



COMUNE DI BEURA CARDEZZA

VARIANTE STRUTTURALE AL PIANO REGOLATORE GENERALE COMUNALE **Progetto Definitivo**

- Legge Regionale 5 dicembre 1977, n° 56 e s.m.i.;
- Circolare P.G.R. del 08.05.1996, n° 7/LAP "Specifiche tecniche per l'elaborazione degli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici", e successiva Nota Tecnica Esplicativa dicembre 1999;
- D.G.R. del 15/07/2002 n. 45-6656, approvazione della "Legenda Regionale per la redazione della carta geomorfologica e del dissesto dei P.R.G.C."
- Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003, successiva D.G.R. del 17/11/2003 n. 61-11017 e Circ. P.G.R. 1/DOP 27-04-2004;
- "Variante del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico - Variante delle Fasce Fluviali del F. Toce"; D.P.C.M. del 10/12/2004;
- D.G.R. n. 2-11830 del 28/07/2009, Allegato B

Elab. GEO-20	STUDIO IDROLOGICO E IDRAULICO PRELIMINARE A SUPPORTO DELLA MODIFICA DEL TRACCIATO DEL RIO MOLINETTO	ALLEGATO 9
-------------------------	--	-----------------------

Aggiornamento a seguito delle Prescrizioni contenute nel Parere del Settore Prevenzione Territoriale del Rischio Geologico - Area di Torino, Cuneo, Novara e Verbania, con Nota del 16/05/2013, prot. n. 36495/DB14.20

Data: FEBBRAIO 2014	Adozione Progetto Preliminare Delibera C.C. n° 14 del 28/06/2013	
	Adozione Progetto Definitivo Delibera C.C. n° del	
IL SEGRETARIO COMUNALE dott. Cerizza Dario	IL SINDACO geom. Carigi Davide	IL PROGETTISTA geol. D'Elia Francesco
IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO dott. Cerizza Dario		

SOMMARIO

1. PREMESSA	1
2. RIO MOLINETTO: ANALISI DELLO STATO DI FATTO	3
<u>2.1 Inquadramento ed analisi del Rio Molinetto, nella tratta a monte dell'area Framiva Metalli</u>	<u>3</u>
<u>2.2 Analisi del Rio Molinetto, all'altezza dell'area Framiva Metalli</u>	<u>5</u>
<u>2.3 Analisi del Rio Molinetto, nell'ambito del territorio del Comune di Domodossola</u>	<u>7</u>
3. ANALISI IDROLOGICA	8
<u>3.1. Caratteristiche morfometriche dei bacini idrografici</u>	<u>8</u>
<u>3.2. Afflussi</u>	<u>9</u>
<u>3.3. Deflussi di piena</u>	<u>10</u>
<u>3.4. Stima della Portata di Progetto</u>	<u>12</u>
4. VERIFICHE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA	14
5. RIO MOLINETTO: ANALISI DELLA PREVISIONE URBANISTICA	21
<u>5.1 Analisi della modifica del tracciato del Rio Molinetto</u>	<u>21</u>
<u>5.2 Analisi delle eventuali problematiche</u>	<u>22</u>

ALLEGATI

- Carta dei bacini idrografici, in scala 1:10.000
- Planimetria di sintesi, in scala 1:2.000
- Planimetria di dettaglio, in scala 1:1.000
- Estratto planimetria di progetto preliminare, in scala 1:1.000, evidenziante quote e sezioni usate per la modellazione idraulica
- Rio Molinetto – Sezione alveo esistente e di progetto, evidenzianti i livelli idrici
- Esiti della modellazione idraulica
- Documentazione fotografica

1. PREMESSA

A seguito dell'esame degli elaborati geologici (Tavv. Geo 1, Geo 2, Geo 3, Geo 4, Geo 5 e Relazione Geologico Tecnica) redatti a supporto della Verifica di Assoggettabilità alla VAS della Variante Strutturale al P.R.G.C. vigente di Beura Cardezza (approvata con prescrizioni "ex Officio" con Delibera di G.R. del 5-2-2007 n. 15-5205 - prescrizioni recepite con l'Agg. dic. 2007), le cui osservazioni preliminari sono state espresse durante la seduta della Prima Conferenza di Pianificazione tenutasi in data 15-12-2011, e successivamente formalizzate e trasmesse con nota del Settore Prevenzione Territoriale Rischio Geologico, Area di Torino, Cuneo, Novara e Verbania, del 11-05-2012, prot. n. 39228/DB14.20, sono stati sviluppati i richiesti approfondimenti, in risposta alle osservazioni contenute nella suddetta nota.

In particolare, i Settori Tecnici Regionali (Prevenzione Territoriale Rischio Geologico ed OO. PP. e Difesa Assetto Idrogeologico), analizzando la "*Relazione geologico tecnica relativa alle aree interessate da nuovi insediamenti o da opere pubbliche*" hanno richiesto una serie di approfondimenti in merito alla previsione urbanistica n. 70, riguardante l'area dello stabilimento della ditta Framiva Metalli s.r.l., situata al margine dell'area produttiva artigianale posta a Nord-Ovest dell'abitato di Beura che prevede, tra le altre cose, lo spostamento dell'attuale tracciato del Rio Molinetto, e dismissione del canale di deflusso attuale, nell'ambito della procedura, promossa dall'Amministrazione Comunale di Beura Cardezza, in accordo con il Comune di Domodossola, finalizzata a ricollocare il corridoio ecologico individuato dal PTP.

Lo spostamento del Rio Molinetto, una volta realizzato, permetterà anche il futuro ampliamento dell'area produttiva della Ditta Framiva Metalli che, nell'attuale momento di congiuntura economica negativa, rappresenta un'importante fonte di occupazionale per la popolazione locale, nonché il principale polo di sviluppo artigianale del Comune di Beura Cardezza; i Settori Regionali, convenendo sull'importanza dell'obiettivo da raggiungere, hanno però espresso perplessità sulla soluzione operativa presentata con la Scheda relativa all'Intervento, che individuava lo spostamento del tracciato del Rio Molinetto, senza però scendere in dettaglio nel trattare le possibili problematiche geoidrologiche; in particolare, da parte del funzionario del Settore Prevenzione Territoriale del Rischio Geologico, dott. Bedoni, veniva richiesto "*di dimostrare la fattibilità tecnico-idraulica del nuovo alveo che si propone ai fini del suo effettivo funzionamento*".

Invece dal funzionario del Settore OO. PP. E Difesa Assetto Idrogeologico di Verbania, ing. Di Bari, veniva richiesto di "*di integrare la Scheda Geologico-tecnica sia per gli aspetti idraulici che per gli aspetti topografici. Si chiede inoltre di approfondire lo studio idraulico, idrogeomorfologico che definisce la fattibilità dell'intervento e le conseguenti modificazioni dell'assetto e della pericolosità idrogeologica rammentando che la progettazione dello spostamento del Rio Molinetto non deve creare pregiudizi nei confronti di terzi*".

Alla luce di quanto fatto rilevare dai Settori Regionali, è stata approfondita l'analisi dello stato di fatto e dei processi idrogeomorfologici lungo il Rio Molinetto, in maniera da fornire gli elementi sufficienti ad

esaminare le eventuali problematiche connesse con lo spostamento del tracciato del corso d'acqua e proporre le soluzioni tecniche idonee a garantire la compatibilità dell'intervento con l'assetto idraulico del corso d'acqua ed idrogeologico dei luoghi, in accordo con i suggerimenti avanzati dagli stessi Settori Regionali, prima menzionati.

