

**Regione
Lombardia**

**Provincia di
Brescia**



COMUNE DI VIONE



OGGETTO

**INDIVIDUAZIONE DEL
RETICOLO IDRICO MINORE
E DELLE FASCE DI RISPETTO
(AI SENSI DELLA d.g.r. N° 7/7868 DEL 25.01.2002)**

ELABORATO

**RELAZIONE IDROLOGICA
ED IDRAULICA**

ALLEGATO n°:

4

DATA

NOVEMBRE 2004

GRUPPO DI LAVORO

AGGIORNAMENTO



Geologia Tecnica Camuna
Studio associato-tel/fax 0364 533637
Via Albera, 3-Darfo Boario Terme (BS)
E-mail : info@geotec-studio.it

ZANOTTI

STUDIO TECNICO E TOPOGRAFICO
geom. RICCARDO ZANOTTI

Via Sala, 58 25048 EDOLO (Brescia)
tel.0364.72169 - fax .0364.778348
E-mail: zanotti@globaledolo.it
P.IVA 00539070987

**Ing. BERTONI P.F.
Geom. MATTIOLI S.**

STUDIO TECNICO ASSOCIATO
Via Nazionale, n. 1 - 25040 - Braone (BS)
tel. 0364/433806 - fax. 0364/436245
e. mail: studio_bm@tin.it

TIMBRI E FIRME

APPROVAZIONE

1	Premessa	2
2	Valutazione della portata dei corsi d'acqua	3
2.1	Analisi dei dati pluviometrici.....	3
2.2	Portata critica dei corsi d'acqua	6
2.2.1	Il modello regionalizzato (o della portata indice).....	6
2.2.2	Il modello razionale.....	7
2.2.3	Il modello Giandotti – modello Giandotti-Visentini.....	8
3	Verifiche idrauliche	11
3.1	VN 02: Valle delle Goie.....	12
3.2	VN 03: Valle Fossano	13
3.3	VN 04: Torrente Vallina	14

1 Premessa

Nell'ambito dell'individuazione del reticolo idrico minore del Comune di Vione, secondo le indicazioni contenute nella D.G.R. n° 7/7868 del 25 gennaio 2002, per i corsi d'acqua minori per i quali vengono proposte delle fasce di rispetto dell'ampiezza pari a 4 m, sono state condotte delle verifiche idrauliche o comunque viene giustificata la scelta.

Nella presente relazione vengono riportate le valutazioni idrogeologiche ed i calcoli di portata e la descrizione delle verifiche idrauliche condotte per i seguenti corsi d'acqua:

VN 02 Valle delle Goie: tratto compreso fra l'intersezione dei due rami del torrente e il tratto intubato a valle della SS 42 del Passo Tonale e della Mendola;

VN 03 Torrente Fossano: partendo dal tratto a cielo aperto di quota 1110 m s.l.m. fino al tratto intubato a valle della SS 42 del Passo Tonale e della Mendola;

VN 04 Torrente Vallina: nel tratto a cielo aperto all'interno dell'abitato dalla quota di 1124m s.l.m. fino al Fiume Oglio;

Di seguito si riporta la descrizione delle metodologie di calcolo utilizzate per la stima delle portate di massima piena ai corsi d'acqua presenti nel territorio comunale e per le verifiche idrauliche, come illustrato nei fogli di calcolo in allegato. Le sezioni sottoposte a verifiche idrauliche sono state ricavate da rilievi speditivi eseguiti lungo i corsi d'acqua.

Si riporta inoltre una breve descrizione dei risultati, rimandando alle proposte di normativa in allegato.

2 Valutazione della portata dei corsi d'acqua

Nel presente paragrafo viene descritta la metodologia di calcolo utilizzata per la valutazione delle portate critiche dei corsi d'acqua, attenendosi agli aspetti morfometrici desunti dall'esame della cartografia tecnica di base (Carta Tecnica Regionale).

In primo luogo sono stati presi in considerazione gli aspetti pluviometrici relativi alle stazioni presenti nell'ambito dell'area di indagine e successivamente è stata fatta una stima della portata di massima piena sia relativamente alla frazione liquida che alla portata liquida comprensiva del trasporto solido.

