



AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO
PARMA

Progetto di integrazione al piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

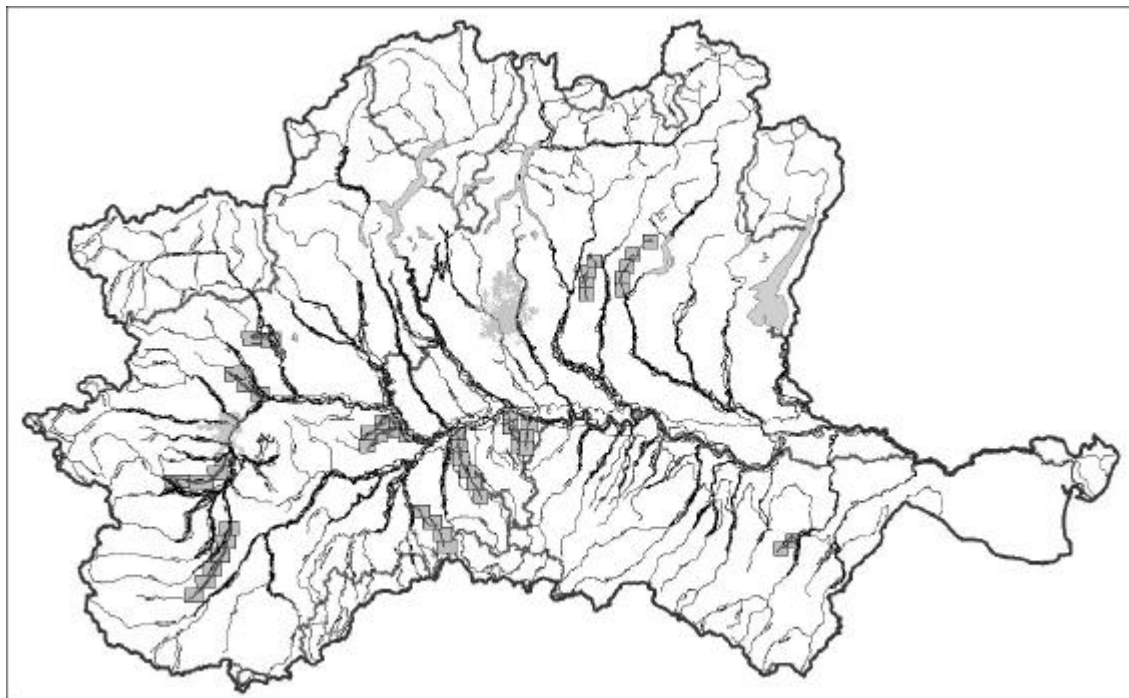
Legge 18 Maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6-ter

Rete idrografica minore naturale di pianura

Relazione

LINEE GENERALI DI ASSETTO IDROGEOLOGICO E QUADRO DEGLI INTERVENTI

BACINO DEL TORRENTE LEMINA



INDICE

1. Introduzione.....	3
2. Caratteristiche generali	4
3. Analisi delle condizioni di sicurezza attuali	5
3.1. Valutazioni sulla dinamica evolutiva e sulle condizioni di stabilità morfologica.....	5
3.2. Funzionalità del sistema difensivo e delle opere interferenti.....	7
3.3. Aspetti idrologici e idraulici.....	13
3.3.1. Caratteristiche generali	13
3.3.2. Portate di piena.....	15
3.3.3. Geometria e caratteristiche idrauliche dell'alveo.....	17
3.3.4. Messa a punto del modello idrodinamico di simulazione.....	18
3.4. Delimitazione delle aree allagabili.....	19
3.5. Aree storicamente esondate.....	23
4. Assetto di progetto	24
4.1. Ponte della Ferrovia Bricherasio - Pinerolo (sez. 105) - Molino Frascchetto (sez. 57) 25	
4.1.1. Sintesi delle criticità e delle esigenze di intervento strutturale	25
4.1.2. Interventi principali	26
4.1.3. Valutazione sommaria dei costi di intervento.....	28
4.1.4. Azioni non strutturali: fasce fluviali.....	29
4.2. Molino Frascchetto (sez. 57) - Ponte della Strada Peretti (sez. 24).....	30
4.2.1. Sintesi delle criticità e delle esigenze di intervento strutturale	30
4.2.2. Interventi principali	31
4.2.3. Valutazione sommaria dei costi di intervento.....	32
4.2.4. Azioni non strutturali: fasce fluviali.....	33
4.3. Ponte della Strada Peretti - Carignano (sez. 24) - confluenza in Chisola (sez. 1)	34
4.3.1. Sintesi delle criticità e delle esigenze di intervento strutturale	34
4.3.2. Interventi principali	35
4.3.3. Valutazione sommaria dei costi di intervento.....	35
4.3.4. Azioni non strutturali: fasce fluviali.....	36

Linee generali di assetto idraulico e idrogeologico nel bacino del torrente Lemina

1. Introduzione

L'Autorità di bacino del fiume Po ha condotto sulla rete idrografica, a partire dal 1995, attività di ricognizione, di studio e di predisposizione del Piano, attraverso il coinvolgimento delle Regioni e degli Enti locali.

Sono stati avviati prioritariamente i Sottoprogetti:

SP 1-Piene e naturalità degli alvei

SP 2- Stabilità dei versanti

Nel 2000 è stato infine promosso il Sottoprogetto **SP 4 Rete idrografica minore naturale e artificiale** che prende in esame il restante sistema idrico naturale e artificiale nelle aree di pianura e di fondovalle montano, presenti in ciascuno dei 9 ambiti in cui è stato suddiviso il territorio compreso tra i principali affluenti del Po, con l'obiettivo di integrare il quadro delle conoscenze circa le criticità idrauliche presenti:

- lungo i corsi d'acqua naturali del reticolo secondario naturale e artificiale
- nei nodi critici intesi sia come singole località dove i fenomeni di esondazione coinvolgono insediamenti abitativi, produttivi e infrastrutture di grande importanza, sia come parti di reticolo idrografico minore il cui assetto idraulico è completamente compromesso dalle mutate caratteristiche del territorio su di esso idraulicamente gravante.

Dopo una fase preliminare consistente nell'inquadramento generale di tutto il territorio in esame, nella individuazione delle problematiche più rilevanti, nell'acquisizione dei dati esistenti al fine di definire le esigenze di approfondimento conoscitivo per i diversi temi di studio, si è proceduto per il corso d'acqua in oggetto allo svolgimento delle attività previste dalla prescrizione tecnica di disciplinare riepilogate nel seguente elenco:

- Caratterizzazione geometrica, geomorfologica e idraulica del reticolo idrografico delle aree soggette ad allagamento;
- Catasto delle opere idrauliche;

- Aggiornamento e sistematizzazione dell'idrologia di piena;
- Valutazione del pericolo attuale di esondazione;
- Caratteristiche socio - economiche delle aree soggette ad esondazione;
- Censimento delle emergenze storico - culturali, naturalistiche ed ambientali;
- Delimitazione delle fasce fluviali per assegnati tempi di ritorno;
- Definizione delle linee di assetto e relative opzioni di intervento.

Complessivamente lo studio ha portato a:

- una rappresentazione sintetica delle zone a diverso grado di pericolosità e di rischio
- alla individuazione dei criteri e delle opzioni di intervento per il progressivo conseguimento di una riduzione del rischio attuale a livelli compatibili.

Sono così disponibili gli elementi conoscitivi per predisporre una integrazione al PAI riguardante i corsi d'acqua del reticolo idrografico secondario naturale.

2. Caratteristiche generali

Il torrente Lemina è un affluente di destra del torrente Chisola il suo corso si sviluppa interamente nel territorio della Provincia di Torino.

Il torrente ha origine sulle pendici del Monte Faiè, alla quota di circa 1380 m s.l.m; il suo bacino copre una superficie complessiva di circa 110 Km² ed è compreso tra il bacino del torrente Pellice e quello del torrente Chisola. L'abitato di Pinerolo segna il confine tra la parte montana del corso d'acqua e il tratto di pianura. Il bacino montano si sviluppa su di una superficie di circa 23 Km².

Il Lemina defluisce in direzione Nord-Sud per circa 11 km fino all'abitato di Pinerolo dove effettua una ampia curva verso sinistra ed assume direzione circa Est-Ovest che mantiene per parte del tratto di pianura; a valle di Virle l'orientazione del senso di deflusso varia sensibilmente verso NE-SW fino a riprendere, prima della confluenza nel Chisola, l'andamento N-S che caratterizza il tratto montano iniziale.

Nel tratto in cui attraversa il territorio comunale di Virle Piemonte, fino alla confluenza del rio Ologna, situata alla distanza di circa 36 km dalla sorgente, il Lemina assume il nome di torrente Ramata e successivamente il nome di torrente Oitana fino alla confluenza nel Chisola, situata circa 17 km più a valle, in prossimità di La Loggia.

Nella parte medio - alta del bacino montano, fino all'altezza di San Pietro Val Lemina, il torrente scorre per lunghi tratti incassato nel substrato roccioso, con allargamenti laterali limitati ai tratti non modellati in roccia.

Nel tratto compreso tra San Pietro Val Lemina e Pinerolo, il Lemina scorre incassato in depositi alluvionali recenti e genera fenomeni di erosione.

Il tratto che presenta i problemi più rilevanti è quello a valle del ponte stradale di Via Tabona in Pinerolo dove, immediatamente a valle dell'immissione del Canale Moirano, il torrente Lemina effettua una curva verso destra piuttosto accentuata. In questo punto, anche per gli apporti del canale Moirano che convoglia nel Lemina parte delle acque di piena del torrente Chisone, possono verificarsi esondazioni nel centro abitato.

Per quanto riguarda il tratto di pianura a valle dell'abitato di Pinerolo, i caratteri morfologici sono piuttosto uniformi; il torrente è infatti caratterizzato da un alveo di tipo unicursale, poco inciso rispetto alla pianura alluvionale recente (mediamente pochi metri di dislivello tra fondo alveo ed il piano campagna) e da lunghi tratti rettilinei riconducibili ad interventi antropici di rettificazione dell'alveo realizzati nei secoli scorsi nell'ambito di attività agricole condotte nella pianura circostante. I problemi principali sono determinati dall'inadeguatezza dell'alveo e dalla presenza di numerose opere di attraversamento (stradali e non) che spesso presentano luce modesta e quindi rappresentano un ostacolo al deflusso delle portate di piena. Le criticità maggiori per rischio di esondazione sono individuabili negli abitati di Buriasco, Balbo, Pautasso e Peretti.

Le principali confluenze avvengono nel tratto montano e sono rappresentate dal rio Moirano, il rio del Batour (che confluisce in prossimità di San Pietro Val Lemina), il Canale Leminetta; nel tratto di pianura l'affluente più importante è rappresentato dal rio Ologna (in destra a valle di Virle Piemonte).

3. Analisi delle condizioni di sicurezza attuali

3.1. Valutazioni sulla dinamica evolutiva e sulle condizioni di stabilità morfologica

Tratto 1

Il tratto, esteso per una lunghezza di circa 9 chilometri, è compreso tra la confluenza nel torrente Chisola ed il ponte della strada Peretti - Carignano.

In questo tratto il torrente è caratterizzato da alveotipo meandriforme a larghezza costante con lunghi tratti rettificati a seguito di attività antropiche. L'alveo è caratterizzato da una sensibile riduzione della sezione rispetto ai tratti più a monte. La sporadica presenza di traverse di derivazione condiziona il deflusso di

parte del tratto considerato. Nei tratti non condizionati dalla presenza di opere trasversali la granulometria è grossolana (ghiaie e ciottoli); le sponde sono perlopiù ricoperte da vegetazione arborea arbustiva.

Nel tratto non sono state osservate evidenze di approfondimento o ripascimento tali da poterne misurare l'entità, inoltre, in base alle osservazioni effettuate in corrispondenza delle strutture antropiche quali ponti ed opere trasversali, la tendenza evolutiva all'erosione del profilo di fondo ed al ripascimento appare pressochè nulla.

Non sono stati riconosciuti fenomeni di erosione spondale, l'indice di erosione di sponda e la tendenza all'erosione spondale sono nulli.

Nel complesso l'alveo risulta stabile.

Tratto 2

Il tratto è lungo circa 14 km ed è compreso tra il ponte della strada Peretti - Carignano e Molino Frascetto.

In questo tratto il torrente è caratterizzato da alveotipo meandriforme passante a monocursale sinuoso verso monte; la larghezza dell'alveo è sempre costante; sono presenti diversi tratti rettificati sia in corrispondenza degli attraversamenti dei centri abitati che nelle aree coltivate. La presenza di diverse traverse di derivazione irrigua condiziona per certi tratti le modalità di deflusso e la granulometria in alveo che rimane comunque grossolana (ghiaie e ciottoli); le sponde sono perlopiù ricoperte da vegetazione arborea arbustiva.

L'osservazione delle foto aeree ha permesso di riconoscere alcune forme fluviali non più attive (paleoalvei), forse generate da corsi d'acqua diversi e più grandi del Lemina.

Nel tratto considerato gli attraversamenti delle frazioni di Pautasso, Peretti, Balbo ed in misura minore di Virle, possono essere considerati critici in relazione alla possibilità di esondazione del Lemina.

Nel tratto non sono state osservate evidenze di approfondimento o ripascimento tali da poterne misurare l'entità; in base alle osservazioni effettuate in corrispondenza delle strutture antropiche quali ponti ed opere trasversali, la tendenza evolutiva all'erosione del profilo di fondo è nulla, mentre la tendenza al ripascimento è scarsa.

Non sono stati riconosciuti fenomeni di erosione spondale, l'indice di erosione di sponda e la tendenza all'erosione spondale sono nulli.

Nel complesso l'alveo risulta stabile.

Tratto 3

Il tratto è compreso tra Molino Frascetto e il ponte della ferrovia Bricherasio - Pinerolo e si estende per una lunghezza di circa 17 km.

Il Lemina in questo tratto presenta un alveotipo monocursale, rettilineo o più probabilmente rettificato per buona parte del suo corso; solo localmente è caratterizzato da una certa sinuosità. La larghezza dell'alveo è costante e la sezione è assimilabile a quella di un canale trapezoidale. La sezione di deflusso è nel complesso sensibilmente più ampia di quelle dei tratti a valle. La parte di tratto a valle dell'abitato di Cercenasco è caratterizzata dalla presenza di sponde più alte del piano campagna (mediamente 0,5-1 m), non si tratta di argini veri e propri ma di accumuli in terra più o meno continui dovuti alle attività agricole.

La presenza di diverse traverse di derivazione irrigua condiziona per certi tratti le modalità di deflusso e la granulometria in alveo che rimane comunque grossolana (ghiaie e ciottoli); le sponde sono perlopiù ricoperte da vegetazione arborea arbustiva.

L'osservazione delle foto aeree ha permesso di riconoscere alcune forme fluviali non più attive (paleoalvei), forse generate da corsi d'acqua diversi e più grandi del Lemina

Nel tratto considerato il Lemina attraversa l'abitato di Buriasco dove la presenza di restringimenti (per la presenza di opere longitudinali) e di attraversamenti e difese spondali non adeguate potrebbe creare delle criticità;

In corrispondenza di alcune opere di attraversamento e di difesa spondale sono state osservate evidenze di approfondimento del fondo alveo per valori compresi tra 0.5 - 0.7 m. Sporadicamente si è osservata una certa tendenza al ripascimento. Complessivamente la tendenza evolutiva all'erosione del profilo di fondo appare moderata; la tendenza al ripascimento appare invece scarsa.

