



AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO
PARMA

**LINEE GENERALI DI ASSETTO IDROGEOLOGICO
E QUADRO DEGLI INTERVENTI
(SESIA)**

13. Linee generali di assetto idraulico e idrogeologico nel bacino del Sesia

13.1 Caratteristiche generali

13.1.1 Inquadramento fisico e idrografico

Il bacino del Sesia ha una superficie complessiva di circa 3075 km² (4% della superficie del bacino del Po), di cui il 45% ricadente in ambito montano.

Il Sesia ed i suoi affluenti Mastallone, Sessera e Cervo, con il tributario Elvo, hanno origine dal gruppo orografico del monte Rosa nelle Alpi Pennine. Ai rispettivi bacini competono elevati valori delle precipitazioni annuali, come pure di quelle brevi e intense, che danno luogo a un regime di deflussi caratterizzato da una elevata frequenza degli eventi di piena con ragguardevoli valori delle portate al colmo.

Il bacino montano del Sesia, sotteso a Romagnano, ha nel suo complesso la forma di un quadrilatero irregolare: il lato occidentale costituisce lo spartiacque con la Valle di Gressoney (bacino del Lys) tra la Punta Gnifetti (4.559 m.s.m.) e la Punta dei Tre Vescovi (2.579 m s.m.), con quella del Cervo tra la Punta dei Tre Vescovi e la Cima Bonum; il lato nord segue gli alti contrafforti tra il Sesia e la Valle Anzasca dalla Punta Gnifetti alla Cima del Capezzone (2.422 m s.m.); quello orientale si stende fino a Romagnano Sesia tra il Capezzone e il Monte Avigno (1.136 m.s.m.) e segna la displuviale con il contiguo bacino del Lago d'Orta; quello meridionale divide la Valsesia dall'altipiano del biellese.

Il Sesia trae le sue sorgenti dai ghiacciai di Bors, delle Piode e delle Vigne, che si stendono sul versante SE del Monte Rosa, poi per circa 41 km (fino a Varallo) scorre nella Val Grande e sbocca in pianura a Romagnano dopo un percorso di altri circa 24 km. Il corso del fiume è diretto W-E fino a Varallo, alla confluenza col torrente Mastallone; da Varallo piega verso sud fino al termine della valle. Riceve in destra gli affluenti Vogogna, Arroghna, Sorba, Sessera e in sinistra i torrenti Sermenza, Mastellone, Civiasco e Strona di Valduggia. In pianura, poco a monte di Vercelli, confluisce il torrente Cervo, che con l'Elvo, raccoglie tutti i deflussi provenienti dalla zona pre-alpina del Biellese.

Nel Sesia confluiscono altresì buona parte degli scoli provenienti dal territorio di pianura appartenente alla provincia di Vercelli. I principali corsi d'acqua della zona sono rappresentati dal torrente Marcova e dalla Roggia Stura, a cui si affiancano una numerosa serie di canali irrigui.

Il *torrente Cervo* ha un bacino idrografico caratterizzato nella parte più alta da una morfologia montana, con quote anche superiori ai 2.000 m, valli di origine fluvioglaciale strette e pareti molto inclinate e per lo più boscate. Nel primo tratto il torrente e i suoi affluenti in sono molto incisi e hanno un trasporto solido rilevante e di notevoli dimensioni; più a valle si allargano ad assumere una morfologia terrazzata, con andamento che passa da ramificato nel tratto superiore (fino al ponte di Cossato - S.S. 232) a monocursale sinuoso, con frequenti barre laterali e subordinatamente barre longitudinali e isole stabili.