2.1 Analisi dei dati pluviometrici

Nella fase preliminare dell'indagine sono stati esaminati i valori massimi delle precipitazioni registrati alle stazioni presenti nell'area d'indagine e riportate nello "*Studio delle precipitazioni intense in provincia di Brescia e verifica funzionale della rete pluviometrica esistente*" (Provincia di Brescia, 1985). In particolare, sono stati presi in esame i valori registrati alla stazione di Temù, ritenuta rappresentativa del regime pluviometrico del territorio studiato.

I dati sono riferiti alle serie dei massimi annuali di precipitazione consecutive di durata pari a 1, 3, 6, 12, 24 ore nonché di 1 giorno convenzionale. L'entità delle precipitazioni è riportata in termini di altezze di pioggia espresse in millimetri; per ogni singolo evento è riportata la data di registrazione.

Il testo consultato, per la stazione di Temù, ricostruisce le rette di possibilità climatica in funzione del tempo di ritorno; questo è un dato statistico e corrisponde al numero di anni medio nel quale un dato evento può uguagliarsi o superarsi. Il tempo di ritorno non rappresenta una scadenza fissa per il prodursi di un evento ma solo un suo valore medio.

L'espressione delle curve segnalatrici di possibilità climatica, che permettono di definire l'altezza di pioggia massima prevedibile nell'area considerata in funzione del tempo di ritorno e della durata della pioggia, è del tipo:

$$h(d, TR) = a \times d^n$$

dove

h = precipitazione in mm per un determinato Tempo di Ritorno;

d = durata della precipitazione in ore;

a, n = coefficienti delle curve segnalatrici per un assegnato tempo di ritorno.

Mediante tali espressioni, assegnata la durata della pioggia, è possibile valutare l'altezza di pioggia massima attendibile in funzione del tempo di ritorno espresso in anni. Per quanto riguarda la stazione di Temù, i valori dei coefficienti della curva per un tempo di ritorno (TR) pari a 100 anni sono i seguenti:

Temù	a	n
TR= 100 anni	25.901996	0.54369091

- L'elaborazione dei dati pluviometrici di Ranzi R., M. Mariani, E. Rossini, B. Armanelli, B. Bacchi

Nel recente lavoro dell'Università degli Studi di Brescia - Dipartimento di Ingegneria Civile, - Analisi e sintesi delle piogge intense del territorio bresciano - R. Ranzi, M. Mariani, E. Rossini, B. Armanelli, B. Bacchi, vengono presi in esame i dati delle precipitazioni massime annuali di durata compresa fra 1 e 24 ore, oltre alle precipitazioni massime giornaliere, disponibili relativamente al territorio della Provincia di Brescia. L'analisi condotta ha portato alla stima dei parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica puntuali, attraverso l'elaborazione statistica dei dati relativi alle precipitazioni di massima intensità con i metodi di Gumbel e GEV. I risultati del lavoro sono riassunti in mappe e tabelle ed il regime pluviometrico del territorio esaminato viene espresso da una curva segnalatrice di possibilità pluviometrica, rappresentata dalla seguente espressione:

$$h(d, T) = a_t * d^{n_1}$$

dove

$$a_T = m_1 \left\{ 1 - \frac{CV \sqrt{6}}{\pi} \left[\varepsilon + \text{LnLn} \left(\frac{T}{T-1} \right) \right] \right\}$$

è l'altezza di pioggia massima oraria di tempo di ritorno T in cui:

CV = coefficiente di variazione medio areale delle precipitazioni massime annuali di durata compresa fra 1 e 24 ore;

m_1 = media areale delle precipitazioni massime annuali di durata 1 ora;