Sono stati riconosciuti sporadici fenomeni di erosione spondale per una lunghezza totale di 100 m scarsi. l'indice di erosione di sponda e la tendenza all'erosione spondale sono pertanto nulli.

Nel complesso l'alveo risulta stabile anche se evidenzia una moderata tendenza all'instabilità più accentuata che negli altri tratti.

3.2. Funzionalità del sistema difensivo e delle opere interferenti

Il torrente nel suo percorso, oltre alla città di Pinerolo, attraversa i territori dei comuni di San Pietro Val Lemina (a monte) e Buriasco, Cercenasco, Vigone, Virle Piemonte, la frazione di Balbo, Putasso (a valle).

Fino all'altezza di San Pietro Val Lemina, il torrente scorre per lunghi tratti incassato nel substrato roccioso, con allargamenti laterali limitati ai tratti non modellati in roccia, dove i processi di erosione laterale hanno spesso determinato lo scalzamento delle opere di difesa, realizzate soprattutto a protezione della S.P. n.

167 per Talucco. Inoltre nella parte alta del bacino, in concomitanza di eventi pluviometrici eccezionali, possono verificarsi violenti processi di trasporto torrentizio di massa.

Nel tratto compreso tra San Pietro Val Lemina e Pinerolo, l'alveo è piuttosto incassato in depositi alluvionali recenti, in cui i fenomeni di battuta spondale sul lato esterno delle curve hanno dato origine a scarpate piuttosto alte ed acclivi e quindi soggette a fenomeni di erosione rilevanti.

Da Virle Piemonte in poi, fino alla confluenza del rio Ologna, situata alla distanza di circa 36 km dalla sorgente, il Lemina assume il nome di torrente Ramata, poi cambia nuovamente toponimo assumendo quello di torrente Oitana fino alla confluenza nel Chisola, situata circa 17 km più a valle, in prossimità del centro abitato di La Loggia.

Per quanto riguarda il tratto che arriva fino a Pinerolo, i problemi più rilevanti si hanno a valle del ponte stradale di Via Tabona in Pinerolo a valle dell'immissione del Canale Moirano.

Qui il torrente Lemina effettua una curva verso destra piuttosto accentuata e possono verificarsi esondazioni nel centro abitato anche per gli apporti del canale Moirano che convoglia nel Lemina parte delle acque di piena del torrente. Chisone.

Invece lungo il tratto di pianura a valle dell'abitato di Pinerolo, i problemi principali sono determinati dall'inadeguatezza dell'alveo e dalla presenza di numerose opere di attraversamento (stradali e non) che spesso presentano luce modesta e quindi rappresentano un ostacolo al deflusso delle portate di piena.

Poichè l'asta fluviale in esame si presenta con una significativa variabilità di caratteristiche lungo il suo sviluppo spaziale, le attività di analisi sulle condizioni di sicurezza nei confronti del rischio idraulico sono state precedute dalla prioritaria necessità di suddividere il corso d'acqua in tronchi, all'interno dei quali i parametri più significativi ai fini della caratterizzazione della regione fluviale potessero ritenersi all'incirca costanti.

Si sono ritenuti significativi, allo scopo di delimitare i singoli tronchi omogenei, i seguenti parametri:

- la tipologia di formazione e propagazione delle piene;
- le caratteristiche morfologiche dell'alveo ordinario;
- lo stato di regimazione del corso d'acqua, con particolare riguardo alle caratteristiche di continuità, discontinuità o assenza di linee di difesa;
- il grado di protezione offerto dalle opere, sia in termini di contenimento dei livelli di piena, sia di controllo dell'evoluzione morfologica dell'alveo.

I singoli tratti sono numerati con numerazione progressiva da valle verso monte.

TRATTO n° 1

Il primo tratto è compreso tra la confluenza da destra nel torrente Chisola e la traversa di derivazione a valle dell'attraversamento della strada Vinovo - La Loggia.

In questo tratto la sezione del torrente è ben incisa ed è più ampia rispetto alla sezione del secondo tratto; inoltre la pendenza di fondo più accentuata velocizza la corrente e le conferisce maggiore capacità di trasporto solido.

La sezione è regolare ed idraulicamente funzionale e non si rilevano criticità apparenti.

Pur non essendo presenti opere di difesa ne attraversamenti, si risente notevolmente della presenza della traversa situata in prossimità dell'attraversamento della strada Vinovo - La Loggia che limita gli apporti di materiale solido da monte.

Data l'assenza di opere di difesa lungo il tratto si ha un grado di protezione offerto per il contenimento delle piene e dell'evoluzione morfologica dell'alveo nullo.

TRATTO n° 2

Il secondo tratto, che raggiunge la strada che collega la frazione di Peretti a Carignano, presenta una sezione idraulica di dimensioni ridotte rispetto al tratto precedente ed un tracciato planimetrico caratterizzato da una sinuosità molto accentuata.

Spesso sono stati realizzati accumuli di terreno riportati sul ciglio delle sponde allo scopo di innalzarne la sommità per contenere le piene ma tale soluzione appare inefficace sia perché applicata con discontinuità, sia per la scarsa coerenza del terreno riportato.

Un passaggio delicato si ha in corrispondenza della traversa ad uso irriguo immediatamente a monte del ponte sulla strada per Tetti Griffa dove il torrente effettua una curva molto accentuata e la presenza dei manufatti trasversali favorisce la possibilità di esondazioni che potrebbero interessare l'abitato in destra.

Il tratto in oggetto è interessato da tre attraversamenti stradali che determinano restringimento della sezione e non sono presenti opere longitudinali pertanto il grado di protezione offerto dalle opere di difesa per il contenimento delle piene è nullo mentre quello offerto per il contenimento dell'evoluzione morfologica dell'alveo è insufficiente.

TRATTO n° 3

Il terzo tratto si estende fino al ponticello su strada interpoderale a monte della frazione Peretti e lambisce la frazione di Pautasso dove si rileva una criticità per la presenza di fabbricati nelle immediate vicinanze del corso d'acqua.

La criticità per la presenza di fabbricati nelle immediate vicinanze del corso d'acqua è accentuata dalla dimensione ridotta della sezione d'alveo, ulteriormente ristretta dai due attraversamenti presenti in rapida successione subito a valle degli abitati di Pautasso e Peretti mentre l'assenza di opere di difesa rende nullo il grado di protezione dalle piene ed il contenimento dell'evoluzione morfologica dell'alveo.

TRATTO n° 4

Il quarto tratto è delimitato a monte dalla strada Balbo - Oitana e presenta una sezione d'alveo piuttosto regolare anche se la significativa presenza di vegetazione in alveo ne rende scarsa l'efficienza idraulica in qualche punto.

E' caratterizzato dalla presenza di diverse traverse ad uso irriguo, alcune delle quali in cattivo stato di conservazione (forse in disuso), che provocano rigurgito e rallentamento della corrente con conseguente deposito di materiale fine nei tratti immediatamente a monte degli sbarramenti.

Gli attraversamenti presenti appaiono inadeguati e l'assenza di opere di difesa longitudinale rende nullo il grado di protezione per il contenimento delle piene mentre le traverse presenti sono insufficienti per il controllo dell'evoluzione morfologica dell'alveo.

TRATTO n° 5

Il quinto tratto presenta un'estensione piuttosto ridotta ed è localizzato in corrispondenza dell'abitato di Balbo (frazione di Carignano) dove si rileva una certa criticità per la presenza di fabbricati ed abitazioni soprattutto in sponda sinistra.

La criticità per la presenza di fabbricati nelle vicinanze del corso d'acqua (in particolare per i fabbricati in sponda sinistra) è dovuta all'inadeguatezza dell'attraversamento della strada Balbo - Oitana, aggravata dalla traversa di derivazione subito a valle, che ostacolano il libero deflusso delle portate di piena in un punto in cui le sponde del torrente sono piuttosto basse rispetto al fondo alveo.

Non sono presenti opere di difesa e pertanto il grado di protezione offerto per il contenimento delle piene e dell'evoluzione morfologica dell'alveo è nullo.

TRATTO n° 6

Il sesto tratto va dall'ingresso nell'abitato di Balbo fino alla strada che collega Virle P. alla frazione di Oitana ed è caratterizzato da una sezione d'alveo regolare ed idraulicamente funzionale che non dà luogo a criticità apparenti in quanto vengono attraversate aree agricole lontane da insediamenti urbani.

La sezione d'alveo è regolare ed idraulicamente funzionale e non si rilevano criticità apparenti in quanto vengono attraversate aree agricole lontane da insediamenti urbani.

L'assenza sia di opere di difesa che di attraversamento rende il grado di protezione offerto per il contenimento delle piene e dell'evoluzione morfologica dell'alveo nullo.

TRATTO n° 7

Il settimo tratto si estende fino all'altezza della Località San Sebastiano dove avviene l'ingresso nel centro abitato di Virle Piemonte che viene attraversato nella zona periferica a Nord del paese.

Questo tratto è interessato da quattro attraversamenti (tre stradali e un ponte tubo) la cui inadeguatezza crea una criticità anche per le abitazioni nelle vicinanze del corso d'acqua.

E' inoltre presente una sola difesa longitudinale costituita da un muro in cls in sponda sinistra che appare in buono stato di conservazione e non vi sono opere di difesa trasversali pertanto il grado di protezione offerto dalle opere di difesa per il contenimento delle piene ed il contenimento dell'evoluzione morfologica dell'alveo è insufficiente.

TRATTO n° 8

Il limite di monte dell'ottavo tratto è costituito dall'attraversamento della strada che collega Buriasco e Cerceneasco ed il tracciato planimetrico si sviluppa prevalentemente attraverso aree agricole interessando solo marginalmente gli abitati di Cercenasco e Vigone.

Esso presenta una sezione regolare ed idraulicamente funzionale anche se di dimensione ridotta e pertanto insufficiente al deflusso delle portate di piena.

Gli abitati di Cercenasco e Vigone vengono interessati in corrispondenza del cimitero, dove sono presenti una difesa spondale in sinistra ed una traversa.

Le opere di difesa presenti offrono un grado di protezione dalle piene nullo ed un grado di contenimento dell'evoluzione morfologica dell'alveo insufficiente

TRATTO n° 9

Il nono tratto si estende fino al ponte della strada che collega Buriasco a Pinerolo e presenta una sezione d'alveo irregolare e di larghezza variabile soprattutto nel tratto centrale dell'attraversamento del centro abitato di Buriasco dove si verificano spesso esondazioni.

La marcata tendenza all'abbassamento del fondo ha provocato lo scalzamento ed il danneggiamento di alcune opere di difesa longitudinali (sia di tipo rigido che flessibile).

L'inadeguatezza della sezione e degli attraversamenti stradali e la presenza di una traversa di derivazione nel tratto urbano di Buriasco causano frequenti esondazioni che possono interessare diffusamente il paese anche perché in alcuni settori le quote del piano campagna in destra sono leggermente inferiori rispetto alla quota di sommità delle sponde.

Al momento dei sopralluoghi erano in corso i lavori di realizzazione di un nuovo muro spondale in sinistra, immediatamente a valle dell'attraversamento per l'accesso ad una azienda in Buriasco; tale muro andrà a sostituire una vecchia difesa distrutta nell'evento dell'ottobre 2000.

In questo tratto le opere di difesa presenti offrono un grado di protezione insufficiente sia rispetto al contenimento delle piene che dell'evoluzione morfologica dell'alveo.

TRATTO n° 10

Il decimo tratto arriva fino all'attraversamento della S. S. n° 23 a valle di Pinerolo con sezione d'alveo e tracciato planimetrico regolari soprattutto nella parte centrale, passando lontano da centri abitati di rilievo, avvicinandosi però a diverse cascate.

La presenza di alcune traverse ad uso irriguo e di diverse difese spondali in pietrame a secco non limita la tendenza all'erosione del corso d'acqua che ha provocato lo scalzamento di diverse difese ed in particolare dei muri spondali a protezione del tratto in prossimità di Cascina Pavia con rischio di instabilità anche per la Cascina stessa.

Si è rilevata la presenza di diverse piccole difese spondali realizzate in pietrame a secco che appaiono spesso in cattivo stato di conservazione se non proprio in dissesto e comunque piuttosto vulnerabili in caso di piena.

Il grado di protezione offerto dalle opere di difesa presenti per il contenimento delle piene è nullo mentre quello per il contenimento dell'evoluzione morfologica dell'alveo è insufficiente.

TRATTO n° 11

L'undicesimo tratto coincide con l'uscita dal centro abitato di Pinerolo e si estende fino all'attraversamento della ferrovia che collega Bricherasio a Pinerolo.

E' un tratto abbastanza urbanizzato nella parte a monte mentre la porzione terminale interessa alcune cascine in prossimità della statale.

Il rilevato della S. S. n° 23 costituisce un vero e proprio sbarramento dell'area golenale del torrente che associato all'inadeguatezza dell'attraversamento, parzialmente intasato da depositi di materiale solido eroso a monte e depositato in corrispondenza del ponte, provocano allagamenti della piana a monte con interessamento dei fabbricati presenti nelle vicinanze.

L'erosione spondale in atto immediatamente a valle della difesa in corrispondenza di Cascina Pescia, con il tempo potrebbe raggiungere la spalla sinistra del manufatto di attraversamento ed il rilevato stradale con rischio per l'infrastruttura viaria.

Qualche problema potrebbe aversi anche in corrispondenza del Ponte Sanina che viene imboccato in modo irregolare.

Come per il tratto precedente, il grado di protezione offerto dalle opere di difesa presenti per il contenimento delle piene è nullo mentre quello per il contenimento dell'evoluzione morfologica dell'alveo è insufficiente.

3.3. Aspetti idrologici e idraulici

3.3.1. Caratteristiche generali

Il bacino del torrente Lemina ha un'estensione pari a circa 110 Km² e si sviluppa per circa 50 km; la quota massima del bacino è 1382 m s.l.m., mentre la confluenza nel torrente Chisola è a quota 225 m s.l.m.

Nell'ambito di questo studio sono state individuate sei sezioni di rilevanza idrologica, in seguito indicate con la stessa codifica del rilievo topografico, per le quali si è proceduto alla determinazione delle onde di piena per assegnato tempo di ritorno:

- sez. 105 a valle dell'abitato di Pinerolo, in corrispondenza dell'attraversamento ferroviario Pinerolo-Torino,
- sez. 78 a valle di Buriasco,
- sez. 62 in prossimità di Cercenasco,
- sez. 48 subito dopo il centro abitato di Virle Piemonte,
- sez. 25 in prossimità dell'attraversamento della S.S. 661 in località Peretti,

- sez. 1 confluenza nel torrente Chisola.

In funzione dell'analisi idrologica sono stati individuati alcuni elementi caratteristici del bacino, quali il tempo di corrivazione e il coefficiente di afflusso, che definiscono la risposta del bacino ad un determinato evento di pioggia, ed i parametri della curva di possibilità pluviometrica, che individua il regime delle piogge dell'area cui si riferisce e permette di correlare, per ogni tempo di ritorno, la durata della pioggia alla sua intensità.

In Tabella sono riportate le principali caratteristiche morfometriche dei bacini idrografici chiusi in corrispondenza delle tre sezioni indicate, per quanto riguarda la determinazione del tempo di corrivazione, esso è stato calcolato utilizzando la formula di Giandotti.

