume scorre attraverso la regione Veneto.

Nelle valli più interne e settentrionali i fondovalle si trovano a quote comprese tra i 1300 ed i 1500 m s.l.m., mentre l'Adige scorre intorno alla quota di 240 m s.l.m. nella piana di Bolzano e sui 190 m s.l.m. a Trento. Il reticolo idrografico è generalmente semplice, con solchi vallivi unitari ramificati solo verso le testate delle valli.

I principali affluenti in sinistra sono il Carlino, il Pruni, il Senales, il Passirio, l'Isarco, l'Avisio, il Fersina ed il Leno di Terragnolo; in destra il Ram, il Solda, il Plima, il Valstura ed il Noce.

Da un punto di vista orografico l'area in esame è caratterizzata da un'ampia differenziazione di quota tra i massicci presenti ed il fondovalle. Quasi tutti gli affluenti, come l'asta principale, scorrono con pendenze non eccessive, all'opposto dei torrenti tributari che, scorrendo in valli più ripide, assumono regime più spiccatamente torrentizio. Al loro sbocco nelle valli principali, il cospicuo apporto di materiali eroso dalle valli attraversate crea coni di deiezione ampi e potenti.

È da sottolineare, per l'influenza che ha nel regime idrologico, la presenza di un buon numero di aree glaciali permanenti, per una estensione complessiva di circa 200 km², soprattutto in Val Venosta, nelle Alpi Breonie, nelle Alpi Aurine, in quelle Pusteresi e nel gruppo dell'Ortles – Cevedale.

1.1.3 Stima delle portate di piena di assegnato tempo di ritorno

1.1.3.1 Premessa

Sono state seguite differenti metodologie di lavoro, a seconda delle informazioni disponibili nelle diverse sezioni di interesse.

Ove disponibili dati in quantità sufficiente, le stime delle portate al colmo sono state ricavate dall'elaborazione delle serie storiche di portate massime annuali relative ad alcune stazioni sull'Adige, sull'Isarco, sul Noce e sul Rienza. Il capitolo 1.1.3.2 è dedicato alle analisi statistiche effettuate sui campioni di dati nelle diverse sezioni di chiusura.

Nel caso in cui invece non erano disponibili stazioni di misura, ovvero le serie storiche non erano sufficientemente numerose da potersi ritenere attendibili, si è proceduto con metodologie diverse.

Per quanto riguarda le sezioni di interesse per le quali la stima dei valori di portata al colmo di piena è risultata necessaria ai fini della modellazione idraulica ma sono risultate prive di serie storiche, le valutazioni sono state ottenute a partire da quelle ricavate dalle elaborazioni statistiche in sezioni poste più a valle o più a monte sul medesimo corso d'acqua (cap. 1.1.3.3).

Per quanto riguarda la stima del valore di portata al colmo per le stazioni ubicate sull'Avisio (cap.1.1.3.4), la serie storica relativa alla stazione di Stramentizzo non può essere considerata completamente affidabile, in quanto il dato relativo alla portata al colmo massima annuale del 1966 è assai più elevato della media del campione e probabilmente ricostruito. Inoltre il peso di questo dato nell'analisi statistica è accentuato dalla limitata numerosità del campione. È stato pertanto implementato un modello afflussi – deflussi per approfondire il problema, come esposto nello specifico paragrafo. Analogamente si è proceduto per il Travignolo, affluente in sinistra dell'Avisio in corrispondenza dell'abitato di Predazzo.

La serie storica di Bressanone (cap. 1.1.3.5) è caratterizzata da una numerosità del campione troppo bassa per basare la stima dalla portata al colmo su valutazioni locali. Le stime pertanto non sono state ottenute a partire dai dati storici rilevati in tale stazione idrometrografica, ma dalle valutazioni effettuate per la stazione di Prà di Sopra, come verrà riportato all'apposito paragrafo.

1.1.3.2 Sezioni dotate di serie storiche

1.1.3.2.A Metodologie utilizzate

Per effettuare le analisi idrologiche sono stati utilizzati i valori di portata al colmo di piena rilevati nelle stazioni idrometrografiche presenti sul territorio in esame e di seguito riportate:

- Adige a Tel
- Adige a Ponte Adige
- Adige a Bronzolo
- Adige a Trento
- Adige a Pescantina
- Adige a Boara Pisani
- Avisio a Soraga
- Avisio a Stramentizzo

- Isarco a Prà di Sopra
- Isarco a Bressanone
- Noce a Ponte Rovina
- Noce a S. Giustina
- Rienza a Vandoies

Al campione di dati a disposizione sono stati adattati anzitutto i modelli statistici comunemente impiegati nelle valutazioni idrologiche riguardanti eventi di piena, come il classico modello di Gumbel (EV1) o quello, di più recente formulazione, basato sulla distribuzione GEV (Generalized Extreme Value – Jenkinson 1955).

Si è ritenuto inoltre opportuno utilizzare i recenti risultati di una ricerca in corso presso il Politecnico di Milano e volta proprio alla messa a punto di una metodologia più accurata per la stima delle portate al colmo di piena. Tale procedura si basa sull'introduzione di un nuovo modello probabilistico, indicato con la sigla MG (Maione, 1997; Maione et al., 1998), tarato sui valori massimi delle serie storiche dei massimi annuali delle portate al colmo di piena registrate in 181 stazioni idrometrografiche operative sul territorio nazionale e che, pertanto, si ritiene particolarmente adatto alla stima delle portate di piena corrispondenti a valori elevati del tempo di ritorno quali sono quelli considerati nel presente studio.

Si sono inoltre rese disponibili le conclusioni del rapporto VAPI per il Triveneto a cura del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche (Bacchi e Villi, 1999), nelle quali viene proposto un modello di stima regionale delle portate al colmo di piena per i bacini nel Triveneto.

In questo modo è stato possibile estrarre i valori ritenuti più idonei per ogni singola stazione, analizzando i risultati delle diverse trattazioni statistico-probabilistico.

1.1.3.2.B Risultati ottenuti nelle sezioni dotate di serie storiche

I risultati ottenuti elaborando le serie storiche dei valori massimi annuali di portata al colmo di piena sono riassunti nelle tre tabelle seguenti (Tabella 1.1, Tabella 1.2, Tabella 1.3), che riportano i valori massimi di portata in corrispondenza dei tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni, ottenute con il modello Gumbel (Q_G), con il modello GEV (Q_{GEV}), con il modello M.G. (Q_{MG}) e con il modello Vapi (Q_{Vapi}).

Tr = 30	Stazione	S [km ²]	Q _G	Q _{GEV}	Q _{MG}	Q _{vapi}
ADIGE	Tel	1675	261	257	259	396
	Ponte Adige	2642	652	656	675	785
	Bronzolo	6926	1386	1400	1409	1746
	Trento	9763	2021	2081	2130	2364
	Pescantina	10957	1809	1837	1923	
	Boara Pisani	11954	1675	1677	1737	
ISARCO	Prà di Sopra	652	218	229	235	323
NOCE	Ponte Rovina	384	120	111	120	261
	S. Giustina	1056	359	474	405	391
RIENZA	Vandoies	1923	352		369	455

Tabella 1.1 - Portate al colmo di piena. Risultati ottenuti nelle sezioni strumentate.

Tr = 200	Stazione	S [km ²]	Q _G	Q _{GEV}	Q _{MG}	Q _{vapi}
ADIGE	Tel	1675	333	307	312	503
	Ponte Adige	2642	859	845	844	998
	Bronzolo	6926	1801	1807	1736	2216
	Trento	9763	2021	2896	2696	3002
	Pescantina	10957	2425	2470	2448	
	Boara Pisani	11954	2210	2123	2173	
ISARCO	Prà di Sopra	652	295	326	303	410
NOCE	Ponte Rovina	384	154	145	146	332
	S. Giustina	1056	496	582	534	496
RIENZA	Vandoies	1923	468		466	577

Tabella 1.2 - Portate al colmo di piena. Risultati ottenuti nelle sezioni strumentate.

Tr = 500	Stazione	S [km ²]	Q _G	Q _{GEV}	Q _{MG}	Q _{vapi}
ADIGE	Tel	1675	367	328	335	396
	Ponte Adige	2642	959	930	920	1138
	Bronzolo	6926	2002	1998	1883	2527
	Trento	9763	3018	2896	2951	3423
	Pescantina	10957	2720	2773	2684	
	Boara Pisani	11954	2467	2316	2369	
ISARCO	Prà di Sopra	652	332	484	333	467
NOCE	Ponte Rovina	384	170	133	158	378
	S. Giustina	1056	562	1028	591	565
RIENZA	Vandoies	1923	524		510	658

Tabella 1.3 - Portate al colmo di piena. Risultati ottenuti nelle sezioni strumentate.

1.1.3.3 Sezioni di interesse senza serie storiche di dati

Come detto precedentemente, nella modellazione idraulica dei corsi d'acqua oggetto dello studio è stato spesso necessario valutare i valori di portata al colmo anche in sezioni per le quali non erano disponibili serie di dati storici. Pertanto, non potendo seguire la metodologia fin qui esposta, le stime sono state ottenute a partire da quelle ricavate dalle elaborazioni statistiche in sezioni poste più a valle o più a monte sul medesimo corso d'acqua, ipotizzando una dipendenza della portata al colmo di tipo monomio con esponente a . Indicando con Q_S e A_S rispettivamente la portata ottenuta dalle elaborazioni statistiche e la superficie del bacino corrispondente alla medesima sezione e con Q^* la portata da ricavare, si ha:

$$Q^* = Q_S \cdot \left(\frac{A_S}{A^*} \right)^a \quad (1)$$

Per l'indagine sulle aree allagate lungo l'Isarco, il Noce e l'Avisio, affluenti principali dell'Adige, il parametro a è stato assunto pari a 0.4 in accordo con i risultati della taratura effettuata nell'ambito del progetto Vapi per i bacini relativi agli affluenti dell'Adige da Merano e Rovereto.

Per quanto riguarda invece lo studio del Rienza e della parte alta del bacino dell'Adige è stata utilizzata la relazione del modello Vapi valida per l'alto bacino fino a Tel e per gli affluenti, nella quale si ipotizza che l'esponente a assuma valore 1.

La Tabella 1.4 seguente riporta, per ciascuna sezione di interesse non dotata di serie storica di misura, i valori della portata al colmo come sopra descritto.

	Stazione	30 anni	200 anni	500 anni
ADIGE	Resia	48	62	68
	Spondigna	107	136	150
	Castelbello	193	246	271
	Naturno	243	311	342
	Merano	544	692	773
	Postal	627	798	890
AVISIO	Soaga	403	516	566
	Moena	437	559	614
	Predazzo	547	699	767
	Stramentizzo	658	841	924
ISARCO	Ponte Gardena	611	776	885
	Bolzano	651	826	943
NOCE	Mezzolombardo	445	587	650
RIENZA	Monguelfo	79	102	113
	Vila di Sotto	106	137	152
	Brunico	341	441	489
	Bressanone	402	520	576

Tabella 1.4 - Portate al colmo di piena per le sezioni di interesse non strumentate.

1.1.3.4 Avisio e Travignolo

1.1.3.4.A Premessa

Per la stima della portata al colmo di piena sull'Avisio ed il Travignolo, non essendo disponibili osservazioni idrometriche dirette considerate affidabili, la stima della portata al colmo può essere effettuata solo con metodi indiretti tramite l'applicazione di modelli regionali oppure attraverso l'applicazione di modelli di trasformazione afflussi - deflussi, a partire dall'analisi statistica delle precipitazioni intense per il bacino in esame.

In linea di principio l'utilizzo di modelli di stima regionale è da preferire, tenendo conto del maggior numero di incertezze insite nell'applicazione dei modelli di trasformazione afflussi - deflussi; tuttavia un'indagine preliminare ha mostrato come l'idrologia di piena del bacino dell'Avisio risulti in larga misura differente rispetto a quella dei bacini più prossimi e come perciò risultino non applicabili in tal caso le metodologie dell'analisi regionale.

Si è dunque fatto ricorso alla simulazione della trasformazione afflussi - deflussi, adottando il modello dell'invaso lineare e utilizzando per la determinazione del regime delle piogge intense le osservazioni relative ai valori massimi annuali dell'altezza di precipitazione di durata pari a 1, 3, 6, 12 e 24 ore disponibili per le stazioni pluviografiche interne ai bacini considerati.

In particolare nel caso dell'Avisio sono state considerate le serie storiche di altezze di pioggia registrate alle stazioni di Cavalese, Predazzo, Pozzologo, Moena e Pian Fedaiia, mentre per le stime sul Travignolo sono state prese in considerazione le stazioni di Passo Rolle e Predazzo. La stazione di Passo Rolle è dotata di una serie storica piuttosto breve (15 dati), ma si è ritenuto importante inserirla comunque nelle valutazioni idrologiche del Travignolo, per avere un minimo di caratterizzazione delle condizioni pluviometriche nella parte alta del bacino idrografico.

Per ciascuna delle stazioni considerate, sono state ricavate le curve di possibilità pluviometrica corrispondenti ai tempi di ritorno $Tr = 30, 200$ e 500 anni nella classica forma monomia

$$h_T(d) = a(Tr)d^{n(Tr)} \quad (2)$$

dove h indica l'altezza di precipitazione in mm e d la durata di precipitazioni in ore, a ed n i parametri della curva, Tr il tempo di ritorno.

Le perdite per infiltrazione sono state descritte globalmente attraverso il coefficiente di afflusso al quale – sulla base dei dati pluviometrici ed idrometrici disponibili per alcuni eventi di piena relativi al bacino in esame – è stato attribuito il valore $\phi = 0.55$ per quanto riguarda l'Avisio e di $\phi = 0.8$ per il Travignolo. La scelta di tale valore del coefficiente di afflusso per il Travignolo è derivata dal fatto che circa la metà del suo bacino idrografico può essere considerato impermeabile. Inoltre, nel caso del Travignolo, si è dato maggiore peso alla curva di possibilità pluviometrica di Passo Rolle in quanto più rappresentativa del bacino in esame.

1.1.3.4.B Stima delle portate al colmo di piena

Considerando per ciascun valore del tempo di ritorno lo ietogramma di pioggia lorda costante di durata pari al tempo di corrivazione ottenuto mediando i valori provenienti dalle curve di possibilità climatica ed introducendo per l'Avisio il coefficiente di afflusso $\phi = 0.55$ e un fattore di ragguaglio delle piogge all'area pari a 0.85 (sulla base delle curve tarate dall'U.S. Weather Bureau) mentre per il Travignolo $\phi = 0.8$ e un valore di 0.9 come fattore di ragguaglio delle piogge all'area, si sono ottenuti dall'applicazione del metodo dell'invaso i valori delle portate al colmo Q_c nella stazione di Lavis sull'Avisio e di Predazzo sul Travignolo raccolti nelle Tabella 1.5 e Tabella 1.6 seguenti. A ciascun valore è stato associato il tempo di ritorno dello ietogramma corrispondente.

AVISIO A LAVIS	
Tr [anni]	Q [m ³ /s]
30	735
200	936
500	1032

Tabella 1.5 - Portate al colmo di piena per l'Avisio a Lavis. Risultati ottenuti mediante metodo dell'invaso.

TRAVIGNOLO A PREDAZZO	
Tr [anni]	Q [m ³ /s]
30	340
200	433
500	481

Tabella 1.6 - Portate al colmo di piena per il Travignolo a Predazzo. Risultati ottenuti mediante metodo dell'invaso.

1.1.3.5 Isarco a Bressanone

A causa della insufficiente numerosità del campione di dati registrati alla stazione di Bressanone sull'Isarco, non si è potuto basare la stima della portata al colmo su valutazioni locali. Al contrario, le stime relative alla sezione di Bressanone ($S = 2954 \text{ km}^2$) sono state ottenute trasferendo quelle ricavate per la sezione di Prà di Sopra ($S = 652 \text{ km}^2$), posta più a monte, ipotizzando una dipendenza della portata di colmo dall'area drenata di tipo monomio del tipo

$$\frac{Q_N}{Q_B} = \left(\frac{2954}{652} \right)^{0.4} \approx 1.83 \quad (3)$$

dove Q_N e Q_B indicano le portate al colmo di assegnato tempo di ritorno alle sezioni di Bressanone e di Prà di Sopra.

Nella Tabella 1.7 seguente sono riportati i risultati ottenuti con tale metodologia:

Tr [anni]	Q [m ³ /s]
30	566
200	719
500	820

Tabella 1.7 - Portate al colmo di piena per l'Isarco a Bressanone. Risultati ottenuti mediante deduzione delle portate al colmo dell'Isarco a Prà di Sopra.

1.1.4 Idrogrammi di piena

Ai fini della modellazione idraulica l'asta principale del fiume Adige è stata suddivisa in 4 tronchi distinti:

1. Resia – Bronzolo
2. Bronzolo – Trento
3. Trento – Verona
4. Verona - Foce

Come condizione di ingresso nelle sezioni di monte del secondo e del terzo tratto (Bronzolo – Trento, Trento – Verona) sono stati utilizzati idrogrammi di piena sintetici, generati sulla base di idrogrammi registrati durante eventi di piena, con valore della portata al colmo pari a quella stimata nell'analisi idrologica di cui al capitolo precedente. Come condizione di ingresso nella sezione di monte del quarto tratto sono stati utilizzati gli idrogrammi risultanti dalla propagazione del modello mono-bidimensionale nel tratto precedente anzichè utilizzare l'idrogramma della stazione di Pescantina. Tale scelta è dettata dal fatto che i dati idrologici delle stazioni idrometriche poste a valle dell'imbocco della Galleria Adige Garda (Mori) sono affetti della perturbazione generata dal funzionamento della galleria stessa.

Nella sezione localizzata a valle del lago di Resia, sezione di monte del primo tronco di Adige, non sono invece disponibili misure di portata né tantomeno idrogrammi misurati durante particolari eventi. La presenza di importanti affluenti inoltre provoca sicuramente una sensibile variazione della forma dell'onda di piena proveniente da monte. Pertanto, anche ipotizzando di riuscire a ricostruire un'idrogramma nella sezione di monte, lo studio della sua propagazione verso valle sarebbe risultata poco realistica, proprio a causa delle numerose ed importanti immissioni concentrate presenti in questo tratto. La modellazione del tratto Resia – Bronzolo è stata quindi effettuata in condizioni di moto permanente.

Per quanto riguarda gli altri corsi d'acqua esaminati, dove erano disponibili registrazioni complete di eventi di piena in corrispondenza della sezione di monte del tronco modellato, come nel caso dell'Isarco, l'analisi idraulica è stata effettuata in condizioni di moto vario. In caso contrario, come condizione al contorno di monte sono stati introdotti idrogrammi di forma "rettangolare" adatti a risolvere problemi di moto permanente.

È utile sottolineare che l'esigenza di utilizzare idrogrammi in moto vario è particolarmente importante nel caso in cui l'alveo inciso sia delimitato dalla campagna circostante mediante rilevati arginali che vengono superati negli eventi di piena. In questi casi infatti la stima dei volumi esondati è necessaria per stimare le aree di allagamento, che invece possono essere ricavate attraverso la conoscenza dei soli livelli idrici nel caso di alvei incisi ed incassati nella valle.

Nel caso delle modellazioni in moto vario, la forma dell'onda di piena, e quindi il suo volume, sono stati ricavati dallo studio degli idrogrammi rilevati nelle medesime stazioni di misura, traslando rigidamente l'idrogramma misurato ritenuto maggiormente significativo, in modo tale da ottenere un valore di colmo pari a quello stimato nell'analisi idrologica in corrispondenza di diversi tempi di ritorno. Tale metodologia, seppure semplificata, è da ritenersi adeguata agli scopi del presente studio.

Nelle figure da Figura 1.1 a Figura 1.3 sono mostrati gli idrogrammi di piena utilizzati nelle modellazioni idrauliche.

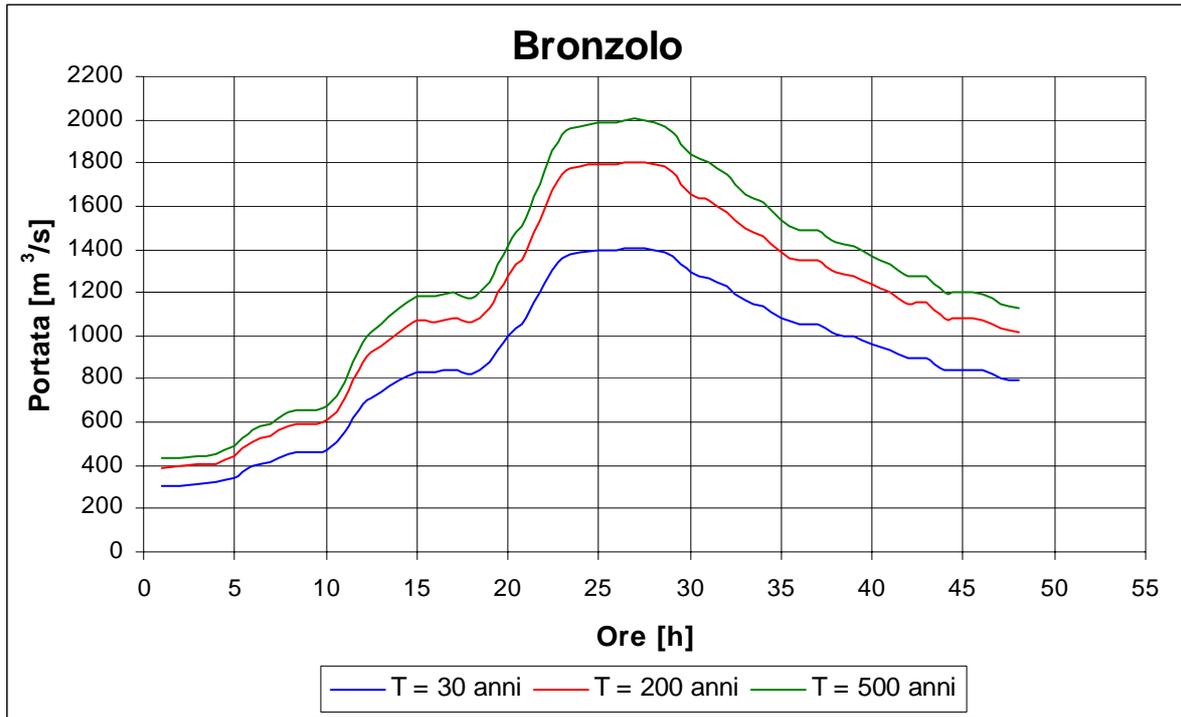


Figura 1.1 - Idrogrammi di piena nella sezione Adige a Bronzolo

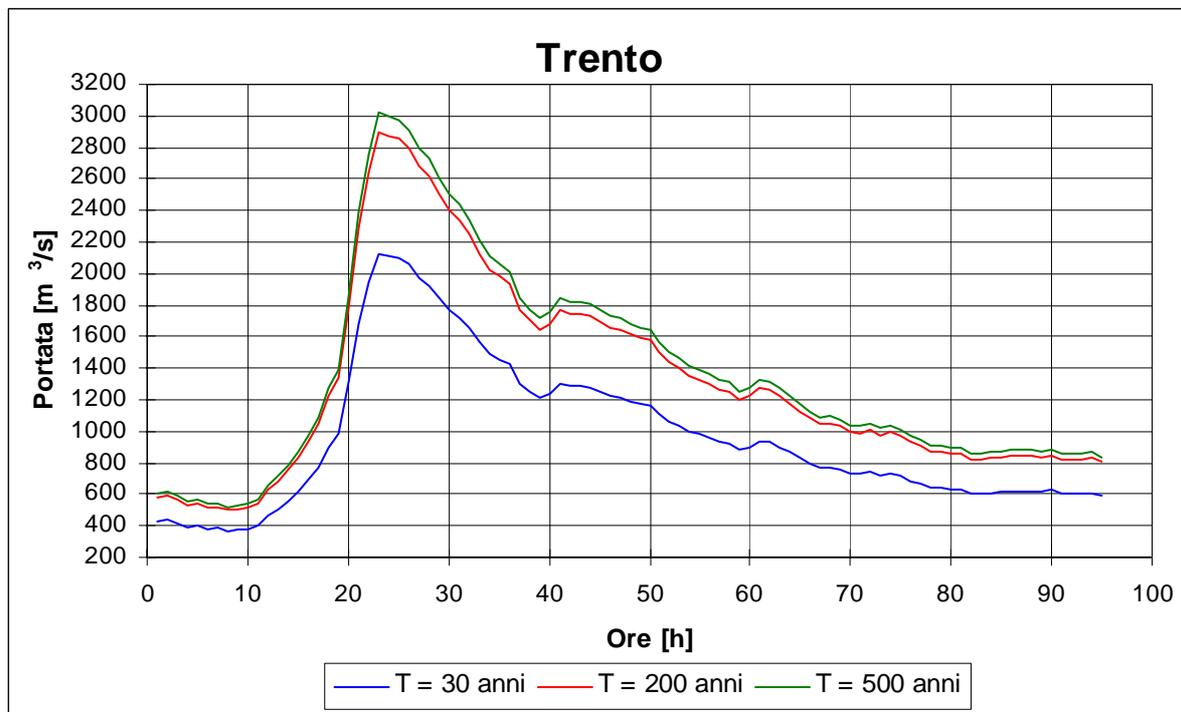


Figura 1.2 - Idrogrammi di piena nella sezione Adige a Trento

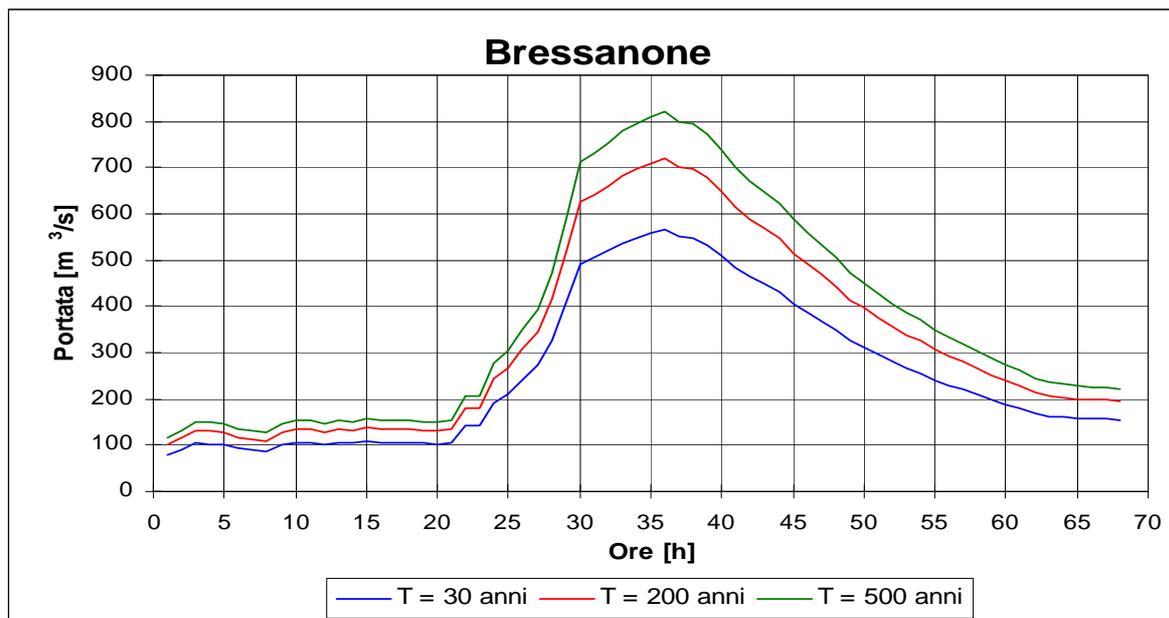


Figura 1.3 - Idrogrammi di piena nella sezione Isarco a Bressanone

1.1.5 La galleria Adige – Garda

Nella seconda metà degli anni '50 fu costruito, circa 30 km a valle di Trento in corrispondenza dell'abitato di Mori (Tn), uno scolmatore che collega il fiume Adige al lago di Garda, nei pressi dell'abitato di Torbole. Tale galleria ha lo scopo di difendere il territorio del medio e basso corso dell'Adige, in particolare la città di Verona, scolmando nel lago di Garda, fino al massimo di 500 m³/s, le portate al colmo di piena dell'Adige.

Lo scolmatore è stato utilizzato ufficialmente 10 volte dal 1960 al 2002 ed ha funzionato in maniera differente, scolmando volumi di piena variabili da 4 700 000 m³ nell'ottobre 2000 a 71 325 000 m³ nel settembre del 1960. Nella Tabella 1.8 sottostante in corrispondenza di ogni evento di piena durante il quale la galleria ha funzionato, viene indicato l'istante di apertura e di chiusura della luce di ingresso, nonché il volume V_s complessivamente scolmato.

EVENTO	APERTURA	CHIUSURA	V _s [m ³]
09/1960	17/09/60 11:30	18/09/60 07:00	71 325 000
	18/09/60 12:40	21/09/60 18:30	
09/1965	02/09/65 14:07	05/09/65 11:30	79 270 800
07/1966	20/07/66 10:30	22/07/66 08:30	6 499 920
08/1966	17/08/66 17:25	18/08/66 21:30	16 695 000
11/1966	04/11/66 16:45	06/11/66 14:30	63 777 300
09/1976	14/09/76 09:30	15/09/76 00:00	12 420 000
10/1980	17/10/80 18:40	19/10/80 08:00	26 410 000
07/1981	19/07/81 08:30	19/07/81 16:30	6 930 000
05/1983	23/05/83 21:00	25/05/83 00:00	20 016 000
10/2000	17/10/00 18:00	19/10/00 10:00	4 700 000

Tabella 1.8 – Volume scolmato dalla galleria Adige-Garda in relazione agli eventi per i quali è stata attivata.

Da un punto di vista idrologico è chiaro che considerare o meno il funzionamento dell'opera in esame porta ad una differente stima del valore di colmo della portata nelle sezioni a valle della

derivazione stessa. Le serie storiche di portate massime annuali utilizzate per le analisi idrologiche comprendono i dati relativi agli eventi in cui è stato registrato il funzionamento della galleria Adige – Garda.

Quindi, le stime sui valori di portata al colmo effettuate nelle stazioni di Pescantina e Boara Pisani, localizzate a valle dello scolmatore, considerano il funzionamento dell'opera nella misura di quanto è effettivamente avvenuto negli ultimi 50 anni.

Per valutare il funzionamento della galleria avvenuto in passato in termini di benefici sia per quanto riguarda la riduzione dei tiranti idrici e, di conseguenza, delle aree di allagamento nel tratto localizzato a valle, sono state condotte in questa sede alcune stime basate sui valori riportati nella Tabella 1.8.

L'analisi dei dati disponibili ha portato a stimare la portata media scolmata dalla galleria nel corso degli eventi passati intorno a 250 m³/s, la metà della massima portata convogliabile dalla galleria nella configurazione attuale. Si può quindi supporre che, almeno in termini di portate medie, la galleria non sia stata nel passato utilizzata al massimo delle proprie potenzialità.

In relazione a 3 eventi di piena (1÷5 settembre 1965, 16÷20 Agosto 1966, 4÷6 novembre 1966) la disponibilità dei dati relativi alle portate scolmate dalla Galleria con scansione oraria mette in luce valori massimi pari rispettivamente a 440, 280, 492 m³/s. I dati citati sono corredati dalla evoluzione temporale dell'onda di piena in termini di livelli idrici registrati sugli zeri idrometrici delle principali stazioni di rilevazione.

In particolare, in occasione del catastrofico evento di piena del novembre 1966 (tempo di ritorno stimato alla stazione idrometrica di Trento Ponte S. Lorenzo pari a circa 100 anni), i dati mostrano come la Galleria Adige Garda sia stata attivata alle ore 16:15 del giorno 4 novembre, cioè in corrispondenza di un livello idrometrico di +5 m sullo zero idrometrico di Trento Ponte S. Lorenzo, gestita al massimo della sua potenzialità (492 m³/s) dalle ore 2:00 alle ore 12:00 del giorno 5 novembre e disattivata alle ore 14:30 del giorno 6 novembre in corrispondenza di un livello idrometrico di +3.35 m sullo zero idrometrico di Trento Ponte S. Lorenzo. I valori al picco dell'intumescenza dell'evento di piena del novembre del 1966 sono stati stimati pari a circa 2300 m³/s a Trento Ponte S. Lorenzo e pari a circa 1300 m³/s a Boara Pisani.

La gestione della Galleria Adige Garda e i valori al picco registrati a Trento Ponte S. Lorenzo e a Boara Pisani in occasione dell'evento di piena del novembre del 1966 hanno costituito le ipotesi di partenza per la trattazione idraulica effettuata nella modellazione idraulica del tratto Trento – foce, che verrà commentata nel capitolo 1.1.8.

Le ipotesi fatte risultano senz'altro utili per giungere ad una significativa schematizzazione del fenomeno e ad una quantificazione di massima degli effetti indotti dall'utilizzo "completo" dell'opera stessa.

Si ritiene, comunque, che tali indicazioni non siano sufficienti per trarre conclusioni definitive su quale sia la regolazione "ottimale" dello scolmatore Adige – Garda; infatti l'ottimizzazione della galleria non solo dal punto di vista idraulico ma anche ambientale (con particolare riferimento al Garda) potrebbe derivare non solo da una gestione diversa dell'opera di presa della galleria ma anche da attività pianificatorie di "laminazione diffusa" sull'intero bacino prevedendo a tal fine delle limitazioni, magari stagionali, ai livelli di invaso oggi autorizzati ai Concessionari dei bacini artificiali.

1.1.6 Considerazioni conclusive

Nel paragrafi precedenti sono state raccolte sinteticamente tutte le stime ottenute per la portata al colmo di piena del Fiume Adige e dei suoi affluenti Isarco, Noce e Rienza, Avisio e Travignolo per i tempi di ritorno di interesse (30, 200 e 500 anni).

I valori di portata al colmo riportati nella Tabella 1.9 sono stati ottenuti come sintesi delle stime effettuate con i diversi metodi, a partire dalle valutazioni di seguito riportate:

- in tutte le sezioni dotate di serie storiche di dati, ad esclusione di Bressanone sull'Isarco e delle stazioni ubicate sull'Avisio, il confronto fra i risultati ottenuti con le diverse metodologie applicate mostra che il modello regionale VAPI fornisce valori di portata al colmo più alti rispetto a tutti gli altri modelli considerati, che danno invece risultati simili fra loro. Inoltre,

poiché le serie storiche relative alle stazioni considerate sono sufficientemente lunghe e complete, si ritiene che si possano prendere come riferimento le stime locali ricavate dall'elaborazione delle singole serie storiche in quanto più affidabili di quelle ottenute con modelli di regionalizzazione. Si ritiene pertanto che le portate al colmo di piena corrispondenti ai tempi di ritorno di interesse possano essere individuate, in via prudenziale, dal massimo dei valori ottenuti con i modelli probabilistici di Gumbel, MG e GEV;

- a causa dell'insufficiente numerosità del campione di dati registrati, le stime di portata al colmo in corrispondenza dei tempi di ritorno di interesse nella stazione di Bressanone, sono state ottenute trasferendo quelle ricavate per la sezione di Prà di Sopra, posta più a monte, ipotizzando una dipendenza della portata di colmo dall'area drenata di tipo monomio con esponente pari a 0.4, in accordo con la relazione tarata nell'ambito del progetto Vapi;
- per quanto riguarda la stima della portata al colmo per le stazioni ubicate sull'Avisio la serie storica relativa alla stazione di Stramentizzo non può essere considerata completamente affidabile, in quanto il dato relativo alla portata al colmo massima annuale del 1966 è assai più elevato della media del campione e probabilmente ricostruito. Inoltre il peso di questo dato nell'analisi statistica è accentuato dalla limitata numerosità del campione. Per la stima del valore della portata al colmo da utilizzare nelle modellazioni è stato pertanto implementato un modello afflussi – deflussi. Analogamente per il Travignolo a Predazzo è stato seguito un metodo indiretto per la stima della portata di piena;
- in corrispondenza delle stazioni sul Noce e sull'Isarco i valori ottenuti con la distribuzione di probabilità GEV sono particolarmente elevati nella stazione di S. Giustina e Prà di Sopra, probabilmente a causa del valore piuttosto elevato del coefficiente di variazione (CV) del campione; si è pertanto ritenuto opportuno non tenere conto del dato da esso fornito;
- per quanto riguarda le sezioni di interesse per le quali non sono disponibili serie di dati storici, ma per le quali la stima dei valori di portata al colmo di piena è risultata necessaria ai fini della modellazione idraulica, le valutazioni sono state ottenute a partire da quelle ricavate dalle elaborazioni statistiche in sezioni poste più a valle o più a monte sul medesimo corso d'acqua, ipotizzando una dipendenza della portata di colmo dall'area drenata di tipo monomio con parametri scelti in accordo con i risultati forniti dal progetto Vapi.

Si sottolinea che, per quanto riguarda le stazioni ubicate sull'asta dell'Adige a valle di Trento (Pescantina e Boara Pisani), le stime del valore di portata al colmo considerano il funzionamento della galleria Adige – Garda, in quanto le serie storiche di portata massima annuale utilizzate per le analisi idrologiche comprendono i dati relativi agli eventi in cui è stato registrato il funzionamento dell'opera.

In Tabella 1.9 vengono mostrati i valori che vengono presi a riferimento in corrispondenza dei tempi di ritorno di interesse in tutte le sezioni analizzate. In corsivo sono riportate le stazioni dotate di misura di portata, per le quali la stima della portata al colmo di piena è stata effettuata mediante valutazioni locali basate su elaborazioni statistiche delle serie storiche registrate.