Successivamente, gli elaborati geologici della Variante Strutturale al P.R.G., sono stati esaminati e discussi nel corso della Seconda Riunione della Fase di Approfondimento di cui al punto 4.3 dell'All. A alla D.G.R. n. 31-1844/2011 (tenutasi in data 15-02-2013); le Osservazioni avanzate dai vari Settori Regionali e da quello Provinciale, tra le altre cose, riguardano il presente Elaborato e le problematiche relative alla Scheda Geologico-Tecnica dell'Int. n. 70 e possono essere così brevemente riassunte:

- l'elaborato tecnico GEO20, va approfondito al di là della mera verifica idraulica;
- le modificazioni dello stato dei luoghi, potrebbero essere tali da variare le condizioni di pericolosità geomorfologica (future modifiche del quadro del dissesto - aree Em), anche in Comune di Domodossola;
- valutare le problematiche dovute al F. Toce, con possibilità di allagamento delle aree circostanti il canale, non solo per limiti progettuali del canale stesso, ma per le condizioni idrauliche al contorno;
- valutare la riduzione dei coefficienti di deflusso e le possibili perdite in subalveo, tenendo conto del bilancio idrologico di eventi intensi e prolungati, che possono comportare saturazione delle coperture;
- considerare gli effetti sul deflusso incanalato prodotte della curvatura a gomito a ridosso del rilevato ferroviario e dall'immissione a 90° nell'alveo originario.
- il tutto si rifletterà sulla scheda dell'elaborato GEO19, relativa all'Int. 70, che dovrà basarsi sulle analisi effettuate;

Le seguenti brevi note costituiscono la sintesi esplicitiva di quanto emerso dai rilievi geologici, geomorfologici ed idrologici effettuati in sito, dagli approfondimenti di indagine effettuati e dalle successive elaborazioni di tipo idraulico e le considerazioni di ordine geomorfologico.

2. RIO MOLINETTO: ANALISI DELLO STATO DI FATTO

2.1 Inquadramento ed analisi del Rio Molinetto, nella tratta a monte dell'area Framiva

Metalli

La morfologia del territorio comunale è chiaramente suddivisa in due settori, che risultano costituiti dall'ampia fascia di fondovalle, costituita dalla piana alluvionale del F. Toce, generalmente pianeggiante o debolmente acclive in corrispondenza delle conoidi di deiezione allo sbocco delle valli laterali, e dal vasto territorio montano, che costituisce il fianco sinistro della valle del F. Toce, lungo cui si sviluppano i bacini dei corsi d'acqua che alimentano il fondovalle.

I versanti montani sono stati modellati dalle varie fasi dell'azione glaciale, che hanno determinato la formazione di una zona bassa assai ripida, a volte con pareti subverticali, interrotta a mezza costa da rotture di pendio se non, addirittura, da veri e propri terrazzi (spalle glaciali), prodotto dell'esarazione glaciale prima e del successivo accumulo di depositi morenici; successivamente, la dinamica torrentizia dei corsi d'acqua e la loro intensa attività erosiva, ha operato approfondimenti più o meno marcati delle incisioni dei versanti; in corrispondenza dello sbocco delle numerose valli laterali nella valle principale, sono state edificate le conoidi di deiezione, che orlano la pianura alluvionale del F. Toce lungo tutto il suo sviluppo.

Queste strutture deposizionali sono formate da depositi costituiti in prevalenza da ghiaie generalmente grossolane, con ciottoli e blocchi, a matrice sabbiosa, caratterizzati da progressiva riduzione della granulometria dalla zona apicale (sbocco dell'incisione torrentizia nel fondovalle) verso le porzioni distali, che si interdigitano con i depositi alluvionali del F. Toce, costituiti da materiali prevalentemente grossolani, con ghiaie e ciottoli eterometrici, generalmente arrotondati, immersi in matrice sabbiosa; lenti sabbioso-limose, a volte di consistente spessore, si rinvengono laddove il F. Toce ha formato anse a bassa energia deposizionale.

La sequenza litostratigrafica, come confermato dall'osservazione diretta di intagli artificiali nella zona del fondovalle, è formata quindi da un'alternanza di corpi tabulari, nastriformi o lentiformi, localmente interdigitati, costituiti da materiali a granulometria generalmente grossolana e permeabilità variabile, tendenzialmente elevata.

L'area in esame, lungo cui si sviluppa il Rio Molinetto e dove è stato costruito l'insediamento produttivo della ditta "Framiva Metalli", è costituita dall'ampio settore di piana alluvionale, compreso tra il margine settentrionale del territorio di Beura Cardezza, immediatamente a Nord e Nord-Ovest del Capoluogo, ed il margine del settore edificato, in prossimità del confine con il Comune di Trontano.

Il Rio Molinetto è un corso d'acqua che, catastalmente, nasce lungo la fascia di terreni morfologicamente depressa, compresa tra la base del versante montuoso, ad Est, ed il rilevato della S.P. n. 69 (che qui prende il nome di Via Sempione) ad Ovest; in questo settore, il Rio Molinetto è costituito da un modesto fosso di scolo, ingombro di vegetazione infestante arbustiva ed erbacea, che drena le acque di ruscellamento diffuso

provenienti dal versante montuoso sovrastante, caratterizzato dalla presenza del substrato roccioso affiorante e subaffiorante.

In realtà, in condizioni normali, anche in occasioni di precipitazioni prolungate (come potuto rilevare direttamente, dopo taluni eventi meteorici intensi), le acque ruscellanti lungo il versante, tendono ad infiltrarsi interamente nei materiali costituenti il materasso alluvionale del fondovalle che, soprattutto al piede del versante montuoso, per la presenza di modeste falde detritiche, sono caratterizzati da elevati valori di permeabilità; l'alveo del Rio Molinetto, pertanto, a monte della S.P. n. 69, è quasi sempre asciutto e, solo in concomitanza di eventi meteorici straordinari (come nel caso dell'evento alluvionale del 2000), i terreni depressi tendono ad allagarsi.

Subito dopo aver attraversato il rilevato della Strada Provinciale, il corso d'acqua riceve il contributo del Rio Fieschi (affluente in sinistra idrografica), il cui bacino di alimentazione è caratterizzato da un'estensione areale di circa 0,82 km², risultando il principale corso d'acqua nel settore montano di Beura Cardezza, a Nord dell'incisione del T. Ogliana di Pozzolo; la conoide del Rio Fieschi, si estende con le sue facies distali, anche nel settore di piana alluvionale immediatamente a valle di via Sempione.

Il Rio Fieschi, lungo la tratta in conoide a monte della S.P., è stato regimato con un ampio canale che ha rettificato in parte l'andamento catastale originario del corso d'acqua; le sponde sono delimitate da imponenti muri in blocchi lapidei cementati di altezza compresa tra 2,0 e 2,5 m, mentre il fondo alveo è pavimentato con massi annegati nel calcestruzzo; appena prima dell'attraversamento della S.P., la pendenza del fondo alveo si riduce drasticamente (da 11° passa a 5° a monte della strada ed 1° a valle), favorendo il deposito del materiale solido trasportato dall'attività torrentizia; l'ultima tratta del Rio Fieschi, prima di immettersi nel Rio Molinetto, presenta alveo e sponde allo stato naturale e non protette da opere.

Il citato attraversamento della S.P. è costituito da manufatto in muratura di pietrame e malta, avente sezione ad arco (altezza al colmo = 1,60 m e larghezza = 2,60 m).

A valle della confluenza con il Rio Fieschi, le dimensioni dell'alveo del Rio Molinetto aumentano decisamente, ma le caratteristiche morfometriche dell'incisione rimangono quelle di un fosso colatore.

L'alveo del Rio Molinetto è largo 4÷5 m, con altezza delle sponde nell'ordine di circa 1 m, incise nei depositi alluvionali e prive di opere di difesa spondale, fatta salva la presenza di tratte di estensione irregolare, con vecchi muretti in pietrame a secco, in fregio a talune proprietà private; il profilo longitudinale è subpianeggiante, con pendenze di poco inferiori a 1,7%, ed il fondo alveo è caratterizzato da materiale ghiaioso-ciottoloso, che costituisce la granulometria prevalente dei depositi alluvionali del fondovalle.

L'alveo si presenta normalmente asciutto, in quanto l'elevata permeabilità dei depositi alluvionali favorisce le perdite di sub-alveo e le portate liquide si infiltrano prontamente nel sottosuolo, tranne che in occasione di eventi meteorici intensi o particolarmente prolungati, allorché la linea di deflusso riesce ad attivarsi con portate apprezzabili; in ogni caso, fin dai primi metri a valle della Strada Provinciale, non vi sono evidenze

di trasporto solido e solo a fondo alveo si possono notare talune evidenze di deflusso idrico superficiale, dati soprattutto dall'orientazione del materiale vegetale (marche).