Sez.	A [km ²]	H _{min} [m s.l.m.]	H _{med} [m s.l.m.]	L [km]	t _c [h]	F
1	110	225	361	50	12.5	0.4
25	97	235	379	42	10.7	0.4
48	76	243	416	33	8	0.4
62	60	255	457	27	6.3	0.4
78	39	295	554	20	4.3	0.4
105	24	365	693	13	2.7	0.4

Il valore del coefficiente di afflusso F è stato assunto pari a 0.4 per tutto il bacino in conformità con le indicazioni acquisite dai dati bibliografici (*Carta dei coefficienti di afflusso* del Servizio Idrografico Nazionale), dallo studio di bacini simili a quello in esame per formazione rocciosa e vegetazione, da valutazioni sulla geomorfologia del bacino e sull'uso del suolo, ed in particolare sul rapporto tra le aree urbanizzate e non urbanizzate.

Questo valore stesso valore è stato utilizzato anche nello *Studio in materia di protezione idrogeologica e difesa del suolo sul torrente Lemina*, redatto per conto della Comunità Montana 'Pinerolese Pedemontano'. In tale studio il valore di F è stato desunto da dati storici riportati in una pubblicazione di Anselmo (Massime portate osservate o indirettamente valutate nei corsi d'acqua); In particolare il valore di F determinato era quello relativo al torrente Chisone, il cui bacino però è molto simile per formazione rocciosa e vegetazione a quello del corso in esame.

Per la definizione dei parametri *a* ed *n* del bacino sono state prese in considerazione le stazioni pluviometriche interne o molto prossime al bacino idrografico in esame. Nel caso del torrente Lemina le stazioni considerate sono quelle di : Perosa Argentina, Villar Perosa, S. germano Chisone, Lombriasco e Cumiana Bivio. Per tutte le stazioni considerate i parametri *a* ed *n* per i tempi di

ritorno di interesse sono stati ricavati dalla Direttiva Portate, redatta dall'Autorità di Bacino del Fiume Po.

In Tabella sono riportate le stazioni pluviometriche utilizzate, il codice relativo, i valori dei parametri delle curve di possibilità pluviometrica al variare del tempo di ritorno e i valori medi adottati.

STAZIONE	<i>Tr = 20</i> anni		<i>Tr = 100</i> anni		<i>Tr = 200</i> anni		<i>Tr = 500</i> anni	
	a ₂₀	n ₂₀	a ₁₀₀	n ₁₀₀	a ₂₀₀	n ₂₀₀	a ₅₀₀	n ₅₀₀
1404 Perosa Argentina	31,58	0,47	40.06	0,47	43.68	0,47	48.46	0,47
1406 Villar Perosa	45,11	0,41	56.98	0,42	62.00	0,42	68.75	0,42
1408 S.Germano Chisone	53,73	0,38	70.82	0,37	78.13	0,36	87.75	0,36
1451 Lombriasco	50,32	0,24	67.10	0,22	74.25	0,21	83.69	0,20
1457 Cumiana Bivio	49,46	0,3	64.14	0,29	68.62	0,30	78.72	0,29
BACINO	46.04	0,36	59.82	0,35	65.34	0,35	73.47	0,35

Si è quindi calcolata la media dei valori di a ed n così raccolti, ottenendo, per ogni tempo di ritorno considerato, una coppia di valori dei parametri che è stata adottata come caratteristica del bacino in esame.

T [anni]	a	n
20	46.04	0.36
100	59.82	0.35
200	65.34	0.35
500	73.47	0.35

In base a tali parametri sono stati definiti gli ietogrammi di progetto.

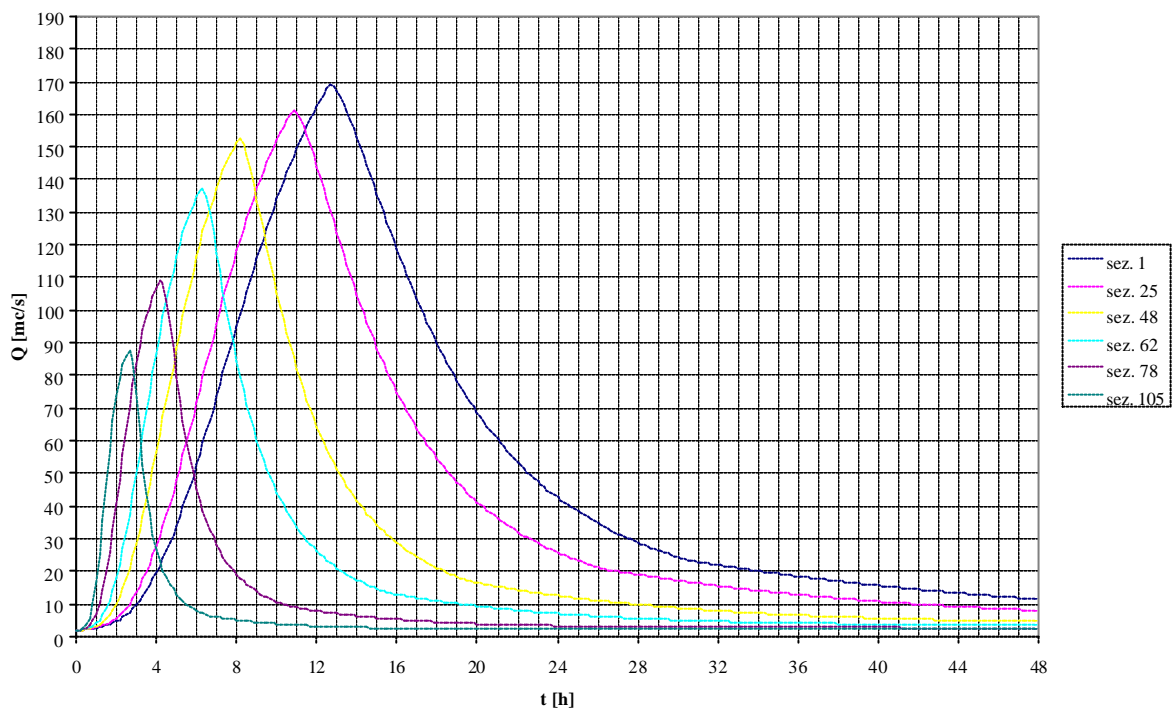
3.3.2. *Portate di piena*

Il calcolo degli idrogrammi di portata chiusi alle sezioni di interesse, stante la mancanza di stazioni idrometriche sul corso d'acqua in esame, è stato effettuato con un modello deterministico a parametri concentrati (modulo afflussi-deflussi).

I risultati sono stati poi confrontati, al fine di convalidarli, con i valori di portata al colmo di piena calcolati con le principali metodologie presenti in letteratura e con i risultati di altri studi effettuati sul medesimo corso d'acqua, in particolare sono stati utilizzati i seguenti metodi: modello cinematico, modelli MG e MGs (Maione, 1997; Maione et al., 1998), modelli regionali VAPI elaborati dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche del Consiglio Nazionale delle Ricerche, modello regionale VAPI specifico per il Piemonte, elaborato dal C.U.G.RI. - Dipartimento di Ingegneria Civile - Università di Napoli "Federico II", modello di regionalizzazione SP1, (1995) adottato dall'Autorità di Bacino del Fiume Po.

Il risultato finale dello studio consiste quindi negli idrogrammi di piena nelle diverse sezioni di interesse e negli idrogrammi residui relativi ai sottobacini parziali compresi tra due sezioni successive, calcolati per i tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni.

Tali risultati costituiscono la base per la successiva attività di modellazione idraulica lungo il tratto di fiume in esame. Gli idrogrammi calcolati alle sezioni 1, 25, 48, 62, 78 e 105 per T=200 anni sono rappresentati di seguito in forma grafica.



La tabella seguente sintetizza i valori di portata al colmo nelle sezioni di interesse ricavabili dagli idrogrammi calcolati.

Sez.	QT=20 anni (mc/s)	QT=100 anni (mc/s)	QT=200 anni (mc/s)	QT=500 anni (mc/s)
1	111	155	169	184
25	107	145	161	176
48	99	138	153	166
62	92	124	137	149
78	74	98	109	118
105	58	79	88	100

Gli idrogrammi di progetto relativi al torrente Lemina si riferiscono ai tempi di ritorno $T = 20, 100, 200$ e 500 anni, corrispondente quest'ultimo ad un evento alluvionale di proporzioni catastrofiche.

L'obiettivo di definire le aree esondabili richiede particolare cautela nell'individuazione dell'idrogramma di progetto con cui sollecitare il bacino al fine di limitare l'effetto della laminazione del colmo di piena che condurrebbe ad una sottostima della portata al colmo, in particolare nelle sezioni di valle del corso d'acqua.

Si è proceduto quindi alla suddivisione del bacino sotteso dal torrente Lemina in una serie di sottobacini sui quali si è applicato il modello idrologico. Gli idrogrammi risultanti sono stati introdotti nel modello idraulico come input puntuali quando riferiti alla sezione di monte del tratto e come deflusso distribuito lungo l'asta se rappresentativi delle aree residue.

3.3.3. Geometria e caratteristiche idrauliche dell'alveo

Il torrente Lemina, nel tratto oggetto di modellazione numerica compreso fra la sezione 0 progressiva km 0,000 e la sezione 105 progressiva km 40,543, è caratterizzato da un alveo inciso di non elevata capacità di portata e da estese aree golenali di espansione con aree limitrofe a rischio di allagamento nel corso dei maggiori eventi di piena.

Per il torrente Lemina non sono disponibili rilievi pregressi che abbiano significato per le verifiche idrauliche previste dallo studio, per la realizzazione, nell'ambito dello "*Studio in materia di protezione idrogeologica e difesa del suolo sul Torrente Lemina*" (Marzo 2000), commissionato dalla Comunità Montana "Pinerolese Pedemontano" e dalla Provincia di Torino, di un modello di simulazione idraulica nel tratto a monte dell'abitato di Virle Piemonte sono state utilizzate solo sezioni schematiche.

Nel mese di aprile 2001 è stato realizzato un nuovo rilievo topografico costituito da 105 sezioni d'alveo con estensione media pari a 188 metri ed interasse medio di 380 metri e da un profilo d'alveo (punto più depresso). Nelle sezioni eseguite in corrispondenza dei 41 attraversamenti più importanti e comunque significativi ai fini delle verifiche idrauliche previste dal progetto, è stata riportata la vista dei manufatti di attraversamento con le quote dell'estradosso e dell'intradosso.

Tutte le sezioni sono riportate nelle tavole di delimitazione delle fasce fluviali e sono contraddistinte da un numero progressivo crescente da valle verso monte, la traccia della sezione è stata riportata in scala.

Le aree golenali sono state schematizzate come parti integranti dell'alveo adottando, a seconda della conformazione morfologica, una ulteriore schematizzazione quasi 2-D costituita da rami e celle d'invaso rappresentanti golene e paleoalvei molteplici e connessi all'alveo inciso mediante speciali

strutture chiamate “link” che, con uno schema di deflusso a stramazzo, simulano lo sfioro sopra gli elementi morfologici che separano dette aree golenali dell’alveo inciso.

Nel modello sono stati inseriti i 41 attraversamenti che intersecano il corso d’acqua concettualizzati come culvert (deflusso libero e/o pressione) più stramazzo (nel caso di sormonto). La geometria dei ponti è caratterizzata dai valori delle rispettive luci libere di deflusso, dalle quote dell’estradosso/intradosso e dalle dimensioni della luce sfiorante, rilevate nel corso della campagna topografica.

Sono inoltre state inserite 14 traverse caratterizzate da un salto di fondo superiore al mezzo metro, rappresentate come “broad crested weir”.

Per ogni ponte o traversa sono stati inseriti nel modello, se non già presenti, due sezioni d’alveo, una a monte ed una a valle della struttura stessa.

Nelle simulazioni sono stati considerati cautelativamente i seguenti valori di scabrezza c di Strickler:

- per il fondo alveo e i tratti di sponda non vegetati o scarsamente vegetati
 $c=35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ tra le progressive 0,000 e 18,899,
 $c=30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ tra le progressive 18,899 e 25,229,
 $c=25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ tra le progressive 25,229 e km 40,543;
- per le sponde e le aree golenali è stato assunto un valore variabile fra $c=25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ e $c=27 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ in funzione della morfologia circostante.

3.3.4. Messa a punto del modello idrodinamico di simulazione

Le verifiche idrauliche effettuate in moto vario sono state condotte mediante applicazione di modellistica numerica, utilizzando il codice di calcolo Mike 11 del Danish Hydraulic Institute Water & Environmental descritto sinteticamente in Appendice.

La procedura d’analisi modellistica è stata articolata nel modo seguente.

- Le simulazioni idrauliche considerate sono state suddivise per i cinque tronchi di corso d’acqua del torrente Lemina compresi fra le sezioni di chiusura: 1-25, 25-48, 48-62, 62-78 e 78-105;
- si è proceduto con le simulazioni a partire dal tronco compreso fra le sezioni 1-25.
- Come condizione di valle alla confluenza con il torrente Chisola (sezione 0) sono stati considerati i valori dei livelli idrometrici del Chisola.
- il torrente Chisola, ricettore del torrente Lemina, è un corso d’acqua per il quale non è disponibile una scala di deflusso nel ricettore (o comunque non sono ricostruibili i livelli relativi ai tempi di ritorno di interesse $TR = 200$ anni)

pertanto viene assunto cautelativamente il livello nel ricettore previsto dal PAI per T = 200 anni.

Il livello idrometrico nella sezione di confluenza è tratto dallo “*Studio di sistemazione del torrente Chisola*” (Provincia di Torino – 1996), riferito a T=200 anni. Il torrente Lemina confluisce nel torrente Chisola nel tratto compreso fra le sezioni 16 e 17 dello schema planimetrico di detto studio come sintetizzato in tabella seguente dove sono riportati i relativi livelli idrometrici e il livello idrometrico nella sezione di confluenza ricavato interpolando linearmente i dati del profilo del torrente Chisola.

Sezione	Livelli idrometrici per T=200 anni (m.s.m)
15	227.90
16	228.18
Confluenza Lemina-Chisola	228.32
17	229.04
18	229.89

- Nella sezione 25 di monte, è stato inserito l'idrogramma di progetto, fornito dall'analisi idrologica, relativo al bacino sotteso dalla stessa sezione e lungo tutto il tronco del corso d'acqua l'idrogramma distribuito relativo al sottobacino residuo.
- Dalle simulazioni effettuate si è ottenuto l'andamento dei livelli idrometrici nella sezione 25, che è stato imposto come condizione di valle per il tratto del corso d'acqua compreso fra le sezioni 25-48 nella sezione iniziale del tronco (sezione 48) è stato considerato l'idrogramma di progetto fornito dall'analisi idrologica relativo al bacino sotteso dalla stessa sezione, mentre lungo tutto il tronco del corso d'acqua, l'idrogramma distribuito relativo al sottobacino residuo. Tale procedura è stata quindi ripetuta in modo del tutto analogo per i restanti tratti del torrente Lemina.

3.4. Delimitazione delle aree allagabili

Il torrente Lemina ha un alveo inciso di non elevata capacità di portata, con una conformazione morfologica caratterizzata da estese aree golenali di espansione, allagabili già per T=20 anni, e con le aree limitrofe a rischio di allagamento nel corso dei massimi eventi di piena di progetto.

Tale tendenza è inoltre aggravata dai numerosi attraversamenti presenti lungo l'asta fluviale che, risultando prevalentemente non verificati dal punto di vista idraulico, creano un marcato effetto di rigurgito nelle sezioni a monte delle strutture stesse, contribuendo ad un maggiore allagamento delle aree circostanti.

Questa situazione morfologica richiede, in fase di tracciamento delle aree di esondazione, particolare attenzione ad aree anche relativamente distanti dal corso d'acqua, soprattutto in prossimità degli insediamenti industriali e residenziali.