	Stazione	30 anni	200 anni	500 anni
ADIGE	Resia	48	62	68
	Spondigna	107	136	150
	Castelbello	193	246	271
	Naturno	243	311	342
	<i>Tel</i>	<i>261</i>	<i>333</i>	<i>367</i>
	Merano	544	692	773
	Postal	627	798	890
	<i>Ponte Adige</i>	<i>675</i>	<i>859</i>	<i>959</i>
	<i>Bronzolo</i>	<i>1409</i>	<i>1807</i>	<i>2002</i>
	<i>Trento</i>	<i>2130</i>	<i>2896</i>	<i>3018</i>
	<i>Pescantina</i>	<i>1923</i>	<i>2470</i>	<i>2773</i>
	<i>Boara Pisani</i>	<i>1737</i>	<i>2210</i>	<i>2467</i>
AVISIO	Soraga	403	516	566
	Moena	437	559	614
	Predazzo	547	699	767
	Stramentizzo	658	841	924
	Lavis	735	940	1032
ISARCO	<i>Prà di Sopra</i>	<i>235</i>	<i>303</i>	<i>333</i>
	Bressanone	566	719	820
	Ponte Gardena	611	776	885
	Bolzano	651	826	943
NOCE	<i>Ponte Rovina</i>	<i>120</i>	<i>154</i>	<i>170</i>
	<i>S. Giustina</i>	<i>405</i>	<i>534</i>	<i>591</i>
	Mezzolombardo	445	587	650
TRAVIGNOLO	Predazzo	110	448	491
RIENZA	Monguelfo	79	102	113
	Vila di Sotto	106	137	152
	Brunico	341	441	489
	<i>Vandoies</i>	<i>369</i>	<i>468</i>	<i>524</i>
	Bressanone	402	520	576

Tabella 1.9 – Riepilogo dei valori di portata al colmo assunti per le sezioni di interesse. In corsivo sono riportate le stazioni dotate di misura di portata

1.1.7 Aggiornamento dell'analisi idrologica successiva all'aprile 2001

1.1.7.1 Stima delle portate di piena con tempo di ritorno pari a 100 anni

Successivamente all'aprile 2001 si è proceduto ad un'ulteriore analisi idrologica del bacino con tempo di ritorno pari a 100 anni.

I risultati determinati nella fase precedente e relativi a tempi di ritorno pari a 30, 200 e 500 anni sono stati allora completati con i valori caratterizzati da T_r pari a 100 anni. I valori sono stati

valutati scalando i valori già determinati (esposti nei paragrafi precedenti), con i rapporti tra i coefficienti probabilistici di crescita K_T della metodologia VAPI, riportati in Tabella 1.10.

Tr	5	10	30	75	100	200	500	1000
K_T	1.254	1.561	2.273	2.452	2.579	2.886	3.291	3.598

Tabella 1.10 – Valori di K_T che si realizzano per i principali tempi di ritorno T_r di interesse tecnico

I valori della portata di piena caratterizzata da un tempi di ritorno di 100 anni sono riportati nella Tabella 1.11, per ogni stazione considerata nel bacino.

	Stazione	30 anni	100 anni	200 anni	500 anni
ADIGE	Spondigna	107	121	136	150
	Castelbello	193	219	246	271
	Naturno	243	276	311	342
	<i>Tel</i>	<i>261</i>	<i>296</i>	<i>333</i>	<i>367</i>
	Postal	627	711	798	890
	<i>Ponte Adige</i>	<i>675</i>	<i>766</i>	<i>859</i>	<i>959</i>
	<i>Trento</i>	<i>2130</i>	<i>2417</i>	<i>2896</i>	<i>3018</i>
	<i>Pescantina</i>	<i>1923</i>	<i>2182</i>	<i>2470</i>	<i>2773</i>
	<i>Boara Pisani</i>	<i>1737</i>	<i>1971</i>	<i>2210</i>	<i>2467</i>
AVISIO	Lavis	735	865	940	1032
ISARCO	<i>Prà di Sopra</i>	<i>235</i>	<i>267</i>	<i>303</i>	<i>333</i>
	Bressanone	566	642	719	820
NOCE	<i>S. Giustina</i>	<i>405</i>	<i>460</i>	<i>534</i>	<i>591</i>
	Mezzolombardo	445	504	587	650
TRAVIGNOLO	Predazzo	110	418	448	491
RIENZA	Monguelfo	79	90	102	113
	<i>Vandoies</i>	<i>369</i>	<i>419</i>	<i>468</i>	<i>524</i>
	Bressanone	402	456	520	576

Tabella 1.11 – Riepilogo dei valori di portata al colmo assunti per le sezioni di interesse con tempo di ritorno pari a 100 anni, confrontati con i risultati ottenuti nello studio di primo livello (aprile 2001). In corsivo sono riportate le stazioni dotate di misura di portata

1.1.7.2 Analisi idrologica del torrente Alpone

Gli idrogrammi di piena utilizzati per la modellazione della propagazione dell'onda di piena sul torrente Alpone, sono stati ricavati dalla indagine del 1995 condotta dallo studio di ingegneria Technital international general engineering, commissionata dal Ministero dei Lavori Pubblici – Magistrato alle Acque – Nucleo operativo di Verona, dal titolo “Indagini e studi per la redazione del progetto di sistemazione definitiva del torrente Alpone ed affluenti ricadenti nel circondario idraulico di Verona”.

Nello studio citato sono stati selezionati 5 eventi di piena significativi nell'ambito del periodo 1992÷1994 sulla base dei livelli idrometrici registrati nelle stazioni di Monteforte d'Alpone, S. Bonifacio, S. Vito e Montebello Vicentino. I 5 eventi hanno consentito la taratura di un modello di afflussi deflussi a parametri concentrati secondo il metodo razionale ed il metodo SCS che ha consentito la stima delle grandezze idrologiche caratteristiche dei singoli bacini. L'applicazione del modello afflussi deflussi calibrato con sollecitazioni pluviometriche sintetiche caratterizzate da

elevati tempi di ritorno ha consentito la stima dei relativi idrogrammi di piena nelle sezioni di chiusura di interesse.

Gli idrogrammi di piena ottenuti per tempi di ritorno di 30, 100 e 200 anni nelle sezioni di interesse dei torrenti Aldegà, Alpone, Chiampo e Tramigna, sono riportati nelle figure seguenti (Figura 1.4 - Figura 1.7).

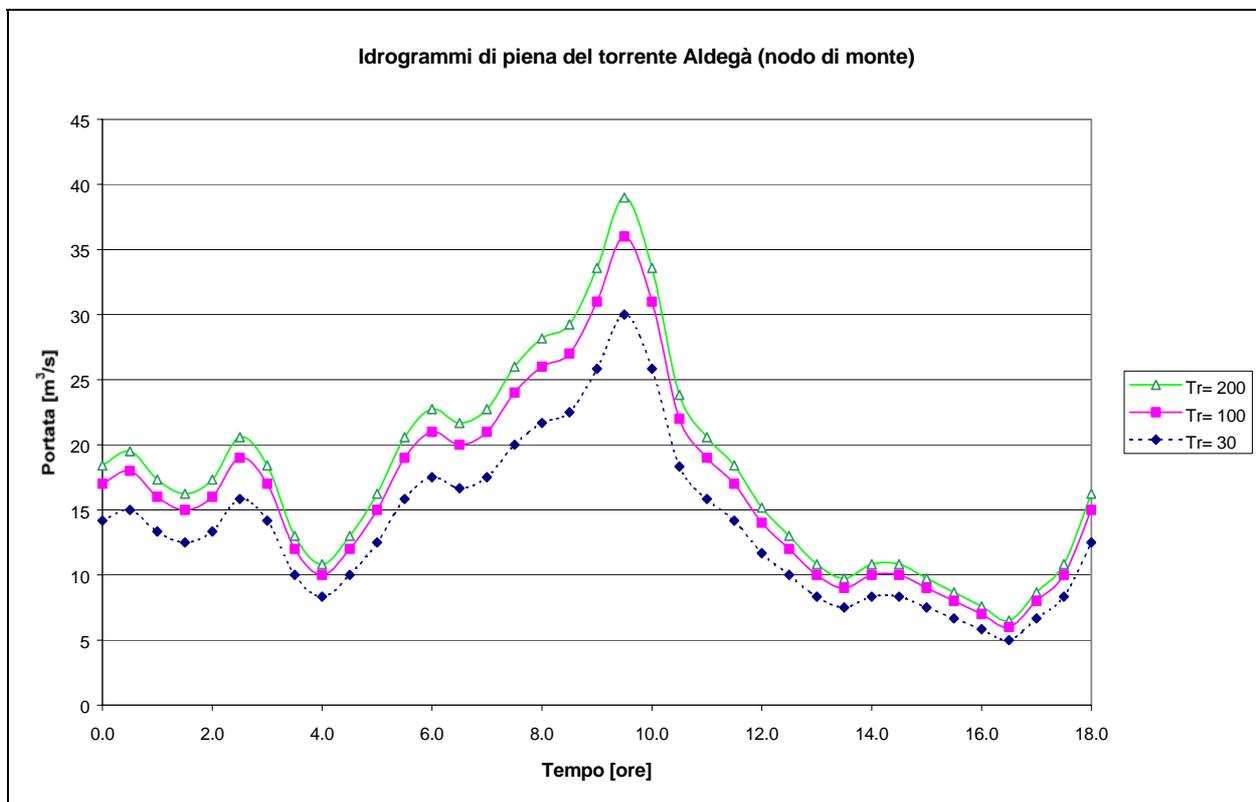


Figura 1.4 – Idrogramma di piena del torrente Aldegà.

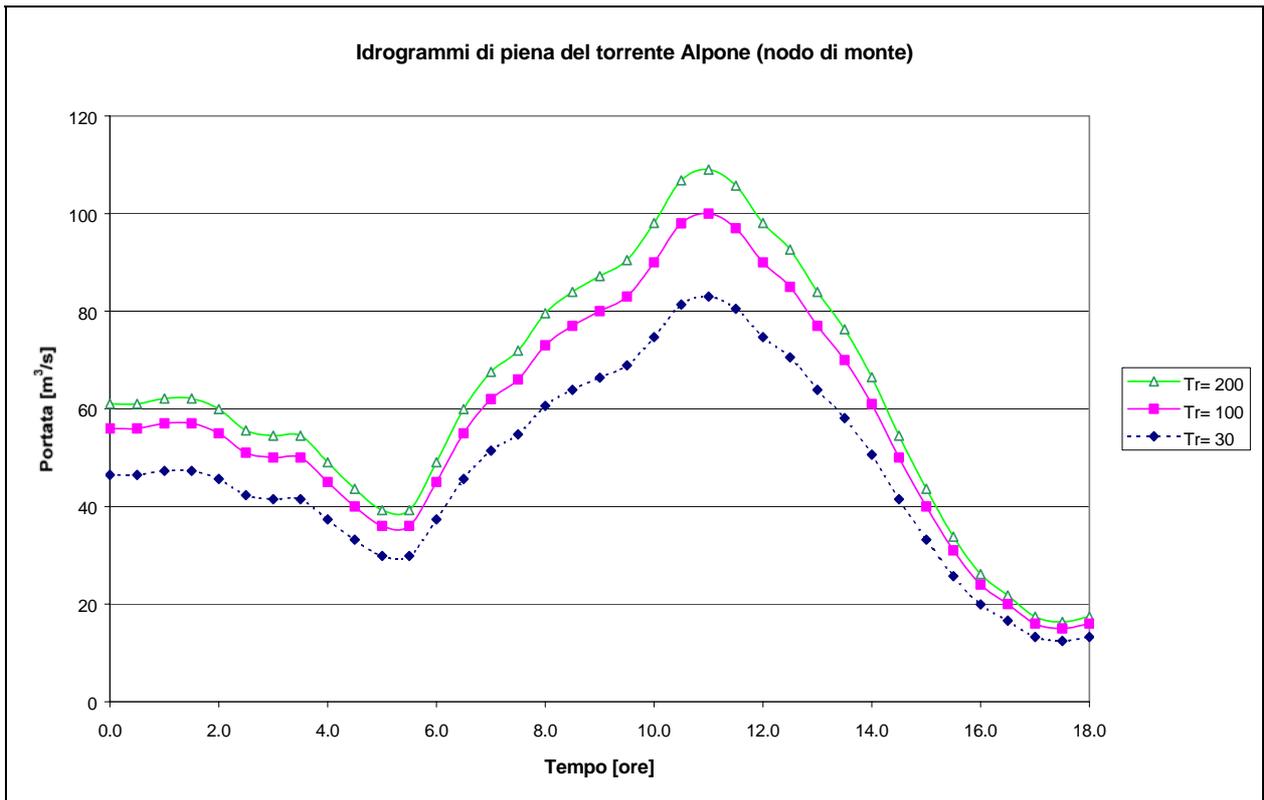


Figura 1.5 – Idrogramma di piena del torrente Alpone.

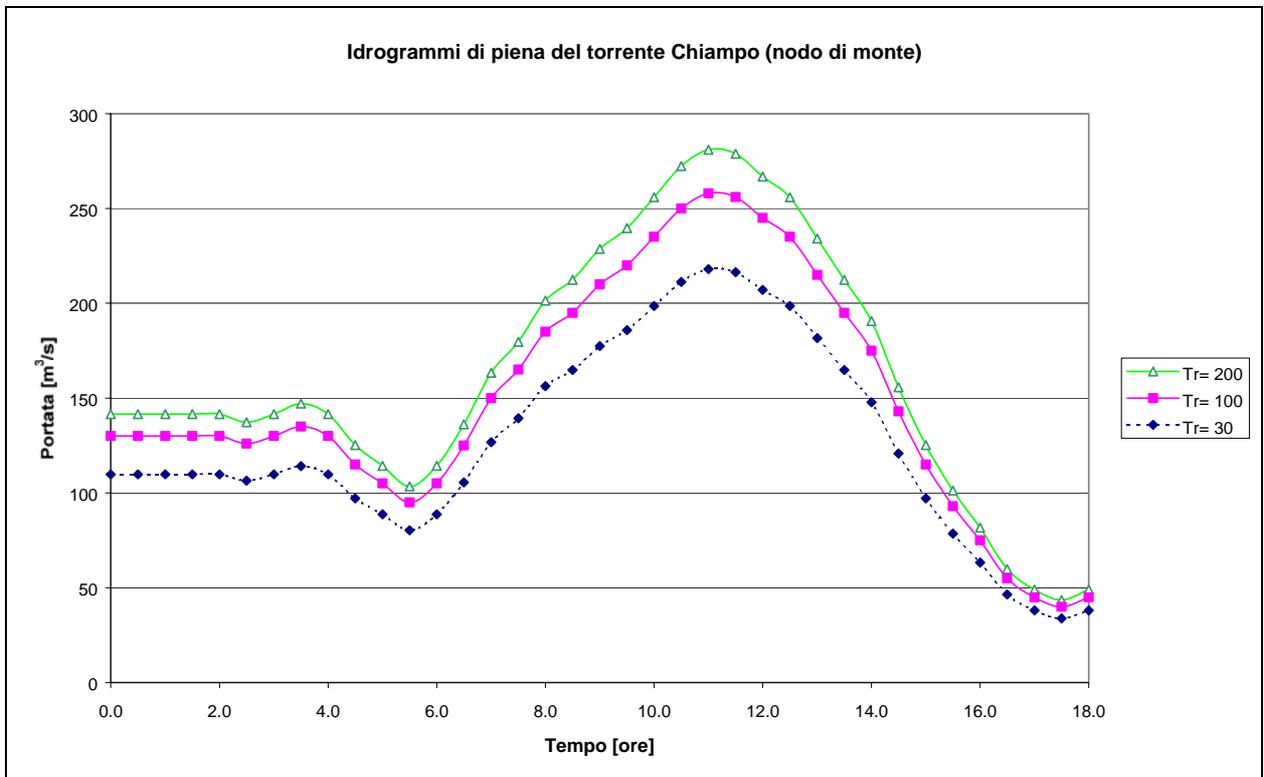


Figura 1.6 – Idrogramma di piena del torrente Chiampo.

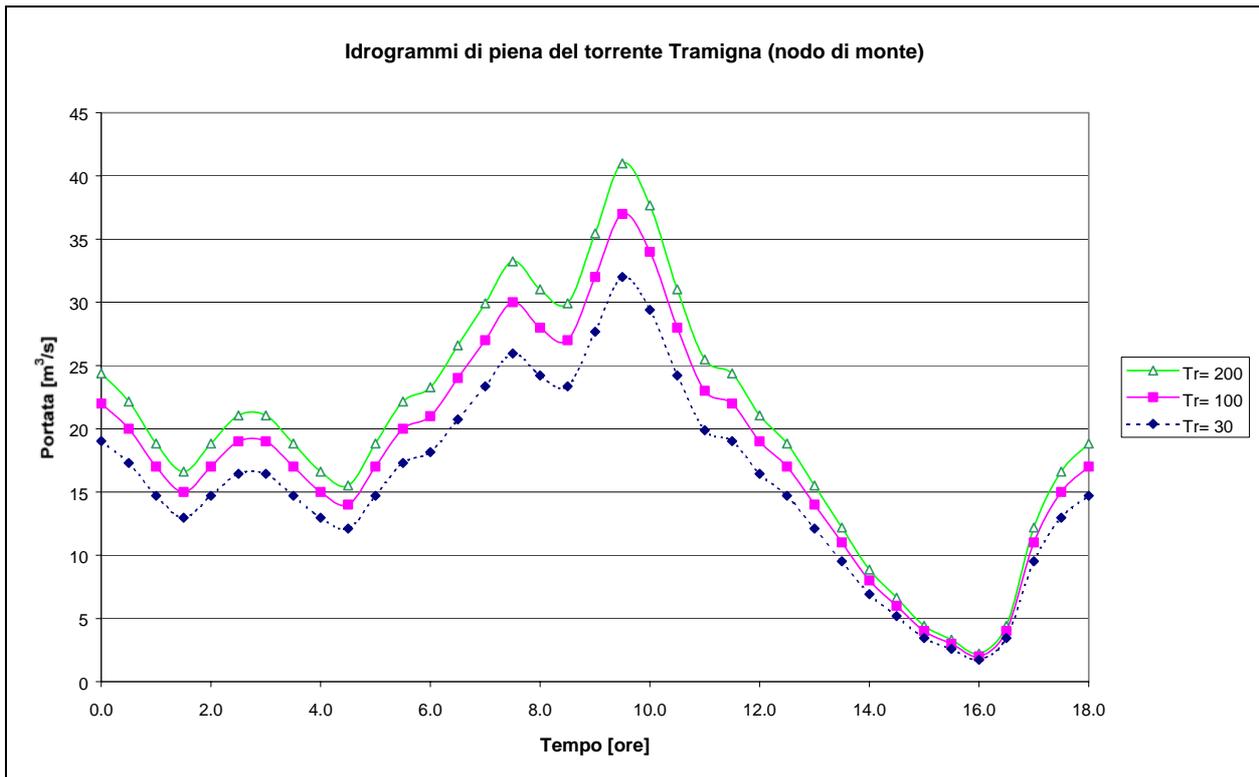


Figura 1.7 – Idrogramma di piena del torrente Tramigna.

1.1.8 L'idrologia di piena del torrente Tasso e della Lessinia centrale

1.1.8.1 L'idrologia di piena del sottobacino del Torrente Tasso

Per la determinazione delle portate al colmo di piena delle sezioni significative del torrente Tasso si è fatto riferimento allo “Studio per la Pianificazione degli interventi di sistemazione idraulica del bacino della sinistra Adige in provincia di Verona”.

In particolare tale studio fornisce le portate al colmo e gli idrogrammi di piena del Tasso a Platano, Ceredello e Ragano per tempi di ritorno di 10, 25, 50 e 100 anni determinate mediante applicazione di un modello matematico afflussi-deflussi.

Pur non disponendo di dati relativi ad eventi di piena osservati, nello studio citato si è ritenuta comunque significativa ed attendibile l'applicazione di un modello idrologico per la determinazione delle portate al colmo attribuendo ai parametri caratteristici del modello valori dedotti per analogia da quelli di bacini idrologicamente simili. In particolare i parametri usati sono stati quelli dedotti per il vicino bacino idrografico dell'Agno-Guà tarati sull'evento di piena del 1966.

Il modello idrologico utilizzato, basato sul metodo dell'idrogramma unitario di Nash, consente di stimare le portate di piena a partire dalle precipitazioni meteoriche sul bacino.

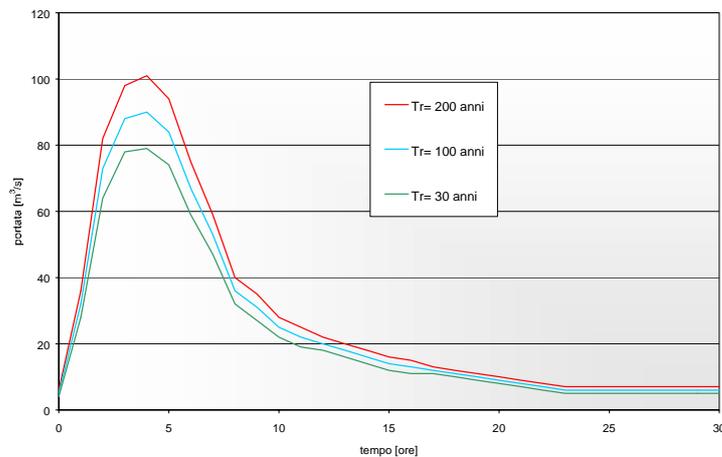
Nel caso del bacino del Tasso, per la determinazione degli idrogrammi sintetici sono state considerate le serie storiche di dati riportate negli Annali Idrologici. Le elaborazioni condotte hanno permesso di determinare le curve di possibilità pluviometrica di alcune stazioni del bacino. Tali curve sono state a loro volta utilizzate, analogamente a quanto fatto per il nodo di S. Bonifacio, per calcolare le altezze totali di pioggia degli eventi di piena sintetici.

Utilizzando il modello sono state quindi generate piene conseguenti a piogge con tempo di ritorno di 50 anni e con durata variabile da 2 a 8 ore. Dall'analisi dei risultati delle elaborazioni si evince

che la durata critica dell'evento meteorico per l'intero bacino è di circa 6 ore in quanto, nelle ipotesi adottate, produce la portata massima (circa 110 m³/s).

Per tale evento pluviometrico critico lo studio citato determina l'andamento degli idrogrammi per le sezioni di Platano, Ceredello e Ragano. Infine il modello è stato utilizzato per la determinazione degli idrogrammi conseguenti a una pioggia di durata pari a quella critica per tempi di ritorno di 10, 25, 50 e 100 anni.

Nell'ambito del presente studio, per determinare le portate al colmo per i tempi di ritorno di riferimento in corrispondenza delle sezioni di interesse, si è proceduto a scalare i valori desunti dal citato studio del bacino del Tasso, utilizzando i rapporti tra i coefficienti probabilistici di crescita KT dello studio "Stima delle portate di piena di assegnata frequenza nel Triveneto – Progetto VAPI".



Idrogrammi di portata del Tasso alla sezione CH01p_105

1.1.8.2 La valutazione dei colmi di piena di assegnato tempo di ritorno nei bacini della Lessinia centrale e centro occidentale

Per quanto riguarda la valutazione dei colmi di piena di assegnato tempo di ritorno nei bacini della Lessinia centrale e centro occidentale sono stati esaminati criticamente i valori ottenuti in "Studi per la pianificazione degli interventi di sistemazione idraulica. Bacino della sinistra Adige in provincia di Verona".

Alla luce dell'esame effettuato e delle argomentazioni emerse presso il Consorzio di Bonifica Zerpano Adige Guà, i valori al colmo di piena stimati per il bacino del Vaio Squaranto sono stati considerati troppo elevati; tale sovrastima è probabilmente dovuta al fatto che, in mancanza di dati per la taratura diretta del modello al bacino in esame, i valori dei parametri c , λ , K , sono stati fissati sulla base delle tarature del modello afflussi-deflussi effettuate nel bacino contermina dell'Agno-Guà che presenta caratteristiche litologiche diverse da quelle del Vaio Squaranto, come del resto da quelle dell'intera regione della Lessinia.

Si è proceduto allora, per bacini della Lessinia centrale e centro occidentale compresi tra la valle dell'Adige ed il bacino del Tramigna escluso, alla valutazione dei colmi di piena utilizzando il metodo razionale descritto dalla:

$$Q = 0,278 \varphi h S / T_c$$

dove:

Q = portata al colmo di assegnato tempo di ritorno;

φ = coefficiente di deflusso;

h = altezza di pioggia di assegnato tempo di ritorno;

S = superficie del bacino;

T_c = tempo di corrivazione stimato con la formula di Giandotti:

$$T_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m}}$$

In relazione al tempo di pioggia (T_p) utilizzato, date le superfici dei bacini da analizzare si è posto $T_p = 1.5 T_c$ (Datei et al. 1995).

Per quanto riguarda il coefficiente di deflusso sono stati adottati i valori riportati nella tabella che segue.

tipo suolo	copertura		
	coltivi	pascoli	boschi
Suoli molto permeabili sabbiosi o ghiaiosi	0,20	0,15	0,10
suoli mediamente permeabili (senza strati di argilla); terreni di medio impasto o simili	0,40	0,35	0,30
suoli poco permeabili; suoli fortemente argillosi o simili, con strati di argilla vicino alla superficie; suoli poco profondi sopra roccia impermeabile	0,50	0,45	0,40

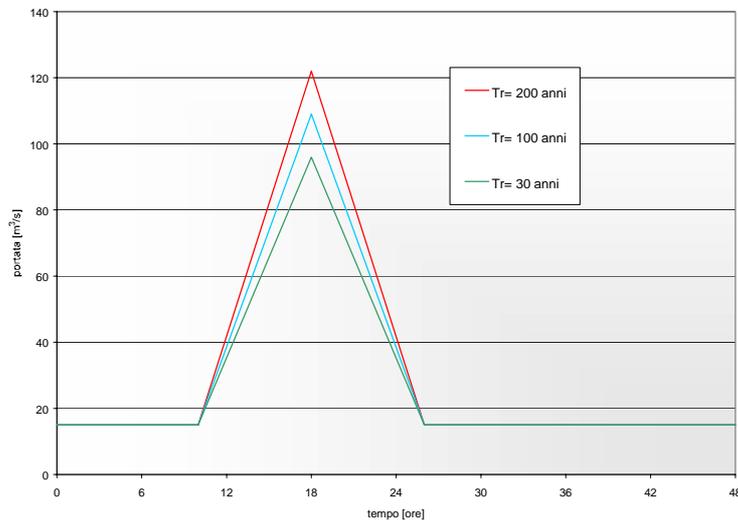
Valori utilizzati per il coefficiente di deflusso

Le grandezze morfometriche di interesse per l'applicazione della metodologia sono state ricavate utilizzando le specifiche funzioni del GIS adottato. La procedura utilizzata ha permesso innanzitutto di stimare il colmo di piena con tempo di ritorno pari a 50 anni, utilizzando i parametri a ed n delle curve di possibilità pluviometrica desunti dalla regionalizzazione effettuata nello studio succitato. La tabella seguente riporta i risultati conseguiti.

Corso d'acqua	Sezione	A	a	n	L	Hm	H0	Tc	Tp	ϕ medio	Q ₅₀
		[km ²]	[mm]		[km]	[m s.m.m.]	[m s.m.m.]	[h]	[h]		[m ³ /s]
Progno di Fumane	Fumane	39,51	56,02	0,221	11,7	629	175	2,50	3,76	0,13	43
Progno di Marano	Valgatara	9,15	56,02	0,221	5,8	384	174	1,79	2,69	0,17	17
Progno di Mezzane	V.CroceviaFontana	54,58	56,02	0,221	17,4	438	53	3,55	5,32	0,15	52
Progno di Negrar	Carpene	24,95	56,02	0,221	7,8	383	149	2,59	3,88	0,16	31
Progno di Valpantena	Valle di Quinto	137,73	53,65	0,3	25,4	865	101	3,85	5,77	0,15	136
T. Fibbio	V. confl. Squaranto	97,34	53,65	0,3	27,7	877	53	3,53	5,29	0,13	90
T. Illasi	Ponte Asse	133,88	53,65	0,3	11,4	771	48	2,95	4,42	0,14	143
T. Illasi	Tregnago	95,58	53,65	0,3	9,6	962	337	2,68	4,01	0,12	99
T. Illasi	S. Andrea	63,4	51,32	0,38	8,3	1133	516	2,23	3,34	0,12	74
Vaio Squaranto	Cerro Veronese	58,87	51,32	0,38	14,3	1185	503	2,50	3,74	0,13	69

Dati e risultati ottenuti per la stima del colmo di piena con $T_r = 50$ anni nei bacini della Lessinia centrale e centro occidentale (metodo razionale)

Successivamente i valori delle portate al colmo per i tempi di ritorno di riferimento dello studio sono stati ricavati scalando il valore della portata al colmo con tempo di ritorno di 50 anni, con i rapporti tra i coefficienti probabilistici di crescita KT dello studio “*Stima delle portate di piena di assegnata frequenza nel Triveneto – Progetto VAPI*”.



Idrogrammi di portata del Figgio alla sezione IT01p_00015

1.2 Modellazione idraulica

Per indagare le situazioni di pericolo idraulico cui soggiace il fiume Adige nel tratto ricadente nella Regione Veneto (comprendendo gli affluenti Tasso, Alpone e Figgio) e conseguentemente determinare e perimetrare le aree a diversa pericolosità idraulica, è stato utilizzato un modello matematico che consente di simulare il comportamento della rete idrica in condizioni di piena eccezionale e di schematizzare e rappresentare fedelmente il fenomeno del sormonto arginale con il successivo spagliamento dell’acqua nei territori circostanti. L’integrazione del profilo di piena del fiume Adige viene necessariamente sviluppata, per ragioni di continuità idraulica, dalla stazione idrometrica di Ponte S. Lorenzo.

1.2.1 Il modello idraulico SOBEK

Il modello matematico utilizzato per la modellazione idraulica che ha permesso di perimetrare le aree a diverso grado di pericolosità è il modello misto mono-bidimensionale SOBEK.

Infatti il sistema SOBEK Overland flow – Channel flow (in seguito, per semplicità, indicato semplicemente con SOBEK), prodotto da WL|Delft Hydraulics, consente di realizzare simulazioni di eventi di piena, accoppiando elementi monodimensionali (con cui si schematizzano i corsi d’acqua) con elementi bidimensionali (cui corrispondono le superfici latitanti i corsi d’acqua, il dominio in cui si spagliano le acque nel caso di sormonto arginale).

Il modello SOBEK è costituito da moduli di calcolo separati; quelli relativi allo studio idraulico della propagazione delle piene in ambito fluviale sono il modulo Channel Flow (moto vario monodimensionale) e il modulo Overland Flow (moto bidimensionale) che possono funzionare in maniera autonoma o accoppiati.

Se si decide di servirsi del modello SOBEK utilizzando questi due moduli congiuntamente, alla rete monodimensionale è possibile collegare uno o più domini bidimensionali che possono anche essere interni l'uno all'altro ("nested grid"), sovrapponendo ad un dominio di minore risoluzione un dominio con una dimensione della cella superiore, descrivendo così in maniera più accurata le zone dove se ne presenta il bisogno. I domini 1D e 2D vengono automaticamente connessi tra di loro secondo lo schema rappresentato in Figura 1.8.

Grazie all'accoppiamento dei moduli monodimensionale e bidimensionale è possibile schematizzare in maniera ottimale il corso d'acqua (1D) e l'area esondabile (2D). In tale maniera le strutture presenti nel corso d'acqua possono essere inserite e descritte nel modulo monodimensionale, mentre i domini bidimensionali possono essere inseriti solo dove c'è bisogno e le dimensioni delle celle 2D possono essere relativamente grandi, così da ottimizzare i tempi di calcolo.

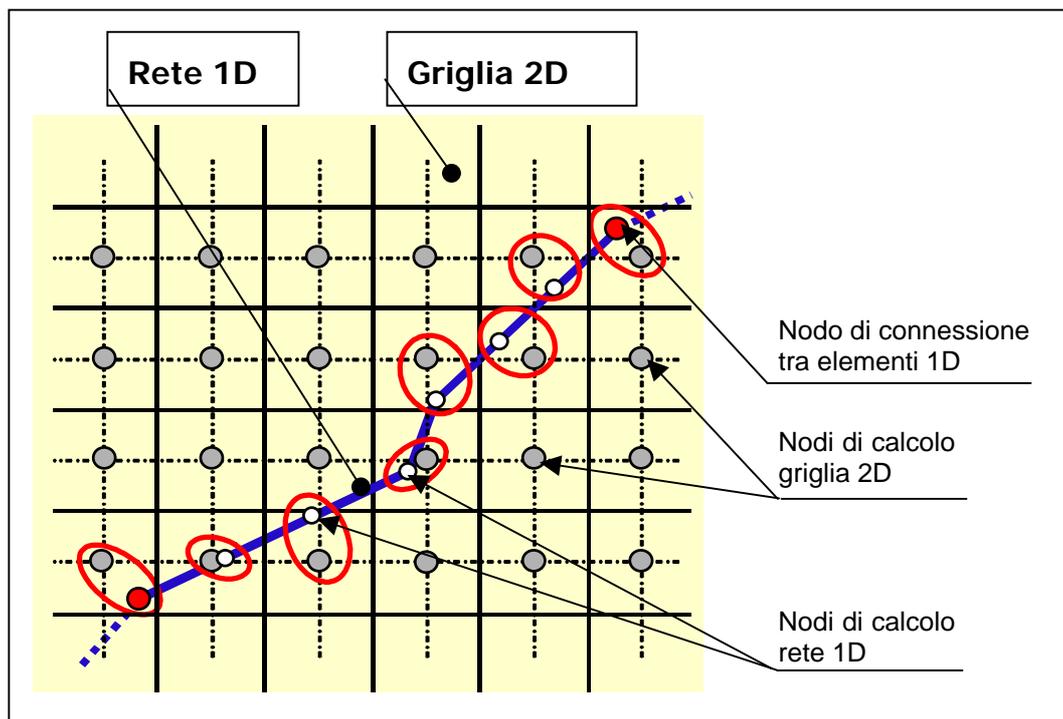


Figura 1.8 - Schema del modello idraulico mono-bidimensionale.

Il modulo idrodinamico monodimensionale calcola il livello dell'acqua e le portate nella rete principale mediante la soluzione delle equazioni di De Saint-Venant (continuità e conservazione del momento della quantità di moto) di moto vario.

Ad ogni istante temporale, il livello d'acqua nella sezione di calcolo è confrontato con la quota arginale più bassa; se questo livello è superato l'acqua inonda la griglia bidimensionale (Figura 1.9). L'allagamento nelle zone adiacenti al fiume è risolto mediante un modello idrodinamico bidimensionale alle differenze finite (griglia a celle quadrate) che è in grado di simulare il moto sia in corrente subcritica sia supercritica, nonché l'allagamento su terreno inizialmente asciutto e i processi di ritiro della piena con eventuale ritorno dell'acqua nella rete monodimensionale.

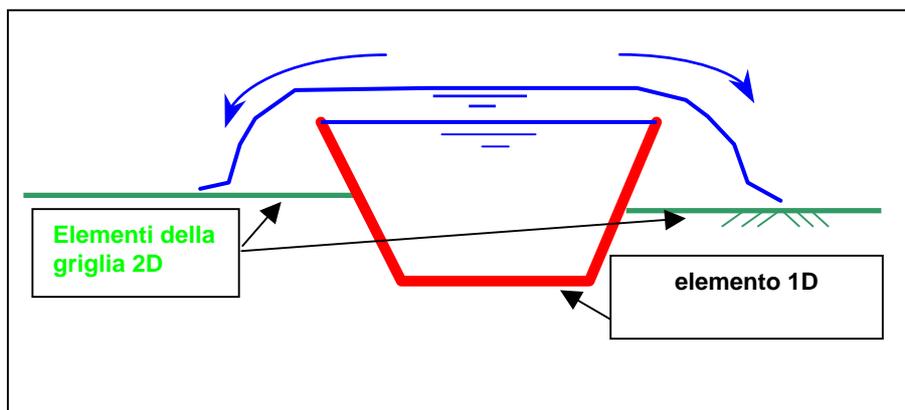


Figura 1.9 - Schema dell'accoppiamento del canale principale con la griglia bidimensionale.

La rete 1D e la griglia rettangolare 2D vengono risolte dal modello in maniera simultanea utilizzando il robusto schema di Delft in grado di risolvere:

- fronti ripidi,
- processi di allagamento di zone precedentemente asciutte e processi di ritiro della piena;
- correnti subcritiche e supercritiche.

Il modello SOBEK è in grado di simulare l'influenza delle strutture (esistenti o di progetto) nell'evoluzione del processo di piena (ad esempio briglie, traverse fluviali, ponti, manufatti idraulici, idrovore, soglie sfioranti, ecc ...), permettendo anche la simulazione della rottura di argini o di dighe. È possibile inoltre tenere conto di caratteristiche quali l'uso del suolo, la vegetazione e la presenza di aree urbanizzate.

1.2.2 Integrazione dei profili di piena del fiume Adige da Trento a Verona.

1.2.2.1 Premessa

Il tratto di fiume Adige da Trento alla foce è stato modellato idraulicamente per la valutazione degli effetti della propagazione degli eventi di piena caratterizzati da tempi di ritorno pari a 30, 100 e 200 anni. Il modello utilizzato è rappresentato dal software SOBEK descritto nel paragrafo precedente, strumento mono-bidimensionale e dunque atto a descrivere la propagazione degli allagamenti sul piano campagna valutando i tiranti idrici, le velocità e i tempi di permanenza e provvedendo dunque a descrivere le grandezze sulle quali si basa la definizione della pericolosità idraulica.

1.2.2.2 Descrizione idraulica dell'alveo

Per la descrizione della geometria dell'alveo del fiume Adige sono state utilizzate le sezioni trasversali rilevate nel 1997 con i relativi aggiornamenti puntuali effettuati in date successive. La testata del tratto è rappresentata dalla sezione 388 (Ponte S. Lorenzo – Trento); il tratto si chiude sulla sezione 1012 (Ponte dell'Autostrada A4 al confine tra il comune di Verona e il comune di S. Giovanni Lupatoto).

I dati geometrici delle sezioni, stoccati in apposito database, sono stati "caricati" in automatico, tramite opportuna interfaccia, nell'ambiente modellistico idraulico. All'interno del modello sono stati inoltre descritti geometricamente gli sbarramenti idroelettrici presenti (sbarramento di Mori, S.I.M.A. di Ala, Chievo, S. Caterina). Nella normale gestione dei manufatti durante il passaggio delle onde di piena le paratoie poste a presidio delle luci di sfioro vengono completamente aperte

per permettere il passaggio della corrente riducendo al minimo il sovrizzo del tirante a monte. L'apertura delle paratoie avviene con un certo anticipo in modo da sfruttare al meglio l'effetto che il volume d'invaso naturale dell'alveo produce ai fini della laminazione di una piena. Per questo motivo le simulazioni condotte non hanno previsto alcuna regolazione particolare delle paratoie essendo queste rimaste completamente aperte dall'inizio alla fine dell'evento.

Il valore della scabrezza utilizzato (n di Manning) è pari a 0.03, concorde con quanto riportato in letteratura ed in linea con le elaborazioni idrauliche effettuate in relazione al fiume Adige nel corso di studi pregressi.