Il Rio Molinetto si sviluppa dapprima in direzione Sud-Sud-Ovest, quindi curva verso Ovest, correndo alla base di un terrazzo morfologico, che costituisce il limite settentrionale del ventaglio di conoide del T. Ogliaia di Pozzolo; in questo settore, il corso d'acqua riceve il contributo di un altro corso d'acqua, conosciuto come Rio Treciore (senza nome sulle basi catastali); la parte finale di questo corso d'acqua, che raccoglie anche i contributi della tombinatura stradale di Via Sempione, si sviluppa lungo un canale artificiale (cunettone in cls); a conferma dell'elevata permeabilità dei materiali alluvionali, analogamente a quanto detto precedentemente, subito a valle dell'immissione del Rio Treciore nel Rio Molinetto, le portate liquide defluenti lungo tale canalizzazione artificiale, tendono ad infiltrarsi rapidamente nel sottosuolo, scomparendo dopo una decina di metri.

Avvicinandosi all'area "Framiva Metalli", dall'esame della base catastale, il Rio Molinetto riceve l'apporto da parte di due affluenti di destra del Rio Molinetto; tali "corsi d'acqua" non sono più attivi, risultando costituiti da vallecole erbose, presumibilmente vecchi fossi di scolo e/o di uso irriguo, la cui traccia non è sempre distinguibile sul terreno, essendo caratterizzate da uno sviluppo longitudinale irregolare e del tutto prive di evidenze di deflusso superficiale, in cui l'acqua meteorica ristagna temporaneamente nelle depressioni e s'infiltra nel sottosuolo.

In particolare, percorrendo tali fossi di scolo, si è potuto notare che, presso il Rio Molinetto, tali vallecole sono poco affermate (nel caso del fosso occidentale, si tratta di una semplice depressione profonda circa 20 cm), essendo state colmate nel tempo da materiale terroso, e solo risalendone il corso, si possono rinvenire tratte con incisioni significative (vallecole ad "U" profonde circa 1 m), in cui sono però evidenti tratte con profilo longitudinale dell'alveo in contropendenza, tanto che ormai, tali fossi di scolo sono da considerare delle semplici depressioni, eventualmente oggetto di temporanei fenomeni di ristagno, senza più alcuna funzione di colatori drenanti (Foto 15).

2.2 Analisi del Rio Molinetto, all'altezza dell'area Framiva Metalli

L'area della Ditta "Framiva Metalli s.r.l." è delimitata, sul lato sud-orientale, dal tracciato sterrato di una strada carrabile vicinale che, in corrispondenza del vertice orientale dell'area artigianale, attraversa il Rio Molinetto con un impalcato in cls; in corrispondenza del ponticello, la sezione dell'alveo del corso d'acqua è larga 5,0 m, con sponde alte 1,0 m.

A monte di questo primo attraversamento (vedi Foto 1), l'alveo del corso d'acqua è naturale ed il suo andamento è abbastanza coincidente con quello riportato sulle basi catastali; a valle dell'attraversamento, a seguito delle operazioni di formazione del piazzale riquotato dell'area Framiva Metalli, l'andamento naturale del corso d'acqua, è stato già oggetto in passato, di operazioni di lievi modifiche e rettifiche, sulla base di progetti regolarmente approvati dal Settore Decentrato Opere Pubbliche e Difesa Assetto Idrogeologico di Verbania, della Regione Piemonte.

In particolare, immediatamente a valle del suddetto attraversamento, è presente una prima tratta canalizzata, con fondo alveo naturale, in cui il Rio Molinetto è delimitato da scogliere in blocchi di cava squadrati e non cementati; la scogliera in sponda sinistra (Sud), contiene al piede il rilevato dell'area Framiva, mentre la scogliera in sponda destra (Nord), contiene il rilevato di una pista sterrata carrabile (Foto 2), alto circa 1,6 m dal fondo alveo; lungo tutta questa tratta, la pendenza media dell'alveo, si aggira attorno allo 0,25%.

La scogliera in sponda destra è lunga circa 60 m e termina all'altezza di un vecchio attraversamento di una strada vicinale, ancora indicato sulla base cartografica, ma ormai demolito ed inesistente (Foto 3); la strada carrabile sterrata, latitante l'alveo del corso d'acqua, si immette quasi ad angolo retto nel tracciato della suddetta strada vicinale, che prosegue verso Nord; in direzione Nord-Ovest, si sviluppa invece il tracciato di una pista trattorabile di accesso ai terreni agricoli, tenuti a prato a sfalcio.

Il canale rettificato del Rio Molinetto costeggia, quindi, i perimetri settentrionale e nord-occidentale del piazzale riquotato dell'area Framiva Metalli; la sponda sinistra del corso d'acqua è sempre delimitata da una scogliera in blocchi, alta 1,6 m (a cui si somma il sovrastante terrapieno), mentre la sponda destra è in terra ed è delimitata da piante e cespugli (Foto 4).

Lungo il perimetro nord-occidentale dell'area Framiva Metalli, è presente un secondo attraversamento carrabile, che garantisce l'accesso trattorabile ai terreni prativi presenti a Nord, la cui tipologia è analoga a quella del primo attraversamento, precedentemente descritto; a valle di questo attraversamento, la sponda sinistra del Rio Molinetto è delimitata da un rilevato in terra battuta, per l'estesa riquotatura (sopraelevazione da +0.50 a +1.00 m dal piano campagna originario), su cui è stato edificato l'ampliamento dello stabilimento produttivo, in conformità con le previsioni urbanistiche approvate con Variante Parziale al P.R.G.C. n. V-3 Art. 17 comma 7 della L.R. 56/77 s.m.i.

Il Rio Molinetto, infine, dopo aver superato un attraversamento stradale (ponticello) che dalla S.C. garantisce l'accesso alla viabilità sterrata che costeggia la linea ferroviaria Milano-Domodossola (Foto 9), si immette nella tratta sottostante il ponte ferroviario, con il fondo alveo costituito da una larga tratta lastricata in pietrame.

In questo settore, in destra idrografica, nel Rio Molinetto si immette una cunetta, che si sviluppa al piede del rilevato ferroviario; tale cunetta, è quasi in sovrapposizione alla tratta terminale del tracciato di un antico fosso di scolo, tuttora segnato sulle mappe catastali, che correva al piede del rilevato ferroviario.

Tale impluvio, è stato obliterato in gran parte dalla costruzione di una strada sterrata a servizio della linea ferroviaria e delle sovrastrutture esistenti, in parte utilizzata anche come accesso carrabile ai fondi privati adiacenti la ferrovia; allo stato attuale, il vecchio canale è riconoscibile solo nella zona di testata, laddove è presente un settore morfologicamente depresso, compreso tra il rilevato ferroviario (ad Ovest) e l'orlo di terrazzo morfologico ad Est.

Tale depressione, invasa da vegetazione infestante, è caratterizzata da andamento del fondo irregolare ed è del tutto priva di evidenze di deflusso superficiale e solo in occasione di precipitazioni intense e prolungate si

possono verificare temporanei fenomeni di ristagno; la depressione, è intersecata da un rilevato antropico, costituito da una breve tratta di antica difesa spondale (blocchi e gabbioni), antecedente alla costruzione dell'imponente arginatura posta in fregio al F. Toce (su cui si attesta il limite della Fascia B del PAI), che, in questo settore, corre parallelamente ad una diramazione secondaria del fiume, nell'ambito dell'alveo ordinario e straordinario, proteggendo tutto il settore prativo retrostante, compresi i terreni dell'area Framiva Metalli.

In particolare, la suddetta arginatura, fatta costruire dal Ministero dell'Agricoltura a metà degli anni '50, che inizia alla foce del T. Ogliaia di Quarata, in Comune di Trontano, nel settore a monte del ponte a sei arcate della vecchia linea ferroviaria, si attesta sulla spalla sinistra del ponte stesso, risultando formata da un rilevato a sezione trapezia, in pietrame a conci medi, scagliato e localmente cementato, alto circa 3.50 m e largo al coronamento circa 3 m, il cui piede, sul lato del F. Toce, è rinforzato da una scogliera con blocchi lapidei alla rinfusa larga 4-5 m.