Per il tracciamento di queste aree esondabili, sono stati utilizzati i livelli idrometrici risultanti dalla simulazione idraulica.

Il torrente Lemina come detto è caratterizzato da un alveo poco inciso con terreno circostante pianeggiante pertanto si è reso necessario per molte sezioni il loro allargamento riferendosi alla cartografia e ai numerosi punti battuti al di fuori delle sezioni di rilievo per ricostruire l'andamento della sezione oltre alla lunghezza rilevata.

Si è prestata inoltre particolare attenzione all'assetto morfologico per l'eventuale attivazione di paleoalvei e ad eventuali esondazioni locali in punti intermedi alle sezioni rilevate, di particolare importanza presso i centri abitati.

Non si è proceduto alla delimitazione delle aree allagabili per l'effetto di una rotta arginale in quanto non sono state rilevate arginature lungo il corso d'acqua anche se spesso sono stati realizzati accumuli di terreno riportato sul ciglio delle sponde allo scopo di innalzarne la sommità per contenere le piene ma tale soluzione risulta inefficace sia perchè applicata con discontinuità, sia per la scarsa coerenza del terreno riportato.

Nel seguito viene descritta la situazione dei tratti fluviali compresi fra le relative sezioni di chiusura, analizzando le aree soggette ad allagamento con particolare riguardo ai centri abitati.

Tratto compreso fra le sezioni 1-25

Le sezioni di valle del torrente Lemina immediatamente a monte della confluenza, risentono dei livelli imposti dal torrente Chisola sino alla traversa alla sezione 4 caratterizzata da un salto di fondo superiore ai 2 metri. Le aree allagabili sono dunque influenzate dai livelli idrometrici del torrente Chisola e si estendono sia in sponda destra sia in sponda sinistra per un'estensione variabile secondo il tempo di ritorno.

Le aree comprese fra le sezioni 4-14 risentono di un allagamento maggiormente marcato in sponda destra interessando la località di Tetti Griffa, sino a lambire la località di Carpeneto per T=500 anni. In sponda sinistra l'esondazione è limitata per effetto della conformazione del terreno sufficientemente elevata da non interessare il centro abitato di Vinovo.

Le aree comprese fra le sezioni 14-25 risentono dell'esondazione del torrente Lemina prevalentemente in sponda destra interessando gli insediamenti riportati in tabella seguente.

T (anni)	Aree esondabili e insediamenti abitativi interessati da esondazioni
20	cascina Berta, Tetti Tenivella
500	cascina La Ca

Una maggiore estensione delle aree allagate si rileva a monte dell'attraversamento Vinovo-Carignano situato in corrispondenza alla sezione 14, caratterizzato da una luce già insufficiente a smaltire la portata T=20 anni con conseguente rigurgito nelle sezioni a monte e conseguente allagamento delle aree circostanti sino a lambire località Brassi.

Tratto compreso fra le sezioni 25-48

L'attraversamento sulla sezione 25 che collega Peretti a Piobesi Torinese risultando idraulicamente non verificato crea un effetto di rigurgito che interessa già per T=20 anni, le località Peretti e Pautasso. Procedendo verso monte del torrente Lemina, l'allagamento si estende prevalentemente in sponda destra interessando le cascate elencate in tabella seguente al variare del tempo di ritorno.

T (anni)	Aree esondabili e insediamenti abitativi interessati da esondazioni
20	Tetti Cardone, Tetti dell'Aia, Frazione di Carignano
100	cascina Ferrarone, Frazione Oitana
500	cascina Cantalupa, cascina Garbiglione

Tratto compreso fra le sezioni 48-62

Gli attraversamenti A15, A16, A17 e A18 creano un effetto di rigurgito in corrispondenza dell'abitato di Virle Piemonte che aggrava la situazione delle aree allagabili che si estendono all'interno del centro abitato con intensità crescente al crescere del tempo di ritorno, interessando in sponda sinistra S. Sebastiano già per T=20 anni.

Procedendo verso monte l'allagamento si estende in particolare in sponda destra, interessando la località La Benna con un tempo di ritorno compreso fra i 100 e 200 anni e lambendo le località Ruscalia, Lambertino e M. Fraschetto per T=500 anni.

Tratto compreso fra le sezioni 62-78

Gli attraversamenti A20, A21, A22 e A23 creano un effetto di rigurgito che interessa le sezioni di monte contribuendo ad allagare in modo crescente all'aumentare del tempo di ritorno l'abitato di Cercenasco e le aree periferiche dell'abitato di Vigone. L'estensione di queste aree è amplificata dagli attraversamenti A21, e A23 che risultano idraulicamente non verificati già per T=20 anni.

Altri centri abitati interessati dalle aree allagabili sono rappresentati in tabella seguente al variare del tempo di ritorno.

T (anni)	Aree esondabili e insediamenti abitativi interessati da esondazioni
20	cascina Vado Peloso, Pilone Rodio, Pilone Vigliette
100	S. Rocco, cascina Gabello, cascina Airale, cascina Galleani
200	cascina Canali

Tratto compreso fra le sezioni 78-105

Gli attraversamenti A29 e A30 non risultano verificati idraulicamente già per il periodo di ritorno T=20 anni creando un effetto di rigurgito che amplifica le aree allagabili nella località di Buriasco con intensità crescente al crescere della portata di riferimento.

Altri centri abitati interessati dalle aree allagate sono riportati in tabella seguente al crescere del tempo di ritorno.

T (anni)	Aree esondabili e insediamenti abitativi interessati da esondazioni
20	cascina Perona
100	cascina Bocciarda
200	S. Lorenzo di Fondo, Peschiere, Località Losetta, cascina Pescia
500	cascina Castelletto, Località Boutal, Località Castagnero

Le simulazioni si estendono sino alla sezione 105, a monte della ferrovia Bricherasio-Pinerolo. L'abitato di Pinerolo risulta interessato marginalmente dall'esondazione ma lo studio non tiene conto di possibili propagazioni di eventuali esondazioni a monte della sezione 105.

3.5. Aree storicamente esondate

L'individuazione delle aree storicamente esondate dal torrente Lemina è stata effettuata attraverso l'analisi dei dati riportati nelle seguenti fonti di informazioni:

- Data Base dei "Processi di instabilità naturali e dei danni indotti in Provincia di Torino" reso disponibile dalla "Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione" della Regione Piemonte attraverso il Sistema Informativo Prevenzione Rischi del "Settore Studi e Ricerche Geologiche";
- Aree inondate durante l'evento del 13 - 16 ottobre 2000 di proprietà della "Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione" della Regione Piemonte;
- Aree inondate durante gli eventi del '77, '93, '94 e '99 fornite dal Servizio Difesa del Suolo della Provincia di Torino attraverso il proprio Sistema Informativo Territoriale (SIT).

Le aree inondate durante l'evento del 2000 sono state individuate in seguito ad una campagna di rilevamento condotta nelle aree maggiormente colpite al fine di fornire un primo quadro di quanto era accaduto sia in termini di estensione che di intensità dei processi.

Lo scopo principale dell'indagine, effettuata nel periodo compreso tra il 16 ottobre ed il 30 novembre 2000, è stato quello di rilevare le tracce dell'inondazione e di delimitare le aree allagate ma sono state acquisite anche informazioni in merito ai danni indotti provocati dalle acque di piena.

I dati acquisiti tramite il SIT della provincia di Torino invece sono relativi alle aree storicamente esondate delimitate nell'ambito degli studi in tema di manutenzione e ripristino dei corsi d'acqua promossi dalla Provincia di Torino.

Dall'analisi delle aree storicamente esondate disponibili si osserva che le acque di esondazione del tratto di torrente Lemina oggetto di studio, hanno allagato vaste aree soprattutto in corrispondenza dei territori comunali di Buriasco, Cercenasco e Vigone.

Si hanno però notizie di esondazioni anche nei territori di Virle Piemonte e della frazione Tetti Griffa (ubicata tra La Loggia e Vinovo) situati nella parte più bassa del bacino e nella città di Pinerolo dove si è verificato il danneggiamento di diversi fabbricati (tra cui anche l'ospedale civile) e di diversi ponti.

Le esondazioni sono state causate dalle dimensioni modeste della sezione del corso d'acqua, spesso ulteriormente ridotte per la presenza di vegetazione infestante lungo le sponde e soprattutto da numerosi manufatti di attraversamento che, essendo caratterizzati da luce modesta, hanno costituito un ostacolo al deflusso delle acque (molti sono stati i casi di ponti ostruiti da tronchi trascinati dalla corrente).

Per quanto riguarda la parte alta del bacino invece, il problema non è rappresentato tanto dalle esondazioni quanto dai dissesti spondali e dai movimenti franosi verificatisi soprattutto nel territorio comunale di San Pietro Val Lemina.

In sintesi i comuni maggiormente interessati da esondazioni verificatisi durante eventi passati sono: San Pietro Val Lemina, Pinerolo, Burisco, Cercenasco, Vigone, e la Frazione di Tetti Griffa appartenente al comune di La Loggia.

4. Assetto di progetto

Le attività necessarie per la delimitazione delle fasce fluviali sono state svolte secondo le seguenti fasi:

- suddivisione dei corsi d'acqua in tratti omogenei;
- sintesi delle criticità e/o delle esigenze di intervento sulla base dell'assetto idraulico attuale del corso d'acqua (delineato nell'attività 4.3), delle tendenze evolutive dello stesso (individuate nell'attività 4.2) e della valutazione del rischio idraulico (fornita nell'attività 4.5) e delle emergenze naturalistiche, ambientali e storico-culturali presenti (censite nell'attività 4.7);
- definizione dell'assetto di progetto, individuazione dei siti e degli elementi da proteggere e definizione degli interventi;
- Individuazione degli elementi dimensionali e stima di massima dei costi di realizzazione in base agli elementi desumibili dal "Quaderno delle Opere Tipo" allegato al PAI;
- tracciamento delle fasce fluviali.

Per la suddivisione del corso d'acqua in tratti omogenei si è fatto riferimento alle caratteristiche geomorfologiche, alla presenza di opere idrauliche (grado di contenimento dell'evoluzione morfologica e protezione offerta per la difesa dalle piene) ed alla distribuzione areale del rischio idraulico.

In particolare il corso d'acqua è stato suddiviso nei tre tratti di seguito elencati:

- 1 ponte della ferrovia Bricherasio - Pinerolo (sez. 105) - Molino Frascchetto (sez. 57)
- 2 Molino Frascchetto (sez. 57) - ponte della strada Peretti (sez. 24);
- 3 ponte della strada Peretti - Carignano (sez. 24) - confluenza in torrente Chisola (sez. 1).

Per la delimitazione operativa delle fasce, si è proceduto come descritto nel seguito:

Fascia A (di piena): si è assunta la delimitazione più ampia tra le seguenti:

- Alveo di piena relativo alla portata con TR 200 anni o involuppo dei meandri attuali (criterio prevalente nei corsi d'acqua monocursali o pluricursali). Si è assunta, come delimitazione convenzionale dell'alveo di piena, la porzione di alveo ove defluisce, a parità di livello idrico almeno l'80% della portata con TR 200 anni e dove si hanno velocità di corrente superiori a 0.4 m/s nella direzione principale del moto;
- Limite esterno delle forme fluviali potenzialmente attive per la portata con TR 200 anni (criterio prevalente nei corsi d'acqua ramificati);

Fascia B (di esondazione): per la delimitazione delle aree inondabili si è assunta come portata di riferimento la piena con TR 200 anni; la delimitazione sulla base dei livelli idrici relativi alla portata di riferimento è stata integrata con:

- le aree sede di potenziale riattivazione di forme fluviali relitte non fossili, cioè ancora legate, dal punto di vista morfologico, paesaggistico e talvolta ecosistemico alla dinamica fluviale che le ha generate;
- le aree di elevato pregio naturalistico ed ambientale e di quelle di interesse storico, artistico, culturale strettamente collegate all'ambito fluviale.

Nei tratti in cui il limite della fascia è rappresentato da opere di contenimento dei livelli idrici previste di nuova realizzazione, il limite stesso è stato evidenziato come "limite di progetto".

Fascia C (area di inondazione per piena catastrofica): si è assunta come portata di riferimento la massima piena storicamente registrata, se corrispondente a un TR superiore ai 200 anni, o in assenza di essa, la piena con TR 500 anni.

Nei paragrafi successivi sono illustrati i risultati delle attività svolte per la perimetrazione delle fasce fluviali e per la definizione dell'assetto di progetto per i vari tratti di corso d'acqua omogenei precedentemente elencati.

4.1. Ponte della Ferrovia Bricherasio - Pinerolo (sez. 105) - Molino Fraschetto (sez. 57)

4.1.1. Sintesi delle criticità e delle esigenze di intervento strutturale

In caso di piena con $T=200$ anni, vengono interessati i centri abitati di Pinerolo, Buriasco, Vigone e Cercenasco.

Nel tratto in prossimità di Pinerolo, il rilevato della S.S. n° 23 costituisce un vero e proprio sbarramento dell'area golenale del torrente che associato all'inadeguatezza dell'attraversamento, parzialmente intasato da depositi di materiale solido eroso a monte e depositato in corrispondenza del ponte,

provocano allagamenti della piana a monte con interessamento dei fabbricati presenti nelle vicinanze.

L'erosione spondale in atto immediatamente a valle della difesa esistente in corrispondenza di Cascina Pescia, con il tempo potrebbe raggiungere la spalla sinistra del manufatto di attraversamento ed il rilevato stradale con rischio per l'infrastruttura viaria.

Qualche problema si ha anche in corrispondenza del Ponte Sanina, che è imboccato in modo irregolare e a monte del ponte della strada Cercenasco – Vigone che, pur avendo un franco idraulico di circa 2.0 m, determina un restringimento della sezione d'alveo con conseguente rigurgito di circa 1.0 m.

L'inadeguatezza della sezione e degli attraversamenti stradali e la presenza di una traversa di derivazione nel tratto urbano di Buriasco causano frequenti esondazioni che possono interessare diffusamente il paese anche perché in alcuni settori le quote del piano campagna in destra sono leggermente inferiori rispetto alla quota di sommità delle sponde.

Gli abitati di Cercenasco e Vigone sono interessati in corrispondenza del cimitero, dove sono presenti una difesa spondale in sinistra ed una traversa.

In definitiva, ad eccezione del ponte della ferrovia Cercenasco - Vigone, tutti i manufatti di attraversamento presenti lungo il tratto in oggetto sono inadeguati rispetto ai criteri di compatibilità imposti dalla Direttiva tecnica di piano 2/99 contenente i *“criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B”*, ma non sono stati proposti interventi di adeguamento laddove si verificano le seguenti condizioni:

- l'adeguamento in quota dell'opera risulta incompatibile con la morfologia dei luoghi e con l'assetto viabile e infrastrutturale esistente;
- la presenza dell'opera è tale da non modificare significativamente le condizioni di deflusso, in quanto è trascinata già per eventi con tempi di ritorno inferiori a quello di riferimento.

Allo scopo di garantire il rispetto delle condizioni di sicurezza per l'utenza, si ritiene opportuno che durante gli eventi di piena siano eseguite, da parte degli enti competenti, tutte le operazioni atte ad impedire l'accessibilità ai ponti (servizi di guardia, messa in opera di segnaletica, ecc.).