1.2.2.3 Descrizione delle aree di espansione delle piene

La descrizione precisa delle quote delle aree sulle quali si sviluppa l'espansione delle piene è di fondamentale importanza per la perimetrazione corretta delle aree allagabili e delle aree a diverso grado di pericolosità idraulica ed è il presupposto fondamentale per mettere a frutto le potenzialità del modello idraulico mono-bidimensionale.

Nel tratto del fiume Adige modellato sono stati utilizzati dati altimetrici di varia provenienza:

- dati risultanti dai rilievi effettuati con laser altimetro nell'ambito dello "Studio finalizzato alla realizzazione, nel bacino idrografico del fiume Adige, del catasto aggiornato e georeferenziato delle opere idrauliche e di sistemazione idraulico forestale, alla delimitazione delle fasce fluviali, alla definizione degli interventi strutturali e non strutturali. Autorità di Bacino dell'Adige – BETA Studio – Delft Hydraulics"; tali dati coprono alcune porzioni della valle dell'Adige e il primo tratto del corso di pianura del fiume dal confine con la provincia di Trento a Pescantina, tali ambiti sono quelli emersi come critici nel corso dell'analisi idraulica di primo livello (moto vario unidimensionale);
- dati desunti dalla Carta Tecnica Regionale vettoriale;
- dati desunti dalla cartografia 3D vettoriale aggiornata messa a disposizione dalla A.G.S.M. per quanto riguarda il comune di Verona.

All'interno del modello SOBEK le aree di espansione degli allagamenti sono schematizzate con celle quadrate di lato 50 m (talvolta localmente anche valori inferiori). I valori di scabrezza utilizzati realizzano n (Manning) pari a 0.06, in accordo con quanto assunto nell'ampia casistica di applicazione del modello.

1.2.2.4 Condizioni al contorno

Le condizioni al contorno del modello sono rappresentate dagli idrogrammi in ingresso da monte e dalle condizioni di valle formulate come livelli idrici in corrispondenza della sezione di chiusura 1012. Per quanto riguarda gli idrogrammi sono stati utilizzati quelli descrittivi degli eventi di piena con tempo di ritorno pari a 30, 100 e 200 anni in corrispondenza del Ponte S. Lorenzo a Trento. Per quanto riguarda i livelli idrici a valle sono stati utilizzati i tiranti stabilizzati (moto uniforme) corrispondenti alle portate al colmo; tali valori, anche se estrapolati, hanno una influenza sul profilo a monte per circa due chilometri, distanza inferiore rispetto alla distanza da valle dell'area di S. Pancrazio nel comune di Verona che va indagata in termini di esondazioni.

Ulteriore condizione al contorno è rappresentata dalla presenza della Galleria Adige Garda, ubicata in corrispondenza del comune di Mori, che ha la funzione di scolmare i picchi di piena provenienti da Trento per la messa in sicurezza della città di Verona. La descrizione delle implicazioni idrologiche della Galleria è stata affrontata nel paragrafo 1.1.5. Nel paragrafo seguente vengono descritte le caratteristiche idrauliche del manufatto e le assunzioni adottate per la sua schematizzazione all'interno del modello.

I contributi dell'interbacino del fiume Adige, e i contributi del Fersina, del Leno, dell'Aviana, del Tasso e dei Progni veronesi sono giudicati ininfluenti ai fini dell'ammontare delle portate in gioco, sia per la dimensione ridotta dei bacini (soprattutto dall'Aviana in giù), sia per lo sfasamento dei picchi di piena degli affluenti citati rispetto alle piene del fiume Adige ("Appunti sul fenomeno di

piena dei corsi d'acqua, sul servizio di piena e su alcuni particolari casi afferenti il compartimento del Magistrato delle Acque di Venezia", Ing. U. Fragiacomò, 1978).

1.2.2.4.A La galleria Adige - Garda

1.2.2.4.A.1 Descrizione idraulica dell'opera

La necessità di difendere il territorio del medio corso dell'Adige ed a valle della città di Verona portò negli anni '50 a realizzare un'opera di notevoli dimensioni, avente lo scopo di derivare dal Fiume Adige una portata massima di $500 \text{ m}^3/\text{s}$ e di avviarla al Lago di Garda e, attraverso il suo emissario - il fiume Mincio -, al Po.

Tale galleria, realizzata circa 30 km a valle di Trento tra le località Mori e Torbole in provincia di Trento (come rappresentato nella figura seguente), presenta un tracciato rettilineo, lunghezza di 9873 m e sezione a ferro di cavallo con diametro di 7.80 m (sezione netta di 50.87 m^2). Con una pendenza costante di 0.8687 % essa consente di condurre una portata di $500 \text{ m}^3/\text{s}$ a superficie libera dalla quota massima di 169 m s.l.m. (Adige) a quella di 65 m s.l.m. (Garda), con una velocità media di 11.50 m/s. Il deflusso avviene a superficie libera con franco di 1.60 m ed è caratterizzato da un numero di Froude di 1.40; si tratta quindi di una corrente debolmente rapida.

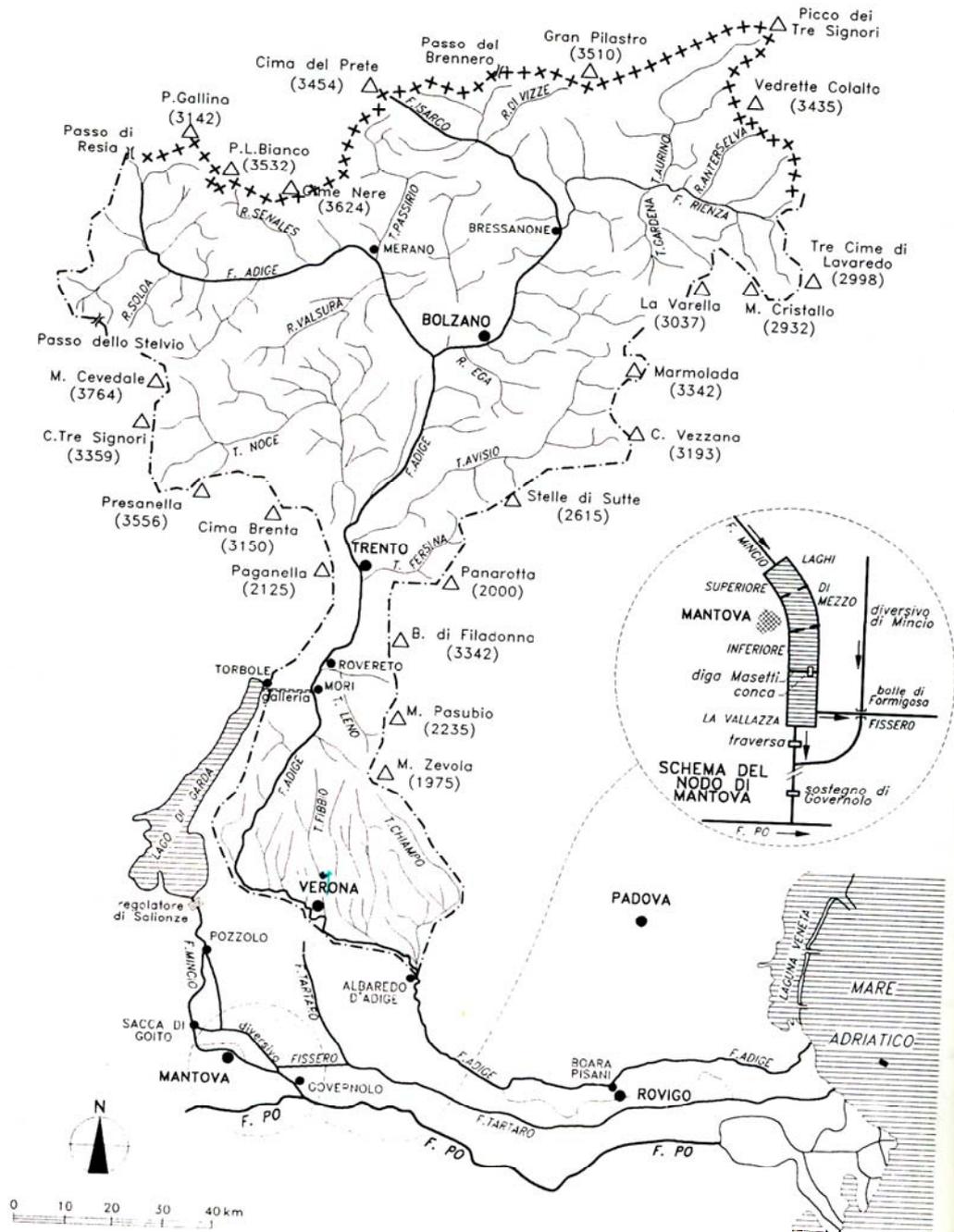


Figura 1.10 – Il bacino dell'Adige (figura tratta dal testo: Da Deppo, Datei e Salandin, "Sistemazione dei corsi d'acqua").

La natura rapida della corrente, l'elevata velocità media ed il carico del materiale trasportato in sospensione hanno portato, in fase progettuale e costruttiva, all'uso di calcestruzzo a matrice basaltica per la platea ed i piedritti della galleria e calcareo per la calotta.

Per quanto riguarda l'opera di imbocco e di sbocco è stata svolta una estesa ricerca su modelli idraulici presso l'Istituto di Idraulica dell'Università di Padova mirata a contenere entro limiti tollerabili le perturbazioni ondose stazionarie superficiali all'imbocco e dare luogo, allo sbocco, ad un processo dissipativo in modo da evitare eccessive agitazioni ondose nel lago recipiente.

L'afflusso in galleria è regolato da quattro luci dotate di paratoie, che vengono manovrate in modo da ottenere un funzionamento a stramazzo per livelli idrici inferiori alla quota di 167.50 m s.l.m., corrispondente a 7.5 m all'idrometro posto all'imbocco della galleria. Allo scopo di limitare a 500 m³/s la portata massima convogliata alla galleria, nel caso il pelo dell'acqua superi tale quota, viene imposto di manovrare le paratoie per passare ad un funzionamento a battente della luce,

regolando le portate a seconda delle necessità ed attenendosi comunque alla tabella redatta dal Ministero dei Lavori Pubblici – Magistrato alle Acque.

Facendo riferimento a tale tabella di funzionamento, è possibile ricostruire l'andamento della portata massima convogliabile dalla galleria in funzione dell'altezza idrica raggiunta in Adige in corrispondenza del manufatto di imbocco. Tale legame Q - h è rappresentato in Figura 1.11.

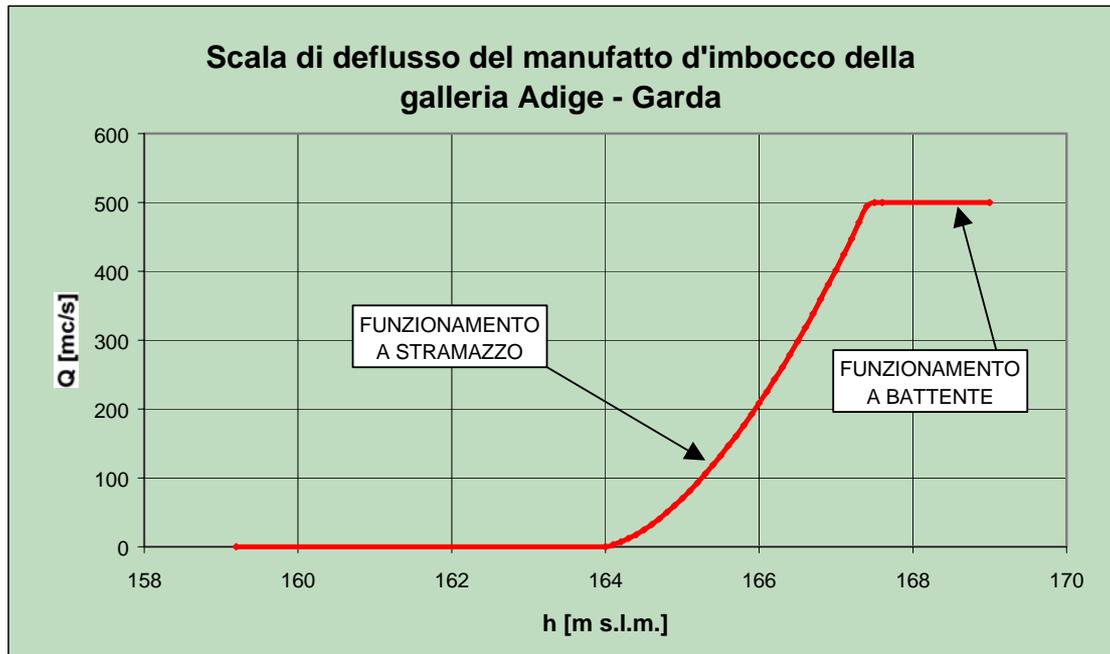


Figura 1.11 - Regola di gestione della Galleria Adige Garda

1.2.2.4.A.2 Modellazione idraulica

La gestione della Galleria Adige Garda in occasione dell'evento di piena del novembre del 1966, riportata nel capitolo 1.1, è stata assunta come riferimento per la schematizzazione idraulica da assegnare alla Galleria stessa all'interno del modello. Viene ipotizzata infatti l'attivazione in corrispondenza di un livello idrometrico di +5 m sullo zero idrometrico di Trento Ponte S. Lorenzo; da tale istante il funzionamento è basato sulla scala di deflusso rappresentata in Figura 1.11, che prevede, per i livelli idrici inferiori (fino a 167.5 m s.m.m) uno sfioro a stramazzo e per il livello pari a 167.5 m s.m.m un funzionamento a battente con una portata evacuata pari a 500 m³/s; la Galleria viene disattivata in corrispondenza di un livello idrometrico di +4 m sullo zero idrometrico di Trento Ponte S. Lorenzo, con la piena in fase di esaurimento.

1.2.2.4.B Problematiche connesse all'uso della galleria Adige-Garda

All'uso della galleria sono connesse le seguenti problematiche che possono essere divise in due blocchi: problematiche legate ai livelli idraulici e problematiche legate agli aspetti idrobiologici del lago di Garda. Di seguito vengono affrontate sommariamente e necessitano comunque di studi e approfondimenti che comunque competono principalmente alla Autorità di Bacino del Po.

1.2.2.4.B.1 Problematiche legate ai livelli idraulici

In Tabella 1.12 si riportano i dati di utilizzo della galleria tra il 1960 e il 1988 con i volumi scaricati ed i relativi innalzamenti del lago. È anche indicato se l'utilizzo si riferiva a manovre di tipo ordinario o situazioni di piena. (Fonte: Autorità di Bacino del Fiume Po – Regolazione dei Grandi Laghi Alpini).

È opportuno precisare subito che la variazione dei livelli idrometrici conseguente al funzionamento della galleria è minima proprio per l'enorme superficie dello specchio d'acqua (369.68 km²). L'evento di piena del 2000 che ha visto lo scarico di 5 000 000 m³ ha comportato innalzamenti minori di 1.5 cm.

Il massimo sovrizzo del lago si è verificato nel 1965 con un valore pari a 21.4 cm corrispondente allo scarico di 79 270 000 m³ dovuti ad un funzionamento della galleria per circa 72 ore con punte di portata di circa 440 m³.

I problemi di allagamento verificatisi nell'autunno 2000, in taluni abitati circostanti il lago di Garda (Salò, Brenzone, ecc.), derivano sostanzialmente solo da una impropria gestione del livello del lago stesso, regolazione che avviene mediante la traversa di Salionze e che tende ad un progressivo innalzamento delle quote lago per disporre di maggiori volumi d'acqua impiegabili in agricoltura durante le stagioni irrigue e per facilitare la navigazione del lago.

Per quanto attiene i massimi sovrizzi ed i relativi volumi conseguenti alle modellazioni effettuate, si rinvia al punto 1.2.2.5.

Va inoltre evidenziato che i comuni che maggiormente soffrono dei livelli idrometrici sono molto distanti dal manufatto d'uscita della galleria e quindi in tali zone l'innalzamento dei livelli, dovuto alle immissioni in Garda, avviene in ritardo.

Anno	Periodo				Durata dello scarico	Volume pervenuto al lago	Portata Media	Altezza in lago	Tipo di manovra			
									Prova parat.	Spurgo	Piène Adige	Portata max
	dal	ora	al	ora	min'	hm ³	m ³ /s	cm				m ³ /s
1960	17/9	11:30	21/9	18:30	6180	71.325	192.354	19.28			x	450
1965	23/6	10:02	23/6	12:45	163	1.767	180.706	0.48	x			
1965	2/9	14:07	5/9	11:30	4163	79.270	317.362	21.42			x	440
1966	20/7	10:30	22/7	8:30	2760	6.499	39.251	1.76			x	
1966	17/8	17:25	18/8	21:30	1685	16.695	165.134	4.51			x	280
1966	4/11	16:15	6/11	14:30	2745	63.777	387.233	17.24			x	492
1971	18/12		20/12						x			
1972	19/6		19/6			1.764			x			
1973	16/4		16/4		10	0.006	10.000	0.00	x			
1973	24/8		24/8		90	0.065	12.000	0.02	x			
1974	8/4		8/4		15	0.010	12.000	0.00	x			
1974	10/9		10/9		75	0.045	10.000	0.01	x	x		
1975	28/4		28/4		10	0.009	15.000	0.00	x			
1975	20/8		20/8		90	0.054	10.000	0.01	x	x		
1976	27/4		27/4		15	0.009	10.000	0.00	x			
1976	14/9	9:30	14/9	24:00	870	12.420	237.931	3.36			x	300
1976	16/9		16/9		105	0.063	10.000	0.02	x	x		
1977	1/4		1/4		10	0.007	12.000	0.00	x			
1977	3/8		3/8		70	0.042	10.000	0.01	x	x		
1978	28/4		28/4		15	0.013	15.000	0.00	x			
1978	1/9		1/9		80	0.058	12.000	0.02	x	x		
1979	27/4		27/4		10	0.006	10.000	0.00	x			
1979	10/8		10/8		90	0.054	10.000	0.01	x	x		
1980	4/4		4/4		10	0.006	10.000	0.00	x	x		
1980	1/9		1/9		80	0.048	10.000	0.01	x	x		
1980	17/10	18:40	19/10	8:00	2240	26.400	196.429	7.14			x	300
1981	6/4		6/4		15	0.009	10.000	0.00	x	x		
1981	19/7	3:30	19/7	11:30	480	6.930	240.625	1.87			x	300
1981	18/8		18/8		100	0.060	10.000	0.02	x	x		
1982	21/4		21/4		10	0.006	10.000	0.00	x			
1982	24/9		24/9		75	0.067	15.000	0.02	x	x		
1983	29/4		29/4		20	0.012	10.000	0.00	x			
1983	23/5	21:00	24/5	24:00	1620	20.016	205.926	5.41			x	300
1983	1/8		1/8		90	0.065	12.000	0.02	x	x		
1984	27/4		27/4		10	0.009	15.000	0.00	x			
1984	3/9		3/9		75	0.045	10.000	0.01	x	x		
1985	23/4		23/4		10	0.006	10.000	0.00	x			
1985	6/8		6/8		90	0.054	10.000	0.01	x	x		
1986	8/7		8/7		90	0.054	10.000	0.01	x	x		
1987	29/7		29/7		90	0.072	13.333	0.02	x	x		
1988	19/7		19/7		150	0.090	10.000	0.02	x	x		

Tabella 1.12 – Dati generali di utilizzo della Galleria Adige-Garda tra il 1960 e il 1988 (Fonte: AdB PO – Regolazione grandi laghi alpini).

1.2.2.4.B.2 Problematiche legate agli aspetti idrobiologici

- **Temperatura**

Il fiume Sarca, per effetto delle derivazioni ad uso idroelettrico presenti e del diverso regime idraulico, presenta una temperatura dell'acqua diversa da quella dell'Adige, tuttavia in fase di piena questa differenza diventa minima in quanto i fenomeni in parola sono generati dai medesimi eventi meteorologici.

- **Torbidità**

Analogamente alle temperature anche per la torbidità dell'acqua, in fase di piena non vi è molta differenza tra quella del Sarca e quella dell'Adige-Garda. L'effetto comunque è legato ai volumi scaricati e localmente può essere consistente. I tempi di decantazione dei limi sono di alcuni giorni.

- **Inquinamento chimico**
Può verificarsi l'inquinamento del lago per effetto di sostanze inquinanti trasportate durante gli eventi di piena dell'Adige. I possibili effetti di queste sostanze sono strettamente correlati al fatto che, essendo il lago un ambiente lentic, i tempi di residenza sono molto elevati (tempo di ricambio teorico circa pari a 27 anni).
- **Eutrofizzazione**
L'apporto di nutrienti provenienti dal bacino dell'Adige (per effetto di dilavamento di terreni, by-pass di impianti di depurazione o altro) può accelerare i processi di eutrofizzazione. Infatti durante gli eventi di piena, sebbene la concentrazione diminuisca per effetto del notevole apporto idrico, i carichi complessivi possono essere consistenti.

1.2.2.5 Risultati ottenuti

I risultati ottenuti dalle simulazioni effettuate per gli eventi di piena di progetto con tempi di ritorno pari a 30, 100 e 200 anni, vengono illustrati nelle osservazioni e nelle figure che seguono. Da Figura 1.12 a Figura 1.14 si riportano, per i tre tempi di ritorno considerati, gli idrogrammi di piena relativi alla sezione Trento ponte S. Lorenzo, gli idrogrammi calcolati in corrispondenza di 4 sezioni di chiusura significative del tratto Trento – Verona e l'idrogramma delle portate scolmate dalla Galleria Adige Garda. In Figura 1.15 gli idrogrammi delle portate scolmate dalle Galleria Adige Garda per gli eventi di piena con i tempi di ritorno considerati.

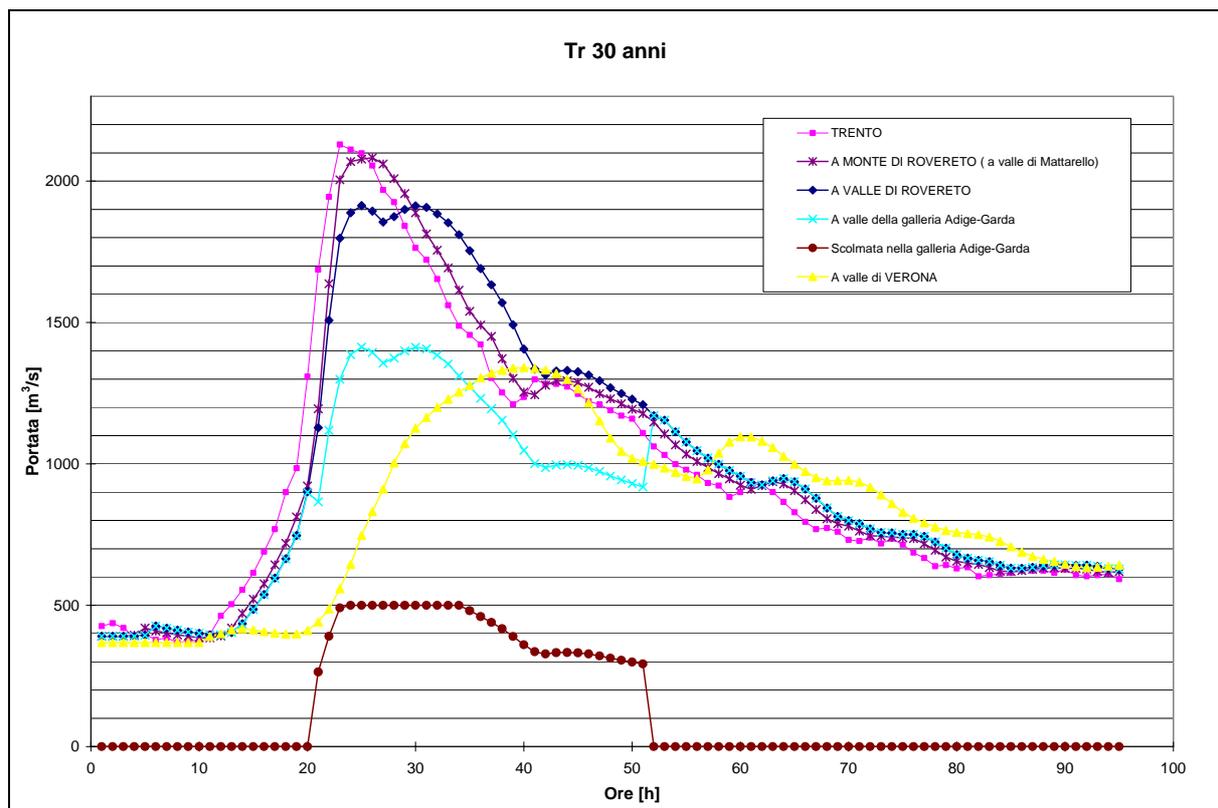


Figura 1.12 – Idrogramma di ingresso (Trento), idrogrammi calcolati in corrispondenza di 4 sezioni significative, idrogramma delle portate scolmate dalle Galleria Adige Garda. Tempo di ritorno di 30 anni.

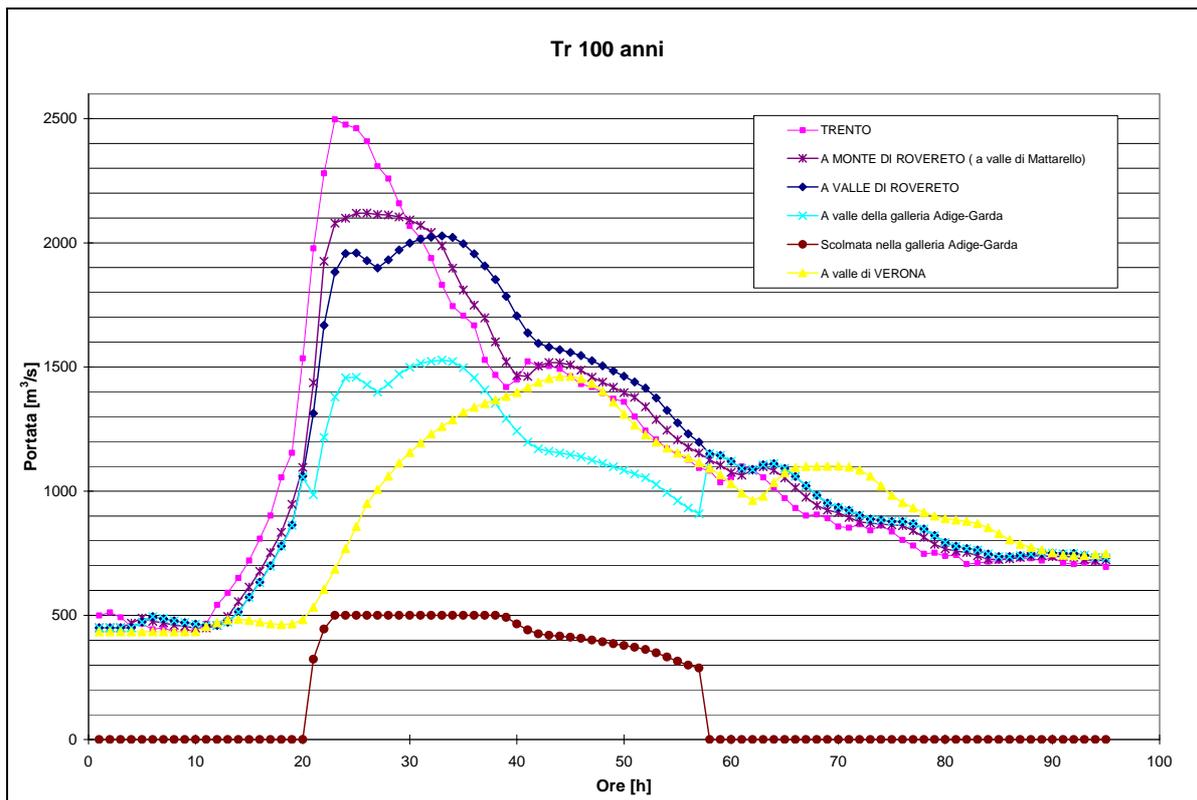


Figura 1.13 – Idrogramma di ingresso (Trento), idrogrammi calcolati in corrispondenza di 4 sezioni significative, idrogramma delle portate scolmate dalle Galleria Adige Garda. Tempo di ritorno di 100 anni.

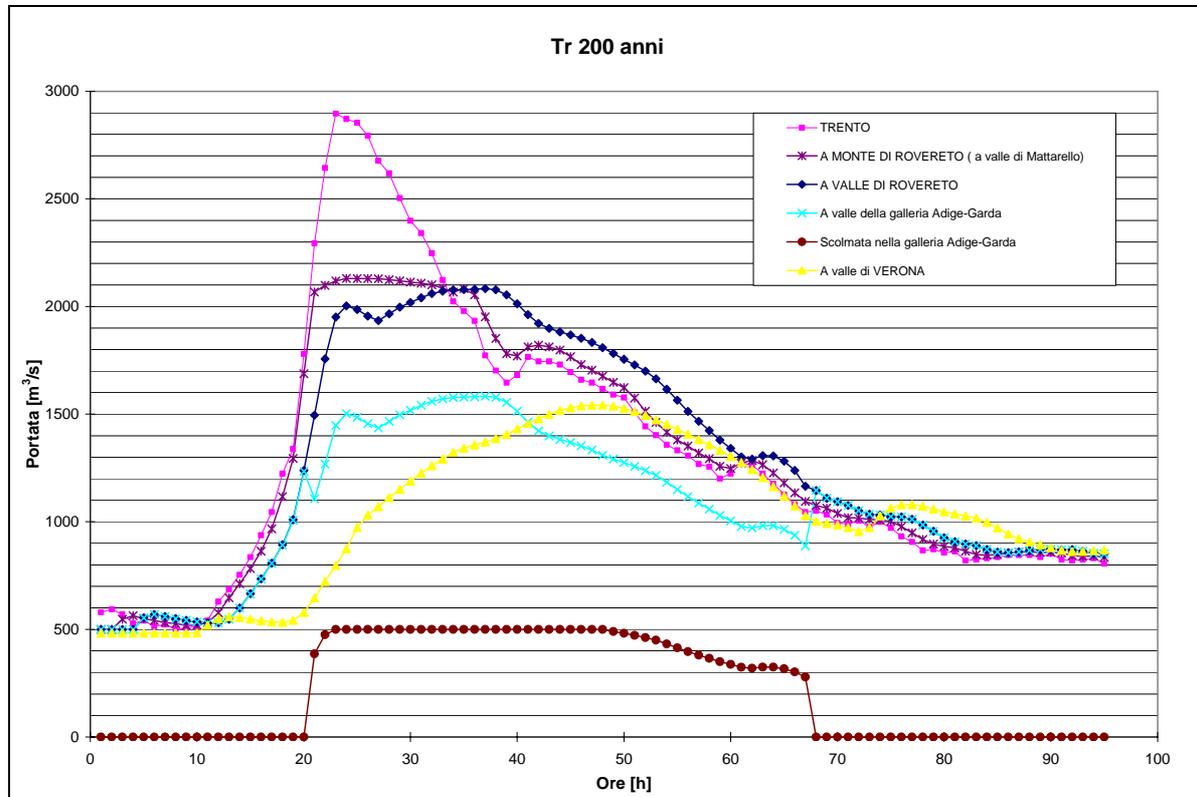


Figura 1.14 – Idrogramma di ingresso (Trento), idrogrammi calcolati in corrispondenza di 4 sezioni significative, idrogramma delle portate scolmate dalle Galleria Adige Garda. Tempo di ritorno di 200 anni.

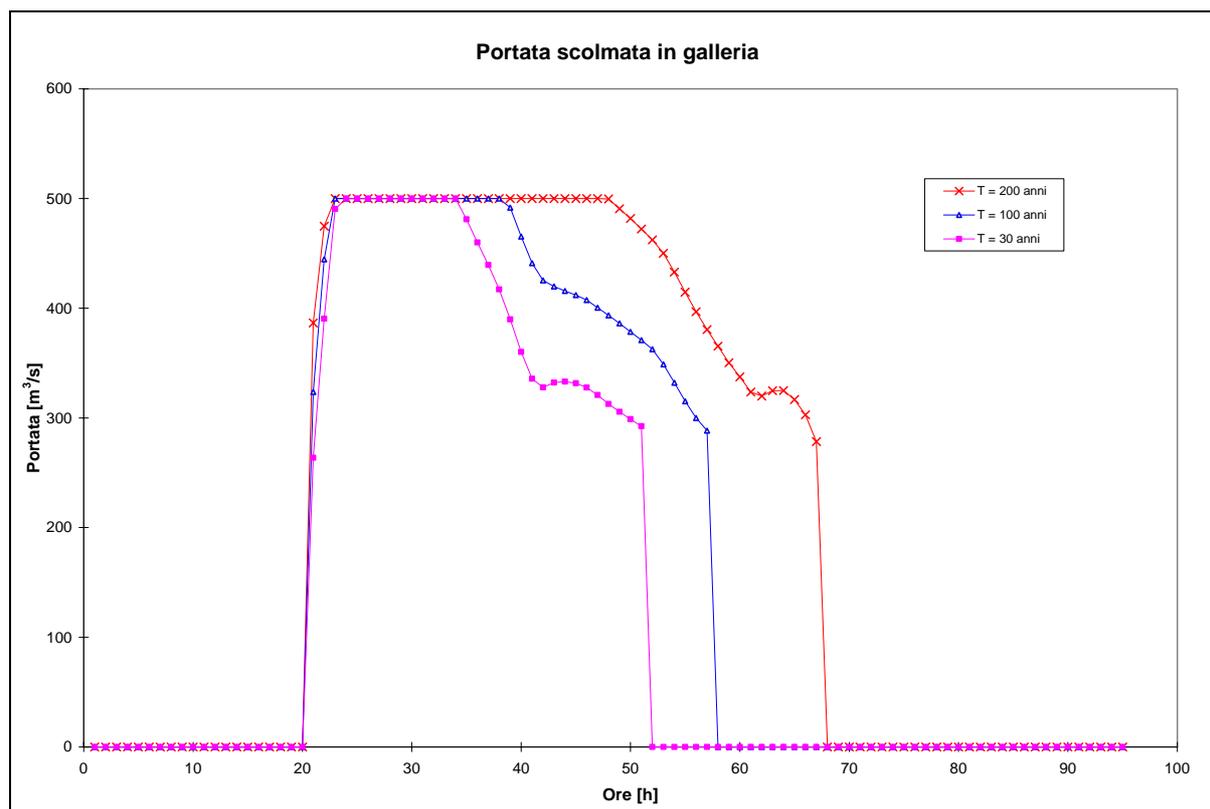


Figura 1.15 – Idrogrammi delle portate scolmate dalle Gallerie Adige Garda per gli eventi di piena con tempo di ritorno pari a 30, 100, 200 anni.

In occasione dei tre eventi di piena si verificano, nella porzione trentina del corso del fiume Adige, significativi sormonti arginali (con conseguenti consistenti volumi di esondazione) in corrispondenza di un lungo tratto del fiume Adige con baricentro l'abitato di Mattarello. Con riferimento alla Figura 1.13 si osserva che i volumi sversati sul piano campagna, per l'evento di piena di progetto con tempo di ritorno pari a 100 anni, che si ricorda essere paragonabile all'evento di piena del novembre 1966, totalizzano 130 milioni di metri cubi con un abbattimento del picco di circa 450 m³/s. In corrispondenza della sezione di imbocco della Galleria Adige Garda l'idrogramma di piena corrispondente allo stesso evento subisce una ulteriore laminazione per effetto delle esondazioni che si verificano in sinistra idrografica nei comuni di Volano e Rovereto e, in misura minore, nel comune di Nomi in destra; tale laminazione abbassa il picco di piena di altri 150 m³/s circa. Per lo stesso evento il funzionamento della Galleria Adige Garda ha inizio in corrispondenza della diciottesima ora dall'inizio della simulazione, avviene come stramazzo fino a circa la trentunesima ora e passa ad efflusso a battente; assume questa regola di funzionamento per circa 8 ore (con emungimento al massimo della potenzialità, cioè pari 500 m³/s). Torna poi a funzionare come stramazzo durante la fase di esaurimento della piena fino alla cinquantaseiesima ora allorché il livello idrico a Trento – Ponte S. Lorenzo si attesta sui +4 m sullo zero idrometrico e la Galleria Adige Garda viene arrestata. L'abbattimento del picco di piena risulta dunque pari a 500 m³/s. La portata al colmo a valle della Galleria si attesta, per Tr = 100 anni, su valori di poco superiori ai 1400 m³/s. Nel tratto successivo si verificano esondazioni nel tratto del comune di Brentino Belluno, nel tratto di Rivoli, nel tratto di Pescantina e nel tratto posto immediatamente a valle della città di Verona (nella zona del depuratore e a Porto S. Pancrazio). In occasione degli eventi di piena caratterizzati da un tempo di ritorno pari a 30 e 200 anni i tratti soggetti ad esondazione risultano generalmente gli stessi analizzati per l'evento con tempo di ritorno pari a 100 anni, ovviamente con volumi di esondazione differenti e con differenti volumi scolmati dalla Galleria Adige Garda (Figura 1.12, Figura 1.14 e Figura 1.15). In corrispondenza dell'evento di piena più gravoso (Tr = 200 anni) la portata al picco a Trento è pari a 2896 m³/s, la Galleria Adige Garda funziona per 48 ore, di cui 8 al massimo della

potenzialità (500 m³/s) scolmando circa 71 milioni di metri cubi (che generano un innalzamento del pelo libero nel Lago di Garda pari a 19cm); la portata al colmo in uscita dal tratto modellato (ponte della Autostrada A4 al confine tra Verona e San Giovanni Lupatoto) risulta di poco superiore ai 1400 m³/s.

Per un esame approfondito completo in termini di aree allagabili si rimanda all'interpretazione delle tavole codificate A.4 che riportano la pericolosità idraulica in tutti i tratti soggetti ad esondazione, esposta nella relazione illustrativa di sintesi allegata al presente piano.