2.3 Analisi del Rio Molinetto, nell'ambito del territorio del Comune di Domodossola

La tratta del Rio Molinetto, sottostante il ponte ferroviario, con fondo alveo lastricato in pietrame, fungeva un tempo da guado carrabile, con accesso dalla Strada Comunale mediante una rampa in asfalto, che veniva utilizzato per raggiungere i terreni a valle del rilevato ferroviario, ove è situato un Laghetto di pesca sportiva; il guado è ormai in disuso, essendo ormai utilizzata esclusivamente la strada carrabile sopraelevata in sinistra idrografica, il cui rilevato è sostenuto da un muro in blocchi (Foto 10-11).

La tratta del Rio Molinetto, sottostante il rilevato ferroviario, è interamente lastricata in pietrame e, subito a valle, presenta una tratta lunga circa 15,0 m, con fondo alveo in cls, per poi tornare ad essere impostato nei materiali alluvionali medio-grossolani.

In corrispondenza del secondo rilevato ferroviario, più recente e posto in territorio di Domodossola, l'alveo del Rio Molinetto è stato rimodellato dall'intervento antropico; la sponda sinistra, è costituita dal terrapieno alla cui sommità corre la strada comunale asfaltata, in adiacenza alla spalla sinistra del ponte ferroviario, mentre la sponda destra, più bassa, è costituita dal terrapieno lungo cui si sviluppa il tracciato della rampa in terra, prolungamento del vecchio guado (Foto 12).

A valle del secondo ponte ferroviario, l'incisione del Rio Molinetto, larga circa 4 m, si presenta ingombra di vegetazione infestante, quindi è presente un punto di potenziale criticità, allorché la strada carrabile in sinistra idrografica, attraversa l'impluvio con un attraversamento costituito da un rilevato, in cui sono stati inglobati 4 tubi (2 tubi in cls, Ø 100 cm, e 2 tubi in metallo, Ø 50 cm – Foto 13).

A valle di tale attraversamento, l'alveo del Rio Molinetto si allarga e diventa mal definito, avvicinandosi all'immissione nel T. Ogliaia di Pozzolo, il cui alveo è caratterizzato dalla presenza di barre ed accumuli di materiale ghiaioso-ciottoloso, che potenzialmente ostacolano il corretto deflusso delle portate provenienti dal Rio Molinetto (Foto 14).

3. ANALISI IDROLOGICA

Sulla base del rilievo dell'assetto geomorfologico ed idrologico dell'area (esplicitato al precedente capitolo 2) e con riferimento alla "Carta dei Bacini", in scala 1:10.000, proposta in allegato, risulta che la tratta di fondovalle in esame del Rio Molinetto drena i deflussi idrici provenienti dai seguenti due distinti bacini montani (da Nord a Sud): Rio Fieschi e Rio Treciore.

Nel medesimo elaborato cartografico si è rappresentato anche il bacino del Rio Molinetto nella porzione "montana", a monte del rilevato stradale, in cui i deflussi che si originano dai versanti vengono raccolti nella porzione di terreno morfologicamente depressa, compresa tra la base del versante ed il rilevato stradale, venendo drenati direttamente dai depositi alluvionali grossolani, per infiltrazione e senza dare origine a deflusso superficiale nell'alveo del Rio Molinetto.

3.1. Caratteristiche morfometriche dei bacini idrografici

Qui di seguito vengono elencati i bacini imbriferi considerati nella presente analisi e le loro principali caratteristiche morfometriche; per ciascun bacino è stato calcolato il tempo di corrivazione, con la formula di Visentini-Giandotti:

$$T_C = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1,5 \cdot L}{0,8 \cdot \sqrt{H_m - H_0}}$$

L'estensione e l'ubicazione dei bacini idrografici presi in considerazione vengono rappresentate nell'apposito elaborato cartografico, avente come base la C.T.R. Piemonte, in scala 1:10.000.

	Area bacino (km ²) S	Lunghezza asta (km) L	Quota max (m s.l.m.)	Quota min (m s.l.m.) H0	Quota media (m s.l.m.) Hm	Pendenza media (%) i _m	Tempo di corrivazione (ore) TC
Rio Fieschi	0,823	1,68	1.197	242	770	75,4% (37°)	0,33
Rio Treciore	0,287	1,00	700	242	420	59,9% (31°)	0,34

La quota media del bacino si ricava come media ponderata delle altezze medie (h_i) di un certo numero di superfici parziali (S_i) delimitate da curve di livello, in cui viene suddivisa tutta la superficie del bacino (S), secondo la formula:

$$H_m = \frac{\sum h_i \times S_i}{S}$$

dove:

h_i = quota media della superficie i -esima, cioè media dei valori delle due curve di livello che delimitano tale superficie (m);

S_i = area della superficie i -esima (m^2);

S = area del bacino (m^2).

Per il calcolo della pendenza media del bacino (i_m) si è ricorsi al metodo proposto da Horton (1914), riferendosi cioè alla seguente formula:

$$i_m = \frac{e \times \sum l_i}{S}$$

dove:

e = equidistanza tra le curve di livello (m);

$\sum l_i$ = lunghezza complessiva delle linee di livello comprese nel bacino (m);

S = area del bacino (m^2).

3.2. Afflussi

Il calcolo delle precipitazioni è stato effettuato considerando la curva di probabilità pluviometrica e , quindi, la relazione che lega l'altezza d'acqua caduta, in assenza di perdite, alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno.

Utilizzando la relazione: $h(t) = at^n$

dove:

$h(t)$ = massimo valore annuale di precipitazione di durata t che può essere raggiunto o superato ogni T anni,

a, n = parametri il cui valore dipende dalle caratteristiche pluviometriche della zona in cui si trova la stazione di misura,

sono state elaborate le curve di probabilità pluviometrica per vari tempi di ritorno (T) ed è stato ricavato il valore della precipitazione massima di durata pari al tempo di corrivazione.

Per i dati idrologici si è fatto riferimento all'Allegato n. 3 della Direttiva n. 2 del PAI, il quale fornisce i parametri "a" e "n" relativi alla regionalizzazione effettuata su tutto il territorio del bacino del Fiume Po, per $Tr = 20, 100, 200$ anni, da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica.

In particolare, i due bacini considerati sono contenuti nella cella BV49:

CELLA	Tr = 20		Tr = 100		Tr = 200	
	a	n	a	n	a	n
BV49 Coordinate UTM: E 447.000 N 5.103.000	47,21	0,499	60,46	0,495	66,07	0,492

Sulla base dei parametri “a” e “n” di ciascun bacino, si possono, quindi, ricavare le altezze di pioggia critiche (per $t = T_c$), riassunte nella tabella seguente.

	T_c (ore)	h₂₀ (mm)	h₁₀₀ (mm)	h₂₀₀ (mm)
<i>Rio Fieschi</i>	0,33	27,33	35,16	38,55
<i>Rio Trecciore</i>	0,34	27,61	35,51	38,93

3.3. Deflussi di piena

Il calcolo delle portate di piena determinate dai vari prevedibili afflussi all'interno del bacino imbrifero considerato può essere effettuato in diversi modi; in carenza di dati sperimentali che consentano un confronto tra ietogrammi ed idrogrammi, si è utilizzato il metodo cinematico, il quale consente di valutare la massima portata di un corso d'acqua in relazione ad un evento critico mediante la seguente relazione:

$$Q_c = 0,278 \cdot \frac{\varphi \cdot Cr \cdot h(t) \cdot S}{T_c}$$

dove:

Q_c = portata al colmo (m³/s)

φ = coefficiente di deflusso

Cr = coefficiente di ragguaglio

$h(t)$ = altezza di precipitazione per t pari al tempo di corrivazione T_c (mm)

S = superficie del bacino (km²)

T_c = tempo di corrivazione (ore)

Il metodo si basa sulla considerazione che una precipitazione, purché uniformemente distribuita, produce colmi di piena sempre crescenti finché la sua durata non supera il tempo di corrivazione, mentre per durate $tr > T_c$ la portata, una volta raggiunta la portata massima, si mantiene approssimativamente costante per un intervallo $\Delta = tr - T_c$ (onda di piena trapezia).

La tabella seguente riporta i valori di portata al colmo di piena relativi ai corsi d'acqua presi in esame e relativi a Tr 20, 100 e 200 anni.