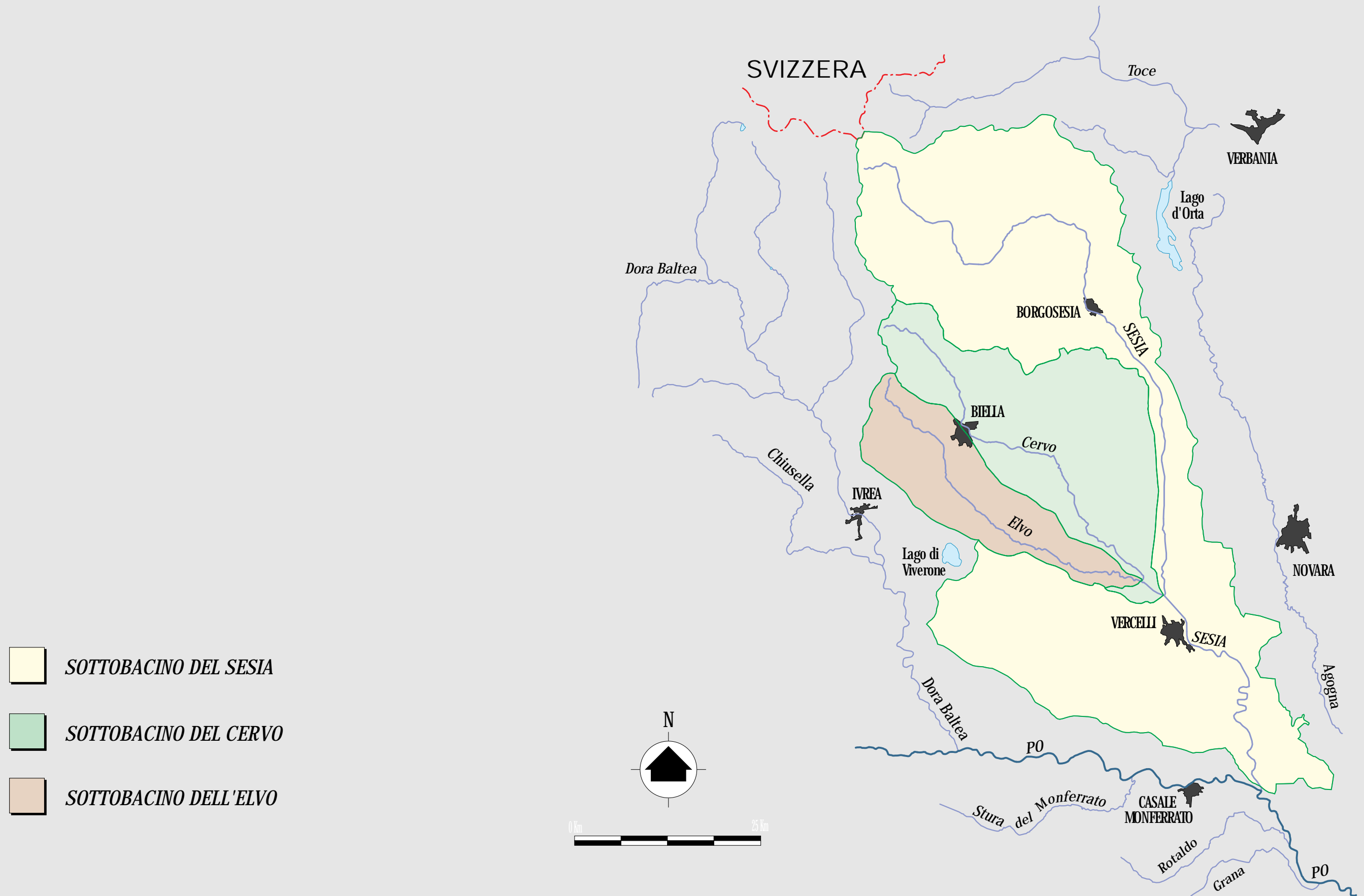
Il *torrente Elvo*, confluisce nel Cervo in destra poco a monte dell'immissione di quest'ultimo nel Sesia; ha un tracciato con direzione inizialmente NW-SE fino ad Occhieppo inferiore, e poi nord-sud fino alla confluenza. L'alveotipo è unicursale sinuoso, con barre longitudinali e laterali, e localmente isole stabili; nella parte valliva sono presenti tratti pluricursali. Il bacino è caratterizzato, nella sua parte settentrionale, da una morfologia montana; l'Elvo scorre inciso in una stretta valle di origine fluviale con pendii acclivi e prevalentemente boscati. Nella parte medio - bassa le valli hanno caratteristiche morfologiche pedemontane o collinari con pendii mediamente acclivi in parte boscati o mantenuti a prato; le cime sono perlopiù arrotondate e in diverse zone i centri abitati sono situati sulla sommità dei versanti. I fondovalle sono terrazzati con salti di scarpata di qualche metro.