1.2.3 Integrazione dei profili di piena del fiume Adige da Verona alla foce.

1.2.3.1 Inquadramento idrologico

Il tratto di fiume oggetto di questa analisi idraulica ha inizio a Verona, precisamente presso la sezione in corrispondenza del ponte dell'Autostrada A4 al confine tra i comuni di Verona e S. Giovanni Lupatoto e si estende fino alla foce nel mare Adriatico. A Verona le piene del fiume arrivano già in fase di laminazione e le portate di picco risultano inferiori a quelle raggiunte nelle sezioni poste più a monte. Gli ulteriori contributi di portata forniti dai suoi affluenti risultano modesti se rapportati all'entità delle piene del fiume Adige. Questi sono rappresentati dai Progni provenienti dai monti Lessini, che si immettono sulla sinistra idrografica nella zona di Verona, tra i quali i principali sono il Fibbio e il sistema Chiampo-Alpone che si immette subito a monte del centro urbano di Albaredo d'Adige. Dato il breve tempo di corrivazione dei Progni e la conseguente sfasatura temporale con cui i deflussi vengono sversati nell'Adige, la loro influenza sul regime di piena di quest'ultimo risulta modesta. A titolo di esempio in Figura 1.16 viene riportato l'andamento di due piene verificatesi durante l'ottobre del 1993 misurate a Verona, per il fiume Adige, ed a S. Bonifacio, per il torrente Alpone. La sfasatura temporale tra i picchi risulta di circa 12 ore ed il passaggio del picco di piena sull'Adige avviene con la piena del torrente già in fase di esaurimento. Tenendo presenti i risultati ottenuti in termini di idrogrammi in uscita dal sistema del torrente Alpone modellato con il software SOBEK (di cui si darà commento al paragrafo 1.2.4), la breve fase di esaurimento dell'onda di piena dell'Alpone alla confluenza con l'Adige, avente colmo pari a circa 450 m³/s per un tempo di ritorno pari a 200 anni realizza, dopo 12 ore, portate sicuramente inferiori ai 100 m³/s.

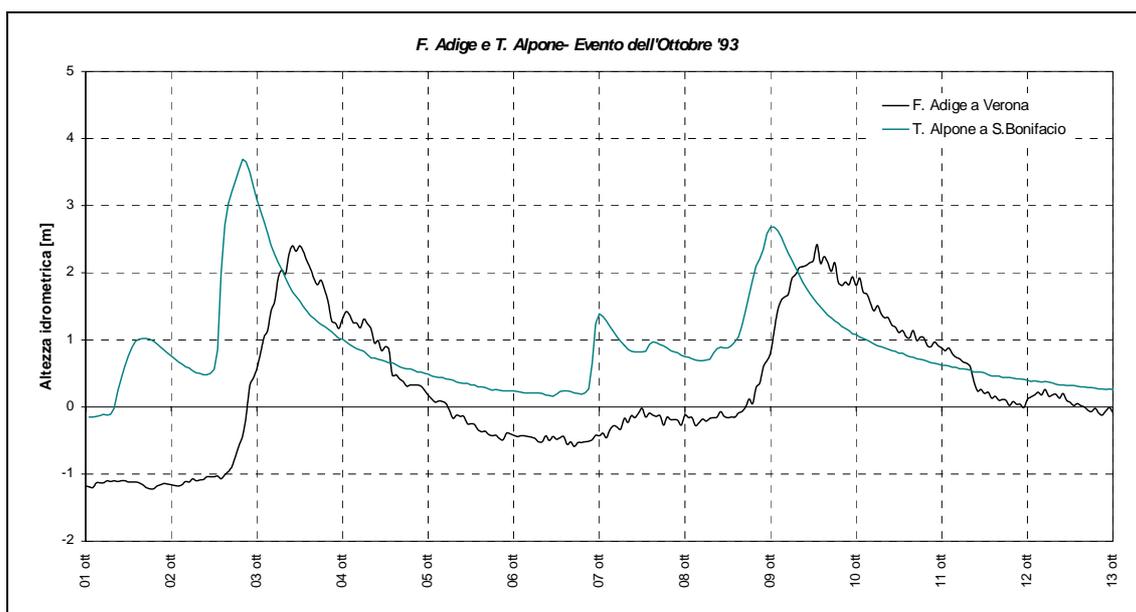


Figura 1.16 - Sfasamento temporale tra i picchi di piena del fiume Adige e del torrente Alpone-Chiampo

La confluenza con il torrente Alpone identifica la sezione di chiusura dell'intero bacino e l'alveo subisce una improvvisa diminuzione della pendenza passando da valori superiori allo 0.1% a valori molto bassi tipici dei fiumi di pianura. Quindi il fiume prosegue verso valle con livelli idrometrici ordinari superiori alla quota media dei terreni circostanti. Il passaggio di una piena lungo questo tratto è accompagnato da una progressiva diminuzione della portata di picco, per effetto della laminazione naturale, e dalla conservazione del volume dell'idrogramma.

Una volta conosciuto l'idrogramma di piena in arrivo a Verona, la previsione dei livelli idrometrici massimi raggiunti lungo l'asta fluviale è stata ottenuta utilizzando un modello matematico per lo studio dei profili idraulici in condizioni di moto vario.

Gli idrogrammi di piena di progetto utilizzati per la modellazione del corso del fiume Adige da Verona alla foce sono rappresentati dagli idrogrammi in uscita dal tratto Trento – Verona modellato con il software mono-bidimensionale SOBEK. Tali idrogrammi possono essere visualizzati in giallo in Figura 1.12, Figura 1.13, Figura 1.14. A favore di sicurezza, tenendo conto di quanto appena osservato circa i contributi di piena del torrente Alpone, si è inteso elevare gli interi idrogrammi dell'Adige in arrivo a Verona di una quantità pari a $100 \text{ m}^3/\text{s}$.

1.2.3.2 Applicazione del modello matematico

La simulazione della propagazione delle onde di piena nel tratto compreso da Verona (Ponte Nuovo del Popolo) alla foce è stata condotta realizzando un'applicazione del modello matematico *UNET One-Dimensional Unsteady Flow Through a Full Network of Open Channels* (HEC, 1996) sviluppato dal Dr. Robert Barkau per conto dello Hydrologic Engineering Center dello US Army Corps of Engineers, Davis, California.

Il modello è stato realizzato specificatamente per la simulazione dei deflussi che avvengono in condizioni di moto subcritico e si adatta alle condizioni idrauliche del fiume nel tratto considerato. Inoltre possono essere correttamente simulate condizioni di moto supercritico causate da situazioni localizzate, provocate dalla presenza di manufatti idraulici, salti di fondo, ecc...

UNET sfrutta l'ipotesi di monodimensionalità del moto, di gradualità delle variazioni dei parametri idraulici (moto gradualmente vario), e utilizza, per la simulazione dei deflussi in regime di moto vario, il sistema di equazioni di De Saint Venant in forma completa, con un termine aggiuntivo che permette di tenere conto delle perdite localizzate.

La ricostruzione della geometria dell'alveo è avvenuta sulla base del rilievo topografico realizzato dall'Autorità di Bacino Nazionale dell'Adige nel corso del 1997. Per la ricostruzione dei profili arginali le informazioni sono state integrate con i risultati di precedenti rilievi realizzati dal Magistrato Alle Acque di Venezia, per l'argine sinistro, e dal Genio Civile di Rovigo, per l'argine destro. Le informazioni relative alle caratteristiche degli sbarramenti presenti lungo il fiume sono state messe a disposizione dall'Ente gestore (ENEL). Nelle restituzione dei risultati si è fatto riferimento alla progressiva chilometrica utilizzata nel corso del rilievo delle sezioni, orientata da monte verso valle, che raggiunge il valore di circa 267 km in prossimità del ponte dell'Autostrada A4 al confine tra i comuni di Verona e San Giovanni Lupatoto e 409 km in prossimità della foce.

Il calcolo delle perdite di carico idraulico è stato effettuato mediante la formula di Manning. Per ciascuna sezione che descrive la geometria dell'alveo viene assegnato un valore del coefficiente di scabrezza. È possibile inoltre differenziare il valore del coefficiente per il fondo dell'alveo e per le zone golenali. Per il fondo alveo è stato utilizzato un coefficiente di Manning decrescente da monte verso valle da 0.035 a $0.025 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ mentre per le zone golenali il valore è stato imposto a seconda delle condizioni locali.

1.2.3.3 Condizioni iniziali e condizioni al contorno esterne

Per elaborare una simulazione di un qualsiasi evento, reale o sintetico, il modello necessita della definizione di opportune condizioni al contorno che possono essere suddivise in condizioni iniziali e condizioni al contorno.

Le prime consistono nella descrizione dello stato idrometrico del fiume in tutte le sezioni d'alveo inserite nel modello all'istante iniziale della simulazione mentre le seconde forniscono le variazioni dei parametri che possono intervenire a modificare lo stato idrometrico della corrente durante l'intervallo di tempo compreso tra inizio e fine della simulazione.

Nel seguito vengono brevemente descritte le differenti condizioni che, congiuntamente ai parametri che definiscono la geometria della rete fluviale, consentono l'applicazione del modello.

1.2.3.4 Condizioni iniziali

Lo stato iniziale dei tratti in esame, inteso come il tirante e la portata all'inizio della simulazione idraulica, deve essere specificato per ottenere la soluzione delle equazioni di de St. Venant. Tali condizioni possono essere specificate mediante una delle seguenti modalità:

- a. profili ottenuti come soluzione del problema di moto permanente per l'istante iniziale;
- b. utilizzazione di profili di tirante e portata ottenuti come soluzione del problema di moto vario per l'intervallo precedente.

Trattandosi di eventi singoli e separati temporalmente tra loro è stata utilizzata la prima modalità. Nella ricostruzione degli eventi reali si è fatto attenzione nello scegliere l'istante iniziale dell'evento ricercando una situazione durante la quale il corso d'acqua presentava un andamento temporale di portata costante per un tempo sufficiente per poter ritenere raggiunte le condizioni di moto permanente. Di conseguenza per ottenere l'associazione tra sezione e tirante all'istante iniziale da assegnare al modello è stato sufficiente imporre la portata di magra osservata e determinare il profilo idraulico ipotizzando un regime di moto permanente. Per la propagazione della piena sintetica la portata iniziale è stata imposta pari a quella di una magra ordinaria.

1.2.3.5 Condizioni al contorno esterne

Come già riferito, la procedura di calcolo richiede la specificazione di opportune condizioni al contorno presso le sezioni estreme di monte e di valle.

Presso la sezione estrema di monte il modello permette di specificare una delle seguenti condizioni al contorno:

- a. la serie temporale delle portate;
- b. la serie temporale dei tiranti idrici.

Nelle simulazioni effettuate è stata utilizzata la condizione a.

Presso la sezione estrema di valle è possibile specificare una delle seguenti condizioni al contorno:

- a. la serie temporale dei tiranti idrici;
- b. la serie temporale delle portate;
- c. una relazione nota a priori fra portate e tiranti idrici (scala delle portate);
- d. condizioni di moto uniforme.

Nella presente applicazione è stata imposta un'altezza costante pari a 1.5 m sul livello medio del mare rappresentativo di una condizione di marea piuttosto sfavorevole.

1.2.3.6 *Influenza degli sbarramenti presenti in alveo*

Lungo un'asta fluviale possono essere riscontrate condizioni particolari legate alla presenza di manufatti o salti di fondo, per le quali le ipotesi relative allo stato della corrente che consentono l'adozione dello schema di de St. Venant non sono verificate. In questi tratti il moto è rapidamente variato piuttosto che gradualmente vario, e il modello definisce automaticamente condizioni al contorno interne che consentono di raggiungere ugualmente la soluzione.

In particolare il modello permette la simulazione in presenza di sbarramenti dalla geometria complessa con luci di sfioro libere e luci parzialmente o totalmente presidiate da paratoie piane o a settore funzionanti a stramazzo o efflusso di fondo. La variazione delle aperture delle paratoie durante il periodo della simulazione rappresenta una variazione di una condizione al contorno interna del modello e deve essere preventivamente imposta dall'utente. Manufatti a soglia fissa rappresentano anch'essi condizioni al contorno interne ma vengono determinate automaticamente da modello una volta nota la geometria del manufatto.

In tutti questi casi il modello considera la sezione interessata dall'opera come "punto" singolare e rappresenta il deflusso nel tronco interessato dall'opera mediante l'equazione di continuità ed una equazione del moto che permetta di rappresentare il deflusso in una delle seguenti condizioni:

- deflusso in bocca libera;
- deflusso in bocca rigurgitata;
- stramazzo in soglia grossa;
- l'equazione del deflusso da bocca sotto battente;
- l'equazione del deflusso congiunto da bocca sotto battente e da stramazzo.

Le differenti condizioni vengono automaticamente selezionate dal modello in funzione dell'opera in alveo da simulare.

Lungo il corso del fiume Adige, a valle di Verona, è presente lo sbarramento di Pontoncello (ex SAVA), in grado di modificare notevolmente i livelli idrometrici nei rispettivi tratti di monte.

Nella normale gestione dei manufatti durante il passaggio delle onde di piena le paratoie poste a presidio delle luci di sfioro vengono completamente aperte per permettere il passaggio della corrente riducendo al minimo il sovrizzo del tirante a monte. L'apertura delle paratoie avviene con un certo anticipo in modo da sfruttare al meglio l'effetto che il volume d'invaso naturale dell'alveo produce ai fini della laminazione di una piena. Per questo motivo le simulazioni condotte non hanno previsto alcuna regolazione particolare delle paratoie essendo queste rimaste completamente aperte dall'inizio alla fine dell'evento.

Nel caso dello sbarramento di Pontoncello la quota di regolazione normale posta a 37.0 m.s.m. viene superata per portate superiori a 1000 m³/s. Oltre questi valori il livello dell'acqua si innalza oltre i valori di regolazione normale, restando comunque al di sotto della quota di massima piena prevista (calcolata in fase di progetto delle dighe con riferimento a tempi di ritorno di almeno 500 anni).

1.2.3.7 *Individuazione dei punti critici*

Oltre ad evidenziare i tempi di propagazione delle piene e la progressiva laminazione dei valori di portata massima, le simulazioni hanno permesso di osservare le altezze idrometriche raggiunte lungo il corso del fiume e di valutarne il valore massimo che, è bene ricordare, viene raggiunto in ritardo rispetto al valore massimo della portata.

Dalla sua lettura si possono ricavare le seguenti indicazioni:

1. risulta evidente il progressivo abbassamento del franco procedendo da monte verso valle fino al raggiungimento dei minimi valori raggiunti in corrispondenza delle località di Cavarzere e Cavanella d'Adige a pochi chilometri dalla foce;
2. la piena avente tempo di ritorno pari a 200 anni non è in grado di mettere a rischio le difese

arginali anche se in alcuni punti il franco di sicurezza risulta molto piccolo;

- le piene aventi tempi di ritorno pari a 500 anni provocano il sormonto arginale nei tratti citati al punto 2.

Il punto in cui si presentano le condizioni maggiormente critiche è stato individuato in prossimità delle progressive km 394 e 399 dove le sommità arginali in sinistra idrografica risultano caratterizzate dai franchi inferiori.

La laminazione dell'idrogramma di piena che si verifica per la semplice traslazione in alveo ammonta, per l'evento di piena caratterizzato da $Tr = 200$ anni a circa $50 \text{ m}^3/\text{s}$.

In Figura 1.17 si riporta il profilo di piena ottenuto per l'evento con $Tr = 200$ anni nel tratto più significativo (Boara Pisani – foce).

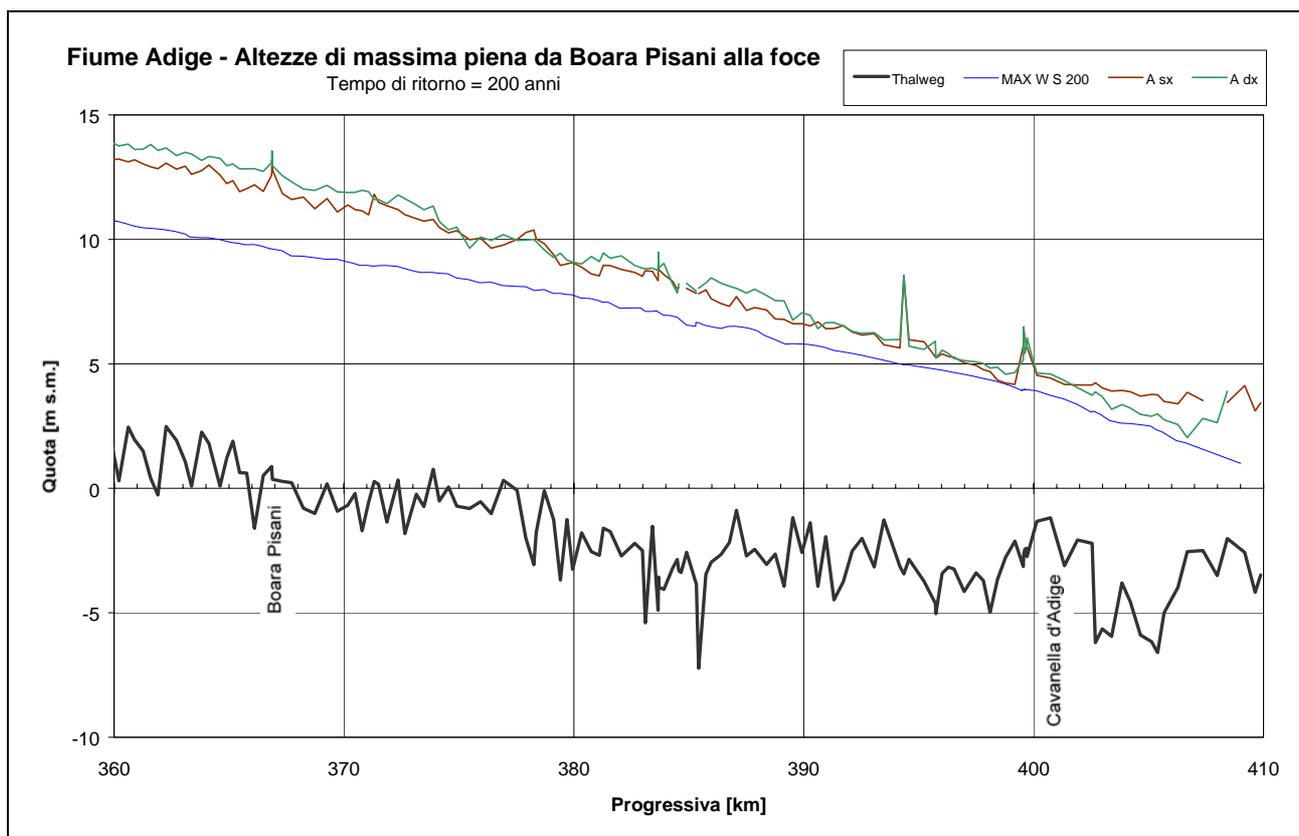


Figura 1.17 – Profilo di piena del fiume Adige per l'evento con tempo di ritorno pari a 200 anni nel tratto Boara Pisani – foce.

1.2.4 Studio del sistema idraulico dell'Alpone e dei suoi affluenti.

1.2.4.1 Premessa.

L'analisi indaga le situazioni di pericolo idraulico cui soggiace la rete di torrenti dell'Alpone e dei suoi affluenti, con maggiore attenzione ai fenomeni di criticità idraulica che si registrano attorno ai centri urbani di San Bonifacio, Monteforte d'Alpone e Soave.

Lo studio viene condotto realizzando un modello matematico che consente di simulare il comportamento della rete idrica in condizioni di piena eccezionale. Il modello consente di schematizzare e rappresentare fedelmente il fenomeno del sormonto arginale e il conseguente spagliamento dell'acqua nei territori circostanti.

Gli elementi monodimensionali consentono di descrivere la geometria dei corsi d'acqua (sia da un punto di vista planimetrico e soprattutto nella definizione delle sezioni trasversali), mentre la griglia a maglie quadrate di lato 40 m schematizzano in dettaglio il territorio adiacente la rete idraulica.

Gli idrogrammi di piena e i livelli idrometrici (che costituiscono le condizioni al contorno dello schema di calcolo), introdotti nel presente studio, sono stati ricavati dalla indagine del 1995 condotta dallo studio di ingegneria Technital international general engineering, commissionata dal Ministero dei Lavori Pubblici – Magistrato alle Acque – Nucleo operativo di Verona (al quale si rimanda per la parte riguardante lo studio idrologico).

Le simulazioni svolte concernono eventi di piena corrispondenti a tempi di ritorno di 30, 100 e 200 anni.

L'ambito territoriale indagato ricopre una superficie di circa 80 km² ed è solcato dai torrenti Chiampo, Tramigna, Aldegà e Alpone.

Nello schema di calcolo sono inseriti lunghi tratti della rete idraulica: Aldegà per una lunghezza di 2.956 km (fino alla confluenza nel torrente Chiampo), Chiampo per 17.294 km (dalla località omonima fino a S. Bonifacio, dove riversa le sue acque nell'Alpone), Tramigna per 3.599 km (fino alla confluenza con l'Alpone) e Alpone per 21.194 km (dalla località Montecchia di Crosara fino alla confluenza in Adige).

Gli idrogrammi di piena introdotti nei nodi di monte rispettivamente dell'Aldegà, dell'Alpone del Chiampo e del Tramigna sono rappresentati dalle figure riportate al paragrafo 1.1.7.2. Nel nodo di valle, alla confluenza con l'Adige, si immettono i livelli idrometrici dell'Alpone.

1.2.4.2 Implementazione del modello

1.2.4.2.A Schematizzazione della rete monodimensionale

La schematizzazione del modello idraulico prevede di utilizzare una combinazione di elementi monodimensionali, con i quali si rappresenta la geometria dei corsi d'acqua, con una griglia bidimensionale, nella quale si rappresentano i fenomeni di propagazione dell'acqua nel caso di sormonti arginali.

Lo schema unidimensionale rappresenta la composita trama idrica costituita dai torrenti Chiampo, Aldegà, Alpone e Tramigna fino alla confluenza nel fiume Adige.

Il corso del Chiampo viene descritto a partire dall'abitato di Montorso Vicentino per una lunghezza di circa 17.5 km, fino alla confluenza con il fiume Alpone. Alla progressiva 15.9 km esso riceve, in destra, le acque del fiume Aldegà. Il corso più lungo è quello dell'Alpone che dall'abitato di Montecchia Crosara si estende per 22 km fino alla confluenza nel fiume Adige, nel quale confluiscono lo stesso Chiampo (alla progressiva 9.7 km) e il torrente Tramigna (progressiva 11.9 km)

Le condizioni al contorno si impongono in corrispondenza di opportuni boundary node: a monte si assegnano i regimi delle portate, a valle i livelli idrometrici noti (nel presente caso i livelli idrometrici del fiume Adige alla confluenza con l'Alpone).

Il valore di scabrezza di Gauckler – Strickler per i corsi d'acqua viene assunto di 25 m^{1/3}·s⁻¹ (valore di scabrezza di Manning pari a 0.04 m^{-1/3}s).

1.2.4.2.B Schematizzazione della griglia bidimensionale

La descrizione delle aree di espansione delle piene è stata realizzata mediante i dati risultanti dai rilievi effettuati con laser altimetro nell'ambito dello "Studio finalizzato alla realizzazione, nel bacino idrografico del fiume Adige, del catasto aggiornato e georeferenziato delle opere idrauliche e di sistemazione idraulico forestale, alla delimitazione delle fasce fluviali, alla definizione degli interventi strutturali e non strutturali. Autorità di Bacino dell'Adige – BETA Studio – Delft Hydraulics".

La schematizzazione bidimensionale è stata circoscritta a una estesa area comprendente le zone dichiarate storicamente allagate (evento del 1992)

Il valore di scabrezza di Manning adottato per il piano campagna è pari a $0.06 \text{ m}^{-1/3}\cdot\text{s}$. Tale valore di scabrezza costante su tutta l'area è da considerarsi come valore medio che tiene conto dei diversi tipi di terreno.

1.2.4.3 Analisi delle simulazioni

L'analisi dei risultati della simulazione conferma la criticità del sistema idraulico in prossimità dei centri abitati di S. Bonifacio, Soave e Monteforte.

Lo scenario corrispondente a eventi di piena con tempo di ritorno di 30 anni mostra il nocciolo più gravoso del regime idraulico di questo sistema, che si ripete in modo progressivamente più pesante per le simulazioni con tempi di ritorno superiore.

Aldegà e Tramigna mostrano sofferenze endemiche imputabili ai livelli idrometrici che si instaurano, rispettivamente, in Alpone e Chiampo: essendo impedito il libero deflusso dagli alti livelli dei corsi riceventi, le acque rigonfiano, provocando sormonti arginali e allagamenti nelle aree circostanti, stringendo nella morsa anche superfici densamente urbanizzate, come quella di Soave.

Nello schema di calcolo monodimensionale sono stati inserite anche delle infrastrutture che determinano dei restringimenti della sezione del corso d'acqua che impediscono il deflusso della piena e producono un rigurgito verso monte.

In corrispondenza di tutti i ponti introdotti si registrano rigonfiamenti ed esondazioni, ma si deve segnalare il pericolo costante del ponte Motta di S. Bonifacio: il piano del calpestio risulta più basso di circa 1.5 m rispetto alle sommità arginali (in casi di eventi di piena vengono sistemati dei panconi alle estremità del ponte per evitare allagamenti del centro abitato).

Se non vengono disposte opportune misure per proteggere l'abitato di S. Bonifacio, come la disposizione di panconature per tutta la larghezza del ponte, si può calcolare una fuoriuscita di volume d'acqua di circa $200\,000 \text{ m}^3$. Il sormonto arginale porta la tumescenza a propagarsi prevalentemente in sinistra idrografica dell'Alpone, essendo i livelli altimetrici di destra (nella zona ovest di S. Bonifacio) superiori.

I risultati della modellazione idraulica effettuata, descritti per l'evento avente un tempo di ritorno pari a 30 anni, risultano ovviamente ancora più gravosi per gli eventi modellati aventi tempi di ritorno di 100 e 200 anni. I risultati, in termini di pericolosità idraulica (relativi agli eventi pari a 30, 100 e 200 anni), sono descritti nella relazione illustrativa di sintesi del presente piano stralcio per la tutela del rischio idrogeologico.

1.2.5 La modellazione dei torrenti Tasso e Fibbio

Per quanto attiene la modellazione idraulica dei fiumi Tasso e Fibbio è stato applicato il modello SOBEK che ha consentito di simulare il comportamento della rete idrica in condizioni di piena eccezionale e di schematizzare e rappresentare fedelmente il fenomeno del sormonto arginale con il successivo spagliamento dell'acqua nei territori circostanti. Questo modello è già stato ampiamente descritto nei capitoli precedenti.

Per quanto riguarda i dati altimetrici della griglia 2D, in questo caso si è fatto uso della Carta Tecnica Regionale in forma vettoriale, implementando una griglia di $20 \times 20 \text{ m}$.

Per la descrizione della geometria dell'alveo dei fiumi Tasso e Fibbio sono state utilizzate le sezioni trasversali rilevate per il Piano Generale di Sistemazione Idraulica della Sinistra Adige del Genio Civile.

Il valore della scabrezza utilizzato (n di Manning) è pari a $0,03 \text{ m}^{-1/3}\cdot\text{s}$, concorde con quanto riportato in letteratura.

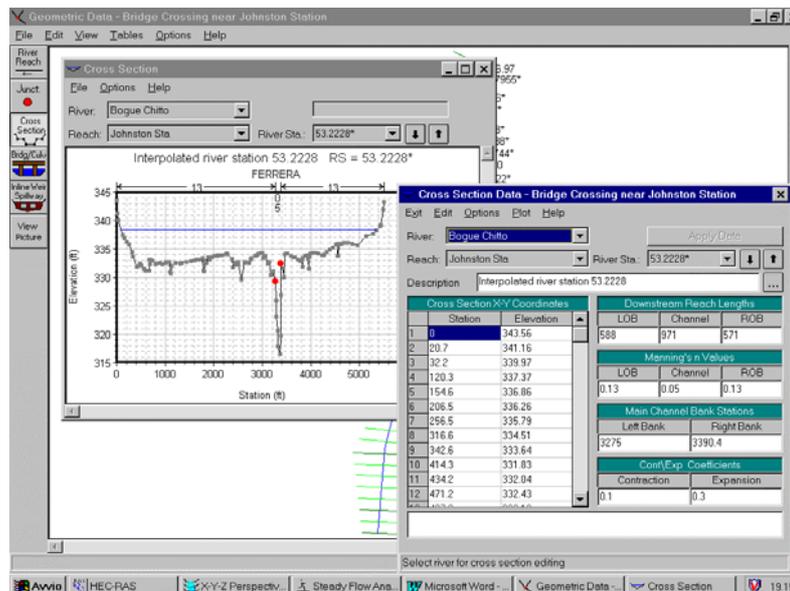
1.2.6 La modellazione del torrente Illasi con il Modello Hec Ras

Per quanto attiene la modellazione idraulica del torrente Illasi, varie considerazioni hanno suggerito di effettuare una modellazione a moto permanente con Modello Hec Ras.

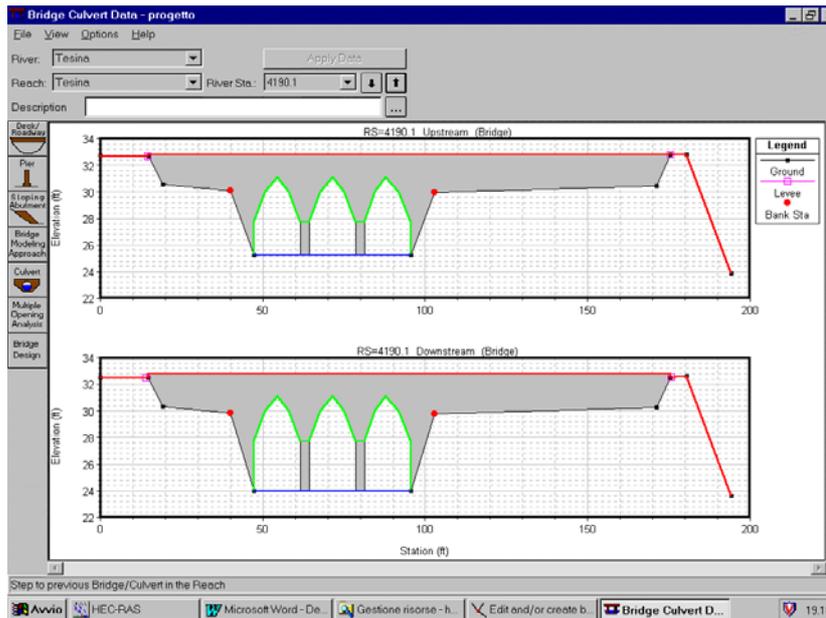
Il modello di simulazione HEC-RAS (River Analysis System) è stato sviluppato presso l'Hydrologic Engineering Center di Davis (USA) per lavorare in ambiente Windows e consente, nella versione attuale, il calcolo dei profili idraulici di moto permanente gradualmente vario, in reti di canali naturali o artificiali. Con il modello possono essere simulate condizioni di moto subcritico, supercritico e misto, e possono essere valutati gli effetti di immissioni/emissioni laterali di portata, briglie e salti di fondo (*weir*), paratoie, brevi condotti in pressione (*culvert*), ponti (*bridge*), ostacoli al flusso e costruzioni edificate nelle zone golenali.

Il modello dispone di una interfaccia grafica che facilita le operazioni di definizione della geometria del problema, dei parametri di calcolo e dell'analisi dei risultati esprimibili sia in termini di tabelle che di grafici. Questi ultimi includono la visualizzazione del tirante idrico relativo a ciascuna sezione, la visualizzazione dei profili di moto permanente (con l'indicazione del pelo libero, dei limiti arginali, della quota della linea dell'energia, ecc...) e grafici in prospettiva tridimensionali che consentono di evidenziare le aree soggette ad inondazione nelle differenti condizioni idrometriche. L'editor grafico consente un controllo continuo sulla geometria del problema, permette l'importazione di dati di input del modello HEC-2 e contempla procedure di modifica a video delle caratteristiche geometriche delle sezioni trasversali. Inoltre, la geometria del sistema fluviale da analizzare può essere definita tramite l'importazione di dati territoriali gestiti da un sistema informativo geografico (GIS data).

La geometria e le caratteristiche idrauliche delle strutture in alveo sono facilmente definibili per mezzo di specifiche finestre di dialogo. Selezionando a video una generica sezione è possibile schematizzare la presenza di un manufatto che modifica localmente il regime dei deflussi. Nella figura seguente è rappresentato l'esempio della rappresentazione di un ponte; il programma consente la definizione della geometria delle strutture che lo compongono indipendentemente dalla loro complessità.

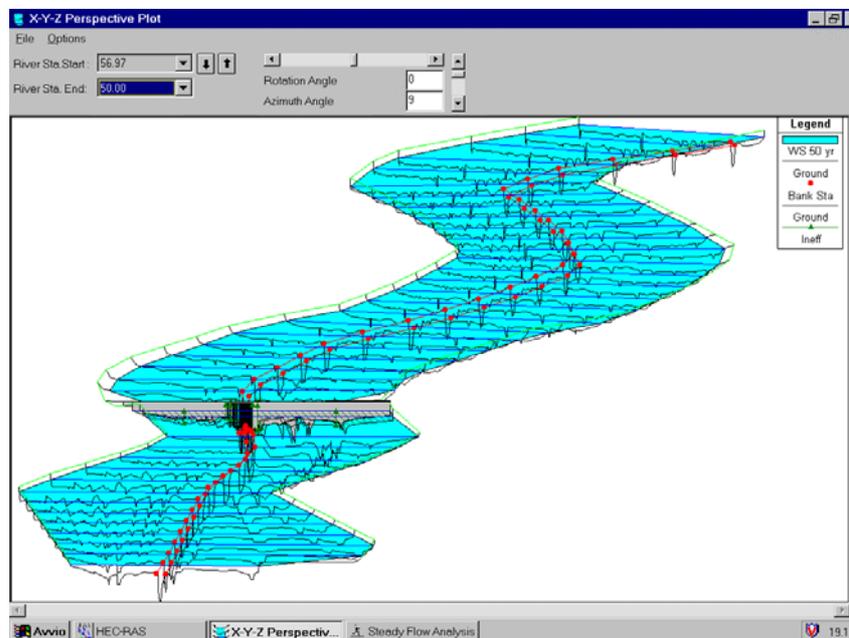


Editor grafico per la definizione della geometria delle sezioni trasversali



Esempio di definizione della geometria di un ponte

Tutte le uscite della simulazione possono essere interpretate in termini di tabelle e grafici. Il programma consente la definizione di rapporti personalizzati relativi alla simulazione idraulica condotta, permettendo all'utente di definire le variabili di cui si richiede la visualizzazione. Tutte le uscite grafiche possono essere selezionate a video e memorizzate nella clipboard di Windows, dalla quale possono essere 'incollate' in files di testo (ad esempio editati con Word). Tra le uscite grafiche di maggior interesse nell'analisi delle aree esondabili relative e diversi livelli di piena è quella che consiste nella visualizzazione prospettica in 3 dimensioni, di cui la seguente figura riporta un esempio.



Esempio di visualizzazione del risultato di una simulazione tramite un grafico prospettico tridimensionale che mette in evidenza l'estensione dell'area inondabile associata a definiti valore di portata e condizioni al contorno

Il calcolo dell'andamento dei profili idraulici viene effettuato dal modello risolvendo in modo sequenziale l'equazione monodimensionale dell'energia fra due sezioni adiacenti trasversali al moto. In corrispondenza ad alcune tipologie di ponte o strutture in alveo, dove nascono condizioni di flusso complesse, vengono utilizzate invece specifiche equazioni dell'idraulica per determinare le variazioni di livello dovute a queste singolarità. Il modello consente un'ampia varietà di applicazioni e numerose opzioni sia nella fase di input che nella restituzione dei risultati, tutte guidate tramite un'interfaccia utente grafica che semplifica le fasi di implementazione del modello ed analisi dei risultati.

Sinteticamente, il modello funziona calcolando le variazioni di livello idrometrico tra sezioni trasversali adiacenti sulla base del calcolo delle perdite di energia. Il calcolo comincia a partire da un'estremità del tronco d'alveo indagato, procedendo passo-passo sino all'altra estremità, imponendo il verso del calcolo a seconda del tipo di moto: da valle verso monte per moto subcritico e da monte verso valle per moto supercritico.

Il funzionamento del modello HEC-RAS si basa su alcune semplificazioni nelle ipotesi di partenza:

- moto permanente gradualmente vario;
- moto monodimensionale, con correzione della distribuzione orizzontale della velocità;
- limitata pendenza del fondo;
- perdite di fondo mediamente costanti fra due sezioni trasversali adiacenti;
- arginature fisse.

2. AREE A RISCHIO DA FRANA

Il DPCM 29 settembre 1998 emanava l'atto di indirizzo con la metodologia per pervenire all'individuazione ed alla perimetrazione delle aree secondo categorie di rischio a gravità decrescente da R4 a R1. Tale metodologia adottata anche dall'Autorità di bacino del fiume Adige ed esposta nella relazione illustrativa di sintesi allegata al piano è stata applicata (ricerca B) e portata a termine nell'aprile 2001. Di seguito ne viene descritta l'analisi risultante.

Si ricorda che per la tipologia del fenomeno e la sua evoluzione temporale, nonché per la difficoltà ad approfondire la sua conoscenza a livelli sufficienti per il fine che si propone questo Piano stralcio, è stato scelto di focalizzare l'analisi del rischio prevalentemente su quegli eventi idrogeologici che coinvolgessero direttamente centri abitati, infrastrutture, vie di comunicazione e beni culturali.

Inoltre, per quanto riguarda le aree a rischio moderato, l'indagine si è limitata alla loro individuazione senza perimetrazione e stesura delle relative schede. Tale scelta è derivata dalle difficoltà incontrate nella ricerca di informazioni relativamente a questi fenomeni che, ricadendo in massima parte entro quelli a bassa pericolosità, non hanno consentito di recuperare sufficienti elementi informativi né storici né diretti sul terreno. Alcune di queste aree a rischio moderato sono già note agli enti preposti alla gestione del territorio a seguito degli interventi sistematori realizzati in passato. Si è deciso comunque di collocarle in questa classe di rischio al fine di mantenere la memoria dell'evento storico, senza quindi la necessità di indicare nuovi interventi di recupero e mitigazione.

2.1 Analisi dei fenomeni franosi

2.1.1 *La franosità del bacino del fiume adige*

Il Bacino dell'Adige si estende dal cuore delle Alpi alla pianura padana e pertanto riflette tutte le peculiarità e le complicazioni geologiche e geomorfologiche di questo particolarissimo settore della superficie terrestre.

Più fattori convergono a provocare le frane, i collassi di versante o le esondazioni e in genere i processi erosivi che si sviluppano un po' in tutto il bacino.

I fattori scatenanti sono legati sia ai particolari aspetti geologici e geomorfologici (la successione stratigrafica, la litologia, le vicende tettoniche, ecc.) che agli eventi meteorologici e alluvionali che modificano le caratteristiche geotecniche e i profili dei versanti e dei torrenti.