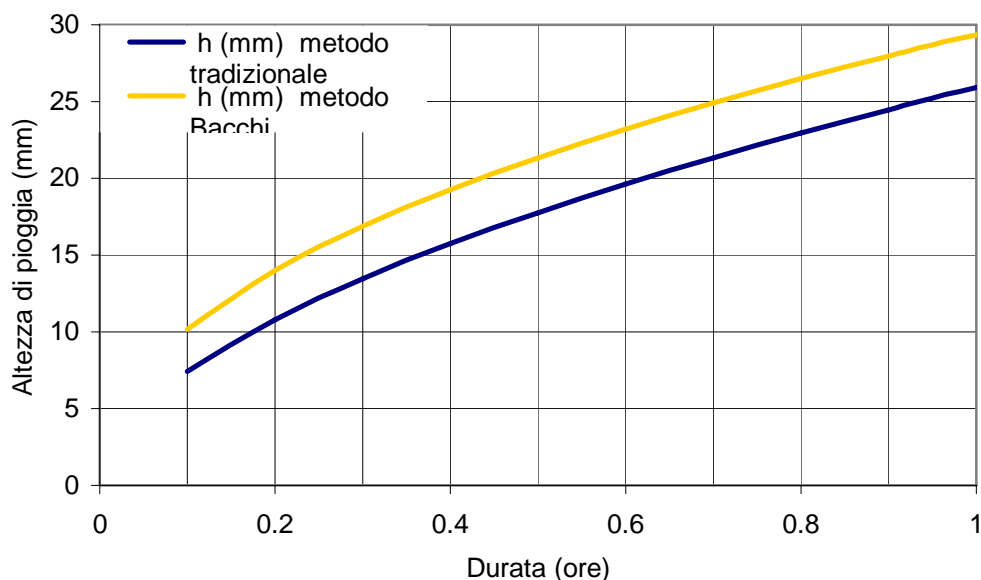
n_1 = media areale dell'esponente di scala delle altezze medie dei massimi annuali delle piogge di durata d compresa fra 1 e 24 ore.

Nel testo consultato, per la stazione di Temù, sono riportati i valori dei parametri necessari per il calcolo della curva segnalatrice della possibilità pluviometrica:

TEMU'	CV	m_1	n_1
TR= 100 anni	0.319	14.67	0.46

Per ogni bacino idrografico, attraverso le curve di possibilità pluviometrica è possibile stimare la massima pioggia caduta conoscendo il tempo di corrivazione.

Rette di possibilità climatica per TR = 100 anni



Il tempo di corrivazione è un elemento caratteristico di ogni bacino idrografico ed indica il tempo che impiega la goccia di pioggia caduta alla massima distanza ad arrivare alla sezione di chiusura. In pratica definisce il momento in cui alla sezione di chiusura giungono insieme i contributi di tutte le parti che formano il bacino stesso, dando la portata di massima piena.

Il confronto della rappresentazione grafica delle rette di possibilità climatica definite con i metodi illustrati (vedasi grafico), consente di analizzarne i risultati e meglio definire l'applicabilità dei metodi per diversi tempi di corrivazione. In particolare, si osserva come la curva ottenuta con i metodi tradizionali fornisca in ogni caso dei valori di pioggia minori rispetto al metodo di Bacchi.

Codice corso d'acqua	Tempo corrivazione Tc (ore)	h pioggia critica	h pioggia critica
		metodo Bacchi	metodi tradizionali
VN 01	0.70	24.87	19.40
VN 02	0.23	14.82	11.30
VN 03	0.11	29.35	7.70
VN 04	0.41	29.35	15.00
VN 05	0.22	14.58	10.30
VN 06	0.19	13.67	10.30
VN 07	0.83	26.96	21.20
VN 08	0.25	15.61	12.80
VN 09	0.25	15.45	12.50
VN 10	0.44	20.10	16.00

2.2 Portata critica dei corsi d'acqua

Per l'analisi delle portate massime lungo gli impluvi, sono state effettuate delle valutazioni sulla base delle metodologie disponibili in letteratura. I risultati dell'analisi condotta sono riassunti nei fogli di calcolo riportati in allegato a fine testo, nei quali vengono sinteticamente descritti i metodi utilizzati.

Valutate le modalità di alimentazione dei bacini montani considerati, particolare attenzione è stata volta al MODELLO RAZIONALE (afflussi/deflussi) ed al MODELLO REGIONALE, cercando di elaborare criticamente i coefficienti che influiscono sulle condizioni di deflusso.