Si fa presente che per la stima del coefficiente di deflusso (φ) si è fatto riferimento al seguente approccio, per cui il coefficiente di deflusso (φ) può essere considerato come il prodotto di numerosi coefficienti, tra cui i principali sono i seguenti (Gabella):

$$\varphi = \varphi_c \cdot \varphi_p \cdot \varphi_i$$

dove:

φ_c : coefficiente dipendente dalla copertura vegetale

φ_p : coefficiente dipendente dalla permeabilità dei terreni

ϕ_i : coefficiente dipendente dalla pendenza del terreno

Per quanto riguarda il coefficiente dipendente dalle coperture vegetali (ϕ_c), si possono assumere i seguenti valori cautelativi:

<i>Aree coperte da bosco ceduo o perenne</i>	$\phi_c = 0,75$
<i>Prati, pascoli e aree coltivate</i>	$\phi_c = 0,85$
<i>Aree urbanizzate e aree degradate con scarsa vegetazione</i>	$\phi_c = 0,95$
<i>Zone rocciose denudate</i>	$\phi_c = 1,00$

Per quanto concerne il coefficiente ϕ_p dipendente dalla permeabilità si possono assumere i seguenti valori:

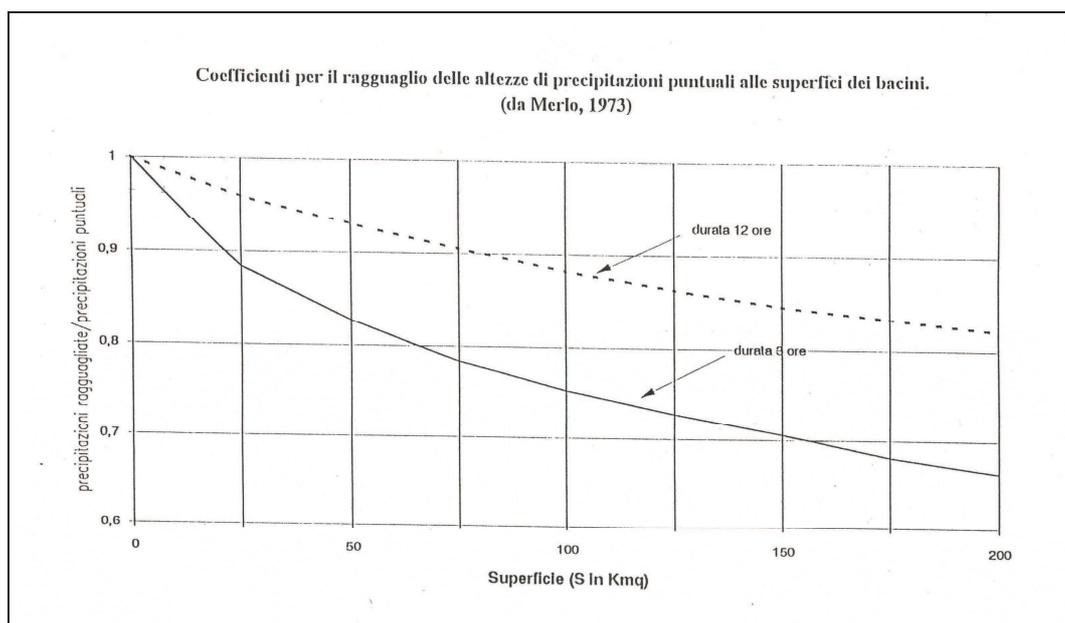
<i>Detriti di falda e depositi alluvionali recenti</i>	$\phi_p = 0,90$
<i>Coltri moreniche eluvio-colluviali, prati, pascoli e aree coltivate</i>	$\phi_p = 0,95$
<i>Substrato roccioso affiorante e aree completamente edificate</i>	$\phi_p = 1$

Per quanto riguarda il coefficiente ϕ_i dipendente dalla pendenza, si può utilizzare la formula di Gabella:

$$\phi_i = (i(\%) + 1) / (i(\%) + 3)$$

Pertanto, sulla base delle informazioni sul tipo di copertura vegetale presenti nei vari bacini esaminati, sulla pendenza media (dell'ordine di 30°) e sulla natura e permeabilità dei litotipi che li caratterizzano, è stato possibile dare una valutazione del coefficiente di deflusso.

Per la stima del coefficiente di ragguaglio (C_r), per i singoli bacini, si è fatto riferimento al diagramma di Merlo (1973).



I valori di portata al colmo (frazione liquida) ricavati vengono proposti nella seguente tabella:

Bacino	Tc (ore)	ϕ	Cr	Q ₂₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)	Q ₂₀₀ (m ³ /s)
<i>Rio Fieschi</i>	0,33	0,85	1,00	15,9	20,4	22,4
<i>Rio Treziore</i>	0,34	0,67	1,00	4,3	5,5	6,1

3.4. Stima della Portata di Progetto

Sulla base di quanto sin qui determinato, allo scopo di dare una stima della portata di progetto del canale in esame, si sono fatte le seguenti considerazioni, supportate da quanto osservato in sito, circa l'assetto morfologico e idrogeologico della zona.

a) Le somme delle portate di piena ricavate nel precedente capitolo forniscono il massimo quantitativo di apporto idrico che potenzialmente affluisce nella tratta terminale di fondovalle del Rio Molinetto; tuttavia, considerata la copertura vegetale di tipo prato e pascolo dell'area, la bassa pendenza della tratta d'alveo attuale ($\leq 1\%$) e l'elevata permeabilità dei depositi alluvionali su cui è impostato il corso d'acqua, si possono ridurre le portate sopra citate di un fattore dato dal coefficiente di deflusso (ϕ) relativo a questo settore vallivo di bacino.

Nell'ipotesi che, in occasione di eventi meteorici intensi e prolungati, in grado di saturare i depositi alluvionali superficiali, diminuendo la loro generalmente alta capacità di infiltrazione, si è ritenuto ragionevole applicare un coefficiente di deflusso $\phi = 0,65$, ottenendo i seguenti valori di portata, che costituiscono le portate di riferimento per la tratta di canale in progetto:

$$Q_{20} = 20,2 \cdot 0,65 = 13,1 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{100} = 25,9 \cdot 0,65 = 16,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{200} = 28,5 \cdot 0,65 = 18,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

b) Nonostante nella cartografia catastale siano indicati due colatori, aventi andamento circa Nord-Sud, che si immettono nel Rio Molinetto, a valle della Strada Provinciale, in corrispondenza dell'area Framiva Metalli, sulla base delle osservazioni e dei rilievi fatti in sito, si è ritenuto, ai fini del calcolo della portata di riferimento, di non considerare apporti idrici provenienti da tali colatori, in quanto, allo stato attuale si configurano come delle lievi depressioni morfologiche, debolmente marcate, non in grado di far confluire acqua nel Rio Molinetto (Foto 15).

c) Infine, nella stima delle portate di riferimento per il canale in progetto, non si sono considerati incrementi di portata, dovuti ad aliquote di trasporto solido, in quanto, eventuali apporti solidi che si dovessero mobilitare nella parte montana dei tre sottobacini considerati, si arresterebbero nelle tratte d'alveo in corrispondenza del rilevato stradale della S.P., a causa del brusco cambio di pendenza tra la tratta montana e

quella di fondovalle; in sito, infatti, si è potuto osservare la presenza di una discreta quantità di accumuli di materiali detritico-sabbioso-terrosi, soprattutto in corrispondenza dell'attraversamento della S.P. del Rio Fieschi.

Lungo la tratta d'alveo terminale attuale del Rio Molinetto non si sono osservate evidenze di trasporto solido, nè di fenomeni erosivi lungo le sponde.

4. VERIFICHE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

4.1. Codice di calcolo

Le verifiche idrauliche sul tratto di interesse del Rio Molinetto sono state effettuate attraverso l'utilizzo dello schema di moto stazionario monodimensionale (portata costante e geometria dell'alveo variabile), utilizzando il programma HEC-RAS (4.1) – River Analysis System, dell'Hydrologic Engineering Center (U.S. Army Corps of Engineers).

Il programma permette un'analisi monodimensionale delle correnti e la modellazione del profilo di un regime stazionario in alveo a sezioni variabili, con la presenza di eventuali singolarità geometriche.

La verifica è stata eseguita in regime di “corrente mista” (tratti in corrente veloce abbinati a possibili tratti in corrente lenta).