La distribuzione delle frane è legata in maniera pronunciata alle differenti caratteristiche litologiche, strutturali e di giacitura delle rocce e alla presenza o meno di coperture incoerenti.

Nel catasto frane delle province di Bolzano, Trento e Verona- Vicenza, è inserita una cartografia generale, consultabile presso l'Autorità di bacino dell'Adige, con rappresentata l'individuazione per punti delle frane e la loro classificazione secondo Varnes et alii. In pratica, nei catasti del Trentino e dell'alto Adige le frane sono state classificate nella seguente maniera (il numero indica l'identificativo del tipo):

PROVINCIA DI TRENTO
(SERV. GEOLOGICO)

PROVINCIA DI
BOLZANO (CARFRA)

0. NON CLASSIFICATA	DEBRIS FLOW
1. CROLLO	ALTRI TIPI DI COLATE
2. RIBALTAMENTO	CROLLI
3. ROTAZIONALE	SCIVOLAMENTI
4. TRASLATIVO	COMPLESSE
5. ESPANSIONE LATERALE	ZONE FRANOSE
6. COLAMENTO – DEBRIS FLOW	NON CLASSIFICABILI
7. COMPLESSO	
9. AREA IN EROSIONE	

Tabella 2.1 - Tipologia della frane classificate dai catasti provinciali.

Da un'analisi statistica i crolli sono decisamente prevalenti. Per fare l'esempio della Provincia di Trento, su **415** frane rilevate nell'area di bacino, il 43% sono crolli, il 15% rotazionale, il 12% complesse, l'8% colamenti.

2.1.2 Aspetti strutturali del bacino dell'Adige

Riferendosi alla carta geologica del Servizio Geologico d'Italia a scala 1:500.000 è possibile qualificare le tre zone strutturali che caratterizzano il bacino:

1. Zona Pennidica
2. Zona dell'Austroalpino
3. Zona delle Alpi Meridionali

Questa zonazione è derivata dalla evoluzione strutturale della Catena Alpina caratterizzata da una complessa e prolungata sequenza di eventi deformativi, metamorfici e magmatici, particolarmente attivi nel tardo paleozoico (Ciclo Ercinico) e in quelli cretacico e terziario (Ciclo Alpino).

Una netta separazione delle sopracitate Unità Tettoniche è determinata dalla cosiddetta **Linea Insubrica**, che passando per il Tonale e Merano e proseguendo per la Val Pusteria, separa le unità metamorfiche delle falde austroalpine, a Nord, dalla serie delle Alpi meridionali, a Sud.

Altri elementi strutturali minori, ma sempre significativi, interessano la regione e i più ricorrenti sono faglie di varia estensione regionale, con movimenti di traslazione orizzontale e verticale, le pieghe e gli accavallamenti tettonici (falde e thrust a diversa scala). Tra questi va ricordato il sistema di faglie e fratture giudicariense (Linea delle Giudicarie) orientato NE-SW che interessa l'area in destra dell'Adige fra Bolzano e Trento e il sistema scledense (Linea di Schio) che è ben definito nei gruppi montuosi a S-E di Trento, in sinistra orografica, e le pieghe e i sovrascorrimenti ad andamento circa E-O nella regione dolomitica.

Dell'importanza di questi elementi nei confronti della franosità, si avrà modo di sottolineare quando si andrà a trattare delle singole situazioni dei sottobacini, nella parte di studio dedicata alle schede-frane.

Quello che qui si vuole evidenziare è che da essi ha preso origine l'evoluzione morfologica delle vallate e dei relativi versanti e da essi dipende anche la predisposizione alla franosità del substrato roccioso.

La litologia che caratterizza le singole zone è qui di seguito descritta.

Nella fascia delle Austridi, che occupa la gran parte dell'Alto Adige e un'area limitata a NW del Trentino, si distinguono:

- basamento scistoso cristallino, che strutturalmente comprende vari complessi (Breonie; zona Merano-Mules-Anterselva e Venosta; Turntaler e Monteneve; Oetztal-Silvretta; Mazia e Slingia) nel quale si riconosce la seguente successione stratigrafica, dal basso all'alto:

- paragneiss con intercalazioni di anfiboliti, pegmatiti e gneiss granitoidi;
- micascisti argentei con intercalazioni di quarziti e marmi;
- filladi con rocce verdi, quarziti, ortogneis;
- copertura mesozoica, anch'essa distinta in vari complessi (Stilves-Corno Bianco; Tribulaun-Cime Bianche di Telves e Monteneve; lembi in Val Venosta detti "Dolomiti dell'Engadina") con successioni di filladi, vulcaniti e magmatiti, conglomerati, quarziti, dolomie.

Nella fascia delle Pennidi (tra Valle Isarco e Valle Aurina) si distinguono pure vari complessi che, dal basso all'alto, sono:

- complesso Tux-Gran Veneziano;
- complesso Greiner-Picco dei tre Signori;
- complesso dei Calcescisti con Ofioliti.

Il primo è costituito da gneiss granitici con subordinati paragneiss, micascisti, quarziti e marmi; il secondo da micascisti granatiferi prevalenti, con intercalazioni di quarziti e marmi; il terzo da calcescisti con ofioliti, in pratica associazioni varie di metasedimenti, metavulcaniti, serpentini.

Normalmente sono complessi abbastanza competenti ma localmente, per la variabilità litologica e soprattutto per l'accentuazione della fratturazione causata da disturbi tettonici, possono essere interessati da una diffusa predisposizione al fenomeno dei crolli, dando origine a falde detritiche potenti, che a loro volta possono essere soggette a fenomeni di scivolamento.

Dove i complessi metamorfici presentano intercalazioni ad alto contenuto argilloso possono essere interessate da fenomeni gravitativi profondi (Trafoi).

Nella successione stratigrafica delle Alpi Meridionali, a cui appartengono i gruppi dolomitici delle valli Gardena, Badia, Fassa e Non, la catena del Lagorai e i gruppi montuosi calcareo-dolomitici della Val d'Adige e quelli vulcanico-sedimentari dei Monti Lessini, è più agevole distinguere le unità competenti (compatte, massicce, coerenti) da quelle incompetenti (fittamente stratificate, ad alto contenuto argilloso, facilmente erodibili). Tra le prime si segnalano tutte le plutoniti derivate dai vari cicli intrusivi (graniti, monzoniti, tonaliti), le vulcaniti ignimbriche permiane ("porfidi") e tutte le formazioni calcareo-dolomitiche triassiche, giurassiche, cretache e eoceniche, mentre tra le seconde sono significative le evaporiti del permo-trias (Strati di Werfen e Formazione a Bellerophon), le formazioni degli Strati di La Valle, di San Cassiano e di Raibl (Trias medio-superiore), le formazioni marnose e calcareo-argillose eoceniche e le vulcaniti basaltiche di tipo tufaceo o ialoclastitico (del Trias medio e del Terziario).

Sotto il profilo della franosità quindi le formazioni competenti sono affette da fenomeni di crollo, mentre quelle incompetenti, specialmente le più argillose ("filladi", "siltiti del Werfen", "Strati di La Valle", "Strati di S. Cassiano" e Strati di Raibl"), sono spesso interessate da fenomeni di scivolamento e colata.

I fenomeni franosi in queste ultime formazioni sono dovuti alla scadenza geotecnica e alla impermeabilità: esse normalmente sostengono la circolazione idrica presente nelle formazioni competenti superiori, permeabili per fessurazione (porfidi, graniti e gneiss) e/o carsismo (calcari e dolomie) o nella copertura sciolta, permeabile per porosità (i depositi morenici, alluvionali e detritici a matrice sabbiosa). Nelle zone di contatto fra formazioni competenti e incompetenti (permeabili e impermeabili) si originano così fasce di versante imbibite d'acqua, dalle quali si originano i movimenti gravitativi.

Oltre che agli aspetti strutturali e litologici, di competenza e di permeabilità, al fine di fornire la qualificazione dei fenomeni franosi del bacino va posta attenzione anche agli aspetti morfologici-strutturali e a quelli morfologici-glaciali che caratterizzano questo territorio.

I primi, come già accennato, sono guidati dai grossi disturbi tettonici (faglie e thrust) che di fatto hanno provocato l'orientazione delle vallate principali (Val di Sole, Val d'Adige tra Merano e Trento, Val Pusteria, ecc.), i secondi hanno modellato totalmente i versanti, attraverso l'esarazione e la formazione di ampi depositi morenici, condizionandone di fatto la stabilità. Se si pensa che per quasi tutti gli ultimi 700 000 anni la maggior parte del bacino era sepolta sotto una coltre glaciale con spessore di 2 chilometri, si può capire a quali enormi pressioni (glacio-pressioni) sia stato sottoposto il substrato roccioso dei fianchi vallivi e come gli ammassi rocciosi di fatto abbiano reagito alla successiva decompressione nelle fasi tardiglaciali e postglaciali, quando tra i 15 000 e i 10 000 anni fa, la coltre glaciale si è ritratta progressivamente. L'esistenza di deformazioni gravitative profonde coinvolgenti numerosi versanti (a Trafoi, a Peio, a Trento-Marzola, a Rabbi-Castel Pagano, ecc.) sono la testimonianza di questo fenomeno: in seguito si avrà modo di segnalare l'ubicazione in base agli studi recenti che si occupano specificatamente di questa tipologia di frana.

La predisposizione ai fenomeni di crollo e di distacco roccioso che si manifestano in molte pareti o salti rocciosi affioranti nei versanti di tutte le vallate, oltre che alle faglie è quindi dovuta alla glacio-pressione.

I ghiacciai attraverso la loro azione hanno depositato sui fianchi e sul fondovalle anche una quantità enorme di materiali sciolti spesso con alto contenuto argilloso e quindi con scadenti caratteristiche geotecniche. Queste ultime, associate all'imbibizione ed erosione al piede come già accennato, sono le cause sui versanti, di una infinità di piccoli scivolamenti e colate generalmente di limitata estensione, che però possono creare danni notevoli.

Ovviamente anche l'erosione fluviale e torrentizia ha la sua grande importanza nel creare condizioni di instabilità lungo i versanti nei fondovalle. Essa provoca soprattutto avvallamenti di sponda, distribuiti praticamente lungo tutto il reticolo idrografico, che sono la causa prima di rischio idraulico per gli insediamenti posizionati sui conoidi sia perché riforniscono l'alveo di materiale solido sia perché provocano sbarramenti d'alveo la cui rottura porta alla formazione di pericolosi fenomeni di *debris flow*.

2.2 Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio

2.2.1 Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio molto elevato (R4)

Le frane classificate R4 contengono alcune situazioni che per la possibile vulnerabilità dell'edificato, delle infrastrutture e del patrimonio ambientale ed a causa della estensione e della tipologia di frana (scivolamento con deformazioni gravitative profonde) sono state giudicate necessitanti di urgenti monitoraggi per controllarne l'evoluzione e di approfondimenti tecnico-scientifici.

Nel complesso sono state individuate e perimetrate 39 aree in provincia di Bolzano (di cui 12 da monitorare), 23 aree in provincia di Trento (di cui 2 da monitorare), mentre per la provincia di Verona e di Vicenza nessuna area franosa è stata selezionata a rischio molto elevato.

Il monitoraggio è stato proposto per le aree dove il rischio risulta molto elevato per la possibile presenza di movimenti gravitativi profondi di versante, che in caso di movimento causerebbero danni ambientali ed economici sicuramente molto elevati.

Per ogni frana è stata compilata la "scheda informativa per gli interventi connessi ai movimenti franosi" allegata alla L. 267/1998 con le indicazioni anche della pericolosità, della vulnerabilità e della esposizione.

2.2.2 Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio elevato da frana (R3)

Attraverso un sistematico controllo fotogrammetrico del territorio del Bacino, ed una ricerca sia sulla documentazione esistente presso gli Uffici e Servizi responsabili delle province di Bolzano, Trento, Verona e Vicenza si è proceduto alla definizione di queste aree.

Anche le frane classificate R3 sono state compilate le schede per qualificarne la pericolosità e la vulnerabilità ed esposizione, nonché per indicare la tipologia e i costi (presunti) degli interventi.

Per quanto riguarda le frane ricadenti nel territorio trentino, esse sono state raffrontate con la cartografia di sintesi geologica 1998, allegata al PUP.

Sotto il profilo della tipologia delle frane segnalate, emerge anche in questa categoria di rischio la prevalenza di frane per crollo a causa della loro pericolosità e per l'incolumità delle persone e della frequenza nel bacino di pareti rocciose incombenti su infrastrutture e su centri abitati.

2.2.3 Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio medio da frana (R2)

Nella classificazione di questo rischio (cioè quello per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche) si è tenuto conto, oltre che delle particolari caratteristiche geomorfologiche e strutturali dei siti, anche delle principali frane "storiche" per le quali già in passato le Amministrazioni pubbliche erano intervenute per la mitigazione del rischio, ma che per la intensità o vastità del fenomeno, risultano tuttora passibili di eventi da considerare di entità media per la presenza di forte urbanizzazione.

L'analisi delle singole frane mette in evidenza come prevalenti risultino i fenomeni di crollo. Ciò è ben comprensibile se si considera la diffusione delle pareti rocciose che incombono in questo territorio su strade ed abitati.

Per l'Alto Adige documento base della ricerca è stato ancora una volta il CARFRA, che è il catasto frane di cui si è dotata la Provincia autonoma di Bolzano.

Per il Trentino invece la selezione è avvenuta dalle schede del catasto provinciale, organizzato nel passato dal Servizio geologico, dalle schede degli interventi del Servizio Calamità Pubbliche e Protezione Civile, e infine da pubblicazioni varie.

Per la Provincia di Verona e Vicenza, a cui appartiene il sottobacino 7 Adige – Chiampo, invece si è usufruito del catasto regionale veneto, integrato però da ricerche mirate, concordate con i funzionari regionali.

Da una analisi delle frane individuate in ciascun sottobacino si può constatare che:

- sottobacino 1 (Adige – Passirio): prevalgono i crolli dalle metamorfite fratturate che incombono sulla viabilità lungo la Val Marzia, la Val Senales e la Val Passiria oppure sugli abitati della media Val Venosta nella parte alta del sottobacino (a monte di Merano), mentre a valle di questa città i fenomeni franosi prevalenti sono di crollo dalle pareti di porfidi e da quelle calcareo-dolomitiche incumbenti sul fondovalle della bassa Val d'Adige. Gli interventi sono stati fatti soprattutto nelle aree molto urbanizzate di Merano e Bolzano;
- sottobacino 2 (Isarco – Talvera): prevalenti sono i distacchi rocciosi da pareti porfiriche o da bancate di natura calcareo-dolomitica che interessano sia viabilità che abitati;
- sottobacino 3 (Rienza): distacchi rocciosi sono frequenti dagli ammassi rocciosi granitici o dalle rigide pareti sia di natura metamorfica che sedimentaria, che costituiscono i versanti di sbocco delle valli confluenti nella Val Pusteria (Val Badia soprattutto);
- sottobacino 4 (Noce): sono frequenti i crolli dalle pareti calcaree dalla Val d'Adige; numerosi smottamenti si originano nella serie marnosa della bassa Val di Non;
- sottobacino 5 (Avisio): sono diffusi i distacchi dalle pareti calcaree in Val di Fassa o Fiemme o da quelle porfiriche della bassa Val di Fiemme e in Val di Cembra. In Val di Cembra vi sono spesso fenomeni di smottamento nelle discariche derivate dall'attività delle cave di porfido;
- sottobacino 6 (Adige – Fersina – Leno): prevalgono i crolli dalle pareti calcaree incumbenti sul fondovalle urbanizzato di Trento e Rovereto e lungo la viabilità principale;
- sottobacino 7 (Adige – Chiampo): sono diffuse le frane per smottamenti dei terreni argillosi o marnoso-argillosi di questo territorio.

2.2.4 Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio moderato da frana (R1)

A rischio moderato da frana (R1), e cioè quello per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali, sono stati ascritti tutti quei fenomeni franosi individuati o segnalati nel CARFRA (Catasto Frane Bolzano), nel Catasto del Servizio geologico PAT (Trento), nel Catasto integrato della Regione Veneto (Provincia Verona e Vicenza in parte), che non sono stati selezionati nelle categorie di rischio superiore.

Oltre il 90 % di tale rischio è dovuto a distacchi da pareti rocciose incombenti su territorio scarsamente urbanizzato o comunque sufficientemente distanti da case e strade. Anche le dimensioni dei fenomeni sono di norma ridotte.

2.2.5 Considerazioni conclusive sul rischio da frana

Nelle tabella sotto riportata viene fatto il riepilogo numerico delle frane selezionate.

RISCHIO	1 Adige – Passirio	2 Isarco – Talvera	3 Rienza	4 Noce	5 Avisio	6 Adige – Fersina –Leno	7 Adige – Chiampo	TOTALE Rischio classificato
R4	14	15	11	6	4	11	1 (*)	62
R3	9	14	3	6	8	14	17	68
R2	20	13	6	12	13	14	31	110
R1	120	94	60	63	65	109	136	647
Totale sottobacino	163	136	80	87	90	148	185	887

(*) frana localizzata nella Provincia di Trento.

Tabella 2.2 - tabella di riepilogo delle frane individuate nel bacino del fiume Adige.

2.3 Inquadramento generale del sottobacino Adige – Chiampo

Il piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico è stato elaborato per il solo territorio ricadente nella Regione Veneto. Il presente rapporto riguarda perciò i fenomeni di frana individuati nel sottobacino denominato Adige – Chiampo che corrisponde al territorio veneto del bacino dell'Adige.

2.3.1 *Caratteristiche fisiche*

Il sottobacino Adige – Chiampo costituisce l'estremità meridionale del Bacino dell'Adige; esso comprende il settore orientale del Monte Baldo, l'intero Tavolato lessineo e una porzione dell'alta pianura veronese e vicentina compresa tra il Fiume Adige, il Torrente Alpone e il Torrente Chiampo.

Il Fiume Adige attraversa questo sottobacino mantenendo nel primo tratto una direzione NNE-SSW, scorrendo nell'omonima valle ubicata nel settore occidentale del sottobacino, per poi assumere una direzione WNW-ESE, mantenuta dall'inizio della pianura veronese fino al punto d'incontro (confluenza) con il Torrente Alpone.

A valle del punto d'incontro con il Torrente Alpone, il Fiume Adige, presenta un andamento pensile perciò il suo bacino è limitato all'alveo fluviale.

Gli affluenti del Fiume Adige scendono con direzioni N-S dal Tavolato lessineo.

2.3.1.1 *Condizioni geologiche*

Il Tavolato Lessineo è costituito da una sequenza di rocce sedimentarie carbonatiche d'età compresa tra il Triassico superiore ed il Miocene e, in minor misura, da rocce vulcaniche e vulcanoclastiche.

Alla base della successione sedimentaria si trova la Formazione della Dolomia Principale (Trias sup.), costituita da rocce dolomitiche compatte, più o meno cariate, subsaccaroidi e generalmente stratificata in grosse bancate; affiora solamente in Val d'Adige e nel settore Nord-orientale del sottobacino. Tale Formazione geologica ha generalmente buone caratteristiche geomeccaniche, infatti, è poco soggetta a fenomeni franosi, se non legati a crolli che si possono verificare in corrispondenza di pareti rocciose tettonicamente disturbate (Val d'Adige).

Le litologie a composizione carbonatica d'età compresa tra il Giurassico e il Cretacico (Calcarei Grigi, Calcarei Oolitici di S. Vigilio, Biancone, Scaglia Rossa), si sono depositate in condizione di alto strutturale (Piattaforma veneta) e in ambiente pelagico, mentre, quelle più recenti ("Pietra Gallina" di Avesa, Calcarea di Nago, Calcarei a Nummuliti) sono costituite da calcari la cui composizione e contenuto fossilifero testimoniano un ambiente di sedimentazione tipico di mare poco profondo.

Il Tavolato lessineo, tra il Paleocene e l'Oligocene, è stato inoltre teatro di vari eventi magmatici, a carattere essenzialmente basico e alcalino, concentrati soprattutto nel settore orientale dei M.ti Lessini e, in particolare, all'interno di una struttura tettonica conosciuta come Graben dell'Alpone-Chiampo. I depositi vulcanici sono rappresentati prevalentemente da ialoclastiti basaltiche stratificate e rimaneggiate; tali depositi si trovano quasi esclusivamente intercalati all'interno delle formazioni sedimentarie terziarie. Oltre alle ialoclastiti sono presenti rocce basaltiche alterate e argillificate, con caratteristiche meccaniche basse, e rocce vulcanoclastiche a grana prevalentemente fine, fittamente stratificate e fortemente argillificate.

La copertura quaternaria è rappresentata da depositi glaciali, presenti in Val d'Adige e lungo il Torrente Tasso (Affi, Caprino veronese e Rivoli veronese), da coperture eluviali e colluviali, distribuite su tutto il settore montano, da detrito di versante, accumulatosi alla base dei versanti, e dalle alluvioni del Fiume Adige.

Per quanto riguarda i legami tra la composizione del substrato roccioso e la franosità si è visto che le zone con abbondante presenza di rocce vulcaniche (Alpone e Chiampo) sono le più interessate da movimenti franosi di tipo rotazionale o per colamento; questo fatto è dovuto alla composizione argillosa della coltre d'alterazione di queste rocce e precisamente alle scadenti caratteristiche meccaniche di questo materiale, soprattutto in presenza d'infiltrazioni d'acqua.

Sui Lessini centrali, dove affiorano in maniera diffusa calcari marnosi come il Biancone, si registrano frane di tipo rotazionale che interessano i materiali residuali a composizione argillosa, gli accumuli detritici o di paleofrane, e frane per scivolamento di blocchi rocciosi che coinvolgono quasi esclusivamente le rocce della Scaglia rossa o ad essa soprastanti, in quanto, quest'ultima, è posata stratigraficamente su litologie con caratteristiche meccaniche scadenti, come le facies cenomaniane del Biancone o le vulcaniti argillificate, che fungono da livelli lubrificanti per la presenza degli abbondanti strati argillitici.

2.3.1.2 Condizioni idrogeologiche

Il Tavolato lessineo è intersecato da un fitto reticolo di valli e vallette fortemente incassate e caratterizzate dalla quasi totale assenza di un'idrografia superficiale attiva; l'idrografia superficiale, infatti, si manifesta solamente in occasione di precipitazioni particolarmente intense, come d'altronde è tipico su tutti gli altopiani carsici.

La scarsità d'acqua superficiale in quest'area, nonostante la presenza di un reticolo idrografico, è determinata dalla composizione del substrato roccioso il quale, essendo soggetto a fenomeni di dissoluzione (Carsismo), permette il formarsi di canali e veri corsi d'acqua sotterranei che impongono alle acque d'infiltrazione una direzione di deflusso con componente principale verticale. Tali acque d'infiltrazione possono così scendere fino all' "acquifero di base" per poi sgorgare in superficie, formando importanti sorgenti (ad esempio a Montorio e a Peri) caratterizzate da portate fortemente variabili nel tempo.

2.3.1.3 Condizioni geomorfologiche

Il sottobacino Adige-Chiampo è suddiviso, sotto l'aspetto morfologico, in una zona di pianura e in una zona collinare e montuosa.

L'area di pianura presenta piccole variazioni morfologiche legate ai vari straripamenti e agli spostamenti dell'alveo effettuati in passato dal Fiume Adige.

Il settore montano si presenta come un tipico altopiano carsico caratterizzato da ampie dorsali dolcemente arrotondate e separate da valli orientate N-S, ampie nella parte alta e in quella terminale, ma strette e profonde nel loro tratto intermedio.

Per la franosità è possibile distinguere l'area Lessinea in due zone generalmente soggette a fenomeni differenti.

La Valle dell'Adige, caratterizzata da versanti molto ripidi e con abbondante presenza di pareti rocciose in corrispondenza delle quali si verificano fenomeni franosi per crollo,

Il tavolato lessineo, caratterizzato da morfologie dolci, dove si registrano soprattutto frane di tipo rotazionale o di scivolamento.

2.3.1.4 Copertura vegetale

Sul Tavolato lessineo è presente una copertura boschiva concentrata soprattutto sui versanti vallivi mentre sulla sommità dei rilievi, soprattutto alle quote più alte (oltre i 1400 m), le aree boschive sono molto limitate, a causa delle attività economiche svolte in passato e attuali nella zona, come ad esempio: lo sfruttamento del bosco come risorsa per la produzione di combustibili, la pastorizia, e l'agricoltura tradizionale.

Le aree non boscate o antropizzate sono adibite, infatti, quasi esclusivamente a pascolo o frutteto.

2.3.1.5 Antropizzazione

Le principali vie di comunicazione, presenti nel sottobacino Adige-Chiampo, (Autostrade e Ferrovia) passano nella Val d'Adige e sul tratto pianeggiante a sud del Tavolato lessineo. Le strade provinciali o d'importanza minore sono impostate prevalentemente sui fondovalle, nella parte meridionale del Tavolato lessineo, e sui versanti o sopra i dossi nel settore centro-settentrionale dello stesso.

L'insediamento abitativo presente in questo sottobacino è chiaramente condizionato dalla morfologia dei luoghi che favorisce lo sviluppo di centri urbani in pianura e sul fondovalle delle valli principali (solamente nel loro tratto terminale). Sul settore centro-settentrionale del Tavolato lessineo, invece, i centri urbani sono ubicati principalmente sulle sommità dei rilievi.

Un importante fattore antropico che ha predisposto e innescato fenomeni gravitativi, avvenuti principalmente nella Valle del Chiampo, è legato all'attività estrattiva che, per l'avanzamento del fronte d'estrazione, ha effettuato tagli sui versanti e accumuli di materiali di risulta.

A favorire la franosità sul territorio è stata anche la riduzione dell'attività agricola che, un tempo, determinava un'intensa regolazione delle acque di ruscellamento superficiale, un'attenta manutenzione delle acque sorgive e un continuo ripristino delle opere di sostegno.

2.3.2 Aree a rischio da frana individuate

Nel bacino dell'Adige – Regione Veneto non sono state individuate aree a rischio da frana molto elevato (R4), mentre sono state perimetrare 14 aree a rischio elevato (R3), 32 a rischio medio (R2) e 136 a rischio moderato (R1). La loro descrizione è riportata nella relazione illustrativa di sintesi del piano, mentre l'elenco è presente in questa relazione in appendice A.

3. AREE A RISCHIO DA COLATA DETRITICA

3.1 Analisi dei fenomeni di colata detritica

3.1.1 *Il rischio da colata detritica*

L'analisi per la previsione del rischio da colata detritica nel bacino dell'Adige è molto difficile a causa della diffusione del fenomeno, della non semplice analisi delle concause che concorrono a generare la colata, della tipologia degli insediamenti umani (moltissimi sui conoidi di sbocco o affiancati al canale di scorrimento), della eccezionalità e concentrazione areale degli eventi pluviometrici.

Prerequisiti indispensabili per l'innescarsi del fenomeno sono:

- a. una disponibilità di detriti nel bacino indiziato specialmente alla testata (per franosità, causata dalle condizioni strutturali e litologiche);
- b. pendenze del profilo del torrente da molto elevate a elevate;
- c. apporti idrici concentrati per piogge, per rapida fusione del manto nevoso o di masse glaciali, per svuotamenti di invasi lacustri occasionali (per occlusione del canale di scorrimento per frana o trasporto solido o per scarichi artificiali di invasi idroelettrici).

Tutti questi prerequisiti sono abbondantemente presenti soprattutto in Alto Adige, evidenziati da un fitto reticolo idrografico che incide profondamente un substrato roccioso erodibile soprattutto per le vicende tettoniche, e ricoperto da abbondanti depositi sciolti, e dalle condizioni meteorologiche che spesso si manifestano con importanti concentrazioni delle piogge.

A tal proposito il regime pluviale in Alto Adige ed in Trentino settentrionale (Val di Sole, Val di Fassa e Val di Fiemme), è tipicamente continentale alpino con massimo estivo e minimo invernale ed autunno più umido della primavera.

Nella bassa atesina e nel Trentino centro meridionale e nel Veronese berico, il regime, sublitoraneo alpino, è caratterizzato da massimi primaverili ed autunnali. Il regime pluviale può essere in qualche evento di colata importante quando la concomitanza della saturazione del terreno con l'evento pluviometrico eccezionale favorisce il deflusso superficiale a scapito di quello per evaporazione e filtrazione (per esempio alluvione 1966).

Ma nella maggior parte dei casi, le colate sono legate ad intense piogge estive legate ad improvvise depressioni barometriche, create anche dalla aspra ed elevata orografia della cresta alpina di confine e dei gruppi montuosi intermedi.

Le precipitazioni, concentrate al massimo in 1 o 2 giorni, ma talora in meno di 24 ore, che hanno provocato episodi di colata in Alto Adige (ma simili anche per il Trentino), ricadono in un campo variabile fra i 30 e gli 80 mm, come si può vedere per esempio nella tabella sottoriportata, che evidenzia anche i mesi più indiziati per questi accadimenti (luglio-agosto). La variabilità dipende dalla saturazione del terreno e/o dalla concentrazione dell'episodio pluviometrico.

DATA EVENTO	BACINO	PRECIPITAZIONE EVENTO (mm)	STAZIONE PLUV.
09/08/1921	Tina	36,0	Bressanone
24-25/09/1927	Valler	70,2	Vipiteno
10-11/06/1929	Egels, Calva, Lavine di Gais, N.N. di M. Castello	37,1	Campo Tures
10/06/1929	Rio di Stetto N.N. di Maso di Valle, N.N. di Quaire	58,0	Sarentino
06-07/08/1931	Valburga, Bosco Molini, Prandter	43,8	Campo Tures
06-07/08/1931	Rio Wanzler, Rio Ripa, Rio della Costa, Rio Lago	32,0	Anterselva
27/07/1938	Rio degli Orli	42,0	Lazfons
21/08/1938	Rio degli Orli	40,0	Ponte Gardena
10/08/1940	Lavine di Gais	38,4	Campo Tures
27-28/07/1942	Rio degli Orli	48,9	Ponte Gardena
27-28/07/1942	Gasser	87,4	Bressanone
20-21/08/1956	Alto Isarco	104,0	Terme di Brennero
28-29/06/1959	Rii Torbo, Rosso, Nero, Bianco	86,5	S. Giovanni V. Aurina
29/06/1959	Rio Inferno	64,8	Valles
14/07/1959	Rio Inferno	31,0	Valles
06/09/1960	Rio Inferno	58,0	Valles
17/09/1960	Rio Inferno	36,6	Valles
25/07/1965	Rio Orso	72,2	Bressanone
25-26/07/1965	Rio Lutter	83,8	Bressanone
02-03/09/1965	Numerosi N.N. a Bressanone	52,4	Bressanone
03-04/11/1966	Rio Inferno	86,4	Valles
05-06/08/1985	Forcella di Porto, N.N. di M. delle Cave, N.N. di Cima Rossa	125,7	Fleres
05-06/08/1985	Rio Rosso	76,8	Cadi Pietra
05-06/08/1985	Rio Bianco	76,2	Diga di Neves
05-06/08/1985	Rio di Sacco, Fossa di Tovaccio, Rio Bianco di Mezzaselva	84,8	Spinga

Tabella 3.1 - Precipitazioni cumulate di 1-2 giorni, registrate in occasione di eventi alluvionali che hanno generato fenomeni di trasporto in massa torrentizio

Gli studi sui fenomeni di colata hanno avuto un forte incremento nell'ultimo ventennio ad opera di importanti studiosi, sia sul piano teorico, con la trattazione matematica del problema dal punto di vista idraulico, che attraverso un approccio empirico al fenomeno, privilegiando l'analisi storica e correlando le osservazioni di tipo morfometrico, geologico, sulle magnitudo e, non ultime, sull'effetto delle opere di sistemazione. E naturalmente la ricerca più recente si rivolge anche all'analisi del rischio, ai fini di fornire il contributo scientifico per la sua individuazione e perimetrazione, per un migliore governo del territorio.

Gli autori più citati su questa disciplina e specificatamente per le nostre aree alpine sono per la teoria: T. Takahashi, A. Takei, A. Armanini, Melton; per analisi dirette di campagna e sugli eventi, i ricercatori del CNR IRPI di Padova (M. Govi, L. Marchi, A. Pasuto, P. Tecca, S. Silvano), V. D'Agostino, i funzionari dell'ASSM PAT (R. Coali, M. Cerato, A. Trenti, S. Cappelletti, G. Benedetti).

Per le metodologie di approccio alle analisi di rischio: H. Aulitzky, E. Scheuringer, Kronfellner-Kraus, M. Zimmeran, A. Armanini, L. Fraccarollo, S. Cappelletti e G. Benedetti dell'ASSM PAT.

Di indubbio interesse per i dati sulle colate detritiche di numerosi torrenti anche del bacino idrografico dell'Adige, con i parametri morfometrici dei bacini e dei conoidi alluvionali e con le magnitudo degli eventi, sono quelli riportati nelle tabelle (da Marchi e Tecca e da V. D'Agostino).

	Torrente	Bacino	M (10 ³ m ³)	Data	Danni	A _d (km ²)	Mel	L _c (km)	S _c (%)	A _f (km ²)	S _f (%)	Fonte dati magnitudo
1/1	T. Moscardo	TA	60	13/07/77	0	4.10	0.57	2.76	36.90	1.457	13.3	Querini, 1985
1/2	T. Moscardo	TA	29	10/07/89	0	4.10	0.57	2.76	36.90	1.457	13.3	Govi et al., 1992
1/3	T. Moscardo	TA	16	25/07/89	0	4.10	0.57	2.76	36.90	1.457	13.3	Govi et al., 1992
1/4	T. Moscardo	TA	5.6	11/07/93	0	4.10	0.57	2.76	36.90	1.457	13.3	Mortara, 1995
1/5	T. Moscardo	TA	0.73	19/07/93	0	4.10	0.57	2.76	36.90	1.457	13.3	Mortara, 1995
1/6	T. Moscardo	TA	6.5	20/07/93	0	4.10	0.57	2.76	36.90	1.457	13.3	Mortara, 1995
1/7	T. Moscardo	TA	3.8	14/09/93	0	4.10	0.57	2.76	36.90	1.457	13.3	Mortara, 1995
2	Rio Minischitte	TA	61	11/09/83	0	2.76	0.64	4.60	23.12	-	-	Sanna, 1994
3	T. Ortegias	TA	87	11/09/83	3	5.82	0.52	3.85	24.55	-	-	Sanna, 1994
4	Rio Lovea	TA	70 - 80	05/08/85	0	1.57	0.89	2.43	44.28	-	-	Sanna, 1994
5	Rio Mulin	TA	0.4	24/09/90	3	0.32	1.26	1.25	45.40	-	-	Arattano et al., 1991
6	Rio Badin	TA	5	24/09/90	3	0.31	1.58	0.85	81.56	-	-	Arattano et al., 1991
7	Rio Clapon	TA	80 - 100	30/07/85	3	1.10	1.43	2.21	67.62	-	-	Sanna, 1994
8	Rio Campiolo	TA	3.7	24/09/90	3	0.07	1.25	0.43	47.67	-	-	Arattano et al., 1991
9	Rudavoi	PI	5	28/08/92	3	1.94	1.09	2.39	46.03	-	-	Marchi et al., 1994
10	Rio Chiesa	PI	1	18/08/91	0	0.65	1.12	2.47	33.99	-	-	Osservazioni di campagna
11	Rivo Stretto	PI	3	1934	2	0.96	1.26	2.28	43.20	-	-	DOC [1]
12	Rio delle Roe	PI	5	08/07/49	2	1.6	1.00	2.77	45.13	-	-	DOC [2]
13	T. Chiappena	BR	950	04/11/66	2	26.9	0.39	10.44	19.20	3.095	5.2	D'Agostino et al., 1996
14	Rio Fosse	BR	3	1989	0	0.94	1.07	1.32	52.00	-	-	DOC [3]
15/1	Rio Marmol	BR	5	1989	0	0.92	1.64	2.50	60.60	-	-	DOC [3]
15/2	Rio Marmol	BR	1.5	14/09/94	3	0.92	1.64	2.50	60.60	-	-	DOC [3]
16	Val Male	BR	50	1953	0	2.67	1.17	3.03	49.80	-	-	DOC [3]
17	Val Serena	BR	15 - 20	04/11/66	0	1.01	1.00	1.95	51.54	0.045	11.5	DOC [3]
18	Rio Lazer	BR	40	04/11/66	0	1.57	0.65	2.43	59.64	0.080	10.9	DOC [3]
19	Val Uneda	BR	5	04/11/66	0	2.19	0.70	2.40	42.50	-	11.8	DOC [3]
20	Val di Stona	BR	300	04/11/66	2	0.33	0.92	1.01	51.49	-	-	DOC [3]
21	Val Grande	AG	1.5	27/06/89	0	1.12	0.71	2.05	35.69	-	-	Marchi et al, 1990
22	Rio Cavallaccio	AA	340	1847	1, 2	11.1	0.53	5.85	26.26	0.707	8.6	Stacul, 1981
23	Val di Tarres	AA	10	29/06/51	0	9.42	0.56	4.54	34.25	6.039	14.6	Anselmo et al., 1984
24	T. Masul	AA	150	03/08/88	0	16.2	0.55	7.07	26.89	0.195	10.2	DOC [4]
25	Rio di Sacco	AA	30 - 40	06/08/86	3	1.04	1.19	2.04	57.22	0.119	20.0	Mortara et. al, 1986
26	Rio Inferno	AA	30 - 40	04/11/66	2	0.70	1.31	1.53	69.74	0.116	22.9	Mortara et. al, 1986
27	Rio Bianco	AA	6 - 7	06/08/86	3	6.74	0.50	4.10	29.43	0.073	10.7	Mortara et. al, 1986
28	Fossa di Tovaccio	AA	8 - 10	06/08/86	3	1.26	1.04	2.50	45.20	0.027	17.6	Mortara et. al, 1986
29	Rio Lutter ***	AA	70	26/07/65	3	5.20	0.68	3.93	34.90	0.060	17.5	Mortara et. al, 1986; DOC [5]
30	Rio Valpurga	AA	15	05/08/31	0	4.49	0.95	3.95	47.47	0.908	12.5	Stacul, 1981
31	T. Tina	AA	500	09/08/21	2	56.2	0.27	14.2	11.60	-	-	Baselli, 1923
32	Gonderbach	AA	500	18/08/1891	1, 2	13.4	0.49	6.49	23.50	-	-	Eisbacher e Clague, 1984
33	Rio Strino	MBA	3	1987	0	9.57	0.50	5.84	24.48	0.108	16.9	DOC [3]
34	Valar Monte Sole	MBA	7.5	05/08/81	0	0.22	1.47	1.30	47.27	-	-	Prov. Aut. Trento, 1991
35	Rio Dona	MBA	17	09/07/89	2	2.86	0.55	3.85	22.30	0.212	11.9	D'Agostino et al., 1996
36	Ruf de Palac	MBA	300	01/05/77	3	2.85	0.59	3.46	27.70	0.144	12.8	Prov. Aut. Trento, 1991
37	Rio Gola	MBA	500	27/09/42	2	5.58	0.78	4.47	38.03	0.418	7.0	Prov. Aut. Trento, 1991
38	Rio Val de Casa	SA	35	19/07/87	2	2.44	1.01	3.26	45.86	0.106	17.6	Prov. Aut. Trento, 1991
39	T. Ruina	SA	50	1953	3	1.67	1.20	2.75	53.82	0.516	14.7	DOC [3]

NOTE

M: magnitudo della colata; A_d: area del bacino; Mel: numero di Melton; L_c: lunghezza del collettore principale; S_c: pendenza media del collettore principale; A_f: area del conoide alluvionale; S_f: pendenza media del conoide alluvionale.