2.2.1 Il modello regionalizzato (o della portata indice).

Il valore delle portate di piena di assegnato tempo di ritorno (TR) per la generica sezione d'interesse del reticolo idrografico dei corsi d'acqua bresciani, può essere espresso mediante il metodo della portata indice, basato sulla stima della legge di distribuzione di probabilità del rapporto tra la portata al colmo e la sua media, supposta uniformemente distribuita. La relazione ottenuta per i bacini della provincia di Brescia ed illustrata in *Valutazione delle portate di piena della Provincia di Brescia – B. Bacchi, B. Armanelli, E. Rossini (Università degli Studi di Brescia/Dipartimento di Ingegneria Civile)* ha la forma:

Il valore della portata di massima piena alla sezione d'interesse lungo un corso d'acqua, che sottende un bacino con estensione A, può essere calcolata come il prodotto

$$Q_{c,T} = m(Q_c)X_T$$

dove le stime di $m(Q_c)$ e $u(Q_c)$, per le dimensioni del bacino in esame, possono essere calcolate con la seguente relazione:

$$X_T = \frac{Q_c}{\mu(Q_c)} = 1 + 0,53 \frac{(\exp(0,0521 * Y_G) - 1,033)}{0,072}$$

$$m(Q_c) = 3,24 * A^{0,73}$$

2.2.2 Il modello razionale.

Per la stima delle portate massime attendibili alle sezioni di chiusura del bacino idrografico, è stato applicato il metodo afflussi-deflussi, mediante l'applicazione della formula:

$$Q_{c,T} = \frac{1}{3.6} \times \Phi \times r(A, d) \times A \times a_T \times T_c^{n_1-1}$$

Di seguito vengono descritti i singoli passi, ed i risultati dei calcoli sono riportati nei fogli di calcolo riportati a fine testo:

dalla relazione della curva segnalatrice di possibilità proposta in precedenza (*Bacchi et al.*) è stata ricavata l'altezza di pioggia media puntuale sul bacino;

il valore medio areale viene definito sulla base del *ragguaglio*, valutato con il metodo proposto da *Moisello e Papiri* (1986), che fornisce il coefficiente di ragguaglio r in funzione dell'area A e della durata di pioggia considerata d ;

$$r(A, d) = 1 - \exp\left[- 2.472 A^{-0.242} d^{0.6 - \exp(-0.643 A^{0.235})}\right]$$

viene stimato il tempo di corrivazione T_c mediante la formula

$$T_c = \frac{3.3\sqrt{A} + 3.2L}{\sqrt{H_{med} - H_{idr}}}$$

il parametro Φ viene espresso in funzione dell'estensione del bacino e del TR secondo la seguente relazione:

$$\Phi = 0.298 \cdot T^{0.052} \cdot A^{0.085}$$

valida per $20 < A < 300 \text{ km}^2$ e per $10 < T < 200$ anni

In realtà i bacini idrografici considerati hanno superfici nettamente inferiori ai 20 km^2 , di conseguenza l'espressione per il calcolo del coefficiente di deflusso appena vista perde validità.

Dopo un'attenta analisi delle caratteristiche morfologiche dei bacini idrografici presi in esame si è ritenuto appropriato considerare un coefficiente di deflusso pari a $\Phi = 0.85$.

2.2.3 Il modello Giandotti – modello Giandotti-Visentini

Il metodo Giandotti, comunemente usato, ha il pregio di considerare gli aspetti cinematici che agiscono nel bacino e nel corso d'acqua considerandone l'area, l'altitudine media e lunghezza dell'asta fluviale.

Dopo aver calcolato il tempo di corrivazione t_c , parametro strettamente collegato alle caratteristiche del bacino tributario, si definisce l'altezza h_c di pioggia caduta nel tempo t_c che viene ragguagliata in funzione alle caratteristiche del bacino tributario.

$$t_c = \frac{4 \times \sqrt{S_b} + 1.5 \times L}{0.8 \times \sqrt{H_m}} =$$

$$Q_c = 0,278 \times \frac{\gamma \times \psi}{\lambda \times t_c} \times h_{cr} \times S_b \times Cd =$$

La portata massima si ottiene in occasione di eventi meteorici nei quali si registra un'altezza di pioggia pari all'altezza critica (h_c) in un tempo pari al tempo di corrivazione (t_c).

Il metodo Giandotti, valido per bacini di tipo montano o collinare di grandi dimensioni, tende a sovrastimare la portata critica per quelli di piccole dimensioni come quelli in esame.