Le aste principali del Sesia, del Cervo e dell'Elvo sono suddivisibili in tratti distinti per caratteristiche morfologiche, morfometriche e per comportamento idraulico:

- il tratto montano del Sesia, dalla sorgente a Romagnano Sesia, per una lunghezza di circa 65 km, che sottende i sottobacini degli affluenti alpini, e il tratto di pianura, di lunghezza pari a circa 74 km, fino alla confluenza in Po, che sottende il sottobacino (in destra) del Cervo;
- il tratto montano del Cervo, dalla sorgente a Biella, per una lunghezza di circa 12 km, e il tratto di pianura, per una lunghezza di circa 43 km fino alla confluenza in Sesia, che sottende il sottobacino dell'Elvo in destra;
- il tratto montano dell'Elvo, dalla sorgente a Occhieppo Inferiore e il tratto di pianura, che si sviluppa per una lunghezza di circa 40 km fino alla confluenza in Cervo.

Nel bacino del Sesia sono presenti serbatoi di regolazione a fini idroelettrici con regolazione a carattere stagionale o settimanale. Le loro caratteristiche salienti sono elencate in Tab. 13.1.

**FIG. 13.1. BACINO DEL FIUME SESIA:
AMBITO FISIOGRAFICO**



Tab. 13.1. Caratteristiche degli invasi presenti nel bacino del Sesia

Serbatoio	Bacino idrografico	Capacità complessiva	Capacità utile
		Milioni di m ³	Milioni di m ³
Rimasco	Sesia	0.47	
Sessera	Sesia	1.60	
Masserano	Cervo		5.50
Camandona	Cervo		0.52

Ai fini delle analisi conoscitive e della successiva delineazione degli interventi il bacino idrografico del Sesia viene suddiviso nelle seguenti componenti:

- le aste principali:
 - Sesia,
 - Cervo,
 - Elvo;
- i relativi sottobacini montani

Il quadro conoscitivo e di valutazione dei dissesti sui versanti e sulla rete idrografica minore è stato definito, in maggior dettaglio, separatamente per i sottobacini del Basso Sesia, del Cervo-Elvo e della Valsesia.

13.1.2 Caratteri generali del paesaggio naturale e antropizzato

Il paesaggio della valle del fiume Sesia è di tipo prealpino nella parte inferiore, dove la valle si presenta piuttosto ampia, coltivata e ricca di industrie fino al centro abitato di Varallo.

A monte di Varallo, dove prende il nome di Valgrande, la valle si sviluppa fino al Monte Rosa snodandosi tortuosa e spesso stretta, aprendosi poi in ampi bacini pratici circondati da boschi verso le testate, dove sorgono numerose località turistiche, tra le quali Varallo è il centro storico principale.

Il Sesia, percorsa la Valgrande e sboccato in pianura, riceve a nord di Vercelli le acque del torrente Cervo, che insieme con i torrenti Elvo e Rovasenda raccoglie le acque del biellese; quindi confluisce nel Po dopo aver irrigato un esteso territorio mediante canali artificiali.

La valle del Cervo, assai antropizzata, con numerosi insediamenti produttivi e abitativi soprattutto nel biellese, è molto frequentata, soprattutto nella stagione estiva, per la dolcezza del clima e i folti boschi nei quali sono immersi i centri abitati. Nel tratto di pianura prevale l'uso agricolo del territorio.