Bacino: TA: Tagliamento, PI: Piave, BR: Brenta, AG: Agno-Guà, AA: Alto Adige, MBA: Medio e basso Adige, SA: Sarca.

Principali danni prodotti: 0) Danni non rilevanti o assenza di informazioni dettagliate; 1) Perdita di vite umane; 2) Danni ad aree urbane; 3) Interruzione stradale e/o ferroviaria.

DOC: documenti inediti, vedi riferimenti.

* Val Uneda - conoide coalescente: possibile valutazione pendenza, area non circoscrivibile.

** Val di Stona - la colata si è depositata su un conoide edificato prevalentemente da un torrente contiguo.

*** R. Lutter - conoide troncata.

M: debris flow magnitude; A_d: drainage basin area; Mel: Melton number; L_c: main channel length; S_c: main channel slope; A_f: alluvial fan area; S_f: alluvial fan slope.

River basin: TA: Tagliamento, PI: Piave, BR: Brenta, AG: Agno-Guà, AA: Alto Adige, MBA: Medio e basso Adige, SA: Sarca.

Damage: 0) Negligible damage or lack of information; 1) Loss of lives; 2) Damage on urban areas; 3) Route blockage.

DOC: unpublished documents, see references.

* Val Uneda - coalescence with other fans: only fan slope computed.

** Val di Stona - debris flow deposited on alluvial fan mostly built up by a contiguous stream.

*** R. Lutter - truncated fan.

Tabella 3.2 - Dati sulle colate detritiche e parametri morfometrici dei bacini e dei conoidi alluvionali.

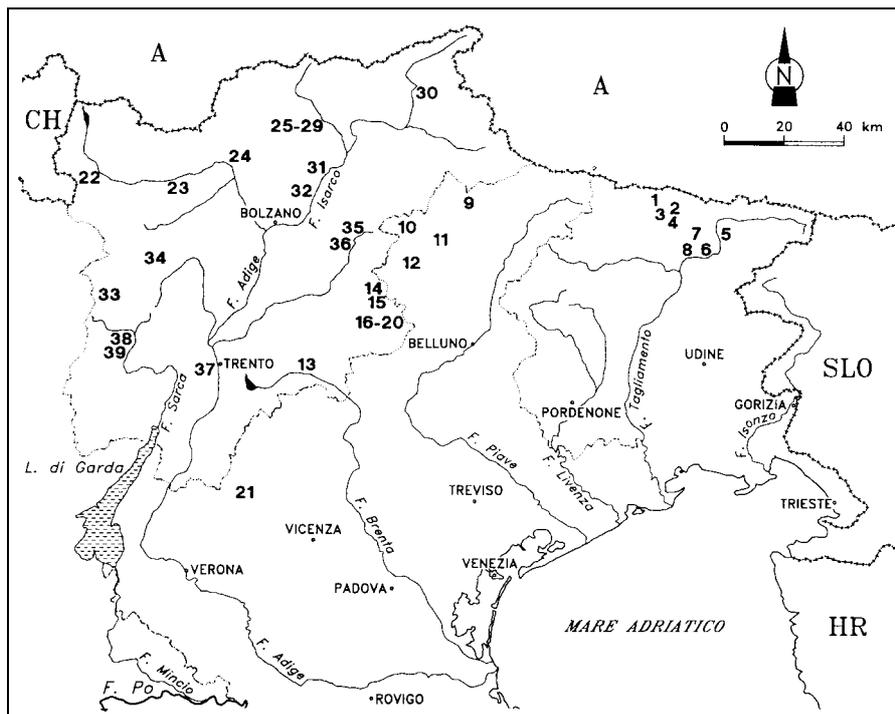


Figura 3.1 - Inquadramento geografico dei bacini considerati (i numeri corrispondono ai bacini elencati in Tabella 3.3).

Torrente	A_d (km ²)	M_u (10 ³ m ³ km ⁻²)	Torrente	A_d (km ²)	M_u (10 ³ m ³ km ⁻²)
20 Val di Stona	0.33	909	31 T. Tina	56.2	8.90
36 Ruf de Palac	2.85	105	28 Fossa di Tovaccio	1.26	7.14
37 Rio Gola	5.58	89.6	1/2 T. Moscardo	4.1	7.07
7 Rio Clapon	1.1	81.8	15/1 Rio Marmol	0.92	5.44
8 Rio Campiolo	0.07	52.9	35 Rio Dona	2.86	5.94
26 Rio Inferno	0.70	50.4	1/3 T. Moscardo	4.1	3.90
4 Rio Lovea	1.57	47.8	30 Rio Valpurga	4.49	3.34
32 Gonderbach	13.4	37.3	14 Rio Fosse	0.94	3.19
13 T. Chieppena	26.9	35.3	12 Rio delle Roe	1.6	3.13
34 Valar Monte Sole	0.22	34.6	11 Rivo Stretto	0.96	3.20
25 Rio di Sacco	1.04	33.7	9 Rudavoi	1.94	2.58
22 Rio Cavallaccio	11.1	30.6	19 Val Uneda	2.19	2.28
39 T. Ruina	1.67	30.0	15/2 Rio Marmol	0.92	1.63
18 Rio Lazer	1.57	25.5	1/6 T. Moscardo	4.1	1.59
2 Rio Minischitte	2.76	22.1	10 Rio Chiesa	0.65	1.54
17 Val Serena	1.01	17.3	1/4 T. Moscardo	4.1	1.37
16 Val Male	2.67	18.7	21 Val Grande	1.12	1.34
6 Rio Badin	0.31	16.3	5 Rio Mulin	0.32	1.24
3 Rio Ortégias	5.82	14.9	23 Val di Tarres	9.42	1.06
1/1 T. Moscardo	4.1	14.6	27 Rio Bianco	6.74	0.964
38 Rio Val de Casa	2.44	14.3	1/7 T. Moscardo	4.1	0.927
29 Rio Lutter	5.2	13.5	33 Rio Strino	9.57	0.314
24 T. Masul	16.2	9.26	1/5 T. Moscardo	4.1	0.178

Tabella 3.3 - Magnitudo unitaria delle colate detritiche (M_u) e superficie dei bacini idrografici (A_d); i numeri accanto ai nomi dei torrenti rimandano all'ubicazione geografica degli stessi (Figura 3.1).

Z	Torrente	Anno	G_s	A	i	I.G.	Z	Torrente	Anno	G_s	A	i	I.G.
A	Gazolin	1966	30	2.11	32.77	3.3	B	Val del Lago	1966	2	0.23	16.01	4.0
A	Busa Laibi III	1994	3.5	0.25	43.81	2.6	C	Mandola	1966	<u>60</u>	19.40	12.90	3.9
A	Busa Laibi II	1994	6	0.30	55.86	2.6	C	Centa	1882	<u>300</u>	26.10	14.50	4.1
A	Bianco	1966	70	8.56	21.71	2.2	C	Val Scara	1993	20	2.91	30.50	1.6
A	Valaverta	1966	45	2.62	32.46	1.9	C	Pissavacca	1993	15	1.50	45.50	1.6
A	Gardone	1966	50	7.60	26.73	3.4	C	S.Giuliana	1993	30	2.80	40.00	1.6
A	Scalotta	1966	20	2.14	40.95	2.2	C	Sella	1924	200	6.00	38.70	3.4
A	Valsorda	1966	50	14.23	16.75	2.7	C	Moggio	1966	<u>400</u>	34.70	36.00	1.6
A	Peniola	1955	23	3.26	27.24	2.3	C	Valletta	1994	0.7	0.08	55.00	0.5
A	Col Ros	1882	5	0.11	29.55	2.9	C	Val. Calcara	1994	14	1.38	33.00	3.0
A	Sester	1931	10	0.72	29.49	4.7	C	Fumola	1924	70	4.00	39.40	1.6
A	Barbide	1882	10	1.50	22.78	4.2	C	Coalba	1966	30	5.75	19.00	1.6
A	Ruf de Vael	1981	15	5.75	11.50	3.3	C	Carrari	1966	20	2.56	32.10	1.3
A	Ruf de Pant	1931	30	1.45	29.48	3.7	C	R. di Novaledo	1882	95	2.35	36.00	4.0
A	Can. Larsec	1989	40	4.14	30.37	3.3	C	Greta	1904	110	2.08	46.10	4.0
A	Udai	1989	50	8.26	22.87	3.3	C	Larganza	1882	615	18.15	26.90	4.7
A	Can. Torre Rizzi	1989	30	1.65	41.18	2.6	C	Chirvoa	1882	220	5.07	40.10	4.1
A	Dona	1989	17	2.97	22.46	3.2	C	Ceggio	1953	450	30.00	19.75	4.8
A	Duron	1994	20	2.95	18.18	2.5	C	M. di Calamento	1966	<u>730</u>	45.70	26.40	4.9
A	Corone	1994	3	0.42	33.49	3.0	C	M. di Spinelle	1966	450	44.45	14.10	5.0
A	Pegna	1994	20	3.19	24.05	2.7	C	Chieppena	1966	950	32.70	30.40	4.5
A	Antermont	1966	80	17.75	19.77	3.0	C	Grigno	1882	<u>500</u>	82.60	14.20	4.2
B	Madonna	1966	27	1.12	44.00	4.7	C	Boal della Pria	1995	1.5	0.11	71.00	2.5
B	Fusinetta	1966	3.4	0.14	44.60	4.5	D	Ala	1992	<u>90</u>	47.12	7.92	1.8
B	Val Mesta	1966	35	1.74	33.89	4.5	D	Ronchi	1938	45	3.35	39.78	2.0
B	Pez Gaiard	1989	26	1.57	38.50	3.3	D	San Valentino	1992	70	14.51	14.73	1.8
B	Fontanelle	1993	23	1.70	31.00	3.6	D	Val Prigionni	1966	40	5.39	35.17	2.2
B	Val de la Vecia	1994	45	3.20	38.94	3.3	D	Terragnolo	1966	<u>100</u>	61.75	9.12	2.1
B	Val Male	1953	50	2.67	48.98	4.2	D	Cavallo	1966	<u>75</u>	34.50	11.63	2.4
B	Lazer	1966	40	1.57	26.85	4.7	D	Val Gola	1992	30	12.90	14.70	2.0
B	Cereda	1966	150	9.89	16.54	4.3	D	Secco	1976	60	5.98	41.62	2.2

Legenda ed unità di misura:

Z : area di appartenenza del bacino (fig.1);
 G_s : volume complessivo del sedimento trasportato, (10^3 m^3);
 valore sottolineato: trasporto di fondo; valore non sottolineato : debris flow o debris flood;
 A : superficie del bacino chiuso all'apice del cono di deiezione od in corrispondenza della sezione di inizio del deposito, (km^2);
 i : pendenza media del torrente, (%);
 I.G. : indice geologico del bacino, (-).

Tabella 3.4 - Eventi storici di trasporto solido estremo: Trentino orientale, anni 1882-1985.

La Tabella 3.2, Tabella 3.3 e Tabella 3.4 consentono di classificare per analogia quasi tutti i bacini di piccole dimensioni presenti sul territorio del bacino come “aste torrentizie e relativi conoidi a rischio di colata detritica”.

Certamente interessanti sono, dal punto di vista pratico, le analisi di Kronfellner-Kraus, che attraverso il controllo di una vasta casistica di torrenti austriaci, ha proposto una relazione semiempirica per la valutazione della magnitudo estrema e del rischio da colata.

Di seguito si ritiene interessante riportare la Tabella 3.5 (da Cerato, Coali e D'Agostino) che verifica l'applicabilità delle metodologie di Kronfelder a bacini trentini (quelli appartenenti al bacino dell'Adige vanno dal n° 33 al n° 62), prendendo in considerazione anche l'indice geologico (assegnando un valore ai termini litologicamente omogenei) e il grado di sistemazione del bacino al momento del verificarsi della colata esaminata (in percentuale).

Torrente	Anno	G _s (10 ³ m ³)	I.T.	A (km ²)	i (%)	I.G.	C.S.
21 Grigno	1882	500	3	82.60	14.20	4.2	0.00
22 Boal della Pria	1995	1.5	1	0.11	71.00	2.5	0.00
23 Madonna	1966	27	1	1.12	44.00	4.7	0.10
24 Fusinetta	1966	3.4	2	0.14	44.60	4.5	0.00
25 Val Mesta	1966	35	1	1.74	33.89	4.5	0.20
26 Pez Gaiard	1989	26	2	1.57	38.50	3.3	0.20
27 Fontanelle	1993	23	2	1.70	31.00	3.6	0.10
28 Val de la Vecia	1994	45	1	3.20	38.94	3.3	0.10
29 Val Male	1953	50	1	2.67	48.98	4.2	0.00
30 Lazer	1966	40	1	1.57	26.85	4.7	0.40
31 Cereda	1966	150	1	9.89	16.54	4.3	0.30
32 Val del Lago	1966	2	2	0.23	16.01	4.0	0.10
33 Ala	1992	90	3	47.12	7.92	1.8	0.60
34 Ronchi	1938	45	2	3.35	39.78	2.0	0.20
35 San Valentino	1992	70	2	14.51	14.73	1.8	0.40
36 Val Prigioni	1966	40	2	5.39	35.17	2.2	0.25
37 Leno di Terragnolo	1966	100	3	61.75	9.12	2.1	0.45
38 Cavallo	1966	75	3	34.50	11.63	2.4	0.50
39 Val Gola	1992	30	2	12.90	14.70	2.0	0.65
40 Secco	1976	60	2	5.98	41.62	2.2	0.50
41 Gazolin	1966	30	1	2.11	32.77	3.3	0.30
42 Busa dei Laibi III	1994	3.5	2	0.25	43.81	2.6	0.00
43 Busa dei Laibi II	1994	6	2	0.30	55.86	2.6	0.00
44 Bianco	1966	70	1	8.56	21.71	2.2	0.30
45 Valaverta	1966	45	1	2.62	32.46	1.9	0.25
46 Gardoné	1966	50	1	7.60	26.73	3.4	0.00
47 Scalotta	1966	20	1	2.14	40.95	2.2	0.00
48 Valsorda	1966	50	2	14.23	16.75	2.7	0.05
49 Peniola	1955	23	2	3.26	27.24	2.3	0.05
50 Col Ros	1882	5	1	0.11	29.55	2.9	0.00
51 Sester	1931	10	2	0.72	29.49	4.7	0.30
52 Barbide	1882	10	2	1.50	22.78	4.2	0.05
53 Ruf de Vael	1981	15	2	5.75	11.50	3.3	0.05
54 Ruf de Pantl	1931	30	2	1.45	29.48	3.7	0.10
55 Canalone Larsec	1989	40	2	4.14	30.37	3.3	0.30
56 Udai	1989	50	2	8.26	22.87	3.3	0.30
57 Canalone Torre Rizzi	1989	30	2	1.65	41.18	2.6	0.00
58 Dona	1989	17	1	2.97	22.46	3.2	0.05
59 Duron (testata)	1994	20	2	2.95	18.18	2.5	0.00
60 Corone	1994	3	2	0.42	33.49	3.0	0.10
61 Pegna	1994	20	2	3.19	24.05	2.7	0.00
62 Antermont	1966	80	2	17.75	19.77	3.0	0.25

Lista dei simboli - List of symbols
 G_s : volume del sedimento trasportato - volume of sediment transport;
 I.T. : indice di trasporto - transport index;
 I.T. = 1, debris flow; I.T. = 2, debris flood; I.T. = 3, bedload;
 A : superficie del bacino chiuso all'apice della conoide - basin area upstream the fan;
 i : pendenza media del torrente - mean slope of the torrent;
 I.G. : indice geologico - geological index
 C.S. : grado di sistemazione - catchment management efficiency.

Tabella 3.5 - Eventi estremi di trasporto solido: Trentino orientale, anni 1882-1985.

Per quanto riguarda la mappatura del rischio si può citare il recente lavoro di Armanini e Cadrobbi con applicazione di un modello matematico di Fraccarollo, sul torrente "Rio del Duc" in Val di Sole. E più recentemente un'interessante metodologia di analisi prodotta da uno staff anche con funzionari PAT (S. Cappelletti e G. Benedetti) sul bacino del Fersina che perviene ad una perimetrazione delle aree a rischio attraverso la sintesi di varie analisi (idrologica, geologica, morfologica, uso del suolo, storiografia degli eventi alluvionali, sistemazione di bacini). La stessa metodologia è stata applicata al bacino della Drava in Carinzia.

L'analisi del rischio da colata condotta per l'Autorità di bacino del fiume Adige ha tenuto conto, sia pur in maniera speditiva, di tutto quanto suggerito dagli studi sopracitati ed in conclusione ha individuato una diffusa presenza del fenomeno (vedi tavola AB. 3 con ben 544 rivi passibili di colata detritica).

Si sono individuate le situazioni a rischio molto elevato, evidenziate nella stessa Tavola AB.3 (con il colore rosso e cerchiato) per le quali si è proceduto alla definizione della perimetrazione e al confronto con la cartografia urbanistica del PUP (carta di sintesi geologica) della Provincia di Trento, nonché alla compilazione delle schede informative.

3.1.2 *Analisi storica sui fenomeni di colata detritica*

L'Autorità di bacino del fiume Adige ha raccolto un'ampia bibliografia sulla quale si è effettuato lo screening storico. Nelle singole pubblicazioni compaiono ulteriori elenchi bibliografici che potranno essere utili per gli approfondimenti.

Nell'indagine retrospettiva si evidenzia chiaramente che la tipologia più frequentemente ricordata degli eventi alluvionali nei bacini montani è quella della colata detritica, che determina un rischio notevole, a causa del sistema insediativo nel Trentino e Alto Adige, con numerosissimi nuclei e abitati posizionati sui conoidi di sbocco di rivi che incidono ed erodono serie geologiche, metamorfiche e sedimentarie, facilmente erodibili per scadenti caratteristiche geotecniche e quindi con alto apporto di detrito nel bacino.

La stessa indagine retrospettiva evidenzia che il fenomeno è legato tipicamente alla morfometria del bacino e alla spiccata tendenza delle precipitazioni eccezionali alla concentrazione stagionale ed entro pochi giorni o addirittura ore.

Nella tavola AB.1 sono evidenziate le aste torrentizie risultate interessate dal fenomeno di colata detritica con indicato l'anno più significativo.

3.1.3 *Le opere di regimazione idraulica nei bacini montani*

Al fine di georeferenziare le opere di regimazione nei bacini montani, si è fatto riferimento:

- per la provincia di Bolzano alla cartografia storica dell'Azienda speciale per la regolazione dei corsi d'acqua aggiornata al 1990 e che deriva essenzialmente dalla originaria pubblicazione del 1981, a cura del dott. P. Stacul (Sottobacini 1, 2, 3).
- Per la provincia di Trento, al catasto cartaceo delle opere di sistemazione, su tavolette IGM al 1:25.000, aggiornato dopo il 1990 sulla tavola della carta tecnica della Provincia a scala 1:10.000 e su archivi informatizzati per alcuni bacini (ad esempio l'Avisio), giacente presso l'Azienda di Sistemazione Speciale Montana. Per il fondovalle del Noce, dell'Avisio, del Leno, presso il Servizio Acque pubbliche ed opere idrauliche competente in Trentino su queste aste fluviali, dove, da foto aeree, si sono dedotte le posizioni di traverse e manufatti originali (sottobacini 4, 5, 6).
- Per la Provincia di Verona e Vicenza il posizionamento delle opere è tratto dal catasto delle opere di sistemazione idraulico-forestale, in corso di formazione da parte del Centro Sperimentale Valanghe di Arabba dell'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione ambientale del Veneto (A.R.P.A.V.).

Anche se la cartografia così risultante (Tav. AB.2) non è omogenea in considerazione della diversa epoca di aggiornamento, essa offre comunque un valido quadro d'insieme degli interventi e permette comunque di fare le opportune considerazioni sulla mitigazione del rischio da colata detritica realizzato nelle aste torrentizie affette da questo fenomeno. Di primo acchito inoltre serve a far capire come in questa regione il fenomeno del dissesto, causato in primis dalle condizioni

geologiche e strutturali e, nel passato, anche dalla deforestazione selvaggia, sia stato diffuso e come in questo settore delle Alpi si sia operato per contrastarlo.

Vale la pena in tal senso presentare una breve sintesi storica di come si è affrontata la sistemazione dei bacini montani negli ultimi secoli.

Le prime attenzioni nei secoli 1500 e 1600 furono ovviamente rivolte a salvaguardare gli insediamenti del fondovalle, in buona parte fondati ancora in epoca romana, intervenendo con muri deviatori.

In tutta l'epoca medioevale e fino al 1850 si continuò a dissodare e deforestare i versanti incrementando enormemente il dissesto. Dal 1500 comunque esistono testimonianze di opere più consistenti anche nelle zone più a monte del conoide terminale urbanizzato. Nelle cittadine di Trento, Bolzano, Merano, e Bressanone si ritrovano di tanto in tanto iscrizioni che datano tali opere, generalmente serre di trattenuta (la prima in legname è sul Fersina a Ponte Alto di Trento, ordinata dal Vescovo Bernardo Clesio; soglie in muratura, datate 1650, si rinvengono in alcuni rivetti attigui a Bressanone).

Il ripetersi sempre più frequente delle piene nel secolo XVIII a causa del diffuso dissesto, finalmente ha imposto ai governanti maggiore attenzione nei confronti del rischio idrogeologico: si arrivò così all'emanazione di regolamenti (per esempio sul taglio dei boschi) e ad investimenti per opere secondo piani più razionali e che tenevano conto anche dello sviluppo degli studi sull'idraulica e sul moto dei fluidi da parte degli insigni scienziati dell'epoca (Eulero, Bernoulli, Coulomb).

Il primo tecnico che affrontò il problema del dissesto fu Brequin che nel 1757 produsse una relazione approfondita per il governo austriaco sulle cause dei dissesti in Trentino-Alto Adige e sui rimedi, suggerendo la costruzione di briglie in murature, selciati, approfondimenti, con difese spondali, degli alvei sui conoidi, l'inserimento dai rivi tributari ad angolo acuto nel corso principale, il tutto corredato da dettagliati rilevamenti di campagna. Da questi contributi e da successivi studi da parte di altri tecnici e studiosi (F. von Zallinger (1787), G. Von Aretin (1807), J. Duile (1816)) il governo austriaco cominciò ad investire capitali in sistemazioni idrauliche a difesa delle città e poi via via sui torrenti principali. Nei primi decenni del 1800 vengono così realizzate poderose serre sull'Avisio, sul Fersina, sul Noce e sul Passirio; correzioni di foce del Noce (1850), rettifiche sull'Adige, consolidamenti lungo vari rivi. Finalmente furono realizzati massicci rimboschimenti sui versanti più dissestati.

L'alluvione del 1882, con gli eccezionali danni provocati in tutto il territorio del Trentino-Alto Adige e fino a Verona, razionalizzò gli interventi delle autorità preposte al territorio e rese inderogabile la costruzione sistematica delle opere di regimazione idraulica. Nacquero così i primi Servizi per la sistemazione dei torrenti, generalmente affidati ad ingegneri forestali. Furono così costruite nel decennio 1883-1893 più di 4500 briglie, cunette selciate per 27 km, difese spondali per 34 km, rimboschimenti per ha 985 in più di 190 bacini. Fino alla fine della I guerra mondiale altre innumerevoli opere furono portate a termine dal regio governo austriaco (6500 briglie, difese spondali per 63 km, cunette selciate per 48 km, rimboschimento per 165 ha).

Dopo la prima guerra mondiale i lavori vennero praticamente ripresi in seguito alle piene del 1926 e fino al 1947, da parte della Forestale e del Magistrato alle Acque. È di questo periodo la progettazione di grandi serre e dighe sul Noce, sull'Avisio, sul Passirio, sul Talvera, a Sinigo e le gallerie di diversione dell'Adige nel Garda (quest'ultima portata a compimento nel 1959). Inoltre si continuò gli interventi sui bacini montani con la costruzione di oltre 4000 briglie, 24 km di difese spondali, 14 km di cunette selciate, rimboschimenti per 1.016 ha, distribuiti su tutto il reticolo idrografico.

Dopo la II guerra mondiale, vennero trasferite le competenze idrauliche e forestali alla Regione Autonoma Trentino-Alto Adige, che così, nel 1950, istituisce l'Ufficio speciale di sistemazione montana, che proseguì egregiamente l'azione del Genio Civile e del Magistrato.

L'alluvione del 1966 dà un'ulteriore ed accentuata accelerazione alla sistemazione dei bacini montani che nel 1971 culmina con la creazione di Aziende Speciali per le sistemazioni montane provinciali, con più larga competenza in materia. In questi decenni, dal 1950 al 2000, data anche la maggiore disponibilità finanziaria (oltre 60 mld/anno nell'ultimo quinquennio), si contano a decine

di migliaia le opere effettuate anche perché le Aziende provinciali sono superattrezzate e organizzate sui lavori, che vengono generalmente condotti in economia.

Il quadro che emerge dalla Tavola AB.2 conferma questo enorme impulso che le due Aziende hanno dato negli ultimi 50 anni alla sistemazione.

Le tecniche di intervento, anche se in questi ultimi tempi, in parte criticate per il loro impatto ambientale, hanno privilegiato la robustezza delle opere di contenimento, di consolidamento dei versanti, antierosive e nell'ultimo decennio, proprio per contrastare le colate detritiche, si sono realizzate numerosissime briglie filtranti e di trattenuta e di bacini di deposito. Si è dato anche impulso ai cosiddetti interventi di bioingegneria, per meglio inserire le sistemazioni nell'ambiente montano.

Gli interventi sono stati guidati anche dalle peculiarità geologiche dei singoli sottobacini, che hanno molto influenzato l'evoluzione del dissesto idrogeologico.

3.2 Il rischio da colata detritica nel sottobacino Adige – Chiampo

Il piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico è stato elaborato per il solo territorio ricadente nella regione Veneto. Il presente rapporto riguarda perciò i fenomeni di colata detritica individuati nel sottobacino denominato Adige – Chiampo che corrisponde al territorio veneto del bacino dell'Adige.

3.2.1 *Il fenomeno della colata detritica nel contesto geologico*

In questo sottobacino sono segnalati fenomeni di colata detritica soltanto nei piccoli bacini affluenti nella Val d'Adige (settore occidentale del sottobacino) ed alla testata del T. Chiampo e del T. Illasi nel settore nord-orientale (M.te Carega). Sono legate ai depositi detritici presenti alla base delle pareti dolomitico-calcaree.

Altrove si possono formare piccole colate di fango nelle aree a substrato vulcanitico, per l'alto contenuto argilloso di quei terreni.

3.2.2 *Individuazione perimetrazione delle aree a rischio nel sottobacino Adige – Chiampo*

In questo sottobacino il fenomeno di colata è piuttosto raro e segnalato in vallecole calcaree alla testata del T. Illasi o in piccoli rivi nei fianchi ripidi del fiume Adige nei pressi di Peri. Generalmente, a causa del prevalere di condizioni geomorfologiche meno favorevoli alla formazione di colata detritica, non esistono notizie storiche significative per questi fenomeni, tranne che alcuni episodi avvenuti nella parte superiore del bacino dell'Illasi durante l'alluvione del 1966.

Per quanto riguarda esplicitamente il rischio nel bacino Adige-Chiampo i canali sensibili di manifestare il fenomeno si collocano generalmente alle testate dei bacini, al di fuori dei centri abitati e di strutture significative. Altrove anche dove si collocano in vicinanza ad elementi vulnerabili l'entità del fenomeno atteso è decisamente modesto. Nel complesso i fenomeni segnalati ricadono nella classe a rischio moderato R1.

4. IL QUADRO GIURIDICO DI RIFERIMENTO E LA NORMATIVA DI PIANO

4.1 Aspetti generali

Nell'ottobre 1999¹ l'Autorità di bacino nazionale dell'Adige ha approvato un piano straordinario per la rimozione delle situazioni a rischio idrogeologico più alto².

Le conoscenze rese disponibili dalle attività di analisi e rilevazione speditivamente svolte per predisporre il piano straordinario fecero concludere che, in quel momento: a) in tutto il territorio del bacino (Province autonome e Regione del Veneto) non erano individuabili aree a rischio molto elevato da esondazione; b) nel territorio della sola Regione del Veneto non erano individuabili neppure aree a rischio molto elevato da dissesti di versante.

Il piano ha di conseguenza perimetrato e disciplinato in salvaguardia le aree a rischio molto elevato da frana e da colata detritica nei soli territori del bacino compresi nelle Province autonome di Bolzano e Trento conoscendo peraltro, immediatamente dopo la sua approvazione, una applicazione condizionata dall'entrata in vigore del decreto legislativo n. 463/1999³.

La legge n. 365/2000 ha poi anticipato alla data del 30 ottobre 2001 l'adozione dei progetti di piani stralcio per l'assetto idrogeologico (o piani per la tutela dal rischio idrogeologico) dei bacini idrografici in tutto il paese. Trasferite alle Province autonome le competenze in materia, resta ora compito dell'Autorità di bacino dell'Adige la formazione dello strumento di piano valido per la Regione Veneto.

In attesa di delineare in modo sistematico nel successivo paragrafo la disciplina di settore, si anticipa che la costruzione del quadro normativo nazionale di riferimento dei piani stralcio per le

¹ Cfr. la delibera del Comitato istituzionale n. 1/1999 del 22.10.1999.

² Il piano era stato richiesto con urgenza alle Autorità di bacino dal comma 1 bis dell'articolo 1 del decreto legge n. 180/1998, convertito con modificazioni dalla legge n. 267/1998, inserito dall'articolo 9, comma 2, della legge n. 226/1999. Si ricorda che tra le aree a rischio idrogeologico più alto oggetto della norma del 1999 e le aree a rischio idrogeologico molto elevato dell'intero sistema normativo 1998-2000 per la disciplina dei piani stralcio per l'assetto idrogeologico (o, indifferentemente secondo il legislatore, per la tutela dal rischio idrogeologico) non c'è differenza di sostanza.

³ Come è noto, alcune disposizioni del decreto hanno sostituito - nei territori provinciali - gli strumenti di pianificazione di bacino previsti dalla legge quadro sulla difesa del suolo con il piano generale di utilizzazione delle acque pubbliche delle due Province autonome ed ha mutato le forme di coordinamento prima esistenti tra gli interessi della Regione del Veneto e delle Province riferiti alla gestione del bacino idrografico del fiume Adige. Contro queste norme, in particolare contro l'articolo 2, comma 1, lettera d), del decreto legislativo n. 463/1999, e cioè in sintesi contro gli effetti di potenziale compromissione dell'unitarietà del bacino, la Regione del Veneto ha presentato un ricorso alla Corte Costituzionale in data 14.1.2000 (in G.U., I serie spec., n. 12 del 15.3.2000). Il ricorso è stato deciso con la sentenza 353 del 7.11.2001, nella quale la Corte ha riaffermato la unitarietà della pianificazione di bacino nazionale non per escludere la legittimità di pianificazioni di bacino diversamente configurate o riferite ad ambiti più ristretti (restando quindi valide le norme di attuazione dello statuto speciale della Regione Trentino Alto Adige quanto all'equiparazione tra piano generale provinciale di utilizzazione delle acque pubbliche e piano di bacino) ma per stabilire che il previsto meccanismo di coordinamento tra gli interessi delle province autonome e della Regione del Veneto non assicura l'effettiva paritaria partecipazione di quest'ultima.

aree a rischio idrogeologico ha in effetti conosciuto un ultimo importante passaggio alla fine dell'anno 2000 con il decreto legge n. 279/2000, convertito con modifiche dalla legge n. 365/2000.

Nella legislazione di settore degli anni 1998-2000 l'accento principale ma non esclusivo è stato posto sulla necessità di individuare e perimetrare le aree a rischio idrogeologico come ambito di vincoli ed azioni per bloccare la crescita di condizioni di danno potenziale a carico dei beni e degli interessi vulnerabili già esistenti in esse localizzati.

In questa legislazione esistono tuttavia alcuni elementi rilevanti che prefigurano la possibilità di stabilire azioni strategiche nonché prescrizioni di piano di natura preventiva (da affiancare alla regolamentazione degli elementi vulnerabili a rischio) connessi al riconoscimento e alla perimetrazione di aree in cui - a prescindere dalla presenza, dalla consistenza e dal valore di elementi a rischio - esistono comunque pericoli di natura idrogeologica di vario grado.

È impossibile, d'altra parte, non vedere come questo approccio potenzialmente più organico fosse già contemplato dalla normativa generale che tra il 1989 e il 1993 ha inizialmente definito i contenuti tendenziali standard dei piani di bacino, dei piani di sottobacino e dei piani stralcio di bacino per settori funzionali. Manovre di piano orientate verso la disciplina delle aree idrogeologicamente pericolose sono favorite dalle disposizioni della legge n. 493/1993 con cui è stato integrato (con i commi 6 bis e 6 ter) l'articolo 17 della legge n. 183/1989: tali disposizioni possono essere richiamate ed utilizzate negli attuali piani stralcio per l'assetto idrogeologico - in aggiunta a quelle delle leggi n. 267/1998 e n. 365/2000 - per accostare azioni di prevenzione del pericolo ad interventi di contenimento del rischio.

La maggior parte delle Autorità di bacino nazionale, interregionale e regionale - in tutto il paese - si è orientata verso questa più complessiva impostazione, sostituendo alla previsione ed alla normativa per i beni o le aree a rischio idrogeologico la delimitazione e le prescrizioni riferite alle aree pericolose per potenziali esondazioni o fenomeni gravitativi.

La stessa Regione Veneto è apparsa orientata verso questo approccio nell'ambito della sua competenza primaria, tanto negli strumenti di pianificazione territoriale di area vasta, come il piano territoriale regionale di coordinamento o i piani territoriali provinciali in via di formazione, adottati o in corso di approvazione, quanto nelle elaborazioni della pianificazione di bacino regionale ed interregionale.

La scelta di impegnarsi in modo prioritario sulla perimetrazione e la disciplina delle aree pericolose - compatibilmente con il livello delle conoscenze e degli approfondimenti disponibili - non costituisce del resto uno scavalco della metodologia di indagine o degli standard normativi del D.P.C.M. 29.9.1998 sulla salvaguardia dei beni e degli interessi esistenti nelle aree a rischio idrogeologico. Come è ben evidenziato in precedenti sezioni di questa relazione, individuare le aree pericolose costituisce comunque un passaggio obbligato per riconoscere le situazioni di rischio; le aree pericolose ricomprendono poi ovviamente al loro interno le aree a rischio. Nulla impedisce, infine, che all'interno delle aree pericolose la tutela degli elementi a rischio ed il controllo delle rispettive aree di localizzazione siano ottenuti attraverso l'applicazione dei caposaldi normativi del D.P.C.M. 29.9.1998 non all'interno di singole aree a rischio bensì esattamente a carico di ciascuna delle fattispecie di rischio effettivamente esistenti (patrimonio edilizio, opere pubbliche, ecc.).

Con questa logica, si riesce tra l'altro vantaggiosamente ad evitare quella delimitazione cautelatamente ampia delle aree a rischio che potrebbe giustificarsi con la opportunità di non trascurare le zone circostanti agli elementi vulnerabili ma che tenderebbe inevitabilmente a creare vincoli a volte ridondanti su vaste porzioni di territorio. E soprattutto si riesce a garantire una copertura disciplinare ad aree che l'adesione formalistica alle indicazioni letterali del D.P.C.M. citato invece escluderebbe.

Nell'ottica complessiva appena delineata il presente piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico del bacino dell'Adige - Regione Veneto:

- individua e delimita quattro tipologie di aree di pericolosità idraulica stabilendo per esse prescrizioni relative per lo più alla gestione dei patrimoni edilizi ed alla previsione di opere ed infrastrutture pubbliche e preparando nello stesso tempo il terreno per il piano stralcio per l'assetto idrogeologico a regime in cui saranno individuate e delimitate anche le aree di pericolo da dissesti di versante e, d'intesa con la Regione Veneto sarà perseguito l'obiettivo di regolare anche alcune modalità d'uso del territorio o di esercizio di attività antropiche allo scopo di evitare l'insorgenza di nuove situazioni di rischio;
- individua e perimetra comunque aree a rischio idraulico di classe R4, R3, R2 e R1, ricomprese nelle aree di pericolosità idraulica, al fine di selezionare ambiti di priorità degli interventi di eliminazione e mitigazione dei rischi nonché al fine di segnalare zone di interesse principale per la pianificazione di protezione civile ⁴;
- individua e perimetra aree a rischio elevato e medio da frana e da colata detritica, in attesa di poterle inquadrare all'interno della perimetrazione organica delle aree pericolose per dissesti di versante;
- in tutte le aree delimitate prevede azioni di mitigazione del rischio e vi dispone normative di attuazione e prescrizioni ⁵ attente ad accentuare quanto possibile gli spazi di flessibilità offerti dai vincoli standard del D.P.C.M. 29.9.1998, ferma restando la salvaguardia temporanea di quasi tutto l'apparato disciplinare tra l'adozione del progetto di piano e l'adozione del piano ⁶.

Appare utile a questo punto esporre sinteticamente quali sono gli elementi principali previsti dalle norme di settore emanate in Italia tra il 1998 ed il 2000.

Come già in parte annotato, la pianificazione in materia di assetto idrogeologico era stata già considerata tra gli obiettivi delle Autorità di bacino (e delle Regioni per i bacini regionali) anche ben prima del giugno 1998, quale possibile oggetto dei piani stralcio di settore funzionale previsti dal comma 6-ter dell'articolo 17 della legge quadro, come aggiunto dall'articolo 12 della legge 4.12.1993, n. 493 ⁷.