Visentini, modificando il metodo Giandotti, dà una stima anche del trasporto solido del un corso d'acqua.

I dati di portata proposti sono il risultato dell'elaborazione dei dati idrologici ed idraulici a disposizione; tali elementi, in relazione al significato del metodo razionale adottato per il calcolo dei valori di portata, in mancanza di misure idrauliche dirette e continue, sono da ritenere dunque rappresentativi delle reali condizioni che regolano il deflusso delle acque meteoriche nel bacino in esame. A solo scopo di confronto, nei fogli di calcolo a fine testo sono riportati i risultati dell'applicazione dei metodi di calcolo normalmente utilizzati; i parametri introdotti sono tarati alle condizioni dell'ambito in esame e ricavati dalle tabelle di confronto riportate in letteratura.

<i>Metodo</i>	<i>Formula</i>
METODO DI GIANDOTTI	$Q_{\max} = 0,278 \times \frac{\gamma \times \psi}{\lambda \times t_c} \times h_{cr} \times S_b \times Cd =$
METODO DI GIANDOTTI - VISENTINI	$Q_{\max} = 0,278 \times \frac{\gamma \times \psi}{\lambda \times t_c} \times h_{cr} \times S_b \times Cd =$
METODO EMPIRICO DI A. FORTI (1920)	$Q_c = \left(\alpha \times \frac{500}{S_b + 125} + \beta \right) \times S_b$
METODO EMPIRICO PROPOSTO DA MYER perfezionato ai corsi d'acqua della Valle Camonica negli studi idraulici della L102/90 - Legge Valtellina	$Q_c = \left(\frac{a \times S_b}{3.6} \right) \times 1.115 \times (S_b)^{-0.193}$

Dalla valutazione critica dei risultati ottenuti e dai confronti con analisi condotte su bacini idrografici aventi caratteristiche simili a quelli dei corsi d'acqua in esame, si ritiene che il valore di portata critica più attendibile, relativo alla sola portata liquida, sia quello ottenuto tramite il Metodo della Formula Razionale.

Tuttavia, valutate le caratteristiche geomorfologiche del bacino idrografico, è necessario considerare un aumento della portata liquida, al fine di tener conto del trasporto solido del torrente (trasporto in sospensione + carico di fondo).

Nell'ipotesi di una miscela liquido+solido con densità pari a:

$$\gamma_{\text{sol+liq}} = 1.2 - 1.4 \text{ t/m}^3$$

considerando per il detrito preso in carico una densità pari a:

$$\gamma_{\text{sol}} = 2.65 \text{ t/m}^3$$

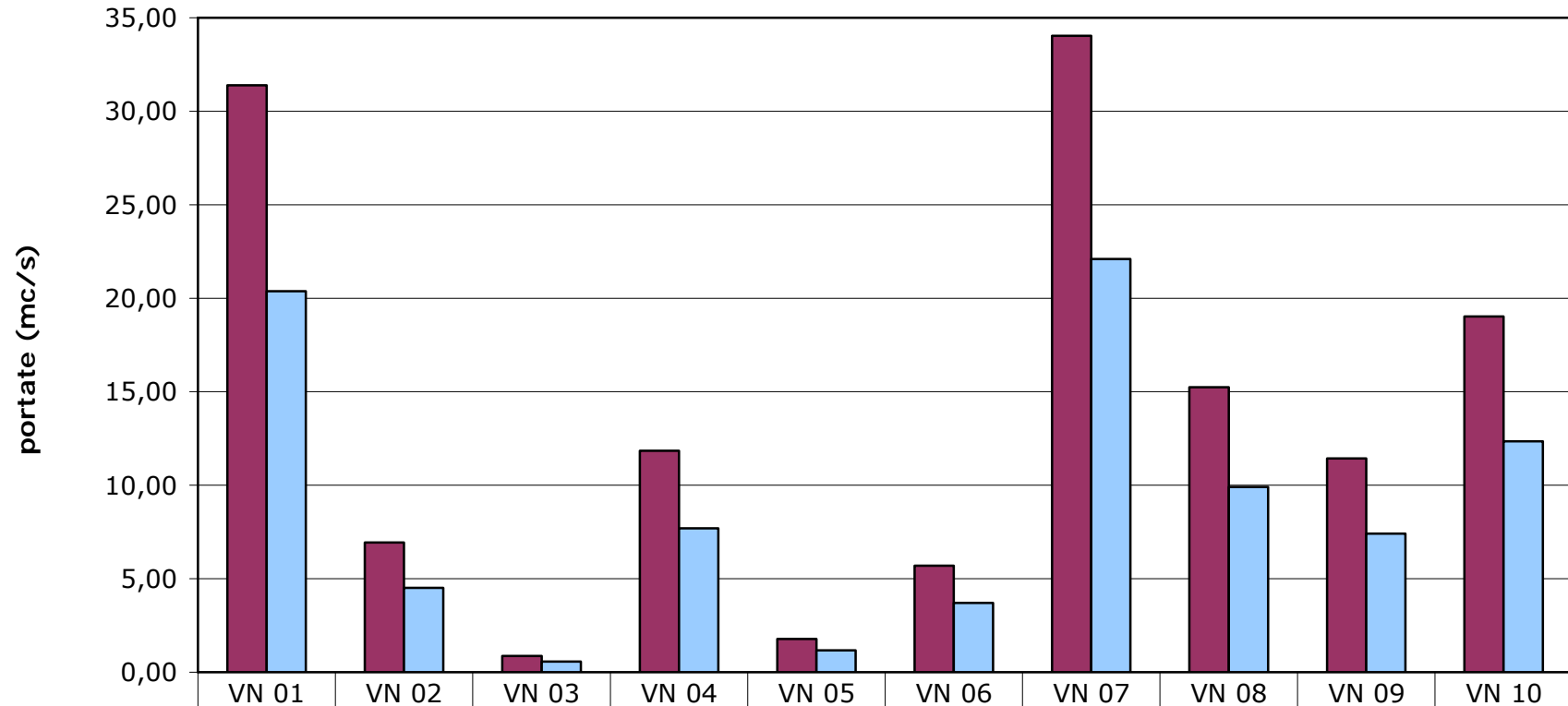
si ottiene per la miscela una concentrazione pari a:

$$C = 0.12 - 0.24.$$

Sulla base di tali considerazioni la portata complessiva dovuta alla capacità di trasporto della corrente è il risultato del prodotto della portata liquida per un coefficiente compreso fra 1.13 e 1.54.

Le portate massime complessive (liquido+solido) e le portate massime liquide ottenute, per ogni corso d'acqua considerato, sono state riportate nel grafico qui di seguito.

Portate massime ottenute con il metodo razionale



■ Qmax (liq+sol)	31,39	6,94	0,86	11,85	1,79	5,70	34,03	15,24	11,43	19,02
■ Qmax (liq)	20,38	4,51	0,56	7,70	1,16	3,70	22,10	9,90	7,42	12,35

3 Verifiche idrauliche

Dopo aver stimato, con il Metodo della Formula Razionale, la portata massima liquida e quella comprensiva del trasporto solido in sospensione, è possibile eseguire una serie di verifiche idrauliche su alcune sezioni ritenute critiche dei corsi d'acqua.

Per garantire che la portata individuata possa attraversare la sezione senza fuoriuscita di acqua o materiale solido è necessario che questa sia inferiore o al limite uguale alla portata massima transitabile ottenuta dalle verifiche.

La verifica idraulica sulle sezioni dei singoli tratti di canalizzazione è stata effettuata considerando l'equazione di moto uniforme per cui:

$$Q = V \times S$$

Q = Portata transitabile nella sezione S

V = Velocità di deflusso

Per la valutazione della velocità del deflusso, è stata applicata la formula proposta Manning:

$$V = 1/n \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

in cui:

1/n = Coefficiente di Manning

R = raggio idraulico

i = pendenza

Il valore del coefficiente di Manning, detto anche coefficiente di scabrezza, è una misura globale della resistenza al moto dell'acqua. Valori alti indicano maggior scabrezza del fondo dell'alveo comportando una diminuzione nella velocità del flusso. La sua scelta deve essere fatta a seguito di un dettagliato rilievo di campagna considerando i materiali che costituiscono e caratterizzano l'alveo; successivamente dalla letteratura è possibile individuare il valore del coefficiente più adatto per ciascuna sezione. In questo modo è stato possibile ricavare l'altezza del pelo libero della corrente.