4.1.2. Interventi principali

Sulla base delle indicazioni sopra riportate si ritengono necessari i seguenti interventi principali:

1 Ampliamento della luce dei seguenti ponti:

 ponte della strada per c.na Castelletto;

ponte della strada Cercenasco - Vigone;

ponte della strada campestre

- 2 Ampliamento della luce e innalzamento della quota di intradosso dei seguenti ponti:

ponte della ferrovia Bricherasio – Pinerolo;

ponte Sanina a Pinerolo;

ponte della S.S. 22 a Pinerolo;

ponte della strada interpoderale;

ponte della strada per c.na Rena;

ponte della strada Buriasco - Pinerolo;

ponte della strada vicinale in Buriasco;

ponte della strada vicinale in Buriasco;

ponte della strada per località Castello;

ponte della S.P. 160 Buriasco - Cercenasco;

ponte della strada c.na Beneficio;

ponte della strada c.na Galleani;

ponte della strada c.na Pontetto;

ponte della strada per c.na Airale;

ponte della strada per c.na Canali;

ponte della strada vicinale a Cercenasco ;

ponte della strada del cimitero per Cercenasco;

- 3 Realizzazione di nuove difese spondali per il contenimento dell'evoluzione morfologica dell'alveo a monte del ponte della strada per C.na Rena, in destra idrografica;

- 4 Adeguamento e/o realizzazione di nuovi muri spondali per il contenimento dell'evoluzione morfologica dell'alveo;

realizzazione nuovo muro spondale a monte del ponte della S.S. 22 a Pinerolo, in sinistra idrografica;

adeguamento muro spondale in corrispondenza di c.na Pavia, in destra idrografica.

- 5 Adeguamento e/o realizzazione di nuovi muri arginali per il contenimento dei livelli di piena:

realizzazione nuovo muro arginale in corrispondenza di Buriasco, in destra idrografica; tale intervento è finalizzato al contenimento delle piene con TR = 20 anni;

adeguamento in quota muro arginale in corrispondenza di Buriasco, in destra idrografica; tale intervento è finalizzato al contenimento delle piene con TR = 20 anni;

realizzazione nuovo muro arginale in corrispondenza di Buriasco, in sinistra idrografica;

adeguamento in quota muro arginale in corrispondenza di Buriasco, in sinistra idrografica, per complessivi 250 m.

- 6 Realizzazione di nuovi rilevati arginali per il contenimento dei livelli di piena in prossimità dell'abitato di Cercenasco, in sinistra idrografica.
- 7 Risagomatura della sezione d'alveo allo scopo di migliorarne l'efficienza idraulica lungo il tratto compreso tra il ponte della ferrovia Cercenasco - Vigone e il ponte della strada Cercenasco – Vigone.
- 8 Manutenzione ordinaria delle sezioni di deflusso, finalizzata al ripristino dell'efficienza idraulica.

4.1.3. Valutazione sommaria dei costi di intervento

Con riferimento alla definizione degli interventi definiti nel paragrafo precedente ed alle tipologie di opere rappresentate nel "Quaderno delle Opere Tipo" allegato al PAI, si fornisce la seguente valutazione sommaria dei costi.

Realizzazione di difese spondali	€	57.500,00
Adeguamento e/o realizzazione di nuovi muri spondali	€	310.000,00
Adeguamento e/o realizzazione di nuovi muri arginali	€	3.072.500,00
Realizzazione di nuovi rilevati arginali	€	690.000,00
Risagomatura delle sezioni d'alveo	€	225.000,00
Stima dei costi totali	€	4.355.000,00

4.1.4. Azioni non strutturali: fasce fluviali

Fascia A

In linea generale, il tracciamento della fascia A è stato eseguito con riferimento alle aree di esondazione della piena ventennale, rispetto alle quali si è considerato un ampliamento medio di 50 - 100 m.

Tale ampliamento, operato allo scopo di tenere conto del minor valore della portata ventennale rispetto al 80% della portata con $Tr = 200$ anni, comporta una larghezza media della fascia pari a 300 - 400 m.

Nel tratto compreso tra Pinerolo e c.na Pavia, per la conformazione morfologica del terreno, per lunghi tratti in sinistra e in destra, la fascia A coincide con la fascia B.

La delimitazione della fascia è stata assunta coincidente con la fascia B “di progetto” nei seguenti tratti:

in prossimità di Buriasco in sinistra idrografica;

in prossimità di Cercenasco in sinistra idrografica.

Nel tratto in prossimità di Buriasco, in destra, la fascia A è stata assunta coincidente con i muri spondali atti a contenerla, previsti negli interventi di progetto.

Nel tratto a monte dell'abitato di Vigone, in destra idrografica, l'area di esondazione della piena ventennale interessa la Bealera Angierra che, pertanto, è stata involupata nella fascia A. Subito a valle, il Lemina e la Bealera Angierra lambiscono rispettivamente in sinistra e in destra il cimitero di Vigone che per tale motivo è stato inserito in fascia A.

In sintesi, all'interno della fascia in esame ricadono le seguenti abitazioni: c.na Vado Peloso, il cimitero di Vigone e alcuni abitati di Cercenasco.

Fascia B

La delimitazione della fascia in esame è stata tracciata esclusivamente sulla base dei livelli idrici relativi alla portata con $TR 200$ anni, poiché nel tratto in esame il corso d'acqua ha un andamento monocursale e non presenta rilevanti forme fluviali relitte ancora legate alla dinamica fluviale.

La delimitazione della fascia assume valenza “di progetto” nei seguenti tratti:

in prossimità di Buriasco in sinistra idrografica dove è prevista la realizzazione di muri arginali a protezione degli abitati;

in prossimità di Cercenasco in sinistra idrografica dove è prevista la realizzazione di rilevati arginali a protezione degli abitati.

Nei restanti tratti il limite della fascia coincide in genere con l'area esondabile, salvo locali ampliamenti dovuti a fattori di carattere geomorfologico e/o alla presenza di elementi naturali o infrastrutturali (rilevati stradali, limiti interpoderali, ecc.) di contenimento della piena.

La fascia assume un'ampiezza variabile tra 500 e 1000 m in funzione delle esigenze di protezione di infrastrutture e abitati e della morfologia del territorio; tale ampiezza si riduce verso monte dove il Lemina scorre, per lunghi tratti, incassato nel substrato roccioso, con allargamenti laterali limitati ai tratti non modellati in roccia.

All'interno della fascia in esame ricadono diverse cascate isolate e alcune abitazioni del comune di Vigone.

Fascia C

La delimitazione della fascia in esame è stata tracciata esclusivamente sulla base dei livelli idrici relativi alla portata con TR 500 anni.

Nel tratto in esame si discosta significativamente dalla fascia B prevalentemente in destra idrografica e nei tratti in cui sono in progetto arginature o adeguamenti degli attraversamenti stradali. In particolare interessa le seguenti località: Buriasco, Vigone, Cercenasco.

4.2. Molino Frascetto (sez. 57) - Ponte della Strada Peretti (sez. 24)

4.2.1. Sintesi delle criticità e delle esigenze di intervento strutturale

Le esondazioni con T=200 anni interessano diversi insediamenti localizzati in corrispondenza degli abitati di Virle Piemonte, Balbo, Oitana, Tetti dell'Aia, Pautasso, e Peretti; alcuni edifici sono lambiti già dalla piena con T=20 anni.

Il tratto in prossimità di Virle Piemonte è interessato da quattro attraversamenti (tre stradali e un ponte tubo) la cui inadeguatezza crea una criticità anche per le abitazioni nelle vicinanze del corso d'acqua.

Nel tratto in prossimità degli abitati di Balbo e Oitana, la criticità per la presenza di fabbricati nelle vicinanze del corso d'acqua (in particolare per i fabbricati in sponda sinistra) è dovuta all'inadeguatezza dell'attraversamento della strada Balbo - Oitana, aggravata dalla traversa di derivazione subito a valle, che ostacolano il libero deflusso delle portate di piena in un punto in cui le sponde del torrente sono piuttosto basse rispetto al fondo alveo.

Il tratto compreso tra la strada interpoderale a Peretti e l'abitato di Balbo è caratterizzato dalla presenza di diverse traverse ad uso irriguo, alcune delle quali in

cattivo stato di conservazione (forse in disuso), che provocano rigurgito e rallentamento della corrente con conseguente deposito di materiale fine nei tratti immediatamente a monte degli sbarramenti.

Nel tratto in prossimità degli abitati di Peretti e Pautasso, la criticità, per la presenza di fabbricati nelle immediate vicinanze del corso d'acqua, è accentuata dalla dimensione ridotta della sezione d'alveo ulteriormente ristretta dai tre attraversamenti (due stradali e un ponte tubo) presenti in rapida successione subito a valle degli abitati di Pautasso e Peretti.

Tutti i manufatti di attraversamento presenti lungo il tratto in oggetto sono inadeguati rispetto ai criteri di compatibilità imposti dalla Direttiva tecnica di piano 2/99 contenente i *“criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B”*, ma non sono stati proposti interventi di adeguamento laddove si verificano le condizioni illustrate in precedenza.

4.2.2. Interventi principali

Sulla base delle indicazioni sopra riportate si ritengono necessari i seguenti interventi principali:

- 1 Ampliamento della luce e innalzamento della quota di intradosso dei seguenti ponti:
 - ponte tubo a Virle Piemonte;
 - ponte della strada Virle P. - Cercenasco;
 - ponte della strada Virle P. - Castagnole P.;
 - ponte strada campestre a Virle P.;
 - ponte della strada Balbo - Oitana;
 - ponte della strada Carignano - Castagnole (LE04A012);
 - ponte canale c.na Tetti dell'Aia (LE04A011);
 - ponte della strada Peretti - Piobesi;
 - ponte tubo.
 - ponte della strada Peretti - Carignano;
- 2 Adeguamento delle seguenti traverse di derivazione ad uso irriguo:
 - traversa immediatamente a valle di Balbo;
 - traversa immediatamente a monte della strada Carignano - Castagnole;
 - traversa in prossimità del ponte sulla strada per c.na tetti Cardone;

traversa in prossimità di c.na Nuova.

- 3 Realizzazione di nuovi muri arginali per il contenimento dei livelli di piena:
in corrispondenza della località Balbo;
in corrispondenza della località Tetti dell'Aia;
in corrispondenza della località Pautasso;
in corrispondenza della località Peretti.
- 4 Realizzazione di nuovi rilevati arginali per il contenimento dei livelli di piena:
in corrispondenza della località Virle Piemonte per complessivi 1'400 m;
in corrispondenza della località Oitana;
in corrispondenza della località Balbo;
in corrispondenza della località Tetti dell'Aia;
in corrispondenza della località Pautasso;
in corrispondenza della località Peretti.
- 5 Risagomatura della sezione d'alveo allo scopo di migliorarne l'officiosità idraulica, lungo i seguenti tratti:
a monte del ponte sulla strada Carignano - Castagnole;
lungo il tratto compreso tra Tetti dell'Aia e il ponte per c.na tetti Cardone;
lungo il tratto compreso tra il ponte della strada Peretti - Carignano e la traversa.
- 6 Manutenzione ordinaria delle sezioni di deflusso, finalizzata al ripristino dell'officiosità idraulica, compatibilmente con la salvaguardia della vegetazione ripariale in corrispondenza delle aree a maggior pregio naturalistico presenti nel tratto in esame.

4.2.3. Valutazione sommaria dei costi di intervento

Con riferimento alla definizione degli interventi definiti nel paragrafo precedente ed alle tipologie di opere rappresentate nel "Quaderno delle Opere Tipo" allegato al PAI, si fornisce la seguente valutazione sommaria dei costi.

Realizzazione di nuovi muri arginali	€	2.362.500,00
Realizzazione di nuovi rilevati arginali	€	2.222.500,00
Risagomatura delle sezioni d'alveo	€	465.000,00
Stima dei costi totali	€	5.050.000,00

4.2.4. Azioni non strutturali: fasce fluviali

Fascia A

In linea generale, il tracciamento della fascia A è stato eseguito con riferimento alle aree di esondazione della piena ventennale, rispetto alle quali si è considerato un ampliamento medio di 50 - 100 m.

Tale ampliamento, operato allo scopo di tenere conto del minor valore della portata ventennale rispetto al 80% della portata con T= 200 anni, comporta una larghezza media della fascia pari a 300 - 400 m.

Nel tratto in prossimità di c.na Ruscalla l'area di esondazione della piena ventennale interessa un rio minore denominato "Scolo", che è stato opportunamente inviluppato.

La delimitazione della fascia è stata assunta coincidente con la fascia B "di progetto" nei seguenti settori:

- nel tratto in prossimità di Virle Piemonte, in destra idrografica;
- nel tratto compreso tra Balbo e Oitana, in destra e in sinistra idrografica;
- nel tratto in prossimità di Tetti dell'Aia, in sinistra idrografica;
- nel tratto compreso tra Peretti e Pautasso, in destra e in sinistra idrografica.

All'interno della fascia in esame ricade solo un'abitazione civile: Tetti Cardone.

Fascia B

La delimitazione della fascia in esame è stata tracciata esclusivamente sulla base dei livelli idrici relativi alla portata con TR 200 anni, poiché nel tratto in esame il corso d'acqua ha un andamento monocursale e non presenta rilevanti forme fluviali relitte ancora legate alla dinamica fluviale.

La delimitazione della fascia assume valenza "di progetto" nei seguenti settori, dove è prevista la realizzazione di rilevati e/o muri arginali a protezione degli abitati:

- nel tratto in prossimità di Virle Piemonte, in sinistra idrografica a protezione del cimitero;
- nel tratto in prossimità di Virle Piemonte, in destra idrografica;
- nel tratto compreso tra Balbo e Oitana, in destra e in sinistra idrografica;
- nel tratto in prossimità di Tetti dell'Aia, in sinistra idrografica;
- nel tratto compreso tra Peretti e Pautasso, in destra e in sinistra idrografica.

Nei restanti tratti il limite della fascia coincide in genere con l'area esondabile, salvo locali ampliamenti dovuti a fattori di carattere geomorfologico e/o alla presenza di elementi naturali o infrastrutturali (rilevati stradali, limiti interpoderali, ecc.) di contenimento della piena.

La fascia assume un'ampiezza variabile tra 500 e 1000 m in funzione dell'esigenza di protezione di infrastrutture e abitati e della morfologia del territorio.

Poco a monte della c.na Garbiglione, in destra idrografica, è stata involuppata nella fascia B un'area di elevato pregio naturalistico.

All'interno della fascia in esame ricadono alcune abitazioni civili tra cui è opportuno ricordare C.na Cantalupa, in quanto costituisce una emergenza storico-culturale.

Fascia C

La delimitazione della fascia in esame è stata tracciata esclusivamente sulla base dei livelli idrici relativi alla portata con T= 500 anni.

Nel tratto in esame si discosta significativamente dalla fascia B prevalentemente in destra idrografica e nei tratti in cui sono in progetto arginature o adeguamenti degli attraversamenti stradali.

In particolare comprende totalmente parte di Virle Piemonte e le seguenti località: Oitana, Balbo, Tetti dell'Aia, Peretti e Pautasso.

4.3. Ponte della Strada Peretti - Carignano (sez. 24) - confluenza in Chisola (sez. 1)

4.3.1. Sintesi delle criticità e delle esigenze di intervento strutturale

In caso di piena con T=200 anni vengono interessati dalle esondazioni diversi insediamenti presenti prevalentemente in destra idrografica ma alcuni edifici sono lambiti già dalla piena con T=20 anni.

Un punto critico è localizzato in corrispondenza della traversa ad uso irriguo immediatamente a monte del ponte sulla strada Tetti Griffa - Vinovo dove il torrente effettua una curva molto accentuata e la presenza del manufatto trasversale favorisce le esondazioni in destra con interessamento dell'abitato di Tetti Griffa.