La normativa nazionale che dal 1998 si è specificamente occupata di rischio idrogeologico ha tuttavia introdotto elementi di novità non secondari ⁸: a) ha imposto scadenze molto rigide; b) ha stabilito metodi di massima standard per il riconoscimento dei danni potenziali e l'individuazione delle aree di pericolo e di rischio, anche se con maglie larghe abbastanza da consentire applicazioni molto differenziate; c) ha fissato un sistema minimale vincolante di misure omogenee (con relativi obblighi di adeguamento degli strumenti di pianificazione vigenti) che tutti i piani sono tenuti ad adottare; d) ha stanziato risorse finanziarie non irrilevanti; e) soprattutto ha messo in

⁴ Vedi l'articolo 2, comma 3, delle norme e prescrizioni di piano.

⁵ Si ricorda a margine che i contenuti e gli standard normativi proposti in questo piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico relativo al territorio del bacino dell'Adige compreso nella Regione Veneto non sono peraltro scollegati - se non altro per quanto riguarda l'approccio ai rischi da dissesti di versante - dal piano straordinario per le aree a rischio molto elevato approvato il 26.10.1999 per i territori compresi nelle Province di Bolzano e Trento.

⁶ E comunque non oltre tre anni; cfr. in questo senso l'articolo 4, comma 1, delle norme e prescrizioni di piano.

⁷ Non sarebbe peraltro vero affermare che tali tipi di piani o almeno obiettivi equivalenti non esistevano ancora in precedenza. La pianificazione del territorio in Italia - ed anche leggi o singole norme regionali - si sono al contrario occupate di rischi e pericoli da esondazione, da frane, colate detritiche, valanghe, ecc., fin dalla metà degli anni '80. Ma ciò è avvenuto con scarsa omogeneità di metodologie e con apparati prescrittivi per lo più generici.

⁸ Per una anticipazione di discipline legate soprattutto a situazioni di rischio non generalizzate vedi il D.M. lavori pubblici 14.2.1997, "Direttive tecniche per l'individuazione e la perimetrazione, da parte delle regioni, delle aree a rischio idrogeologico" (G.U., s.g., n. 54 del 6.3.1997).

evidenza la necessità della valutazione del rischio come aspetto speciale urgente dei problemi di gestione del dissesto idrogeologico e della pianificazione del territorio in generale, avviando una presa di coscienza importante seppure non uniformemente diffusa nelle classi dirigenti delle istituzioni pubbliche.

In un primo tempo il decreto legge n. 180/1998, convertito con modifiche ed integrazioni dalla legge n. 267/1998, stabiliva che entro il 30.6.1999 le Autorità di bacino adottassero (salvo l'esercizio dei poteri sostitutivi) piani stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico con relative misure di salvaguardia per le aree a rischio effettivamente individuate e perimetrate.

L'evidenza dei fatti mostrò che tale scadenza non era realistica. Con il D.P.C.M. 29.9.1998 si decise allora che i piani stralcio fossero rispettivamente adottati entro il 30.6.2001 ed approvati entro il 30.6.2002⁹.

Più tardi, il decreto-legge n. 132/1999 - convertito e modificato dalla legge n. 226/1999 - ha sovrapposto ai meccanismi descritti un nuovo strumento di pianificazione urgente (il piano straordinario per le situazioni a più alto rischio idrogeologico) da adottarsi entro il 31.10.1999, con contestuale adozione di misure di salvaguardia.

Le disposizioni del 1999 sul piano straordinario hanno poi lasciato inalterata la precedente scadenza fissata per l'adozione del piano stralcio.

Infine il decreto legge n. 279/2000, convertito con modifiche ed integrazioni dalla legge n. 365/2000¹⁰:

1. ha richiuso in qualche modo (pur senza rigettarla) la parentesi dei piani straordinari;
2. ha anticipato le date di adozione ed approvazione dei piani stralcio per l'assetto idrogeologico;
3. ha previsto l'applicazione automatica delle misure standard di salvaguardia previste dal D.P.C.M. 29.9.1998 ad alcune categorie generali di aree potenzialmente a rischio, anche in attesa dell'approvazione dei piani stralcio per l'assetto idrogeologico ovvero in attesa del completamento delle perimetrazioni eventualmente ancora in corso mediante i piani straordinari;
4. ha tentato di costruire soluzioni per una maggiore coerenza strategica tra pianificazione di bacino e pianificazione territoriale di livello regionale e subregionale attraverso la previsione di una Conferenza programmatica incaricata di esprimere un parere sull'integrazione a scala provinciale e comunale dei contenuti del piano stralcio¹¹.

Tornando ai principali contenuti del piano straordinario per le situazioni a rischio idrogeologico più alto, si può ricordare sinteticamente che:

- il riferimento del legislatore del 1999 alle “situazioni a rischio più alto” ha riguardato situazioni di particolare emergenza in cui realizzare interventi diretti alla rimozione urgente delle cause di

⁹ Vedi in proposito il D.P.C.M. 29.9.1998, “Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180” (G.U., s.g., n. 3 del 5.1.1999), paragrafo 1, ultimo capoverso, ed il D.P.C.M. 1.12.1998. Si ricordi che tali termini risulteranno alla fine un po' anticipati dal decreto legge n. 279/2000 convertito dalla legge n. 365/2000.

¹⁰ Con la sentenza 21 novembre 2002, n. 524 la Corte Costituzionale si è pronunciata in merito ad alcuni ricorsi presentati riguardo a tale norma. Con la sentenza citata è stato tra l'altro abrogato il comma 5 dell'art. 1-bis che prevedeva che “Le determinazioni assunte in sede di comitato istituzionale, a seguito di esame nella conferenza programmatica, costituiscono variante agli strumenti urbanistici”.

¹¹ Questo parere sembrava tra l'altro dover sostituire quello assegnato alle Regioni dall'articolo 18 della legge quadro sulla difesa del suolo. La Corte Costituzionale ha invece stabilito che, pur in presenza del parere della conferenza programmatica, il parere regionale “non è cambiato nella natura, nel valore e negli effetti ai fini delle determinazioni finali del comitato istituzionale delle Autorità di bacino” e pertanto non rimane assorbito in quello della conferenza programmatica.

rischio ma non ha costituito una nuova categoria di aree a rischio da aggiungere a quelle già regolate dal D.P.C.M. 29.9.1998. Come già osservato, di conseguenza, tra le situazioni a rischio più alto del piano straordinario e le aree a rischio molto elevato oggetto (tra le altre) del piano stralcio a regime non c'era e non c'è differenza apprezzabile;

- i piani straordinari dovevano comprendere le eventuali aree in cui si fosse dichiarato lo stato di emergenza ai sensi dell'articolo 5 della legge quadro nazionale in materia di protezione civile n. 225/1992, e dovevano essere approvati in deroga alle procedure stabilite dalla legge n. 183/1989 senza le fasi di adozione, pubblicità e discussione del piano previste dall'articolo 18 della legge n. 183/1989 (passando dalla fase di elaborazione direttamente al provvedimento di approvazione da parte del Comitato istituzionale dell'Autorità di bacino);
- i piani straordinari sono stati accompagnati da misure di salvaguardia che in teoria dovevano comprendere i contenuti di cui all'articolo 17, comma 6-bis, e comma 3, lettera d), della legge n. 183/1989 e perciò: l'individuazione e la quantificazione delle situazioni, in atto o potenziali, di degrado del sistema fisico, e delle relative cause; le direttive per la difesa del suolo, la sistemazione idrogeologica ed idraulica, gli usi delle acque e dei suoli; le prescrizioni, i vincoli e le opere finalizzati alla conservazione del suolo e alla tutela dell'ambiente; la normativa e gli interventi per regolare l'estrazione dei materiali litoidi dal demanio fluviale; l'indicazione delle zone da assoggettare a speciali vincoli in rapporto alle specifiche condizioni idrogeologiche; l'indicazione delle opere necessarie distinte in funzione dei pericoli di inondazione, della gravità e dell'estensione del dissesto, degli obiettivi di sviluppo e di riequilibrio del territorio, del tempo richiesto per l'efficacia degli interventi ¹². In realtà l'urgenza di provvedere e la relativa rigidità degli standard di vincolo per le aree R4 imposti dal D.P.C.M. hanno reso parzialmente inattuabile questa previsione;
- poiché adottate in assenza dei piani stralcio, le misure di salvaguardia dei piani straordinari resteranno in vigore fino all'approvazione degli stessi piani stralcio di bacino per le aree a rischio idrogeologico;
- le misure da approvare sono state distinte in misure di salvaguardia per il rischio idraulico e da frana o valanga molto elevato, presupponevano formalmente e sostanzialmente l'individuazione e la successiva perimetrazione delle singole aree a rischio molto elevato, e potevano essere modificate in variante subordinatamente all'eventuale successiva revisione dei perimetri ¹³;
- l'analisi delle misure di salvaguardia che potevano essere approvate con il piano straordinario riveste molta importanza anche in sede di formazione del presente piano stralcio, poiché gli standard di vincolo previsti dal D.P.C.M. 29.9.1998 sono rimasti immutati e devono ancora costituire la base normativa di partenza almeno per le aree a rischio R4 e R3.

È da aggiungere che le disposizioni del D.P.C.M. 29.9.1998 a proposito delle attività ammesse e delle limitazioni vigenti nelle aree a rischio idrogeologico molto elevato (ma l'osservazione vale anche per le aree a rischio più basso oggetto del piano stralcio) sono, come afferma lo stesso atto governativo, norme di indirizzo e costituiscono uno standard di massima che può essere motivatamente variato sia per introdurre in qualche caso vincoli più restrittivi sia per rendere un po' più aderente alle realtà territoriali specifiche lo schema disciplinare degli usi possibili nelle aree a

¹² Si deve tuttavia osservare che questi contenuti sono previsti dalla legge quadro sulla difesa del suolo soprattutto in funzione della costruzione del piano organico di bacino e che, applicando al caso concreto le indicazioni generali offerte dalla Corte Costituzionale con la sentenza n. 85/1990, potevano essere introdotti nel piano straordinario solo in quanto specificamente diretti a migliorare il controllo delle situazioni di rischio molto elevato concretamente individuate e perimetrate.

¹³ Va ricordato che l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio molto elevato andava fatta comunque (entro il 31.10.1999) anche in base ai soli "elementi di conoscenza disponibili e consolidati" e che l'individuazione, la perimetrazione e le misure di salvaguardia per le aree a rischio moderato (R1), medio (R2) ed elevato (R3) erano invece rinviate al piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico.

rischio idraulico e nelle aree a rischio geologico, adottando soluzioni possibilmente flessibili senza però scostarsi dal livello di salvaguardia minimo insuperabile ¹⁴.

Le disposizioni esaminate non affermano esplicitamente se i piani straordinari dovevano contenere misure di mitigazione del rischio. Ma di fatto la risposta si ritrova nell'atto di indirizzo governativo, secondo cui gli strumenti della pianificazione della tutela dal rischio idrogeologico devono prevedere almeno le tipologie nonché la progettazione e la programmazione preliminare degli interventi per l'eventuale finanziamento. In concreto, le indicazioni dei piani straordinari sono servite a costruire il contenuto dei programmi di interventi urgenti affidati al Comitato dei Ministri per i servizi tecnici nazionali ed approvati con i D.P.C.M. della fine del dicembre 1999.

¹⁴ Il testo del D.P.C.M. contiene peraltro contraddizioni ed incongruenze che un'accorta normazione di piano deve essere capace di superare senza per questo incorrere in vizi di legittimità.

4.2 Il Piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico

Il piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico del bacino nazionale dell'Adige - Regione Veneto resta regolato dai due corpi di norme che, prima e dopo la parentesi del piano straordinario, se ne sono occupati nel 1998 e nel 2000: da una parte il decreto legislativo n. 180/1998 convertito con modifiche ed integrazioni dalla legge n. 267/1998 e dall'altra il decreto legge n. 279/2000 convertito con modifiche ed integrazioni dalla legge n. 365/2000. Senza trascurare il riferimento obbligato al D.P.C.M. 29.9.1998.

Opportunamente riletto, coordinato e ricomposto l'apparato di norme citato prevede in sintesi quanto segue.

4.2.1 Gli aspetti procedurali

Secondo l'articolo 1-bis, comma 1, del decreto legge n. 279/2000 convertito le Autorità di bacino nazionale, interregionale e regionale (o le Regioni per i bacini regionali non governati da Autorità di bacino) - ove non abbiano già provveduto - devono adottare¹⁵ (secondo le modalità di cui agli articoli 18, comma 1, e 20 della legge n. 183/1989) un progetto di piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico¹⁶. Lo stesso articolo, comma 2, stabilisce poi che l'adozione finale dei piani (al termine del procedimento di consultazione) è invece effettuata entro i sei mesi successivi¹⁷.

L'approvazione del piano stralcio resta regolata dalle procedure disciplinate dalla legge n. 183/1989, fatta salva la seguente profonda innovazione: per ottenere coerenza tra pianificazione di bacino e pianificazione territoriale le Regioni convocano una "Conferenza programmatica" (articolata per sezioni provinciali o altri ambiti territoriali) alla quale partecipano le stesse Regioni, le Province ed i Comuni interessati, un rappresentante dell'Autorità di bacino competente.

Alla Conferenza programmatica è richiesto di esprimere un parere sul progetto di piano assicurandone l'integrazione a scala provinciale e comunale e prevedendo prescrizioni di contenuto idrogeologico e urbanistico. Per quanto riguarda la procedura relativa ai piani stralcio delle Autorità di bacino nazionale, il parere della Conferenza sostituisce quello finale spettante - secondo la procedura standard (articolo 18, comma 9, della legge n. 183/1989) - alle Regioni sulle osservazioni scaturite dalla consultazione di tutti i soggetti interessati¹⁸.

L'articolo 1-bis del decreto legge n. 279/2000 convertito conteneva poi nel comma 5, successivamente abrogato, una disposizione non perfettamente coordinata con gli effetti urbanistici della pianificazione di bacino ai sensi dell'articolo 17, commi 5, 6 e 6-bis della legge n. 183/1989. Era stabilito infatti che le determinazioni del Comitato istituzionale dell'Autorità di bacino

¹⁵ Il termine perentorio formale per l'adozione era il 30.4.2001. Ma tale perentorietà poteva rilevare solo per l'eventuale esercizio dei poteri sostitutivi, e non impedisce l'adozione del progetto di piano nel momento in cui le attività preparatorie sono effettivamente concluse.

¹⁶ Il piano, secondo le note norme generali che lo governano, contiene almeno l'individuazione delle aree di pericolo e la successiva perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico delle diverse categorie da R4 a R1, nonché le relative norme di attuazione.

¹⁷ Se invece si trattasse di progetti di piano adottati prima dell'entrata in vigore della legge di conversione n. 365/2000 il termine perentorio per la adozione del piano sarebbe quello del 30.4.2001. Va osservato a margine che molti diversi fattori hanno determinato di fatto uno slittamento di tutti questi termini, che numerosissime Autorità di bacino non hanno potuto rispettare in modo esatto.

¹⁸ Confronta con precedente nota n. 11.

a seguito di esame della Conferenza programmatica costituiscono variante agli strumenti urbanistici.¹⁹

4.2.2 Gli obiettivi ed i contenuti

Secondo il quadro normativo che la governa, l'elaborazione tecnica dei piani stralcio, a prescindere per il momento da quello specifico cui si riferisce questa relazione, risponde ai principi e si articola nelle fasi seguenti:

- a. la fase uno riguarda l'individuazione delle aree esondabili e quelle con pericoli da dissesti di versante utilizzando in special modo le informazioni disponibili e controllandone per quanto possibile la rispondenza sul territorio;
- b. la fase due attiene alla rilevazione dei beni e degli interessi vulnerabili (incolumità della popolazione, agglomerati urbani, gli insediamenti produttivi, gli impianti tecnologici, le infrastrutture strategiche, i beni ambientali e culturali, le aree di servizio pubblico e privato o per impianti sportivi, ricreativi, ricettivi), alla stima dei danni potenziali, alla valutazione del rischio, alla perimetrazione almeno alla scala 1:25.000 delle aree a rischio delle diverse classi, alla selezione delle prescrizioni di piano proponibili (applicabili come misure di salvaguardia temporanee fino all'adozione del piano);
- c. la fase tre riguarda la messa a punto delle tipologie di intervento, la programmazione e la progettazione preliminare degli interventi di mitigazione del rischio;
- d. la fase quattro attiene alla ripresa del tema delle aree pericolose non più, a questo punto, come fase istruttoria della perimetrazione delle aree a rischio ma come separato oggetto di delimitazione e prescrizioni specifiche.

Come noto, la classificazione dei rischi effettivi è fatta sulla base di quattro classi con livelli di danno crescente: moderato R1, con danni marginali; medio R2, con danni minori che non pregiudicano incolumità personale, agibilità di edifici e funzionalità di attività economiche; elevato R3, con possibili problemi di incolumità per persone, inagibilità di edifici e strutture, interruzione di attività socio-economiche, rilevanti danni ambientali; molto elevato R4, con perdita di vite umane o lesioni personali gravi, danni gravi a edifici, infrastrutture, beni ambientali, distruzione di attività socio-economiche).

Le norme di attuazione del piano stralcio mutuano generalmente la loro struttura da quella offerta dal D.P.C.M. 29.9.1998 per le aree a rischio R4 e R3. Sono invece i singoli piani, eventualmente facendo riferimento anche a norme regionali e provinciali per le aree di tutela o attenzione idrogeologica, a formulare norme di attuazione per le aree a rischio R2 e R1 meno restrittive di quelle adottate per le aree con livelli superiori di rischio.

Ai sensi dell'articolo 1, comma 5, del decreto legge n. 180/1998 convertito dalla legge n. 267/1998 e s.m.i. i piani stralcio sono inoltre chiamati ad individuare le infrastrutture e i manufatti che determinano il rischio idrogeologico, allo scopo di fornire alle Regioni un supporto tecnico per adottare, sentiti gli enti locali, piani di incentivazione per l'adeguamento o la rilocalizzazione di infrastrutture, attività produttive ed abitazioni private²⁰.

¹⁹ Come precisato nella precedente nota n. 10, la sentenza 21 novembre 2002, n. 524, della Corte Costituzionale ha abrogato il comma 5 dell'art. 1-bis che prevedeva che "Le determinazioni assunte in sede di comitato istituzionale, a seguito di esame nella conferenza programmatica, costituiscono variante agli strumenti urbanistici".

²⁰ Questo tipo di segnalazione dovrebbe peraltro riguardare soltanto elementi vulnerabili in condizioni di rischio (molto elevato o elevato) tale da non risultare mitigabile che attraverso delocalizzazione o adeguamenti costruttivi.

Il comma 5-bis dello stesso articolo, inoltre, assegna indirettamente ai piani stralcio un altro compito di natura istruttoria e di supporto nei confronti delle Regioni competenti, chiamate a prescrivere opere di messa in sicurezza (a carico di gestori e conduttori) nei casi in cui la coltivazione di cave e torbiere comporti un grave pericolo di dissesto idrogeologico con riflessi sulla sicurezza delle persone e degli insediamenti umani.

Il decreto-legge n. 279/2000 e la sua legge di conversione n. 365/2000 hanno poi indicato direttamente e indirettamente nuovi obiettivi per la pianificazione stralcio sul rischio idrogeologico.

È stato infatti stabilito (articolo 1) che le misure di salvaguardia definite dal D.P.C.M. 29.9.1998 (espressamente richiamato) si applicano automaticamente alle seguenti categorie di aree, "con riferimento delle tipologie di dissesto idrogeologico presenti in ciascuna area":

- a. aree comprese nel limite di 150 metri dalle rive o dalle opere di difesa idraulica di laghi, fiumi ed altri corsi d'acqua situati nei territori dei Comuni per i quali è stato dichiarato lo stato di emergenza ai sensi dell'articolo 5 della legge n. 225/1992 (come nel caso dei piani straordinari) e tale emergenza è stata determinata da fenomeni di inondazione;
- b. aree comprese nel limite di 150 metri dalle rive o dalle opere di difesa idraulica di laghi, fiumi ed altri corsi d'acqua situati nei territori dei Comuni o nelle località "indicate come ad alto rischio idrogeologico nei piani straordinari" di cui all'articolo 1, comma 1-bis già citato, ripresi dagli elenchi inseriti nelle tabelle A e B allegate²¹;
- c. aree con probabilità di inondazione corrispondente alla piena con TR massimo di 200 anni "identificate con delibera dei Comitati istituzionali delle Autorità di bacino ... o dalle Regioni" che non siano disciplinate in piani stralcio di settore funzionale come ad esempio piani di tutela di fasce fluviali o di riassetto idrogeologico o di sicurezza idraulica²²;
- d. nei casi delle lettere a. e b., nei corsi d'acqua con larghezza inferiore a 150 metri (fissata dai paramenti interni degli argini o dalle rive naturali) le aree in cui si applicano le misure di salvaguardia sono quelle comprese per ciascun lato nel limite della larghezza effettiva del corso d'acqua.

Risulta evidente che così disponendo - e stabilendo che tali misure temporanee di vincolo restano valide fino all'approvazione dei piani stralcio per l'assetto idrogeologico²³ - il legislatore ha assegnato ai piani stralcio della primavera 2001 anche un compito di verifica delle condizioni di rischio delle aree elencate, con la relativa facoltà di rivederne motivatamente il regime di salvaguardia in funzione di nuovi elementi di valutazione.

In applicazione dell'articolo 1, comma 4, del decreto legge n. 279/2000 convertito dalla legge n. 365/2000 le nuove aree in salvaguardia saranno oggetto di piani urgenti di emergenza di

²¹ Tali tabelle, a causa di errore materiale, non si trovano allegate al testo coordinato pubblicato sulla G.U. n. 288/2000 ma sono invece pubblicate insieme al decreto-legge sulla G.U. n. 239/2000. Le tabelle contengono a volte errori materiali che saranno presumibilmente corretti dalle stesse autorità deliberanti oppure in sede di aggiornamento con D.P.C.M. (cfr. testo). L'articolo 1, comma 2, del decreto legge n. 279/2000 convertito prevede che le tabelle siano aggiornate con D.P.C.M., sentite le Regioni e le Province autonome, ed integrate con gli elenchi dei Comuni colpiti dai fenomeni idrogeologici dell'ottobre e del novembre 2000.

²² Può esserci il dubbio se tale previsione si riferisca comunque anche alle aree con Tr massimo di 200 anni delimitate dai piani stralcio per l'assetto idrogeologico previsti dalle leggi del 1998-2000. Non sembrerebbe né logico né coerente con il comma 1 dell'articolo 1 della legge n. 365/2000; anche perché a causa di tale indebita estensione potrebbero entrare in crisi molte di quelle previsioni di piano che collocano nelle zone con la citata probabilità di esondazione aree a rischio solo medio o moderato.

²³ Andrebbe notato a margine che questa disposizione non si accordava comunque con l'altra dell'articolo 1 bis, comma 5, dello stesso decreto legge n. 279/2000 convertito dalla legge n. 365/2000, abrogato dalla Corte costituzionale, secondo cui la delibera dell'Autorità di bacino per l'adozione del piano stralcio dopo il parere della Conferenza programmatica costituiva variante agli strumenti urbanistici.

protezione civile entro sessanta giorni dall'entrata in vigore (o entro lo stesso termine dall'aggiornamento delle tabelle A e B sopra citate)²⁴.

L'articolo 2 del decreto legge n. 279/2000 convertito stabiliva che entro 120 giorni fosse avviata "una attività straordinaria di sorveglianza e ricognizione lungo i corsi d'acqua e le relative pertinenze, nonché nelle aree demaniali" con l'obiettivo di acquisire informazioni "sulle situazioni che possono determinare maggior pericolo, incombente o potenziale, per le persone e le cose" e con il conseguente obiettivo di identificare gli interventi di manutenzione più urgenti²⁵. Questa attività è accompagnata (comma 3) da una ricognizione sullo stato di conservazione delle opere di sistemazione dei versanti con le relative segnalazioni di opere di manutenzione necessarie.

Le Autorità di bacino utilizzano le informazioni acquisite: 1) per verificare, entro trenta giorni dal termine delle attività, che i piani stralcio adottati o approvati prevedano interventi per contrastare le situazioni di rischio così individuate; 2) per predisporre eventuali modifiche ed integrazioni del piano; 3) per preparare e trasmettere al Sindaco competente, entro novanta giorni dal termine delle attività, un documento sul rischio idrogeologico del territorio di ciascun Comune (comma 6).

Queste attività di ricognizione sono rinnovate - nei limiti delle risorse disponibili - dopo ogni evento alluvionale o dissesto geologico con l'obiettivo di predisporre un piano di interventi straordinari per il ripristino delle infrastrutture pubbliche danneggiate, per la sistemazione straordinaria dei corsi d'acqua, per la stabilizzazione dei versanti (comma 7).

4.2.3 Le modalità di attuazione

Le modalità di attuazione dei piani stralcio per l'assetto idrogeologico (o piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico), come già osservato, non sono direttamente disciplinate dalla legge.

Solo per i piani straordinari l'articolo 1, comma 2, del decreto legge n. 180/1998 convertito e s.m.i. ha previsto i programmi di interventi urgenti quali specifici mezzi di attuazione.

Ma i programmi di interventi urgenti non sembrano destinati ad essere anche gli strumenti attuativi dei piani stralcio, nonostante qualche incertezza sollevata dall'articolo 1, comma 5, del decreto legge n. 279/2000 convertito dalla legge n. 365/2000.

È certo però che la localizzazione puntuale, la progettazione esecutiva, la programmazione economica operativa e la realizzazione degli interventi di mitigazione dei rischi previsti in via

²⁴ È da ricordare che secondo l'articolo 3-ter del medesimo decreto legge, nelle zone danneggiate da calamità idrogeologiche la ricostruzione di immobili, impianti ed infrastrutture è consentita solo al di fuori delle aree in cui si applicano tali misure di salvaguardia, sempre previo accertamento della compatibilità con la pianificazione di bacino adottata, effettuata da Autorità di bacino e Regioni secondo le rispettive competenze entro sessanta giorni dalla richiesta. Questa particolare norma non appare agevolmente applicabile a costruzioni danneggiate da eventi verificatisi prima della sua entrata in vigore; la sua efficacia però sembrerebbe potersi estendere anche a zone non perimetrate a rischio dai piani stralcio.

²⁵ Nell'attività di ricognizione meritano particolare attenzione: a) le opere e gli insediamenti in alveo, con le relative pertinenze; b) gli invasi artificiali; c) i restringimenti nelle sezioni di deflusso; d) gli ostacoli al regolare deflusso delle acque (compreso l'accumulo di inerti e relative operazioni di dragaggio, anche in lotti diversi; e) la coltivazione di cave e l'estrazione di materiali litoidi; f) i dissesti in atto o potenziale delle sponde e degli argini; g) i livelli di efficienza e di conservazione delle opere idrauliche; h) altri eventuali elementi causa di allarme. Le attività in esame sono svolte (comma 4) dalle Regioni, d'intesa con le Province, con la collaborazione dei Provveditorati alle OO.PP., del Corpo forestale dello Stato, dei Comuni, degli Uffici tecnici erariali, delle Comunità montane, dei Consorzi di bonifica ed irrigazione, dei Commissari straordinari per le sistemazioni idrogeologiche o la gestione dell'emergenza rifiuti. Il coordinamento delle attività dei diversi soggetti è assicurato dalla competente Autorità di bacino la quale, anche in raccordo con gli altri interventi in corso, ripartisce le risorse disponibili.

preliminare dal piano stralcio sono demandate a uno strumento diverso dal piano e successivo alla sua approvazione: il programma triennale degli interventi.

I contenuti del programma sono previsti dall'articolo 21 della legge n. 183/1989, come modificato dall'articolo 12, comma 4, della legge n. 493/1993.

L'articolo 22 ne regola modalità di adozione, di esecuzione ed effetti.

Dei primi aspetti si occupa specialmente il comma 6-bis (aggiunto dall'articolo 12, comma 2, della legge n. 493/1993) secondo cui i programmi triennali di intervento sono attuati attraverso accordi di programma tra tutti i soggetti competenti, da raggiungersi nelle forme stabilite dall'articolo 27 n. 142/1990 (come modificato dall'articolo 17 della legge n. 127/1997).

Quanto agli effetti, va ricordato che sia il programma triennale di intervento (legge n. 183/1989, articolo 22, comma 6) sia l'accordo di programma (articolo 27 della legge n. 142/1990, come sostituito dall'articolo 34 del decreto legislativo n. 267/2000) valgono come intesa ai sensi dell'articolo 81 del D.P.R. n. 616/1977 (modificato dal D.P.R. n. 383/1994, e dagli articoli 88, 89, 93 e 94 del decreto legislativo n. 112/1998): e quindi (purché siano soddisfatte alcune condizioni ²⁶) producono variante degli strumenti urbanistici e sostituzione di concessioni edilizie.

Si aggiungono al quadro brevemente delineato le eventuali norme regionali emanate in attuazione del decreto legislativo n. 112/1998.

Resta da ricordare l'articolo 142 della legge finanziaria 2001 che istituisce un fondo per individuare le aree a rischio con le relative misure di salvaguardia e per finanziare le opere previste dai piani stralcio. La dotazione è di lire 100 miliardi annui per gli anni 2002 e 2003. Sembra plausibile che per partecipare alla ripartizione delle risorse del fondo le Autorità di bacino interessate debbano formulare un apposito programma non troppo dissimile dal programma di interventi urgenti seguito al piano straordinario dell'inverno 1999.

Un accenno alle rilevanti connessioni che la legge crea tra pianificazione stralcio sul rischio idrogeologico e protezione civile è già stato fatto.

Riprendendo il tema, si ricorda che l'articolo 1, comma 4, del decreto legge n. 180/1998 convertito e, con identica previsione, l'articolo 1, comma 4, del decreto legge n. 279/2000 convertito stabiliscono che:

- a. entro sei mesi dall'adozione del piano stralcio i competenti organi di protezione civile predispongono per le aree perimetrate a rischio idrogeologico "piani urgenti di emergenza contenenti le misure per la salvaguardia dell'incolumità delle popolazioni interessate, compreso il preallertamento, il preallarme e la messa in salvo preventiva";
- b. entro sessanta giorni dall'entrata in vigore della legge di conversione del decreto legge n. 279/2000 ovvero entro sessanta giorni dall'aggiornamento delle tabelle dei Comuni o delle località ad alto rischio idrogeologico gli organi di protezione civile predispongono gli stessi piani urgenti di emergenza per le aree e le località cui sono state estese per legge le misure di salvaguardia previste dal D.P.C.M. 29.9.1998.

²⁶ Secondo l'articolo 55 del decreto legislativo n. 112/1998, la localizzazione delle opere pubbliche di interesse statale e di altre amministrazioni non regionali o locali è subordinata alla presentazione alla Regione competente per territorio di un quadro annuale di interventi compresi nella programmazione triennale di ciascun soggetto promotore. Se dall'intervento deve derivare una variazione degli strumenti urbanistici, il progetto è affiancato da uno studio sugli effetti urbanistici ed ambientali e sulle misure per inserirlo nel territorio comunale. Dovrebbe trovare applicazione anche l'articolo 1 della legge n. 1/1978 (come attuato dalla legislazione regionale) che regola gli effetti di variante a P.R.G di opere pubbliche secondo che ricadano o meno in aree destinate a pubblici servizi.

Importa qui segnalare anche le relazioni di tipo operativo che esistono tra piano stralcio dell'Autorità di bacino, le competenze regionali e l'attività di protezione civile.

I piani urgenti di protezione civile, infatti, riguardano prioritariamente le aree in cui “la maggiore vulnerabilità del territorio si lega a maggiori pericoli per le persone, le cose e il patrimonio ambientale”. Risulta chiaro quindi il vantaggio costituito dalle segnalazioni e dalle stime inserite nel piano stralcio sulle condizioni di rischio più critiche nelle aree perimetrate e sull'ordine di priorità degli interventi previsti.

4.3 Le norme di attuazione e le prescrizioni del piano

La metodologia speditiva e gli standard di vincoli stabiliti dal D.P.C.M. 29.9.1998 per la perimetrazione delle aree a rischio R4 e R3 non prendevano direttamente in considerazione la possibilità di disciplinare anche le aree di pericolosità idraulica o idrogeologica in quanto tali. Potevano indurre in qualche caso, nella prima applicazione che i piani straordinari ne hanno fatto, ad una sovrapposizione tendenziale tra aree di pericolo (con beni e interessi molto vulnerabili) ed aree classificate a rischio nonché alla tentazione di perimetrare come a rischio molto elevato o elevato aree con debole presenza di elementi vulnerabili al solo fine di imporre un regime vincolistico a scopo preventivo.

La zonizzazione del rischio è comunque un risultato minimo contemplato dall'atto di indirizzo governativo, anche se in qualche modo reso complesso dalla previsione di una cartografia anche alla scala 1:25.000. L'obiettivo principale e urgente delle prescrizioni del 1998 per le aree a rischio di classe R4 e R3 - cui il D.P.C.M. è di fatto ancorato - resta infatti fermare a un momento dato l'aumento quantitativo e qualitativo delle condizioni di rischio elevato o molto elevato, manovrando specialmente la leva del controllo e delle condizioni sulle modalità d'uso del patrimonio edilizio e su nuovi insediamenti nel territorio²⁷. E di conseguenza le prescrizioni che accompagnano il piano (e temporaneamente le corrispondenti misure di salvaguardia) possono essere spese in modo da vincolare seriamente innanzitutto le situazioni in cui sia indispensabile ridurre i danni potenziali o almeno arrestarne l'incremento.

In secondo luogo, nello stesso piano stralcio, le indicazioni del D.P.C.M. possono essere anche accortamente utilizzate per dispiegare una manovra (indispensabile sotto il profilo delle azioni avanzate in materia di tutela idrogeologica) per la salvaguardia nelle aree di pericolosità idraulica o da dissesti di versante.

la possibilità di prescrizioni per le aree pericolose è garantita non solo dal D.P.C.M. 29.9.1998 ma in generale alla pianificazione di bacino - ed in particolare alla pianificazione per l'assetto idrogeologico - dall'impiego del potere normale di intervento stralcio, di sottobacino, di disciplina organica e di salvaguardia attribuito dall'articolo 17 della legge n. 183/1989 e s.m.i., con particolare riferimento ai suoi commi 6 bis e 6 ter.

Del resto, anche formulando le prescrizioni per le aree a rischio R2 e R1 il piano stralcio può agevolmente combinare l'obiettivo della mitigazione del rischio esistente con quello della prevenzione verso l'insorgenza del rischio, sperimentando politiche che comunque devono misurarsi ed applicarsi anche nelle zone a rischio molto elevato ed elevato nonché nelle aree di pericolo più alto.

Le considerazioni e le scelte in materia di aree idrogeologicamente pericolose che il presente piano opera sono tuttavia in questa fase limitate alla delimitazione delle aree di pericolosità idraulica. Per le aree di pericolo per dissesti di versante le attività sono alla fase preparatoria.

Sotto il profilo dell'apparato normativo predisposto, il piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico nel bacino dell'Adige - Regione Veneto, contiene dunque:

- a. la perimetrazione e la disciplina di quattro classi di aree di pericolosità idraulica orientata soprattutto verso l'assunzione tendenziale degli standard normativi per le aree a rischio idraulico in ordine ai patrimoni edilizi ed alle opere pubbliche nonché verso la fissazione di procedure e condizioni capaci di consentire integrazioni prescrittive ed anche attenuazioni dei

²⁷ È quasi totalmente mancata però l'attenzione verso gli interventi di riqualificazione ambientale, verso l'esercizio delle attività economiche a rilevante impatto, verso le scelte della pianificazione urbanistica.

vincoli riferite a modalità di uso del territorio e di esercizio di attività antropiche a potenziale significativo impatto sulle condizioni di pericolo e di rischio;

- b. la perimetrazione specifica di aree a rischio idraulico con le funzioni conoscitive ed istruttorie più sopra descritte;
- c. la perimetrazione e le prescrizioni per le aree a rischio elevato (R3) e medio (R2) da frana e da colata detritica;
- d. la delimitazione e la disciplina fortemente restrittiva di una fascia di tutela idraulica continua - fatta esclusione per i centri edificati - lungo tutti i corsi d'acqua del bacino;
- e. una disciplina delle aree di pericolosità idraulica P2 e P1 e delle aree R2 da frana e da colata detritica ottenuta tramite l'aggancio prevalente alle previsioni degli strumenti urbanistici vigenti in modo da acquisire anche indirettamente un risultato di prevenzione almeno nei casi in cui la pianificazione regionale si allinea con le esigenze di uso compatibile del territorio.

Sembra opportuno a questo punto esaminare alcuni problemi generali relativi alla natura, agli effetti e quindi alla costruzione concreta delle norme di attuazione e delle prescrizioni del presente piano stralcio.

In più parti di questa relazione si è già sottolineato che il piano stralcio è accompagnato da norme di attuazione e prescrizioni con carattere definitivo, fino ad eventuali modifiche in variante.

In questa ottica, tra l'altro, ed in applicazione dell'articolo 17, comma 5, della legge n. 183/1989, la disciplina formulata dal piano è dichiarata tutta immediatamente vincolante per i soggetti pubblici e privati destinatari a decorrere dalla data di approvazione del piano (articolo 5, comma 2, delle norme di attuazione). Le norme di piano per le aree di pericolosità idraulica molto elevata ed elevata nonché per le aree a rischio elevato da frana e da colata detritica sono anche poste in salvaguardia nel periodo che corre tra l'adozione del progetto di piano e la sua adozione successiva alle complesse procedure di consultazione previste (articolo 4, comma 1, delle norme di attuazione)²⁸.