Le sezioni, rilevate speditivamente, sono state posizionate in corrispondenza di ponti e tombotti lungo attraversamenti stradali o in zone ritenute comunque significative. La geometria è stata rilevata direttamente in campagna attraverso l'uso di una cordella metrica.

In allegato a fine testo si riportano i fogli di calcolo delle verifiche condotte relative alle sezioni prese in esame.

3.1 VN 02: Valle delle Goie

Nel tratto più a monte del corso d'acqua (foto 3) permangono fasce di rispetto di 10m. A valle dell'intersezione dei due rami del torrente, in prossimità delle prime abitazioni, risulta importante verificare la possibilità di un'esondazione. Per tanto si sono analizzate tre sezioni ritenute critiche.

- *Sezione 1:* poco a valle dell'intersezione dei due rami del torrente (foto1);
- *Sezione 2:* tombotto 2, attraversamento stradale di Via Dante (foto 3-4);
- *Sezione 3:* tombotto 1, attraversamento della SS 42 (foto 6);

Il torrente è caratterizzato da due rami che unendosi a quota 1104m danno origine ad un unico corso d'acqua che scende a valle attraversando due tombotti in corrispondenza della SP di Via Dante e della SS 42.

Il Comune di Vione, ha inoltre realizzato degli interventi di derivazione poco a valle della confluenza dei due rami del torrente, incanalando le acque all'interno di tubi di diametro di 0.20m tramite piccole griglie metalliche. In prossimità della sezione 1 l'impluvio naturale è ampio e delimitato da muri in pietra e calcestruzzo. In periodi di scarsa piovosità, in tale sezione, l'acqua viene interamente raccolta nelle griglie di derivazione e portata a valle di Via Dante tramite il condotto interrato. Durante piogge prolungate l'acqua non riesce ad essere allontanata tramite i tubi di raccolta (che periodicamente sono soggetti ad intasamento ad opera del materiale solido trasportato dalla corrente) e scendendo lungo l'impluvio naturale va, in parte, ad invadere la sede stradale disperdendosi a valle (foto 2). In corrispondenza dell'attraversamento con Via Dante (sezione 2) in aggiunta al tubo di derivazione è presente il tombotto a sezione circolare di diametro 1,40m del vecchio percorso del torrente, che in concomitanza di una portata di massima piena riceve l'acqua che non riesce a defluire attraverso il tubo di derivazione (vedi foto 3-4).

Il tratto di alveo compreso tra Via Dante la SS 42 è a cielo aperto e le acque presenti defluiscono secondo il vecchio tracciato per esser poi definitivamente intubato a valle del secondo tombotto.

I risultati ottenuti dalle verifiche evidenziano condizioni di sicurezza e permettono di adottare fasce di rispetto di 4m per tutto il tratto di torrente analizzato.

Sezione numero	Coefficiente Manning	Velocità (m/s)	Pendenza	Franco (m)	Qmax (m ³ /s)	Qliq (m ³ /s)	Qtransitabile (m ³ /s)
1	0.045	6.71	0.30	0.15	6.94	4.51	8.79
2	0.028	9.68	0.35	0.85	6.94	4.51	7.45
3	0.045	6.28	0.35	1.20	6.94	4.51	10.05

Il corso d'acqua nell'ultimo tratto, a valle della SS 42, è completamente intubato e decorre lungo il tracciato stradale: si propongono fasce di rispetto aventi l'ampiezza pari alla larghezza della sede stradale.

3.2 VN 03: Valle Fossano

Il torrente a monte del tratto analizzato è caratterizzato da un alveo con sponde molto basse e il fondo intasato dal trasporto solido: in concomitanza di piene l'acqua tende ad esondare all'altezza della strada sterrata a quota 1120m disperdendosi sui versanti adiacenti. Fino a tale tratto si consigliano fasce di rispetto di 10m.

Le verifiche idrauliche sono state condotte su sezioni posizionate più a valle fino ad arrivare al tratto intubato a valle della SS 42.