Tutti e tre i manufatti di attraversamento presenti lungo il tratto di torrente in oggetto risultano inadeguati rispetto ai criteri di compatibilità imposti dalla Direttiva tecnica di piano 2/99 contenente i "criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B", ma non sono stati proposti interventi di adeguamento laddove gli allagamenti risultino compatibili con gli usi del suolo in atto.

4.3.2. Interventi principali

Sulla base delle indicazioni sopra riportate si ritengono necessari i seguenti interventi principali:

- 1 Ampliamento della luce e innalzamento della quota di intradosso del ponte della S.P. n. 143 Vinovo - Carignano.
- 2 Adeguamento delle seguenti traverse di derivazione ad uso irriguo:
traversa a valle del ponte sulla strada Peretti - Carignano;
traversa a monte del ponte sulla strada per Tetti Griffa ;
traversa in prossimità della confluenza nel torrente Chisola.
- 3 Realizzazione di nuovi rilevati arginali per il contenimento dei livelli di piena:
in corrispondenza della località Tetti Griffa;
lungo il tratto compreso tra località Carpeneto e la confluenza nell torrente Chisola.
- 4 Risagomatura della sezione d'alveo allo scopo di migliorarne l'officiosità idraulica lungo il tratto compreso tra Cascina Berta e località Carpeneto.
- 5 Manutenzione ordinaria delle sezioni di deflusso, finalizzata al ripristino dell'officiosità idraulica, compatibilmente con la salvaguardia della vegetazione ripariale in corrispondenza delle aree a maggior pregio naturalistico presenti nel tratto in esame.

4.3.3. Valutazione sommaria dei costi di intervento

Con riferimento alla definizione degli interventi definiti nel paragrafo precedente ed alle tipologie di opere rappresentate nel "Quaderno delle Opere Tipo" allegato al PAI, si fornisce la seguente valutazione sommaria dei costi.

Realizzazione di nuovi rilevati arginali	€	1.320.000,00
Risagomatura delle sezioni d'alveo	€	1.125.000,00
Stima dei costi totali	€	2.445.000,00

4.3.4. Azioni non strutturali: fasce fluviali

Fascia A

Nel tratto in esame il corso d'acqua non presenta forme fluviali di rilievo riattivabili durante gli stati di piena e pertanto, in linea generale, il tracciamento della fascia A è stato eseguito con riferimento alle aree di esondazione della piena ventennale, rispetto alle quali si è considerato un ampliamento medio di 50 - 100 m.

Tale ampliamento, operato allo scopo di tenere conto del minor valore della portata ventennale rispetto al 80% della portata con $Tr = 200$ anni, comporta una larghezza media della fascia pari a 300 - 400 m.

La delimitazione della fascia è stata assunta invece coincidente con la fascia B nei seguenti settori:

- nella zona di confluenza nel Chisola, in destra idrografica, dove coincide con la fascia B di progetto;
- nel tratto compreso tra Tetti Griffa e Vinovo, in sinistra idrografica, per effetto della conformazione morfologica.

All'interno della fascia in esame ricade solo un'abitazione civile: C.na Tetti Tenivella.

Fascia B

La delimitazione della fascia in esame è stata tracciata esclusivamente sulla base dei livelli idrici relativi alla portata con TR 200 anni, poiché nel tratto in esame il corso d'acqua ha un andamento monocursale e non presenta forme fluviali relitte ancora legate alla dinamica fluviale.

La delimitazione della fascia assume valenza "di progetto" nei seguenti settori:

- in prossimità della frazione Tetti Griffa ed in prossimità della confluenza nel Chisola, dove è prevista la realizzazione di rilevati e/o muri arginali a protezione degli abitati;
- a monte del ponte della S. P. n. 143 Vinovo - Carignano dove, a seguito dell'adeguamento del manufatto di attraversamento, si discosta dalla delimitazione delle aree allagabili ottenuta sulla base dei livelli idrici calcolati.

Nei restanti tratti il limite della fascia coincide in genere con l'area esondabile, salvo locali ampliamenti dovuti a fattori di carattere geomorfologico e/o alla presenza di elementi naturali o infrastrutturali (rilevati stradali, limiti interpoderali, ecc.) di contenimento della piena.

La fascia assume un'ampiezza variabile tra 500 e 1000 m in funzione delle esigenze di protezione di infrastrutture e abitati e della morfologia del territorio. Nel tratto compreso tra Vinovo e Tetti Griffa, la fascia è piuttosto ristretta in destra idrografica per effetto della conformazione del terreno sufficientemente elevata.

All'interno della fascia in esame ricade solo un'abitazione civile: C.na Berta; è opportuno sottolineare che tale edificio rientra tra le emergenze storico – culturali.

Fascia C

La delimitazione della fascia in esame è stata tracciata esclusivamente sulla base dei livelli idrici relativi alla portata con TR 500 anni.

Nel tratto in esame si discosta significativamente dalla fascia B nei tratti in cui sono in progetto arginature o adeguamenti degli attraversamenti stradali.

In particolare comprende totalmente la località Tetti Griffa, parte della periferia del comune di La Loggia (in località Carpeneto) ed a monte del ponte sulla S.P. n. 143 Vinovo - Carignano lambisce la località Brassi

**ALLEGATO 1 - Idrogrammi stimati (in forma tabulare) per
T=200 anni nelle sezioni considerate**

t [h]	Q ₂₀₀ [m ³ /s]					
	1-25	25-48	48-62	62-78	78-105	105
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00
0.17	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	2.17
0.33	0.00	0.00	0.00	0.04	0.03	2.60
0.50	0.00	0.01	0.00	0.10	0.08	3.53
0.67	0.00	0.03	0.00	0.18	0.16	5.76
0.83	0.00	0.05	0.00	0.27	0.27	9.99
1.00	0.00	0.07	0.00	0.38	0.39	16.62
1.17	0.00	0.09	0.00	0.51	0.57	25.47
1.33	0.00	0.12	0.00	0.68	0.85	35.81
1.50	0.00	0.15	0.01	0.93	1.24	46.63
1.67	0.00	0.19	0.02	1.25	1.76	56.92
1.83	0.00	0.23	0.05	1.65	2.42	65.95
2.00	0.00	0.27	0.09	2.15	3.23	73.33
2.17	0.00	0.31	0.14	2.73	4.17	79.00
2.33	0.00	0.36	0.19	3.41	5.25	83.13
2.50	0.00	0.40	0.25	4.18	6.46	86.00
2.67	0.00	0.46	0.32	5.05	7.76	87.92
2.83	0.00	0.51	0.40	6.00	9.14	84.90
3.00	0.00	0.57	0.51	7.03	10.58	74.81
3.17	0.00	0.63	0.65	8.13	12.05	63.33
3.33	0.00	0.69	0.82	9.30	13.53	52.90
3.50	0.01	0.75	1.03	10.52	14.99	44.20
3.67	0.02	0.83	1.28	11.78	16.41	37.19
3.83	0.03	0.93	1.57	13.08	17.78	31.59
4.00	0.05	1.03	1.90	14.39	19.09	27.11

t [h]	Q ₂₀₀ [m ³ /s]					
	1-25	25-48	48-62	62-78	78-105	105
4.17	0.07	1.15	2.27	15.71	20.31	23.51
4.33	0.09	1.28	2.68	17.04	21.12	20.58
4.50	0.12	1.42	3.13	18.35	20.95	18.18
4.67	0.14	1.57	3.62	19.63	20.25	16.20
4.83	0.18	1.73	4.16	20.89	19.28	14.55
5.00	0.21	1.90	4.73	22.12	18.19	13.16
5.17	0.25	2.09	5.33	23.30	17.06	11.98
5.33	0.29	2.28	5.97	24.44	15.95	10.97
5.50	0.33	2.48	6.63	25.52	14.88	10.11
5.67	0.38	2.70	7.32	26.55	13.86	9.36
5.83	0.43	2.93	8.04	27.53	12.91	8.71
6.00	0.49	3.16	8.76	28.45	12.02	8.14
6.17	0.56	3.41	9.51	29.32	11.20	7.64
6.33	0.65	3.67	10.26	29.92	10.44	7.20
6.50	0.75	3.94	11.02	29.76	9.74	6.81
6.67	0.86	4.21	11.78	29.19	9.10	6.47
6.83	0.98	4.50	12.54	28.39	8.50	6.23
7.00	1.11	4.79	13.29	27.46	7.96	6.07
7.17	1.25	5.10	14.04	26.46	7.46	5.90
7.33	1.41	5.41	14.77	25.43	7.00	5.75
7.50	1.58	5.72	15.49	24.39	6.58	5.60
7.67	1.75	6.05	16.20	23.35	6.19	5.46
7.83	1.95	6.38	16.89	22.34	5.83	5.32
8.00	2.15	6.72	17.55	21.34	5.50	5.19
8.17	2.36	7.06	18.11	20.38	5.19	5.06
8.33	2.59	7.40	18.30	19.46	4.91	4.94
8.50	2.82	7.75	18.28	18.58	4.65	4.83
8.67	3.07	8.10	18.13	17.73	4.40	4.72
8.83	3.32	8.46	17.89	16.92	4.18	4.61

t [h]	Q ₂₀₀ [m ³ /s]					
	1-25	25-48	48-62	62-78	78-105	105
9.00	3.59	8.82	17.59	16.15	3.97	4.51
9.17	3.86	9.17	17.24	15.43	3.78	4.41
9.33	4.14	9.53	16.87	14.73	3.60	4.32
9.50	4.43	9.89	16.46	14.08	3.43	4.23
9.67	4.72	10.25	16.04	13.46	3.27	4.15
9.83	5.02	10.61	15.61	12.87	3.12	4.07
10.00	5.32	10.96	15.17	12.31	2.99	3.99
10.17	5.62	11.32	14.73	11.79	2.86	3.92
10.33	5.93	11.67	14.29	11.29	2.74	3.85
10.50	6.24	12.02	13.86	10.82	2.65	3.78
10.67	6.55	12.36	13.43	10.37	2.58	3.72
10.83	6.87	12.67	13.01	9.95	2.52	3.66
11.00	7.18	12.84	12.60	9.55	2.46	3.60
11.17	7.49	12.93	12.19	9.17	2.41	3.54
11.33	7.80	12.97	11.80	8.82	2.35	3.49
11.50	8.11	12.97	11.42	8.48	2.30	3.44
11.67	8.41	12.95	11.05	8.15	2.24	3.39
11.83	8.71	12.91	10.69	7.85	2.19	3.35
12.00	9.01	12.85	10.35	7.56	2.14	3.30
12.17	9.30	12.77	10.01	7.29	2.09	3.26
12.33	9.59	12.67	9.69	7.03	2.04	3.22
12.50	9.87	12.56	9.38	6.78	1.99	3.18
12.67	10.11	12.44	9.08	6.54	1.94	3.15
12.83	10.22	12.31	8.79	6.32	1.90	3.11
13.00	10.24	12.17	8.52	6.11	1.85	3.08
13.17	10.22	12.03	8.25	5.90	1.81	3.05
13.33	10.16	11.88	7.99	5.71	1.77	3.02
13.50	10.08	11.72	7.75	5.53	1.73	2.99
13.67	9.97	11.56	7.51	5.35	1.69	2.96

t [h]	Q ₂₀₀ [m ³ /s]					
	1-25	25-48	48-62	62-78	78-105	105
13.83	9.86	11.39	7.28	5.18	1.65	2.94
14.00	9.72	11.22	7.06	5.02	1.61	2.91
14.17	9.58	11.05	6.85	4.87	1.57	2.89
14.33	9.43	10.88	6.65	4.73	1.53	2.87
14.50	9.26	10.71	6.45	4.59	1.50	2.85
14.67	9.10	10.54	6.26	4.46	1.46	2.83
14.83	8.93	10.37	6.08	4.33	1.43	2.81
15.00	8.75	10.19	5.91	4.21	1.40	2.79
15.17	8.58	10.02	5.74	4.09	1.37	2.77
15.33	8.40	9.85	5.58	4.00	1.34	2.76
15.50	8.23	9.68	5.43	3.94	1.31	2.74
15.67	8.05	9.51	5.28	3.88	1.28	2.73
15.83	7.87	9.35	5.14	3.82	1.25	2.71
16.00	7.70	9.18	5.00	3.76	1.22	2.70
16.17	7.53	9.02	4.87	3.70	1.19	2.69
16.33	7.36	8.86	4.74	3.65	1.17	2.68
16.50	7.19	8.71	4.62	3.59	1.14	2.66
16.67	7.02	8.55	4.50	3.53	1.12	2.65
16.83	6.86	8.40	4.39	3.48	1.09	2.64
17.00	6.70	8.25	4.28	3.42	1.07	2.63
17.17	6.55	8.10	4.17	3.37	1.05	2.62
17.33	6.39	7.96	4.07	3.32	1.02	2.61
17.50	6.25	7.81	3.97	3.27	1.00	2.61
17.67	6.10	7.67	3.87	3.22	0.98	2.60
17.83	5.96	7.54	3.78	3.17	0.96	2.59
18.00	5.82	7.40	3.69	3.12	0.94	2.58
18.17	5.69	7.27	3.61	3.07	0.92	2.58
18.33	5.55	7.14	3.53	3.02	0.90	2.57
18.50	5.43	7.02	3.45	2.98	0.88	2.56

t [h]	Q ₂₀₀ [m ³ /s]					
	1-25	25-48	48-62	62-78	78-105	105
18.67	5.30	6.89	3.37	2.93	0.87	2.56
18.83	5.18	6.77	3.29	2.88	0.85	2.55
19.00	5.06	6.65	3.22	2.84	0.83	2.55
19.17	4.95	6.54	3.15	2.80	0.82	2.54
19.33	4.84	6.42	3.09	2.75	0.80	2.54
19.50	4.73	6.31	3.02	2.71	0.79	2.53
19.67	4.62	6.20	2.98	2.67	0.77	2.53
19.83	4.52	6.10	2.94	2.63	0.76	2.52
20.00	4.42	5.99	2.91	2.59	0.74	2.52
20.17	4.32	5.89	2.87	2.55	0.73	2.51
20.33	4.23	5.79	2.84	2.51	0.72	2.51
20.50	4.14	5.69	2.81	2.47	0.70	2.51
20.67	4.05	5.60	2.77	2.44	0.69	2.50
20.83	3.96	5.51	2.74	2.40	0.68	2.50
21.00	3.88	5.41	2.71	2.36	0.67	2.50
21.17	3.80	5.33	2.67	2.33	0.66	2.49
21.33	3.72	5.24	2.64	2.29	0.64	2.49
21.50	3.64	5.15	2.61	2.26	0.63	2.49
21.67	3.56	5.07	2.58	2.22	0.62	2.49
21.83	3.49	4.99	2.55	2.19	0.61	2.48
22.00	3.42	4.91	2.52	2.16	0.60	2.48
22.17	3.35	4.83	2.49	2.13	0.59	2.48
22.33	3.29	4.76	2.46	2.10	0.59	2.48
22.50	3.22	4.68	2.43	2.07	0.58	2.47
22.67	3.16	4.61	2.40	2.04	0.57	2.47
22.83	3.10	4.54	2.37	2.01	0.56	2.47
23.00	3.04	4.47	2.34	1.98	0.55	2.47
23.17	2.98	4.40	2.31	1.95	0.54	2.47
23.33	2.92	4.33	2.29	1.92	0.54	2.46