L'andamento del profilo del pelo libero è ricavato attraverso l'applicazione dell'equazione energetica che impone la conservazione della suddetta grandezza attraverso due sezioni generiche considerate:

$$Y_1 + Z_1 + \alpha_1 \frac{U_1^2}{2g} = Y_2 + Z_2 + \alpha_2 \frac{U_2^2}{2g} + \Delta h$$

in cui:

Δh	= perdita di carico
Y_1, Y_2	= profondità del livello idrico rispetto al fondo
Z_1, Z_2	= quote assolute del fondo
α_1, α_2	= coefficienti di ragguglio delle velocità
U_1, U_2	= velocità medie nelle sezioni considerate
g	= accelerazione di gravità

Di seguito vengono illustrati gli elementi ed i parametri introdotti nella modellazione idraulica sviluppata, che ha considerato lo scenario dell'alveo nell'ipotesi di progetto preliminare, sviluppata dallo Studio Tecnico Ramponi di Beura Cardezza, progettista della Ditta Framiva Metalli, che ha eseguito anche un rilievo topografico delle aree e ha progettato, inoltre, il precedente intervento di regimazione e ridefinizione del Rio Molinetto a monte del tratto in esame, latitante l'area Framiva Metalli.

4.2. Geometria

Per la geometria da introdurre nel modello, si è fatto riferimento, per quanto concerne l'alveo attuale, a quanto rilevato in sito mediante rilievi speditivi ed al piano quotato del rilievo topografico dello Studio Tecnico Ramponi.

L'ipotesi progettuale è stata desunta dagli elaborati redatti dal medesimo Studio Tecnico per quanto concerne sia la pendenza (0,14%), che lo sviluppo del nuovo alveo, e definendo diverse tipologie di sezioni di deflusso tipo (larghezza 5,0 m), in relazione alle quote del p.c. circostante.

Si faccia riferimento agli elaborati grafici allegati: sezioni trasversali e planimetria.

Sono state utilizzate n. 11 sezioni trasversali nella tratta compresa tra il settore d'alveo attuale, oggetto di recente sistemazione (a valle dell'attraversamento della S.C.), e l'attraversamento della linea ferroviaria, per uno sviluppo complessivo di circa 540 ml.

4.3. Scabrezze

Al fine di valutare la velocità della corrente in un corso d'acqua, è importante stimare un adatto coefficiente di scabrezza, che tenga conto del tipo e dello stato di conservazione delle opere di regimazione e dello stato di pulizia dell'alveo.

Contemporaneamente all'inserimento della geometria del tratto d'alveo su cui sono state eseguite le verifiche idrauliche, è stato necessario assegnare, nell'ambito delle varie sezioni, il coefficiente di scabrezza di Manning.

Per tale valutazione, si è fatto riferimento alle indicazioni fornite dalla pubblicazione dell'U.S.G.S. "*Verified roughness characteristics of natural channels*" e a quanto indicato nella "*Guide for selecting Manning roughness coefficients for natural channels and flood plains*" della FHWA (Tab. 1).

Sulla base delle condizioni d'alveo, si è fatto riferimento ai seguenti valori:

- 0,035: fondo alveo allo stato naturale, con presenza di depositi detritici e vegetazione;
- 0,022: fondo alveo lastricato (ipotesi di progetto);
- 0,020: sponde costituite da muri in blocchi regolari.

Tab. 1 - Coefficiente di scabrezza nei corsi d'acqua

Tipologia del corso d'acqua	Strickler $K_s = 1/n \text{ (m}^{1/3} \text{ s}^{-1}\text{)}$
CORSI D'ACQUA MINORI (Raggio idraulico ≤ 2 m; larghezza in piena < 30 m)	
Corsi d'acqua di pianura	
• alvei con fondo compatto, senza irregolarità	45-40
• alvei regolari con vegetazione erbacea	30-35
• alvei con ciottoli e irregolarità modeste	25-30
• alvei fortemente irregolari	25-15
Torrenti montani	
• fondo alveo con prevalenza di ghiaia e ciottoli, pochi grossi massi	30-25
• alveo in roccia regolare	30-25
• fondo alveo con ciottoli e molti grossi massi	20-15
• alveo in roccia irregolare	20-15
CORSI D'ACQUA MAGGIORI (Raggio idraulico ≥ 4 m; larghezza in piena > 30 m)	
• sezioni con fondo limoso, scarpate regolari a debole copertura erbosa	45-40
• sezioni in depositi alluvionali, fondo sabbioso, scarpate regolari a copertura erbosa	35
• sezioni in depositi alluvionali, fondo regolare, scarpate irregolari con vegetazione arbustiva e arborea	25-30
• in depositi alluvionali, fondo irregolare, scarpate irregolari con forte presenza di vegetazione arbustiva e arborea	20-25
AREE GOLENALI (Raggio idraulico ≤ 1 m)	
• a pascolo, senza vegetazione arbustiva	40-20
• coltivate	50-20
• con vegetazione arbustiva spontanea	25-10
• con vegetazione arborea coltivata	30-20
Alveo artificiale in terra	
• materiale compatto, liscio	60
• sabbia compatta, con argilla o pietrisco	50
• sabbia e ghiaia, scarpata lastricata	50-45
• ghiaietto 10-30 mm	45

<ul style="list-style-type: none"> ghiaia media 20-60 mm ghiaia grossa 50-150 mm limo in zolle grosse pietre sabbia, limo o ghiaia, con forte rivestimento vegetale 	<p>40</p> <p>35</p> <p>30</p> <p>30-25</p> <p>25-20</p>
Alveo artificiale in roccia	
<ul style="list-style-type: none"> con lavorazione accurata con lavorazione media con lavorazione grossolana 	<p>30-25</p> <p>25-20</p> <p>20-15</p>
Alveo artificiale in muratura	
<ul style="list-style-type: none"> muratura in pietra da taglio muratura accurata in pietra da cava muratura normale in pietra da cava pietre grossolanamente squadrate scarpate lastricate, fondo in sabbia e ghiaia 	<p>80-70</p> <p>70</p> <p>60</p> <p>50</p> <p>50-45</p>
Alveo artificiale in calcestruzzo	
<ul style="list-style-type: none"> pavimentazione in cemento calcestruzzo con casseforme metalliche calcestruzzo con intonaco calcestruzzo liscio intonaco di cemento intatto calcestruzzo con casseforme in legno, senza intonaco calcestruzzo costipato, superficie liscia calcestruzzo vecchio, superficie pulita rivestimento in calcestruzzo ruvido superfici irregolari in calcestruzzo 	<p>100</p> <p>100-90</p> <p>95-90</p> <p>90</p> <p>90-80</p> <p>70-65</p> <p>65-60</p> <p>60</p> <p>55</p> <p>50</p>

4.4. Portate di piena

Le verifiche idrauliche sono state condotte introducendo nel modello i seguenti valori di portata critica:

* $Q_{20} = 13,1 \text{ m}^3/\text{s}$ (PF1)

* $Q_{100} = 16,8 \text{ m}^3/\text{s}$ (PF2)

* $Q_{200} = 18,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (PF3)

4.5. Condizioni al contorno

Per la definizione del modello idraulico sono state assegnate le seguenti condizioni al contorno:

* Condizioni di monte:

Altezze di moto uniforme corrispondenti alla pendenza presente nel tratto d'alveo di monte = 0,35%.

* Condizioni di valle:

Altezze di moto uniforme corrispondenti alla pendenza presente nel tratto d'alveo di valle = 1%.

E' stato considerato anche un quarto scenario (PF4), corrispondente ad una piena del Rio Molinetto con tempo di ritorno 200 anni ($Q_{200} = 18,5 \text{ m}^3/\text{s}$), imponendo come condizione di valle un'altezza del livello idrico del Fiume Toce tale da raggiungere il sedime della strada com.le che conduce al laghetto di pesca sportiva (q. -0,90).