- *Sezione 1:* tratto a valle della strada sterrata di quota 1120m (foto 1);
- *Sezione 2:* tratto in corrispondenza dei primi edifici, a monte di Via Dante (foto 2);
- *Sezione 3:* tombotto 2, attraversamento di Via Dante (foto 3);
- *Sezione 4:* tombotto 1, attraversamento della SS 42 (foto 4);
- *Sezione 5:* condotto circolare presente all'uscita del tombotto della SS 42 (foto 5-6);

Il torrente mostra un tracciato a cielo aperto fino a Via Dante dove viene fatto passare attraverso dei condotti circolari con diametro di 1.40m, al di sotto del piazzale antistante gli edifici a monte della strada. L'acqua attraversa il primo condotto per poi tornare a scorrere in superficie fino alla SS 42 dove si trova un secondo tombotto. Da qui il torrente scende a valle completamente intubato.

In aggiunta al tracciato descritto, il Comune di Temù ha realizzato una derivazione delle acque in corrispondenza del primo condotto con dei tubi di sezione circolare di diametro 0.20-0.25m; l'acqua viene raccolta nei tubi di derivazione (soggetti ad intasamento ad opera del materiale solido trasportato dalla corrente) e utilizzata per scopi pubblici. Durante piogge prolungate, quando si hanno le massime portate l'acqua si riversa nel condotto di maggior dimensione proseguendo sul vecchio percorso fino a valle.

Dalle verifiche idrauliche condotte, sono state verificate le condizioni sicurezza anche con valori del franco disponibili abbastanza elevati. Inoltre è importante sottolineare quanto detto in precedenza cioè che alle sezioni analizzate arriva solo parte della portata di massima piena per il fatto che una prima esondazione si può verificare a quota 1120m.

I risultati delle verifiche idrauliche condotte consentono di proporre l'adozione di fasce di rispetto dell'ampiezza pari a 4m per il tratto analizzato.

Sezione numero	Coefficiente Manning	Velocità (m/s)	Pendenza	Franco (m)	Qmax (m ³ /s)	Qliq (m ³ /s)	Qtransitabile (m ³ /s)
1	0.033	5.10	0.40	0.34	0.86	0.56	0.97
2	0.028	6.09	0.40	0.45	0.86	0.56	1.1
3	0.020	7.20	0.35	1.25	0.86	0.56	1.51
4	0.045	5.58	0.40	0.80	0.86	0.56	5.19
5	0.020	6.03	0.20	0.20	0.86	0.56	0.90

L'ultimo tratto del corso d'acqua è intubato e segue la strada: sono consigliate fasce di rispetto aventi larghezza pari alla sede stradale stessa.

3.3 VN 04: Torrente Vallina

Si consigliano fasce di rispetto di 10m nel tratto medio alto del torrente fino all'altezza della Chiesa. Più a valle data a presenza del centro abitato si è reso necessario eseguire delle verifiche idrauliche su 5 sezioni ritenute più critiche:

- *Sezione 1:* tombotto 5 (foto 2);
- *Sezione 2:* tombotto 4;
- *Sezione 3:* tombotto 3 (foto 3);
- *Sezione 4:* tombotto 4, attraversamento della SS 42 (foto 4);
- *Sezione 5:* sezione poco a monte del tombotto 5, sopra la briglia di trattenuta (foto 5). Per questa sezione si è considerato l'alveo ma non i muri d'arginatura (condizione più sfavorevole);

Tutto il tratto di torrente analizzato è stato regimato. Inoltre immediatamente a valle della sezione 5 è stata realizzata una briglia con vasca di trattenuta per il trasporto solido.

Per ogni sezione sono state confermate le condizioni di sicurezza pertanto si consiglia l'adozione di fasce di rispetto dell'ampiezza di 4m per tutto il tratto del corso d'acqua analizzato.

Sezione numero	Coefficiente Manning	Velocità (m/s)	Pendenza	Franco (m)	Q _{max} (m ³ /s)	Q _{liq} (m ³ /s)	Q _{transabile} (m ³ /s)
1	0.040	7.41	0.20	1.10	11.85	7.70	15.19
2	0.033	7.84	0.20	0.02	11.85	7.70	13.41
3	0.040	7.66	0.25	0.75	11.85	7.70	12.49
4	0.045	7.64	0.25	0.45	11.85	7.70	18.26
5	0.040	7.04	0.23	0.02	11.85	7.70	12.81