t [h]	Q ₂₀₀ [m ³ /s]					
	1-25	25-48	48-62	62-78	78-105	105
23.50	2.87	4.27	2.26	1.89	0.53	2.46
23.67	2.82	4.21	2.23	1.87	0.52	2.46
23.83	2.76	4.14	2.21	1.84	0.51	2.46
24.00	2.71	4.08	2.18	1.81	0.51	2.46
24.17	2.66	4.02	2.15	1.79	0.50	2.46
24.33	2.62	3.96	2.13	1.76	0.50	2.46
24.50	2.57	3.91	2.10	1.74	0.49	2.45
24.67	2.52	3.85	2.08	1.72	0.48	2.45
24.83	2.48	3.82	2.05	1.69	0.48	2.45
25.00	2.44	3.79	2.03	1.67	0.47	2.45
25.17	2.40	3.76	2.01	1.65	0.47	2.45
25.33	2.38	3.73	1.98	1.62	0.46	2.45
25.50	2.35	3.70	1.96	1.60	0.46	2.45
25.67	2.33	3.67	1.94	1.58	0.45	2.45
25.83	2.31	3.64	1.91	1.56	0.45	2.45
26.00	2.29	3.61	1.89	1.54	0.44	2.44
26.17	2.26	3.58	1.87	1.52	0.44	2.44
26.33	2.24	3.55	1.85	1.50	0.43	2.44
26.50	2.22	3.53	1.82	1.48	0.43	2.44
26.67	2.20	3.50	1.80	1.46	0.42	2.44
26.83	2.18	3.47	1.78	1.44	0.42	2.44
27.00	2.16	3.44	1.76	1.42	0.42	2.44
27.17	2.14	3.41	1.74	1.41	0.41	2.44
27.33	2.12	3.39	1.72	1.39	0.41	2.44
27.50	2.09	3.36	1.70	1.37	0.41	2.44
27.67	2.07	3.33	1.68	1.36	0.40	2.44
27.83	2.05	3.30	1.66	1.34	0.40	2.44
28.00	2.03	3.28	1.64	1.32	0.40	2.43
28.17	2.01	3.25	1.62	1.31	0.39	2.43

t [h]	Q ₂₀₀ [m ³ /s]					
	1-25	25-48	48-62	62-78	78-105	105
28.33	1.99	3.22	1.61	1.29	0.39	2.43
28.50	1.98	3.20	1.59	1.28	0.39	2.43
28.67	1.96	3.17	1.57	1.26	0.39	2.43
28.83	1.94	3.15	1.55	1.25	0.38	2.43
29.00	1.92	3.12	1.53	1.23	0.38	2.43
29.17	1.90	3.09	1.52	1.22	0.38	2.43
29.33	1.88	3.07	1.50	1.20	0.37	2.43
29.50	1.86	3.04	1.48	1.19	0.37	2.43
29.67	1.84	3.02	1.47	1.18	0.37	2.43
29.83	1.83	2.99	1.45	1.16	0.37	2.43
30.00	1.81	2.97	1.43	1.15	0.37	2.43
30.17	1.79	2.95	1.42	1.14	0.36	2.43
30.33	1.77	2.92	1.40	1.13	0.36	2.43
30.50	1.76	2.90	1.39	1.11	0.36	2.43
30.67	1.74	2.87	1.37	1.10	0.36	2.42
30.83	1.72	2.85	1.36	1.09	0.36	2.42
31.00	1.70	2.83	1.34	1.08	0.35	2.42
31.17	1.69	2.80	1.33	1.07	0.35	2.42
31.33	1.67	2.78	1.31	1.06	0.35	2.42
31.50	1.65	2.76	1.30	1.05	0.35	2.42
31.67	1.64	2.74	1.29	1.04	0.35	2.42
31.83	1.62	2.71	1.27	1.03	0.35	2.42
32.00	1.61	2.69	1.26	1.02	0.34	2.42
32.17	1.59	2.67	1.25	1.01	0.34	2.42
32.33	1.58	2.65	1.23	1.00	0.34	2.42
32.50	1.56	2.63	1.22	0.99	0.34	2.42
32.67	1.55	2.60	1.21	0.98	0.34	2.42
32.83	1.53	2.58	1.20	0.97	0.34	2.42
33.00	1.52	2.56	1.18	0.96	0.34	2.42

t [h]	Q ₂₀₀ [m ³ /s]					
	1-25	25-48	48-62	62-78	78-105	105
33.17	1.50	2.54	1.17	0.95	0.34	2.42
33.33	1.49	2.52	1.16	0.95	0.33	2.42
33.50	1.47	2.50	1.15	0.94	0.33	2.42
33.67	1.46	2.48	1.14	0.93	0.33	2.42
33.83	1.44	2.46	1.12	0.92	0.33	2.42
34.00	1.43	2.44	1.11	0.91	0.33	2.41
34.17	1.42	2.42	1.10	0.91	0.33	2.41
34.33	1.40	2.40	1.09	0.90	0.33	2.41
34.50	1.39	2.38	1.08	0.89	0.33	2.41
34.67	1.38	2.36	1.07	0.88	0.33	2.41
34.83	1.36	2.34	1.06	0.88	0.33	2.41
35.00	1.35	2.32	1.05	0.87	0.32	2.41
35.17	1.34	2.30	1.04	0.86	0.32	2.41
35.33	1.32	2.29	1.03	0.86	0.32	2.41
35.50	1.31	2.27	1.02	0.85	0.32	2.41
35.67	1.30	2.25	1.01	0.84	0.32	2.41
35.83	1.29	2.23	1.00	0.84	0.32	2.41
36.00	1.28	2.21	0.99	0.83	0.32	2.41
36.17	1.26	2.20	0.98	0.83	0.32	2.41
36.33	1.25	2.18	0.97	0.82	0.32	2.41
36.50	1.24	2.16	0.96	0.81	0.32	2.41
36.67	1.23	2.14	0.96	0.81	0.32	2.41
36.83	1.22	2.13	0.95	0.80	0.32	2.41
37.00	1.21	2.11	0.94	0.80	0.32	2.41
37.17	1.19	2.09	0.93	0.79	0.32	2.41
37.33	1.18	2.08	0.92	0.79	0.32	2.40
37.50	1.17	2.06	0.91	0.78	0.31	2.40
37.67	1.16	2.04	0.91	0.78	0.31	2.40
37.83	1.15	2.03	0.90	0.77	0.31	2.40

t [h]	Q ₂₀₀ [m ³ /s]					
	1-25	25-48	48-62	62-78	78-105	105
38.00	1.14	2.01	0.89	0.77	0.31	2.40
38.17	1.13	2.00	0.88	0.76	0.31	2.40
38.33	1.12	1.98	0.87	0.76	0.31	2.40
38.50	1.11	1.96	0.87	0.76	0.31	2.40
38.67	1.10	1.95	0.86	0.75	0.31	2.40
38.83	1.09	1.93	0.85	0.75	0.31	2.40
39.00	1.08	1.92	0.85	0.74	0.31	2.40
39.17	1.07	1.90	0.84	0.74	0.31	2.40
39.33	1.06	1.89	0.83	0.73	0.31	2.40
39.50	1.05	1.87	0.83	0.73	0.31	2.40
39.67	1.04	1.86	0.82	0.73	0.31	2.40
39.83	1.03	1.85	0.81	0.72	0.31	2.40
40.00	1.02	1.83	0.81	0.72	0.31	2.40
40.17	1.02	1.82	0.80	0.72	0.31	2.40
40.33	1.01	1.80	0.79	0.71	0.31	2.40
40.50	1.00	1.79	0.79	0.71	0.31	2.40
40.67	0.99	1.78	0.78	0.71	0.31	2.40
40.83	0.98	1.76	0.78	0.70	0.31	2.40
41.00	0.97	1.75	0.77	0.70	0.31	2.39
41.17	0.96	1.74	0.76	0.70	0.31	2.39
41.33	0.96	1.72	0.76	0.69	0.31	2.39
41.50	0.95	1.71	0.75	0.69	0.31	2.39
41.67	0.94	1.70	0.75	0.69	0.31	2.39
41.83	0.93	1.69	0.74	0.68	0.31	2.39
42.00	0.92	1.67	0.74	0.68	0.30	2.39
42.17	0.92	1.66	0.73	0.68	0.30	2.39
42.33	0.91	1.65	0.73	0.68	0.30	2.39
42.50	0.90	1.64	0.72	0.67	0.30	2.39
42.67	0.89	1.62	0.72	0.67	0.30	2.39

t [h]	Q ₂₀₀ [m ³ /s]					
	1-25	25-48	48-62	62-78	78-105	105
42.83	0.89	1.61	0.71	0.67	0.30	2.39
43.00	0.88	1.60	0.71	0.67	0.30	2.39
43.17	0.87	1.59	0.70	0.66	0.30	2.39
43.33	0.87	1.58	0.70	0.66	0.30	2.39
43.50	0.86	1.57	0.69	0.66	0.30	2.39
43.67	0.85	1.56	0.69	0.66	0.30	2.39
43.83	0.84	1.54	0.68	0.65	0.30	2.39
44.00	0.84	1.53	0.68	0.65	0.30	2.39
44.17	0.83	1.52	0.68	0.65	0.30	2.39
44.33	0.83	1.51	0.67	0.65	0.30	2.39
44.50	0.82	1.50	0.67	0.65	0.30	2.39
44.67	0.81	1.49	0.66	0.64	0.30	2.38
44.83	0.81	1.48	0.66	0.64	0.30	2.38
45.00	0.80	1.47	0.66	0.64	0.30	2.38
45.17	0.79	1.46	0.65	0.64	0.30	2.38
45.33	0.79	1.45	0.65	0.64	0.30	2.38
45.50	0.78	1.44	0.64	0.63	0.30	2.38
45.67	0.78	1.43	0.64	0.63	0.30	2.38
45.83	0.77	1.42	0.64	0.63	0.30	2.38
46.00	0.76	1.41	0.63	0.63	0.30	2.38
46.17	0.76	1.40	0.63	0.63	0.30	2.38
46.33	0.75	1.39	0.63	0.63	0.30	2.38
46.50	0.75	1.38	0.62	0.62	0.30	2.38
46.67	0.74	1.37	0.62	0.62	0.30	2.38
46.83	0.74	1.36	0.62	0.62	0.30	2.38
47.00	0.73	1.36	0.61	0.62	0.30	2.38
47.17	0.73	1.35	0.61	0.62	0.30	2.38
47.33	0.72	1.34	0.61	0.62	0.30	2.38
47.50	0.72	1.33	0.60	0.62	0.30	2.38

t [h]	Q ₂₀₀ [m ³ /s]					
	1-25	25-48	48-62	62-78	78-105	105
47.67	0.71	1.32	0.60	0.61	0.30	2.38
47.83	0.71	1.31	0.60	0.61	0.30	2.38
48.00	0.70	1.3	0.59	0.61	0.30	2.38

Risultati delle simulazioni idrodinamiche

Il modello idraulico MIKE 11

Le simulazioni idrauliche sul torrente Lemina sono state effettuate utilizzando il modulo idrodinamico HD del codice MIKE11 del Danish Hydraulic Institute Water & Environment di cui segue una sintetica descrizione.

Il modello simula il flusso monodimensionale e quasi-bidimensionale, stazionario e non, di fluidi verticalmente omogenei, in qualsiasi sistema di canali o aste fluviali, descrivibile attraverso i diversi approcci dell' "onda cinematica", dell' "onda diffusiva" e dell' "onda dinamica" e con la messa in conto principalmente delle seguenti condizioni: portate laterali, flusso libero o rigurgitato, differenti regole operative di funzionamento di serbatoi o invasi, resistenze localizzate e perdite di carico concentrate, aree d'espansione, nodi idraulici (biforcazioni e convergenti).

E' possibile tenere conto in vario modo della presenza di strutture idrauliche: in particolare può essere simulata all'interno della rete la presenza di una o più strutture mobili, con la caratteristica di luce sotto battente o di stramazzo a ventola. La posizione della struttura mobile viene determinata automaticamente dal modello in funzione del tempo o di altre variabili del sistema. E' inoltre possibile prevedere per ogni struttura una duplice regola operativa di funzionamento, standard o di emergenza, automaticamente attivata dal superamento di assegnate soglie di livello o di portata.

MIKE11 consente di utilizzare due diverse formulazioni della resistenza d'attrito: l'espressione di Chezy e quella di Strickler. E' possibile tenere conto di ogni possibile variazione della scabrezza all'interno delle sezioni trasversali, nelle golene o lungo l'alveo.

La soluzione del sistema di equazioni è indipendente dall'approccio modellistico seguito (cinematica, diffusivo, dinamico). Le equazioni generali di De Saint Venant sono trasformate in un sistema di equazioni implicite alle differenze finite secondo una griglia di calcolo con punti Q e h alternati tra loro, nei quali la portata Q e il livello idrico h, rispettivamente, sono determinati ad ogni passo temporale (schema di Abbott a 6 punti). La soluzione del sistema di De Saint Venant permette di rappresentare, in dettaglio, tutte le trasformazioni che l'onda di piena subisce nella traslazione da monte a valle per effetto della laminazione naturale, dell'interferenza con le opere idrauliche, delle esondazioni al di fuori dell'alveo attivo, della confluenza di tributari laterali e del contributo distribuito dei bacini versanti.

Attraverso la costruzione di sistemi quasi-bidimensionali ramificati è possibile rappresentare compiutamente qualunque tipo di ponte o di arginatura trasversale, valutando sia l'effetto sulla corrente d'alveo che l'eventuale tracimazione della struttura da parte delle acque di piena. Con il suddetto schema quasi-bidimensionale, oltre al ramo principale, che costituisce il corso d'acqua primario,

può essere simulato qualunque ordine e tipo di ramificazioni parallele (a maglia aperta o chiusa) collegate al ramo principale stes

Tale possibilità risulta molto utile per tenere conto delle aree di esondazione laterale. Invece di estendere semplicemente le sezioni d'alveo sulle aree spondali, allargandone i limiti fino a coprire l'area di possibile esondazione, vengono introdotti dei rami paralleli, collegati all'alveo principale per mezzo di stramazzi a larga soglia su canali fittizi di collegamento ("link", su cui possono essere impostate reali condizioni di deflusso, oppure può essere prevista la prevalenza dei fenomeni di laminazione su quelli dinamici, introducendo aree di laminazione addizionali ("additional flooded areas" nelle quali viene risolta solamente l'equazione di continuità della portata).

Nelle tabelle seguenti vengono presentati i risultati delle simulazioni idrodinamiche, in particolare vengono considerate, per ciascuna sezione, le seguenti caratteristiche:

- n°sez: numero o denominazione delle sezioni trasversali d'alveo di rilievo;
- prog: distanze progressive sul profilo longitudinale (m);
- q.fondo: quote di fondo alveo delle sezioni (m s.m.);
- piena: livelli idrici di piena al variare del periodo di ritorno (m s.m.);
- Sponda S.: quota della sponda orografica sinistra (m);
- Sponda D.: quota della sponda orografica destra (m);
- ponti: descrizione sintetica delle strutture presenti in alveo o interagenti con esso con indicazione delle quote di intradosso e di estradosso (m s.m.);
- salti di fondo: descrizione sintetica delle traverse o soglie di fondo presenti in alveo con indicazione delle quote di sfioro e di valle (m s.m.).

Sono state inserite nel modello di simulazione, quando mancanti, una sezione di monte e una di valle per ogni struttura intersecante il corso d'acqua. Le abbreviazioni A e D rappresentano rispettivamente le sezioni degli attraversamenti e dei salti di fondo, le lettere **m** e **v** indicano la posizione a monte e a valle della struttura stessa.