4.6. Risultati ottenuti

Vengono proposti in allegato i risultati che si sono ottenuti e relativi al modello idraulico elaborato:

- Tabella riassuntiva dei risultati delle verifiche idrauliche, condotte utilizzando il programma HEC-RAS, in cui vengono riportati, per ciascuna sezione, i seguenti valori: quota minima del fondo alveo (*Min Ch El*), quota del pelo libero (*W.S. Elev*), quota del livello critico (*Crit W.S.*), profondità media della corrente nel canale principale (*Hydr Depth C*), quota del livello di carico totale (*E.G. Elev*), velocità media della corrente nella sezione (*Vel Chnl*), area "bagnata" (*Flow Area*), numero di Froude (*Froude # Chl*);
- Profilo longitudinale dell'alveo, restituito dal programma HEC RAS, con la rappresentazione del livello idrico raggiunto in occasione dei deflussi considerati (*WS*), del livello critico (*Crit*) e della linea dei carichi totali (*EG*);
- Sezioni trasversali (in scala distorta), restituite dal programma HEC-RAS, con rappresentazione della quota del pelo libero (*WS*), del livello critico (*Crit*), della linea dei carichi totali (*EG*) e con l'indicazione dei valori di scabrezza considerati;
- Sezioni d'alveo esistenti e di progetto, con sovrapposizione dei livelli idrici relativi agli scenari considerati.

4.7. Analisi dei risultati

La modellazione ha riguardato il tratto del Rio Molinetto di cui si prevede lo spostamento, raccordata a monte alla tratta d'alveo oggetto di recente sistemazione e ridefinizione (larghezza alveo = 5,0 m e muri di sponda in blocchi squadri), schematizzata dal tratto compreso tra le sezioni 2-3, e a valle alla tratta terminale di corso d'acqua, posta in corrispondenza dei due attraversamenti della linea ferroviaria (sez. 4-5). Nello specifico, la tratta d'alveo in progetto è stata schematizzata mediante n. 5 sezioni (A-E) e n. 2 sezioni poste nella zona di raccordo di valle (sez. 4a-4b).

Le pendenze della tratta di monte e di quella di valle sono state desunte dalla planimetria a piano quotato redatta dallo Studio Tecnico Ramponi, su cui è stata tracciata l'ipotesi di spostamento del Rio Molinetto.

Quale pendenza della tratta in progetto si è considerata quella indicata nella medesima proposta progettuale, pari a 0,14%, dettata dalle quote di raccordo a monte e a valle e dallo sviluppo del nuovo canale (= 354 m).

La geometria delle sezioni di deflusso, come detto, è stata schematizzata nelle sezioni tipo A-E, considerando una larghezza pari a 5,0 m, con pavimentazione del fondo alveo e sponde delimitate da blocchi squadri con giunti scagliati con pietrame minuto.

Nello specifico:

- a) Nella tratta di raccordo di monte (sez. 3-sez.E) occorrerà allargare l'alveo, attualmente largo 3,5-4,0 m, e portarlo a 5,0 m di larghezza, formando una scogliera in dx alta almeno 1,6 m, sormontata da una sorta di arginello in blocchi o materiale sciolto, che si elevi almeno 0,5 m dalla sommità della scogliera, raccordandosi al p.c. a tergo, che in questo settore risulta moderatamente depresso.
- b) A valle della sezione E fino alla curva (sez. C), le sezioni di deflusso saranno delimitate in sx da una scogliera alta almeno 1,6 m, con scarpata raccordantesi al piano di imposta del sito produttivo Framiva Metalli, mentre in dx, in corrispondenza del tracciato della nuova Strada Com.le, la sponda si raccorderà al p.c. attuale mediante muro di sponda in blocchi squadri (altezza circa 2,0 m), sormontato da banchettone in cls. (altezza circa 0,3 m) su cui sarà montata la barriera parapetto di protezione metallica, analogamente al tratto di monte esistente.
- c) Il tratto rettilineo compreso tra le sezioni B-A costeggia il rilevato ferroviario, il cui piede (sponda dx del tracciato in progetto) sarà protetto da una scogliera in blocchi, di altezza 1,6 m, mentre la sponda sx, lungo cui correrà la Strada Comunale, verrà delimitata da un muro in blocchi lapidei squadri con soprastante banchettone in cls., per un'altezza complessiva dell'ordine di 2,3 m, fino a raccordarsi alle quote del p.c. attuale.
- d) Infine, a valle della sezione A, l'alveo in progetto compirà una curva, andandosi a raccordare all'alveo esistente, lastricato, di ampiezza superiore a 7,0 m, che sottopassa la linea ferroviaria (sezz. 4-5).
In corrispondenza di questo settore (sez. 4b), occorrerà ridefinire la sponda sx mediante realizzazione di una scogliera (altezza compresa tra 2,1 m e 1,0 m).

Dall'analisi dei risultati si evince quanto segue:

- Il deflusso delle portate di piena di riferimento avviene in corrente lenta, con velocità di flusso medie di

circa 1-2 m/s; dette velocità sono tali da non provocare fenomeni di erosione e/o scalzamenti al piede dei muri laterali in blocchi, sia quelli esistenti, che quelli in progetto.

- Le condizioni di deflusso determinate dalla bassissima pendenza possono venire migliorate andando a pavimentare il fondo alveo, così da evitare l'attecchimento di vegetazione sul fondo, che ostacolerebbe e rallenterebbe ulteriormente il flusso idrico.
- Le altezze idriche sono tali da essere adeguatamente contenute nell'alveo, senza originare esondazioni; anche nello scenario PF4 (rigurgito del F. Toce attraverso l'alveo del T. Ogliaia di Pozzolo), gli innalzamenti dei livelli idrici si propagano verso monte contenuti nel canale, fino alla sezione B.
- Una potenziale situazione di criticità potrebbe aversi in occasione di piena Tr 200 anni, nella sezione 2 dell'alveo esistente, dove il parziale deposito di materiali fini e la vegetazione ha ridotto l'altezza di sponda (inizialmente progettata pari a 1,8 m) a circa 1,65 m, comportando un franco di piena davvero esiguo.
- Per quanto concerne gli effetti del deflusso incanalato in corrispondenza della curvatura a gomito a ridosso dell'immissione nell'alveo originario, le velocità di deflusso (massime dell'ordine di 1,5 m/s) portano a escludere fenomeni di erosioni localizzate al piede del rilevato ferroviario, la cui base (sponda dx) andrà adeguatamente protetta, mentre il tratto di transizione tra nuovo e l'esistente (sez. 4b) andrà realizzato raccordandosi all'esistente tramite scogliera in sx di adeguata altezza.

5. RIO MOLINETTO: ANALISI DELLA PREVISIONE URBANISTICA

5.1 Analisi della modifica del tracciato del Rio Molinetto

L'alveo canalizzato a valle del primo attraversamento e lungo tutta la tratta delimitata dal rilevato dell'adiacente pista sterrata carrabile, al margine nord-orientale dell'area Framiva Metalli, verrà mantenuto inalterato rispetto allo stato attuale, fatta salva l'esecuzione di operazioni di pulizia della vegetazione infestante a fondo alveo e rimozione degli eventuali accumuli terrosi.

Laddove termina il rilevato della pista carrabile, inizieranno le operazioni di rettifica e spostamento del tracciato del corso d'acqua, che verrà dapprima prolungato in direzione Nord-Ovest, parallelamente alla traccia di una pista trattabile; lungo il tracciato di detta pista, verrà invece prolungato il percorso della strada sterrata esistente (Foto 3 e 5); la nuova strada, correrà parallelamente al nuovo alveo del Rio Molinetto, prevedendo la costruzione di un rilevato delimitato da una scogliera in blocchi scagliati, che funga da sponda del corso d'acqua, analogamente alla situazione attuale (Foto 3).

Dopo circa 70 m, il tracciato del nuovo alveo del Rio Molinetto prevede di curvare verso Ovest e, dopo aver superato un modesto orlo di terrazzo morfologico, con dislivello di circa 0,50 m, si svilupperà in direzione del rilevato ferroviario (Foto 6).

In prossimità del rilevato ferroviario, è stata rilevata l'esistenza di una situazione anomala; parallelamente alla base del rilevato, si sviluppa un modesto terrazzo morfologico, che un tempo delimitava un impluvio demaniale, il quale drenava le acque che, in occasione di precipitazioni intense e prolungate, si raccoglievano in un settore morfologicamente depresso, presente più a Nord, indirizzandole a Sud, verso il Rio Molinetto.