Quanto all'impostazione generale, ai contenuti specifici e ad aspetti particolari conviene mettere in evidenza che le norme di attuazione e le prescrizioni del presente piano stralcio:

1. non possono fare assegnamento sull'utile confronto - anche basato su quasi due anni di applicazione - che per altri territori sarebbe possibile con l'apparato normativo posto a presidio del piano straordinario di fine 1999 per le situazioni a rischio idrogeologico più alto;
2. sia pure in assenza di standard nazionali di riferimento disegnano la tutela delle aree di pericolo idraulico sia come estensione sia come tendenziale momento di differenziazione rispetto alla tutela assicurata alle corrispondenti aree a rischio;
3. devono attenersi agli standard minimali di vincolo prestabiliti dal D.P.C.M. per le aree a rischio

²⁸ La soluzione scelta dall'Autorità di bacino scavalca il problema se sia assolutamente necessario associare l'apparato prescrittivo (come misure di salvaguardia) all'adozione del progetto di piano o se sia sufficiente farlo entrare in vigore alla data della vera e propria adozione del piano. Ed è conforme al meccanismo generale previsto dall'articolo 17 e s.m.i. della legge n. 183/1989, secondo cui ad ogni tipologia di piano stralcio è connesso in modo inseparabile un corpo di prescrizioni valide come disciplina organica di piano di bacino, poste in salvaguardia fino all'adozione o all'approvazione del piano, più un eventuale corpo di misure cautelari immediatamente vincolanti finalizzate a regolare problemi determinati e destinate a restare in vigore fino all'approvazione del piano e comunque per non più di tre anni. È vero che la legge quadro sulla difesa del suolo non stabilisce in alcun punto, in modo univoco, che le prescrizioni di piano e le misure di salvaguardia devono essere adottate contestualmente al progetto di un piano stralcio di sottobacino o di settore funzionale. Ma questa appare una conclusione coerente con la disciplina della procedura stabilita dagli articoli 18, 19 e 20 e soprattutto con l'esigenza di non vanificare le finalità fondamentali del procedimento di consultazione sul piano cui non potrebbe essere sottratta una componente decisiva come l'apparato di salvaguardia.

R3 e R2 da dissesti di versante, ma nello stesso tempo possono occupare tutti gli spazi lasciati liberi dalla rigidità che allo stesso D.P.C.M. deriva dal non aver potuto considerare le specificità dei diversi territori;

4. possono di conseguenza compiere quella delicata operazione che è tipica del resto di ogni normativa di piano e che consiste proprio nell'adattare il quadro di riferimento dato alle caratteristiche di uso ed ai problemi specifici del territorio effettivamente rilevato a rischio, introducendo anche fattispecie disciplinari innovative;
5. tendono a rendere in linea di massima confrontabili le prescrizioni delle aree di pericolosità idraulica P3 e P2 con le prescrizioni per le aree a rischio R3 e R2 da dissesti di versante laddove la situazione lo consenta, soprattutto attraverso la ricerca di omogeneità nelle condizioni di equivalenza, senza tuttavia trascurare che nell'ottica della normativa nazionale applicabile il rischio geologico è regolato più restrittivamente del rischio idraulico;
6. tendono a lasciare una libertà di azione compatibile nei casi in cui eventuali interventi analoghi a quelli già esistenti non aumentano determinati livelli di rischio;
7. sono organizzate per recepire il contributo che verrà dagli enti territoriali regionali in base al confronto tra il contenuto del piano e le prescrizioni degli strumenti urbanistici adottati o vigenti.

Sotto il profilo della tecnica redazionale si sottolinea poi che:

- a. nel Titolo I sono considerati anche alcuni passaggi giudicati importanti per l'organizzazione dei procedimenti di consultazione sul progetto di piano e sono riprese alcune norme della legge quadro sulla difesa del suolo in materia di effetti del piano stralcio;
- b. sono introdotti meccanismi di importante partecipazione degli enti locali al controllo, alla gestione ed alle varianti del piano;
- c. sono disciplinati i soli interventi esclusivamente consentiti nelle zone a rischio o pericolose, dichiarando espressamente vietati tutti gli altri ed evitando deliberatamente una confusa commistione tra attività consentite e attività vietate. Solo a scopi esemplificativi e rafforzativi sono in qualche articolo proposti elenchi di divieti previa esplicita dichiarazione della loro finalità meramente ricognitiva.

Ulteriori osservazioni domanda l'impostazione delle disposizioni relative alle aree a rischio medio e moderato da dissesti di versante perimetrate dal piano, impostazione che trova una forte corrispondenza qualitativa nella progettazione delle norme per le aree di pericolosità idraulica media e moderata.

Le norme nazionali che hanno disciplinato i piani di intervento per la riduzione dei rischi idrogeologici hanno previsto soltanto la necessità di considerare ed eventualmente perimetrare e porre in salvaguardia aree a rischio di classe R1 e R2²⁹ ma non hanno suggerito alcuno standard di vincolo. Ciò non comporta tuttavia che l'autorità di piano abbia la facoltà di fissarne la disciplina senza tener conto delle caratteristiche di fondo delle misure di salvaguardia valide per le aree a rischio molto elevato o elevato ovvero prescindendo dalla finalità di tutela complessiva del territorio dal rischio idrogeologico.

Per le caratteristiche dei danni possibili e delle condizioni di rischio, le aree R2 o R1 domandano sistemi di vincolo meno restrittivi di quelli possibili per le aree a rischio maggiore, con accentuata tolleranza verso tipologie di intervento diverse da quelle espressamente contemplate dal D.P.C.M. 29.9.1998. Un valido sistema di riferimento per le prescrizioni qui opportune è quello proveniente dalle norme di gestione del territorio inserite nei piani urbanistici dei vari livelli nella Regione Veneto e dai relativi vincoli: con particolare attenzione a quelli finalizzati alla difesa idrogeologica, alla prevenzione delle calamità naturali, agli interventi di protezione civile.

²⁹ Cfr. il D.P.C.M. 29.9.1998, Premesse, cpv. 13, ed i punti 2.2. e 2.3., Fase seconda.

Alcuni strumenti di piano dei livelli indicati sono per di più direttamente designati dalla legge come contenitori di azioni, prescrizioni ed interventi nelle materie di competenza del piano stralcio del bacino dell'Adige per la tutela idrogeologica. Tra questi si segnala il piano territoriale provinciale di coordinamento che ora l'articolo 20 del decreto legislativo n. 267/2000 impone alle Province ordinarie di predisporre in connessione con le competenze (articolo 19) in materia di: difesa del suolo, tutela e valorizzazione dell'ambiente, prevenzione delle calamità naturali, tutela e valorizzazione delle risorse idriche ed energetiche, viabilità e trasporti, smaltimento dei rifiuti, la disciplina ed il controllo degli scarichi nelle acque, igiene pubblica (lettera h).

Comunque siano denominati dalla legislazione regionale di attuazione (in Veneto si tratta dei piani territoriali provinciali) i piani provinciali - in armonia con gli indirizzi regionali della programmazione socio-economica e territoriale e con la partecipazione dei Comuni interessati - devono tra l'altro contenere: a) le diverse destinazioni del territorio in funzione delle relative vocazioni; b) la localizzazione delle principali infrastrutture e linee di comunicazione; c) le linee di intervento per la sistemazione idrica, idrogeologica ed idraulico-forestale, per il consolidamento del suolo, per la regimazione delle acque.

Anche l'articolo 57 del decreto legislativo n. 112/1998 si è occupato del piano provinciale riconoscendogli - nel quadro della legislazione regionale di attuazione - valore ed effetti di piano di tutela nei settori della protezione della natura, della tutela dell'ambiente, delle acque e della difesa del suolo e della tutela delle bellezze naturali. Di conseguenza, il piano provinciale va definito tramite intese tra Provincia ed amministrazioni competenti, anche statali.

4.4 Le iniziative per il progetto di Piano stralcio per l'assetto idrogeologico

Il piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico nel bacino dell'Adige - Regione Veneto prepara il piano di assetto idrogeologico a regime³⁰.

Dopo l'individuazione di massima già conclusa, deve essere ancora approfondita la problematica delle eventuali aree a rischio da dissesti di versante di classe R4 e di classe R1.

Va infine esaminata la possibilità di condurre in futuro, d'intesa con la Regione Veneto, studi di dettaglio anche alla scala 1:5.000 nelle aree più critiche di rischio o di pericolo idraulico e specialmente in quelle che sommano proprie condizioni di rischio più alto a quelle originate in altri bacini idrografici confinanti.

Va inoltre portata avanti un'analisi sistematica sulle porzioni di territorio in cui esistono o si sviluppano le situazioni di pericolo da dissesti di versante indipendentemente dalle indagini svolte nella fase istruttoria delle perimetrazioni di rischio³¹.

Al piano di assetto idrogeologico - chiamato alternativamente dal legislatore piano per la tutela dal rischio idrogeologico - non sono direttamente assegnati i compiti normali degli strumenti di pianificazione stralcio di bacino previsti dalla legge quadro sulla difesa del suolo; e la sua configurazione di fondo gli nega i caratteri dello strumento di governo sia pure settoriale del territorio.

Alcune esperienze recenti di pianificazione dell'assetto idrogeologico di bacino hanno in realtà forzato i confini abbastanza circoscritti proposti dalla legislazione di emergenza degli ultimi tre anni ma sono riusciti nell'intento (con molti conflitti) per lo più spendendo il potere generale di piano e di salvaguardia assicurato dall'articolo 17 della legge n. 183/1989, compresi i commi 6-bis e 6-ter³².

Esiste quindi un compito possibile per il futuro piano stralcio completo per l'assetto idrogeologico del bacino dell'Adige, formalmente limitato al territorio della Regione Veneto ma con forti agganci funzionali alle strategie di delimitazione e normazione delle aree di pericolo che cominciano a dichiararsi nelle Province di Bolzano e Trento.

Il superamento delle insufficienze del piano stralcio configurato dal D.P.C.M. può passare per la via degli studi sull'insieme del territorio in cui si generano i fenomeni ed in cui esistono le situazioni che, interferendo con gli elementi vulnerabili, creano le condizioni di rischio. Gli interventi ed i

³⁰ Si ribadisce ancora una volta la necessità di prendere atto del fatto che - a prescindere dalle finalità di sistemazione idrogeologica complessiva a regime dei bacini idrografici - le espressioni "piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico" e "piano stralcio per l'assetto idrogeologico" sono impiegate indifferentemente e disordinatamente dalle leggi n. 267/1998, n. 226/1999 e 365/2000 per indicare esattamente lo stesso oggetto e lo stesso piano stralcio.

³¹ Le analisi di pericolosità sono state raccomandate dal D.P.C.M. 29.9.1998 ai soli fini delle indagini preparatorie per la perimetrazione dei rischi, e tra l'altro soprattutto in riferimento alle aree a rischio idraulico (analisi di tronco fluviale, segnalazione dei possibili punti di crisi, caratteri idraulici degli eventi temuti); sono invece quasi del tutto mancati orientamenti metodologici sulle indagini preparatorie per la perimetrazione delle aree a rischio da dissesti di versante.

³² A stretto rigore la questione andrebbe meno semplificata perché, ad esempio, la norma che istituiva nel 1999 i piani straordinari per le situazioni a rischio più alto rinviava per le misure di salvaguardia proprio ai contenuti del comma 6-bis dell'articolo 17. Resta il fatto che il vero collo di bottiglia di tutto il sistema continua ad essere il D.P.C.M. 29.9.1998, ormai inadeguato a sostenere sotto il profilo metodologico, disciplinare ed operativo ogni tentativo avanzato di reinterpretare la pianificazione per la tutela idrogeologica.

vincoli potranno puntare allora soprattutto verso la ricostituzione degli equilibri ambientali e idrogeologici, la riqualificazione degli ambiti fluviali e dei sistemi idrografici, la regolamentazione degli usi del suolo con prescrizioni generali di tipo urbanistico o verso standard di condizioni per lo svolgimento compatibile delle attività antropiche. Senza tuttavia dimenticare che per un lunga fase transitoria - e almeno fino alla teorica radicale eliminazione dei rischi - dovranno comunque essere messi in campo e conservati interventi e normative per impedire l'aumento delle condizioni di rischio esistenti.

L'Autorità di bacino dell'Adige e la Regione del Veneto hanno costituito una sede privilegiata dove avviare analisi approfondite di settore: l'articolo 11 delle norme di attuazione del piano prevede che due anni dall'approvazione l'Autorità di bacino dell'Adige deliberi d'intesa con la Regione del Veneto linee guida e indirizzi (in più di dieci ambiti di materie) da applicarsi nelle aree idrogeologicamente pericolose.

Un'altra sede in cui iniziare eventualmente ad affrontare il problema - anticipando utilmente il piano stralcio per l'assetto idrogeologico dell'Autorità dell'Adige - possono essere le Conferenze programmatiche³³ chiamate ad esaminare questo progetto di piano insieme a quelli analoghi delle altre Autorità di bacino nazionale, interregionale o regionale.

Le prescrizioni della Conferenza sulla gestione del rischio idrogeologico e sull'adeguamento dei piani urbanistici possono essere un mezzo valido per proporre misure preventive, destinazioni d'uso e singole cautele puntuali anche nelle aree di pericolo o - per aderire all'impostazione del piano territoriale regionale di coordinamento del Veneto - nelle aree esondabili e nelle aree instabili per particolari caratteristiche geologiche, geomorfologiche o idrogeologiche.

³³ Non si può escludere che una accorta organizzazione dei meccanismi di funzionamento delle Conferenze eviti la costituzione di un numero di conferenze uguali al numero di piani da valutare e scelga di far ruotare all'interno di una unica Conferenza i soggetti di volta in volta interessati.

APPENDICE A

Valutazione dei gradi di rischio in funzione del danno potenziale e della pericolosità dell'evento considerato.

VALUTAZIONE DEI GRADI DI RISCHIO		PERICOLOSITA' IDRAULICA [$Q_{Tr=30 \text{ anni}}$ - $Q_{Tr=100 \text{ anni}}$ - $Q_{Tr=200 \text{ anni}}$] (*)				
		MOLTO ELEVATA	ELEVATA	MEDIA	MODERATA	
		$h_{Tr=30} > 1 \text{ m}$ $v_{Tr=30} > 1 \text{ m/s}$	$1 \text{ m} > h_{Tr=30} > 0.5 \text{ m}$ $h_{Tr=100} > 1 \text{ m}$ $v_{Tr=100} > 1 \text{ m/s}$	$h_{Tr=100} > 0 \text{ m}$	$h_{Tr=200} > 0 \text{ m}$	
DANNO POTENZIALE	GRAVE	zone residenziali, insediamenti produttivi, viabilità principale, linee ferroviarie, life lines, edifici pubblici, zone residenziali e produttive di espansione	R4	R4	R2	R2
	MEDIO	aree a vincolo ambientale o paesaggistico, aree attrezzate di interesse comune (sport e tempo libero, parcheggi, ...)	R3	R3	R2	R1
	MODERATO	vigneti, frutteti	R2	R2	R1	R1
	BASSO	seminativi	R1	R1	R1	R1

(*) Pericolosità idraulica. Per ogni colonna, il verificarsi di almeno una delle condizioni riportate, in assenza di verifica delle condizioni delle colonne alla rispettiva sinistra, sancisce l'appartenza alla classe di pericolosità.

APPENDICE B

Elenco delle zone a rischio idraulico R4, R3, R2 ed R1 individuate nella Regione Veneto.

CORSO ACQUA	TRATTA esondazione		cod TRATTA	PROVINCIA	COMUNE	LOCALITÀ	R4	R3	R2	R1
	dalla sez km	alla sez km								
Adige	202,235	210,311	A1_VEN_1	Verona	Brentino Belluno	Rivalta	X	X	X	X
Adige	202,235	210,311	A1_VEN_1	Verona	Dolcè	Ceraini / Ossenigo	X	X	X	X
Adige	210,311	213,035	A1_VEN_2	Verona	Brentino Belluno	Prati bassi				X
Adige	210,311	213,035	A1_VEN_2	Verona	Dolcè	Campi Lunghi		X	X	X
Adige	217,780	224,929	A1_VEN_3	Verona	Rivoli Veronese	La Perarola	X		X	X
Adige	217,780	224,929	A1_VEN_3	Verona	Dolcè	Scurtoli / Ceraino	X		X	X
Adige	217,780	224,929	A1_VEN_3	Verona	Brentino Belluno	Duran			X	X
Adige	225,743	227,525	A1_VEN_4	Verona	Rivoli Veronese	Gaium			X	X
Adige	226,743	227,525	A1_VEN_4	Verona	Dolcè	Volargne	X		X	X
Adige	234,010	239,023	A1_VEN_5	Verona	Pastrengo	Pol	X	X	X	X
Adige	234,010	239,023	A1_VEN_5	Verona	Bussolengo	Garberia / Bussolengo	X	X	X	X
Adige	234,010	239,023	A1_VEN_5	Verona	Pescantina	Arcè / Pescantina	X	X	X	X
Adige	240,053	241,828	A1_VEN_6	Verona	Pescantina	Tremole	X		X	X
Adige	240,053	241,828	A1_VEN_6	Verona	Bussolengo	S. Vito	X		X	X
Adige	242,217	245,295	A1_VEN_7	Verona	Pescantina	Settimo / Sabbioni			X	X
Adige	242,217	245,295	A1_VEN_7	Verona	Bussolengo	Corno Basso				X
Adige	242,217	245,295	A1_VEN_7	Verona	Verona	Boscomantico				X
Adige	245,689	246,528	A1_VEN_8	Verona	S. Pietro In Cariano	Nassar			X	X
Adige	245,689	246,528	A1_VEN_8	Verona	Verona	Parona				X
Adige	245,689	246,528	A1_VEN_8	Verona	Pescantina	Nassar			X	X
Adige	258,727	262,656	A1_VEN_9	Verona	Verona	Depuratore / Boschetto / S. Pancrazio	X	X	X	X
Alpone	sez. 42		A1_VEN_10	Verona	S. Bonifacio	S. Bonifacio	X	X	X	X
Tramigna	sez. 21	Sez. 1	A1_VEN_11	Verona	S. Bonifacio	confluenza Alpone Tramigna	X	X	X	X
Tramigna	sez. 21	Sez. 1	A1_VEN_11	Verona	Soave	Soave	X	X	X	X
Alpone / Aldegà			A1_VEN_12	Verona	Monteforte D'Alpone	Monteforte D'Alpone	X	X	X	X
Chiampo / Aldegà			A1_VEN_12	Verona	S. Bonifacio	Cà dell'Ora / porzione tra Chiampo e Aldegà	X	X	X	X
Chiampo			A1_VEN_12	Vicenza	Gambellara	circondario casello A4 Montebello V.no	X		X	X
Chiampo			A1_VEN_12	Vicenza	Montebello Vicentino	circondario casello A4 Montebello V.no			X	X

CORSO ACQUA	TRATTA esondazione		cod TRATTA	PROVINCIA	COMUNE	LOCALITÀ	R4	R3	R2	R1
	dalla sez km	alla sez km								
Tasso	131	171	A1_VEN_13	Verona	Affi		X	X	X	X
Tasso	131	171	A1_VEN_13	Verona	Caprino Veronese		X	X	X	X
Tasso	131	171	A1_VEN_13	Verona	Costermano			X	X	X
Tasso	131	171	A1_VEN_13	Verona	Rivoli Veronese				X	X
Illasi			A1_VEN_14	Verona	Tregnago					X
Illasi			A1_VEN_14	Verona	Badia Calavena					X
Fibbio			A1_VEN_15	Verona	S. Martino B.A.		X	X	X	X
Fibbio			A1_VEN_15	Verona	Verona		X	X	X	X
Fibbio			A1_VEN_15	Verona	Zevio				X	X

APPENDICE C

Elenco delle frane R3, R2 ed R1 individuate nel sottobacino Adige-Chiampo.

FRANE A RISCHIO ELEVATO (R3)

N. ADB	COMUNE	LOCALITÀ	PROVINCIA	STRUTTURA	TIPO FRANA	CATASTO
7.101	Caprino Veronese	Braga	Verona	Bene architettonico	Crollo	
7.102	Dolcè	Dolcè abitato	Verona	Abitato	Crollo	39 VR
7.103	Badia Calavena	Ca' del Diavolo	Verona	Viabilità	Crollo	
7.104	S.Ambrogio di Valpolicella	Monte	Verona	Abitato	Rotazionale	6 VR
7.105	Negrar	Provale di Mazzano	Verona	Abitato	Rotazionale	38 VR
7.106	Fumane	Mazzurega	Verona	Abitato	Rotazionale	48 VR
7.107	Marano di Valpolicella	Purano	Verona	Viabilità	Crollo	
7.108	Vestenanova	Castelvero	Verona	Abitato	Rotazionale	8 VR
7.109	Vestenanova	Zandonà	Verona	Abitato	Rotazionale	
7.110	S.Giovanni Ilarione	Lore	Verona	Viabilità	Rotazionale	
7.111	S.Giovanni Ilarione	Pegnatti - Damasceni	Verona	Abitato	Complesso	19 VR
7.112	Chiampo	Filippozzi - Furlani	Vicenza	Abitato	Complesso	73 VI
7.113	Chiampo	Albanelli	Vicenza	Viabilità	Rotazionale	
7.114	Marano di Valpolicella	Purano	Verona	Viabilità	Crollo	
7.115	Montorso Vicentino	Valle Grande	Vicenza	Abitato	Rotazionale	
7.116	Brentino Belluno	Calcarola	Verona	Viabilità	Crollo	
7.117	Brentino Belluno	Preabocco-Corvara	Verona	Abitato(+S.S.11)	Crollo	

FRANE A RISCHIO MEDIO (R2)

N. ADB	COMUNE	LOCALITÀ	PROVINCIA	STRUTTURA	TIPO FRANA	CATASTO
7.301	Dolcè	Ossenigo	Verona	Viabilità (S.S.12)	Crollo	41 VR
7.302	Brentino Belluno	Strette di Rivalta	Verona	Viabilità	Crollo	67 VR
7.304	Caprino Veronese	Peagne	Verona	Viabilità	Rotazionale	11 VR
7.306	Crespadoro	Menaspà	Vicenza	Abitato	Crollo	
7.308	Vestenanova	Zovo - Valecco	Verona	Viabilità	Rotazionale	75 VR
7.309	Vestenanova	Zovo	Verona	Abitato (+S.Com.)	Colamento	5 VR
7.310	Vestenanova	Rugolotti	Verona	Viabilità	Colamento	
7.311	Dolcè S. Ambrogio di Valpolicella	Ceraino	Verona	Abitato (+S.S.12)	Crollo	68 VR
7.312	Dolcè S. Ambrogio di Valpolicella	Volargne - Ceraino	Verona	Viabilità (S.S.12)	Crollo	35 VR
7.313	Fumane	Costa delle Corone	Verona	Abitato (+S.Com.)	Crollo	47 VR
7.314	Negrar	Fane - Albarin	Verona	Viabilità	Rotazionale	52 VR
7.315	Grezzana	Lugo	Verona	Abitato (+S.P.)	Crollo	
7.316	Cerro veronese	Cogolara	Verona	Abitato (+S.Com.)	Rotazionale	
7.317	Negrar	Valle di Prun	Verona	Abitato (+S.Com.)	Crollo	71 VR
7.318	Negrar	Prun - Mospigolo	Verona	Abitato (+S.Com.)	Rotazionale	53 VR
7.319	Grezzana	Alcenago - Fosse	Verona	Viabilità	Scorrimento	
7.322	S.Mauro di Saline	Bebisti	Verona	Abitato	Rotazionale	
7.323	S.Mauro di Saline	Tavernole	Verona	Abitato	Rotazionale	1 VR
7.324	Badia Calavena	Canovi	Verona	Abitato	Rotazionale	7 VR
7.325	Chiampo	Cava Lovara	Vicenza	Frutteto	Rotazionale	
7.326	Vestenanova	Cimitero Vestenavecchia	Verona	Abitato	Rotazionale	

FRANE A RISCHIO MEDIO (R2)

N. ADB	COMUNE	LOCALITÀ	PROVINCIA	STRUTTURA	TIPO FRANA	CATASTO
7.327	Chiampo Vestenanova	Pardince - Mistorighi	Vicenza Verona	Viabilità	Rotazionale	
7.328	Vestenanova	Caraule	Verona	Abitato (+S.Com.)	Rotazionale	74 VR
7.330	Chiampo	Case Lovati	Vicenza	Viabilità	Rotazionale	71 VI
7.331	Chiampo	Case Zenari	Vicenza	Abitato	Rotazionale	78 VI
7.332	S.Giovanni Ilarione	Nebiotti-Moccia	Verona	Viabilità	Rotazionale	23 VR
7.333	S.Giovanni Ilarione	Cerina e Guaralto	Verona	Abitato (+S.P.)	Rotazionale	17 VR
7.334	Chiampo	Case Tonini	Vicenza	Viabilità	Rotazionale	82 VI
7.335	S.Giovanni Ilarione	Tessari	Verona	Abitato	Rotazionale	24 VR
7.336	Montecchia di Crosara	Fazzi	Verona	Viabilità	Rotazionale	25 VR
7.337	Roncà	S. Pietro di Brenton	Verona	Abitato	Rotazionale	76 VR

FRANE A RISCHIO MODERATO (R1)

N. ADB	COMUNE	LOCALITÀ	PROVINCIA	STRUTTURA	TIPO FRANA	CATASTO
7.601	Velo Veronese	Covoli di Velo	Verona	Viabilità	Crollo	2 VR
7.602	Vestenanova	Cracchi	Verona	Viabilità	Crollo	3 VR
7.603	Vestenanova	Laisi	Verona	Abitato	Rotazionale	4 VR
7.604	S.Mauro di Saline	Canton	Verona	Viabilità	Rotazionale	9 VR
7.605	Cognola ai Colli	Mezzomonte	Verona	Manufatti	Rotazionale	10 VR
7.606	Fumane	Vaio di Lena	Verona	Abitato	Rotazionale	12 VR
7.607	Montecchia di Crosara	Morini	Verona		Rotazionale	13 VR
7.608	S.Giovanni Ilarione	Coltrini	Verona	Viabilità	Rotazionale	14 VR
7.609	S.Giovanni Ilarione	Zamecheli al Cengio	Verona	Abitato	Rotazionale	15 VR
7.610	S.Giovanni Ilarione	Vandini	Verona	Abitato (+S.Com.)	Rotazionale	16 VR
7.611	S.Giovanni Ilarione	Strada per Lore	Verona	Viabilità	Rotazionale	18 VR
7.612	S.Giovanni Ilarione	Nanon	Verona	Viabilità	Rotazionale	20 VR
7.613	S.Giovanni Ilarione	Potacci	Verona		Rotazionale	21 VR
7.614	S.Giovanni Ilarione	Lovatini	Verona	Viabilità	Rotazionale	22 VR
7.615	Montecchia di Crosara	Cortivo	Verona	Abitato	Rotazionale	26 VR
7.616	Montecchia di Crosara	Vicentini	Verona	Vigneto	Rotazionale	27 VR
7.617	S.Mauro di Saline	Vajo della Gorla	Verona	Viabilità	Rotazionale	28 VR
7.618	Roverè Veronese	Vaio di Squaranto	Verona	Viabilità	Crollo	29 VR
7.619	Roverè Veronese	S.Francesco	Verona	Viabilità	Crollo	30 VR
7.620	Roverè Veronese	La Bettola	Verona		Rotazionale	31 VR
7.621	Caprino Veronese	Dosso della Croce	Verona	Abitato	Crollo	32 VR
7.622	Caprino Veronese	Fintanorbole	Verona	Abitato	Rotazionale	33 VR
7.623	S.Zeno di Montagna	Lumini	Verona	Viabilità	Rotazionale	34 VR
7.624	Dolcè	Dolcè	Verona	Viabilità	Crollo	40 VR
7.625	Dolcè	Peri	Verona	Abitato	Crollo	42 VR

FRANE A RISCHIO MODERATO (R1)

N. ADB	COMUNE	LOCALITÀ	PROVINCIA	STRUTTURA	TIPO FRANA	CATASTO
7.626	Lavagno	St.Bricco	Verona	Viabilità	Rotazionale	43 VR
7.627	Badia Calavena	Molini	Verona		Rotazionale	44 VR
7.628	Badia Calavena	Val Tanara-Trettene	Verona	Viabilità	Rotazionale	45 VR
7.629	Badia Calavena	Val Rugolotti	Verona	Viabilità	Rotazionale	46 VR
7.630	Badia Calavena	Cucco	Verona	Viabilità	Rotazionale	49 VR
7.631	Fumane	Breonio-Gorgusello	Verona	Abitato	Rotazionale	50 VR
7.632	Fumane	Valdari	Verona	Viabilità	Rotazionale	51 VR
7.633	Fumane	Tre Molini	Verona	Viabilità	Rotazionale	54 VR
7.634	Tregnago	Centro	Verona	Abitato	Rotazionale	55 VR
7.635	Tregnago	L'Antana	Verona	Viabilità	Rotazionale	56 VR
7.636	Negrar	Torbe	Verona	Vigneto	Rotazionale	58 VR
7.637	S.Mauro di Saline	Strengaro - Galgari	Verona	Viabilità	Rotazionale	60 VR
7.638	Vestenanova	Salata	Verona	Viabilità	Rotazionale	62 VR
7.639	Vestenanova	Riva-Cracchi	Verona	Viabilità	Rotazionale	63 VR
7.640	Vestenanova	Baldini	Verona	Viabilità	Rotazionale	64 VR
7.641	Grezzana	Coda di Alcenago	Verona	Abitato	Complesso	69 VR
7.642	S.Giovanni Ilarione	Scaglia	Verona	Viabilità	Rotazionale	73 VR
7.643	S.Giovanni Ilarione	Zini	Verona	Viabilità	Rotazionale	77 VR
7.644	Vestenanova	Fitto	Verona		Rotazionale	79 VR
7.645	Chiampo	Vignaga	Vicenza		Rotazionale	64 VI
7.646	Crespadoro	Via Roma	Vicenza		Rotazionale	69 VI
7.647	Chiampo	Case Nardi	Vicenza	Abitato (+S.Com.)	Rotazionale	70 VI
7.648	Chiampo	Case Sacramundi	Vicenza	Abitato (+S.Com.)	Rotazionale	72 VI
7.649	Chiampo	Case Faedi-Moia	Vicenza		Crollo	75 VI
7.650	Chiampo	Case Faldi	Vicenza	Viabilità	Rotazionale	76 VI

FRANE A RISCHIO MODERATO (R1)

N. ADB	COMUNE	LOCALITÀ	PROVINCIA	STRUTTURA	TIPO FRANA	CATASTO
7.651	Chiampo	Case Rudella	Vicenza		Rotazionale	77 VI
7.652	Chiampo	Case Mazzarei	Vicenza	Viabilità	Rotazionale	79 VI
7.653	Chiampo	Case Fantoni	Vicenza	Abitato (+S.Com.)	Scivolamento	80 VI
7.654	Chiampo	Case Faggiana	Vicenza	Abitato	Rotazionale	81 VI
7.655	Chiampo	Case Cischi	Vicenza	Abitato (+S.Com.)	Rotazionale	83 VI
7.656	Arzignano	Via Conche	Vicenza	Prato*	Rotazionale	85 VI
7.657	Arzignano	Via Calvarina	Vicenza	Frutteto*	Rotazionale	86 VI
7.658	Arzignano	Monte Main	Vicenza	Bosco*	Rotazionale	87 VI
7.659	Arzignano	C.Di Mezzo	Vicenza	Abitato*	Rotazionale	88 VI
7.660	Arzignano	Valnova	Vicenza	Viabilità*	Rotazionale	89 VI
7.661	Montorso Vicentino	Case Bertola	Vicenza		Rotazionale	90 VI
7.662	Nogarole Vicentino	Cava Merzo	Vicenza	Viabilità*	Rotazionale	91 VI
7.663	S.Pietro Mussolino	Case Lore	Vicenza	Abitato*	Rotazionale	92 VI
7.664	Nogarole Vicentino	Str.Chiampo-Nogarole	Vicenza	Viabilità*	Rotazionale	93 VI
7.665	Altissimo	Valle Corta	Vicenza	Viabilità	Rotazionale	94 VI
7.666	Altissimo	Case Lasta (Sud)	Vicenza		Rotazionale	95 VI
7.667	Altissimo	Case Cocco	Vicenza		Rotazionale	96 VI
7.668	Altissimo	Case Lasta (Nord)	Vicenza		Rotazionale	97 VI
7.669	Altissimo	Case Toldo	Vicenza		Rotazionale	98 VI
7.670	Altissimo	Case Broggi	Vicenza		Rotazionale	99 VI
7.671	Altissimo	Case Gecchele	Vicenza		Rotazionale	100 VI
7.672	Altissimo	Cimitero	Vicenza		Rotazionale	101 VI
7.673	Crespadoro	Volpiano Di Sopra	Vicenza	Viabilità	Rotazionale	102 VI
7.674	Crespadoro	Case Siuri	Vicenza		Rotazionale	103 VI
7.675	Crespadoro	Case Peroni	Vicenza		Crollo	104 VI

FRANE A RISCHIO MODERATO (R1)

N. ADB	COMUNE	LOCALITÀ	PROVINCIA	STRUTTURA	TIPO FRANA	CATASTO
7.676	Crespadoro	Case Bordellini	Vicenza		Rotazionale	105 VI
7.677	Altissimo	Case Bauci	Vicenza		Rotazionale	106 VI
7.678	Altissimo	Monte Postale	Vicenza		Rotazionale	131 VI
7.679	Altissimo	Lasta	Vicenza		Rotazionale	132 VI
7.680	Arzignano	Val Mora	Vicenza	Torrente	Rotazionale	137 VI
7.681	Arzignano	Via Calvarina-Fongari	Vicenza		Rotazionale	148 VI
7.682	Badia Calavena	Taioli-Scandolara	Verona	Viabilità	Smottamento	VR
7.683	Caprino Veronese	Coalini-Coliel	Verona			VR
7.684	Caprino Veronese	Val Di Giare-Vimezzano	Verona		Crollo	VR
7.685	Dolcè	Peri-Valenassi	Verona		Colata	VR
7.686	Fumane	Molina	Verona	Viabilità		VR
7.687	Negrar	Noval (Di Torbe)	Verona	Viabilità	Rotazionale	VR
7.688	Roncà	Nibai-Mecenero	Verona			VR
7.689	Roncà	Strada Roncà Mozzarei	Verona	Viabilità	Rotazionale	VR
7.690	Roncà	S.Zeno	Verona	Viabilità	Rotazionale	VR
7.691	S.Giovanni Ilarione	Beltrami	Verona			VR
7.692	S.Giovanni Ilarione	Rampi	Verona	Viabilità	Rotazionale	VR
7.693	S.Giovanni Ilarione	Rebelli	Verona	Viabilità	Rotazionale	VR
7.694	S.Giovanni Ilarione	Rossetti Al Motto	Verona			VR
7.695	S.Mauro di Saline	Monte Alto	Verona	Abitato	Rotazionale	VR
7.696	S.Mauro di Saline	Pezzori Basso	Verona	Abitato	Rotazionale	VR
7.697	Selva di Progno	Boscangrobe	Verona	Viabilità	Crollo	VR
7.698	Selva di Progno	Giazza	Verona	Viabilità	Crollo	VR
7.699	Selva di Progno	Levorati	Verona	Viabilità		VR
7.700	Selva di Progno	Martelletti	Verona	Coltivazioni		VR

FRANE A RISCHIO MODERATO (R1)

N. ADB	COMUNE	LOCALITÀ	PROVINCIA	STRUTTURA	TIPO FRANA	CATASTO
7.701	Selva di Progno	Rama (Finco)	Verona	Viabilità	Rotazionale	VR
7.702	Selva di Progno	San Bortolo	Verona	Viabilità	Rotazionale	VR
7.703	Selva di Progno	Vaio Molinari	Verona	Torrente	Crollo	VR
7.704	Vestenanova	Brusaferrì	Verona	Viabilità		VR
7.705	Vestenanova	Ca' Martini	Verona	Viabilità	Smottamento	VR
7.706	Vestenanova	Campo Sportivo in località Ostarei	Verona	Abitato	Rotazionale	VR
7.707	Arzignano	Dal Maso	Vicenza	Abitato	Rotazionale-crollo	VI
7.708	Arzignano	Valle Rio Torto	Vicenza	Frutteto	Rotazionale	VI
7.709	Arzignano	Via Borgo Vallaro	Vicenza	Torrente	Rotazionale	VI
7.710	Arzignano	Via Ca' Balbo	Vicenza	Viabilità	Colamento	VI
7.711	Arzignano	Via Zini	Vicenza	Viabilità	Rotazionale	VI
7.712	Chiampo	Cava Singieli	Vicenza	Viabilità	Scivolamento	VI
7.713	Chiampo	C.Fracassi	Vicenza	Abitazione + Viabilità	Rotazionale	VI
7.714	Chiampo	Sella	Vicenza	Frutteto	Traslazionale	VI
7.715	Chiampo	Valle Fracassi	Vicenza	Viabilità	Rotazionale	VI
7.716	Chiampo	Via Agello	Vicenza	Abitato	Colamento	VI
7.717	Chiampo	Tosetti Alti	Vicenza	Abitato	Colamento	VI
7.718	Chiampo	Tosetti Bassi	Vicenza	Viabilità	Traslazionale	VI
7.719	Crespadoro	Cattazzi-Marana	Vicenza	Acquedotto	Rotazionale	VI
7.720	Crespadoro	Pasquali- Marana	Vicenza	Viabilità	Rotazionale	VI
7.721	Crespadoro	Strada Bazzavalda	Vicenza	Viabilità	Rotazionale	VI
7.722	Crespadoro	Strada Bruni	Vicenza	Viabilità	Rotazionale	VI
7.723	Crespadoro	Strada Campodalbero-Marana	Vicenza	Viabilità	Rotazionale	VI
7.724	Crespadoro	Str. Cattazzi-Durlo	Vicenza	Viabilità	Rotazionale	VI
7.725	Crespadoro	Str. Chiesa-Durlo	Vicenza	Viabilità e fognatura	Rotazionale	VI

FRANE A RISCHIO MODERATO (R1)

N. ADB	COMUNE	LOCALITÀ	PROVINCIA	STRUTTURA	TIPO FRANA	CATASTO
7.726	Crespadoro	Str. Ferrazza-Campodalbero	Vicenza	Viabilità	Complesso	VI
7.727	Crespadoro	Str. Graizzari Di Sopra	Vicenza	Viabilità	Rotazionale	VI
7.728	Crespadoro	Str. Meceneri-Corte-Cattazzi-Marana	Vicenza	Viabilità	Rotazionale	VI
7.729	Crespadoro	Str. Pasquali Durlo	Vicenza	Viabilità	Rotazionale	VI
7.730	Crespadoro	Zancon	Vicenza	Abitato	Rotazionale	VI
7.731	Caprino Veronese	Zerman	Verona	Viabilità	Rotazionale	11 VR
7.732	Fumane	Camporiondo	Verona	Viabilità	Rotazionale	70 VR
7.733	Badia Calavena	S.Andrea	Verona	Viabilità	Inghiottitoio	61 VR
7.734	Grezzana	Stallavena	Verona	Abitato (+S.P.)	Crollo	59 VR
7.735	Badia Calavena	Castellotti-Raussi	Verona	Viabilità	Rotazionale-crollo	57 VR
7.736	Vestenanova	Tezza	Verona	Abitato	Rotazionale	