ALLEGATO 2 - Profilo idraulico di calcolo del torrente Lemina per T=200 anni

Profilo di calcolo del Torrente Lemina - Stato attuale - T=200 anni							
<i>n° sez.</i>	<i>prog.</i>	<i>q. fondo</i>	<i>piena</i>	<i>q. campagna</i>	<i>Delta</i>	<i>Ponti</i>	<i>Salti di fondo</i>
105	40543	360.48	362.85	362.64	0.21		
A41m	40488	358.72	361.87	363.10	-1.23	Attrav. 41 ferrovia Bricherasio-Pinerolo	
A41v	40480	358.72	361.58	363.10	-1.52	Intradosso: 362.25 Estradosso: 363.74	
104	40396	358.72	361.02	363.10	-2.08		
103	40271	357.05	359.59	360.00	-0.41		
102	39905	353.29	355.74	356.10	-0.36		
D30m	39759	352.27	354.21	354.67	-0.46		Traversa D30
D30v	39755	350.97	354.19	354.67	-0.48		352.27-350.97
101	39689	350.64	354.03	353.99	0.04	Attrav. 40 ponte Sanina a Pinerolo	
A40v	39681	350.64	353.14	353.99	-0.85	Intradosso: 353.41 Estradosso: 353.99	
100	39353	347.71	350.23	349.66	0.57		
99	39136	345.67	347.60	347.23	0.37		
98	38870	342.62	345.66	344.58	1.08	Attrav. 39 S.S.22 a Pinerolo	
A39v	38862	342.62	344.72	344.58	0.14	Intradosso: 345.29 Estradosso: 346.66	
D29m	38634	342.12	343.20	342.56	0.64		Traversa D29
D29v	38633	340.64	342.74	342.56	0.18		342.12-340.64
97	38573	338.86	342.02	341.85	0.16		
96	37945	332.72	335.51	335.37	0.14		
95	37676	330.29	333.42	333.01	0.41		
A38m	37661	330.28	333.31	333.01	0.30	Attrav. 38 passerella c.na Pavia	
A38v	37659	330.28	333.02	333.01	0.01	Intradosso: 333.16 Estradosso: 335.40	
94A	37520	328.97	331.76	331.39	0.37	Attrav. 37 strada interpodereale	
A37v	37514	328.97	331.72	331.40	0.32	Intradosso: 331.72 Estradosso: 332.04	
D26m	37350	328.47	330.11	329.92	0.19		Traversa D26
D26v	37349	327.97	330.10	330.01	0.09		328.47-327.97
94	37278	326.99	329.46	328.95	0.51		
93	36715	321.55	324.71	323.92	0.79		
92	36309	318.59	321.49	319.72	1.77	Attrav. 36 strada per c.na Castelletto	
A36v	36303	318.59	320.32	319.72	0.60	Intradosso: 321.29 Estradosso: 321.52	
91	35859	314.3	316.88	316.55	0.33		
D23m	35570	312.83	315.03	314.67	0.36		Traversa D23
D23v	35548	311.86	314.72	314.67	0.05		312-83-311.86
90	35524	311.64	314.62	311.53	3.09	Attrav. 35 strada per c.na Rena	
A35v	35518	311.64	313.93	311.53	2.40	Intradosso: 314.97 Estradosso: 315.86	
89	35310	309.56	311.86	311.53	0.33		
88	34774	304.78	307.67	307.77	-0.10		
87	34490	302.78	306.34	305.00	1.34	Attrav. 34 strada Buriasco-Pinerolo	
A34v	34482	302.78	305.23	305.00	0.23	Intradosso: 305.70 Estradosso: 306.65	
86	34364	301.25	304.88	304.31	0.57		
A33m	34354	301.24	304.86	304.31	0.55	Attrav. 33 strada vic.le in Buriasco	
A33v	34348	301.24	304.49	304.31	0.18	Intradosso: 304.50 Estradosso: 304.64	
85	34193	301.02	303.95	303.31	0.64	Attrav. 32 strada vic.le in Buriasco	
A32v	34187	301.02	303.57	303.31	0.26	Intradosso: 303.50 Estradosso: 303.64	
84	34081	300.29	302.74	302.38	0.36		
83	33864	298.75	301.55	301.07	0.48	Attrav.31 accesso azienda in Buriasco	
A31v	33858	298.75	301.46	301.07	0.39	Intradosso: 300.80 Estradosso: 301.18	

Profilo di calcolo del Torrente Lemina - Stato attuale - T=200 anni							
n° sez	prog.	q. fondo	piena	q. campagna	Delta	Ponti	Salti di fondo
D18m	33797	299.74	300.98	300.60	0.39		Traversa D18
D18v	33791	296.36	299.81	300.60	-0.79		299.74-296.36
82	33696	296.36	299.72	298.78	0.94		
81	33569	295.96	299.37	299.14	0.23	Attrav. 30 strada per loc. Castello	
A30v	33561	295.96	298.85	299.14	-0.29	Intradosso: 298.40 Estradosso: 299.25	
80	33398	294.56	297.95	297.32	0.63		
79	33325	294.37	297.91	297.07	0.84	Attrav. 29 S.P. 160 Buriasco-Cerenasco	
A29v	33317	294.37	297.08	297.07	0.01	Intradosso: 297.60 Estradosso: 298.92	
78	32950	291.87	294.47	293.71	0.76		
D14m	32761	291.14	293.48	293.62	-0.14		Traversa D14
D14v	32760	289.54	292.55	293.62	-1.07		291.14-289.54
D13m	32612	288.96	292.26	293.48	-1.22		Traversa D13
D13v	32611	286.96	290.92	293.48	-2.56		288.96-286.96
77	32411	286.20	290.43	290.08	0.35	Attrav. 28 strada c.na Beneficio	
A28v	32405	286.20	290.10	290.08	0.02	Intradosso: 289.90 Estradosso: 290.33	
76	31864	282.61	286.88	286.30	0.58	Attrav. 27 strada c.na Galliani	
A27v	31858	282.61	286.67	286.30	0.37	Intradosso: 286.15 Estradosso: 286.53	
75	31399	279.95	283.35	283.17	0.18		
74	30929	277.29	280.68	280.09	0.59	Attrav. 26 strada c.na Pontetto	
A26v	30923	277.29	280.28	280.09	0.19	Intradosso: 280.44 Estradosso: 281.00	
73	30432	274.77	277.28	276.76	0.52		
72	29741	270.58	274.03	273.27	0.76	Attrav. 25 strada c.na Airale	
A25v	29735	270.58	273.67	273.27	0.40	Intradosso: 273.27 Estradosso: 274.08	
71	29397	268.55	271.32	270.88	0.44	Attrav. 24 strada c.na Canali	
A24v	29391	268.55	271.24	270.88	0.36	Intradosso: 271.58 Estradosso: 271.99	
70	28920	266.78	268.65	268.22	0.43		
69	28425	264.50	266.33	265.90	0.43		
68	27886	262.10	263.50	263.01	0.49		
D12m	27647.26	261.78	262.78	262.81	-0.03		Traversa D12
D12v	27647	260.18	262.31	262.81	-0.50		261.78-260.18
67	27247	259.61	260.70	260.06	0.64		
66	26703	257.85	258.91	258.01	0.90		
A23m	26692	257.82	258.91	258.01	0.90	Attrav. 23 strada vicle a Cerenasco	
A23v	26686	257.82	258.90	258.01	0.89	Intradosso: 259.28 Estradosso: 259.90	
A22m	26648	257.69	258.89	258.01	0.88	Attrav. 22 ferrovia Cerenasco-Vigone	
A22v	26640	257.69	258.89	258.01	0.88	Intradosso: 259.90 Estradosso: 261.29	
65	26136	256.21	258.83	256.79	2.04		
64	25978	255.43	258.54	256.50	2.04	Attrav. 21 strada cimitero Cerenasco	
A21v	25970	255.43	258.34	256.50	1.84	Intradosso: 257.90 Estradosso: 258.68	
63	25589	254.45	255.95	255.48	0.47		
62	25229	253.48	255.12	254.59	0.53	Attrav. A20 strada Cerenasco-Vigone	
A20v	25221	253.48	254.17	254.59	-0.42	Intradosso: 257.00 Estradosso: 257.80	
61	24786	252.51	253.37	253.61	-0.25		
60	24375	251.42	253.35	253.61	-0.26		
A19m	24364	251.42	253.26	252.83	0.43	Attrav. A19 strada campestre	
A19v	24358	251.42	251.66	252.83	-1.17	Intradosso: 254.00 Estradosso: 254.47	
59	23674	249.94	250.53	250.95	-0.42		
58	23163	248.46	249.95	249.93	0.02		

ALLEGATO 3 - Franco idraulico, altezza di sormonto e stima del rigurgito in corrispondenza di manufatti di attraversamento

Infrastruttura interessata	Franco idraulico ¹ (m) / Altezza di sormonto ² (m) / Rigurgito (m) ³											
	TR 20			TR 100			TR 200			TR 500		
Ferrovia Bricherasio-Pinerolo	1,09	-	0,1	0,59	-	0,2	0,38	-	0,3	0,09	-	0,4
Ponte Sanina a Pinerolo	0,34	-	0,4	-0,30	-	0,7	-0,62	0,04	0,9	-0,72	0,14	0,8
S.S. 22 a Pinerolo	0,25	-	0,5	-0,21	-	0,8	-0,37	-	0,9	-0,60	-	1,1
Passerella Cascina Pavia	0,08	-	0,5	-0,08	-	0,3	-0,15	-	0,3	-0,21	-	0,2
Strada interpodereale	0,09	-	0,2	-0,01	-	0,1	-0,04	-	0,0	-0,12	-	0,1
Strada per Cascina Castelletto	-0,03	-	1,2	-0,18	-	1,2	-0,20	-	1,2	-0,24	0,01	1,2
Strada per Cascina Rena	0,64	-	0,9	0,39	-	0,8	0,35	-	0,7	0,32	-	0,6
Strada Buriasco - Pinerolo	0,26	-	0,4	-0,41	-	0,9	-0,64	-	1,1	-0,92	-	1,4
Strada vicinale in Buriasco	0,07	-	0,3	-0,30	0,16	0,4	-0,36	0,22	0,4	-0,42	0,28	0,4
Strada vicinale in Buriasco	0,37	0,13	0,6	-0,01	0,27	0,4	-0,07	0,31	0,4	-0,17	0,37	0,3
Accesso azienda in Buriasco	-0,54	0,16	0,1	-0,72	0,34	0,1	-0,75	0,37	0,1	-0,80	0,42	0,1
Strada per località Castello	0,03	-	0,0	-0,49	-	0,2	-0,97	0,12	0,5	-1,00	0,15	0,4
S.P. 160 Buriasco - Cercenasco	0,82	-	0,1	-0,10	-	0,7	-0,31	-	0,8	-0,55	-	1,0
Strada Cascina Beneficio	0,13	-	0,4	-0,51	0,08	0,4	-0,53	0,10	0,3	-0,56	0,13	0,2
Strada Cascina Galliani	-0,37	-	0,3	-0,60	0,22	0,1	-0,73	0,35	0,2	-0,78	0,40	0,2
Strada Cascina Pontetto	0,03	-	0,3	-0,17	-	0,4	-0,24	-	0,4	-0,28	-	0,4
Strada Cascina Airale	-0,43	-	0,4	-0,64	-	0,3	-0,76	-	0,4	-0,84	0,03	0,4
Strada Cascina Canali	0,36	-	0,1	0,29	-	0,1	0,26	-	0,1	0,24	-	0,1
Strada vicinale a Cercenasco	0,64	-	0,0	0,43	-	0,0	0,37	-	0,0	0,33	-	0,0
Ferrovia Cercenasco - Vigone	1,28	-	0,0	1,06	-	0,0	1,01	-	0,0	0,97	-	0,0
Strada cimitero Cercenasco	-0,38	-	0,5	-0,57	-	0,3	-0,64	-	0,2	-0,69	-	0,2
Strada Cercenasco - Vigone	1,97	-	0,9	1,91	-	0,9	1,88	-	0,9	1,86	-	0,9

¹ Valori negativi del franco idraulico indicano il funzionamento in pressione durante l'evento di piena considerato.

² Per altezza di sormonto si intende l'altezza d'acqua rispetto al piano viabile. Il valore dell'altezza di sormonto non è riportato quando risulta negativo.

³ Il simbolo "-" indica valori stimati del rigurgito trascurabili (≤ 0.1 m).

Infrastruttura interessata	Franco idraulico ¹ (m) / Altezza di sormonto ² (m) / Rigurgito (m) ³											
	TR 20			TR 100			TR 200			TR 500		
Strada campestre	0,84	-	1,6	0,77	-	1,6	0,74	-	1,6	0,72	-	1,6
Ponte tubo a Virle P.	-1,66	0,62	0,1	-1,76	0,71	0,1	-1,79	0,75	0,1	-1,83	0,78	0,1
Strada Virle P. - Cercenasco	-0,34	0,08	0,3	-0,43	0,17	0,3	-0,47	0,21	0,3	-0,53	0,27	0,3
Strada Virle P. - Castagnole P.	-0,60	-	0,2	-0,72	-	0,2	-0,76	-	0,2	-0,80	-	0,2
Strada campestre a Virle P.	-0,10	-	0,6	-0,21	-	0,6	-0,24	-	0,6	-0,27	-	0,6
Passerella in c.na a Balbo	-0,42	0,22	0,1	-0,65	0,45	0,0	-0,69	0,49	0,0	-0,74	0,54	0,0
Strada Balbo - Oitana	0,19	-	0,1	-0,04	-	0,1	-0,09	-	0,1	-0,14	-	0,1
Strada Carignano-Castagnole	-0,87	0,15	0,7	-0,94	0,22	0,7	-0,96	0,24	0,6	-0,98	0,26	0,6
Ponte Cascina Tetti dell'Aia	-0,62	-	0,0	-0,77	-	0,0	-0,81	0,00	0,0	-0,84	0,03	0,0
Accesso Cascina Tetti dell'Aia	-0,16	-	0,4	-0,34	-	0,2	-0,38	-	0,2	-0,40	-	0,2
Strada per Cascina Tetti Cardone	-0,69	-	0,0	-0,88	0,19	0,0	-0,94	0,25	0,0	-0,98	0,29	0,0
Strada Cascina nuova a Peretti	-0,65	0,18	0,0	-1,12	0,65	0,0	-1,31	0,84	0,0	-1,41	0,94	0,0
Strada interpoderale a Peretti	-0,47	0,09	0,0	-0,55	0,16	0,0	-0,59	0,20	0,0	-0,62	0,23	0,0
Strada Peretti - Piobesi T.	-0,88	0,01	0,0	-0,91	0,04	0,0	-0,92	0,05	0,0	-1,01	0,14	0,1
Ponte tubo	-1,72	1,07	0,0	-1,77	1,12	0,0	-1,79	1,14	0,0	-1,81	1,16	0,0
Strada Peretti - Carignano	-0,72	0,04	0,0	-0,76	0,08	0,0	-0,79	0,11	0,0	-0,81	0,13	0,0
Strada Vinovo - Carignano	-1,60	0,26	1,0	-1,72	0,38	1,1	-1,74	0,40	1,0	-1,76	0,42	1,0
Strada Tetti Griffa-Vinovo	-0,72	0,26	0,0	-0,90	0,44	0,0	-0,96	0,50	0,0	-1,01	0,55	0,0
Strada Vinovo-Carpeneto	-1,84	0,74	0,0	-1,84	0,74	0,0	-1,83	0,73	0,0	-1,84	0,74	0,0