Il sedime adiacente il rilevato ferroviario è stato acquisito dalle FF.SS., che hanno provveduto a realizzare una pista sterrata di servizio, obliterando pressoché interamente la preesistente linea di deflusso, le cui tracce sono ora riconoscibili solo localmente, per la presenza di un fosso a lato della pista sterrata, il cui sviluppo è peraltro molto irregolare, alternando settori in cui non è presente a settori in cui riprende la traccia del canale (Foto 7 e 8).

Il nuovo tracciato dell'alveo del Rio Molinetto correrà alla base del rilevato ferroviario, sovrapponendosi all'attuale strada sterrata di servizio alle strutture ferroviarie, riattivando l'originaria linea di deflusso demaniale; la nuova strada si svilupperà a monte del modesto orlo di terrazzo, in sinistra idrografica del canale, servendo anche da pista di servizio della linea ferroviaria, di cui verrà garantita la continuità (Foto 9).

Il nuovo alveo del Rio Molinetto si immetterà nel corso dell'alveo attuale, immediatamente a monte della tratta con il guado lastricato, con una curva ad angolo retto; in corrispondenza di questo "nodo idraulico", la rampa in asfalto, ormai inutilizzata, potrà essere demolita, in maniera da evitare la formazione di un brusco angolo in sponda sinistra, che potrà invece essere sagomata con una curva, per "accompagnare" le portate liquide del Rio Molinetto verso la tratta con fondo alveo lastricato; la curva così modellata, verrà protetta con

una scogliera in blocchi, che si raccorderà all'esistente muro che sostiene il rilevato stradale in sinistra idrografica.

Il nuovo alveo del Rio Molinetto verrà modellato con una pendenza longitudinale uniforme lungo tutto il suo sviluppo, pari a circa il 0,14 %.

5.2 Analisi delle eventuali problematiche

Le possibili problematiche, connesse allo spostamento del tracciato dell'alveo del Rio Molinetto, sono legate sia alla necessità di garantire il corretto smaltimento delle portate di piena del corso d'acqua, sia agli altri aspetti evidenziati dai Settori Regionali, nel corso della Prima Conferenza di Pianificazione del 15-12-2011, accennati in Premessa e ripresi nelle osservazioni formulate con nota dell'11-05-2012, prot. n. 39228 dal Settore Prevenzione Territoriale del Rischio Geologico, trattati puntualmente nella presente Relazione.

Dal punto di vista del corretto smaltimento delle portate, si rimanda alle considerazioni ed ai risultati delle verifiche idrauliche, illustrate al cap. 4, che possono essere così riassunte: la massima portata di piena del Rio Molinetto, con tempo di ritorno 200 anni, è risultata pari a circa 18,5 m³/s, tenendo conto di picchi di portata contemporanei in tutti i bacini di alimentazione del corso d'acqua, dell'assenza di trasporto solido nella zona di fondovalle e delle prevedibili perdite di subalveo nell'ambito della piana alluvionale, stimati in base alle osservazioni condotte in sito sulla granulometria e sulla permeabilità dei depositi di copertura e con riferimento ai coefficienti di deflusso proposti in letteratura.

Le dimensioni e la tipologia di sistemazione idraulica delle sponde che si prevede di assegnare alle sezioni di deflusso del Rio Molinetto, in maniera costante lungo tutta la tratta in progetto, con pendenza uniforme dell'ordine di 0,14%, risultano in grado di consentire il corretto smaltimento delle portate di piena di riferimento considerate nelle verifiche idrauliche in moto permanente (Tr 20, 100 e 200 anni).

Tali condizioni di deflusso sono compatibili con la geometria del canale, in quanto il pelo libero risulta contenuto entro le sponde in blocchi, e le velocità del deflusso (che si svolgerà in regime di corrente lenta) saranno tali da non provocare fenomeni di erosioni e scalzamenti al piede dei manufatti spondali.

Si precisa che le sezioni di deflusso dovranno sempre essere oggetto di una periodica manutenzione, atta a consentire il corretto deflusso delle eventuali portate di piena straordinarie, consistente in operazioni di taglio della vegetazione arbustiva (con asportazione dell'eventuale accumulo di materiale terroso), che tende ad attecchire sul fondo alveo del tratto di monte (non pavimentato), soprattutto in corrispondenza delle luci dei manufatti di attraversamento della strada.

Per quanto riguarda l'assetto idrologico ed idrogeologico della piana alluvionale, storicamente, i terreni morfologicamente più depressi, situati a monte del rilevato della linea ferroviaria Milano-Domodossola e prossimi alle linee di deflusso superficiali, sono state interessate in passato da fenomeni di ristagno o allagamento con battenti ridotti ed energia pressoché nulla, legati a difficoltà di deflusso superficiale; tali fenomeni, tendono a verificarsi esclusivamente in concomitanza con eventi alluvionali, caratterizzati da

periodi con precipitazioni intense e molto prolungate (l'ultimo caso registrato, risale all'alluvione dell'ottobre 2000), nel corso dei quali si possono verificare sia risalite della falda freatica, tali da raggiungere livelli abbastanza prossimi al piano campagna (difficoltà di drenaggio), sia difficoltà del reticolo superficiale a smaltire le portate liquide nel F. Toce in piena (fenomeni di "rigurgito" con risalita delle acque lungo il reticolo minore).

Da questo punto di vista, la modesta rettifica dell'andamento del tracciato del Rio Molinetto, non comporterebbe alcuna modifica negativa dell'assetto idrologico del territorio, in quanto non inciderebbe sugli elementi di pericolosità geoidrologica che governano la piana alluvionale (possibili escursioni della falda e piene del F. Toce).

Eventuali condizioni di allagamento delle aree circostanti al nuovo percorso del canale, per le condizioni idrauliche al contorno (effetti derivanti dalla concomitanza con scenari di piena del F. Toce), rimangono poco probabili; è stato esplicitato che, lo scenario ipotetico più critico sarebbe quello di una limitata esondazione con "risalita" dei flussi lungo il paleoalveo che si sviluppa in direzione Nord, al piede del rilevato ferroviario, (che diverrebbe il nuovo canale di deflusso del Rio Molinetto), fino all'area depressa posta a tergo dell'arginatura del F. Toce, in Comune di Domodossola, che la Variante Strutturale ha già classificato come area a pericolosità EmA, risultando quindi in sintonia con il quadro del dissesto proposto.

La soluzione progettuale analizzata ha dato risultati soddisfacenti ed è stata, pertanto, confermata la piena fattibilità dell'intervento relativo allo spostamento del corso d'acqua, il cui Progetto Definitivo dovrà, comunque, essere approvato dal Settore Decentrato OO.PP. e Difesa Assetto Idrogeologico di Verbania.

Poiché il previsto spostamento del Rio Molinetto potrebbe comportare ricadute negative in termini di pericolosità per il territorio di Domodossola, si sottolinea che, anche a seguito delle presenti analisi di tipo idraulico, permangono talune incertezze legate alle difficoltà di modellazione idraulica, in concomitanza con scenari di piena del F. Toce, infatti, sebbene le verifiche idrauliche abbiano dato risultati positivi, non si può escludere con certezza un allagamento delle aree circostanti per le condizioni idrauliche al contorno; in questo caso, lo scenario ipotetico più critico, maggiormente probabile (ma non confermato analiticamente), sarebbe quello di una esondazione con "risalita" dei flussi lungo la tratta settentrionale del paleoalveo (la cui porzione meridionale coinciderà con la tratta terminale del nuovo canale di deflusso del Rio Molinetto), fino all'area depressa posta a tergo dell'arginatura del F. Toce, che la Variante Strutturale ha già classificato come area a pericolosità EmA, risultando quindi in sintonia con il quadro del dissesto proposto.

Per quanto riguarda la naturalità dell'alveo del corso d'acqua, si sottolinea che, la tratta d'alveo che verrà modificata, già allo stato attuale non corrisponde più a quello che era il corso d'acqua naturale, essendo questo già rettificato in passato, nel settore adiacente la Ditta Framiva Metalli, con formazione di un canale con tratte pseudo rettilinee, con sponde estesamente delimitate da scogliere in blocchi di pietrame, in conformità ai progetti approvati dal Settore Opere Pubbliche e Difesa Assetto Idrogeologico.