Il torrente Elvo, il cui tratto iniziale è localizzato nell'ambito delle alpi e prealpi biellesi, si apre poi nella pianura vercellese dopo aver oltrepassato la strada che da Biella porta verso Ivrea.

Il bacino montano del torrente è caratterizzato da rilievi non molto elevati ed è privo di valli laterali di rilievo; il fondovalle principale presenta un elevato grado di antropizzazione. L'ambito di pianura del bacino è caratterizzato dalla presenza dell'anfiteatro morenico di Ivrea e dalle diffuse risaie.

Nelle valli del Cervo e dell'Elvo i boschi di latifoglie prevalgono nettamente nella copertura forestale a causa dell'elevata piovosità ed umidità che contraddistingue l'area e, parzialmente, anche a seguito dell'intervento umano.

Nelle aree montane inoltre a causa del massiccio abbandono delle attività silvo-pastorali si assiste alla diffusione di specie arboree ed arbustive che hanno colonizzato i prati e i pascoli abbandonati e si sono infiltrate nei castagneti puri.

Nel bacino dei tre corsi d'acqua le aree meglio conservate e più interessanti naturalisticamente sono comunque localizzate nei versanti montani e soprattutto nei terrazzi alluvionali, e nei tratti golenali nel caso dell'Elvo, che per caratteristiche pedologiche non sono sfruttabili intensamente sotto il profilo agricolo e perciò sono molto importanti sia per la flora sia per la fauna che le popolano.

Di rilevante interesse naturalistico, nel bacino del Sesia, il Parco Naturale Alta Valsesia, istituito nel '79, che comprende l'intero bacino sorgentifero del Sesia dai ghiacciai del Monte Rosa e presenta tipi di vegetazione propri dell'orizzonte alpino e subalpino (formazioni vegetali pioniere sulle rocce, praterie d'alta quota, arbusteti) con numerose popolazioni di camosci, stambecchi, marmotte e aquile reali.

Di rilevante interesse naturalistico sono anche il Parco Naturale Monte Fenera, istituito nel 1987, dove in alcune grotte sono stati ritrovati resti dell'uomo di Neandertal, e il Parco Naturale Val Mastallone.

Al contrario, nelle aree di pianura del territorio interessato dai tre corsi d'acqua, il depauperamento vegetale e faunistico assume aspetti particolarmente rilevanti per l'altissima vocazione agraria di quest'area.

L'antropizzazione diffusa ha lasciato poche tracce di copertura vegetale naturale che sono state recentemente protette da leggi regionali (Parco Naturale Lama del Sesia, Parco Naturale Bosco della Partecipanza e Lucedio).

Anche il patrimonio faunistico risulta drasticamente ridotto, non solo con riferimento alla fauna originaria, ma anche a quella che si era adattata

all'ambiente delle risaie, dei prati e delle altre colture, a causa dell'utilizzo intenso di diserbanti, insetticidi e concimi chimici.

Le più antiche testimonianze storico artistiche presenti nel territorio - oltre ai reperti romani - sono quelle legate alla cristianizzazione della regione e alla sua organizzazione in Vescovati, Capitoli e Pievi. Al sistema delle pievi e degli edifici religiosi si sovrappone la presenza diffusa di centri storici in tutto il territorio, ma anche di castelli e fortificazioni (Castelli di Valdengo, Quaregna, Lessona, Gaglianico, ecc.), specialmente nel medio ed alto Biellese, dove il regime feudale sopravvisse al periodo delle lotte comunali e fu perpetuato sotto i Savoia fino alla Rivoluzione francese.

Il paesaggio montano è caratterizzato dalla tipica architettura importata in queste valli dalle popolazioni Walser, che conservano tradizioni e tecniche costruttive secolari.

Come già accennato, i paesaggi dell'area pedemontana e valliva sono segnati dalla diffusa presenza dell'industria, soprattutto nel Biellese dove l'attività industriale era già consolidata alla fine del secolo scorso, in particolar modo con la presenza dei grandi stabilimenti lanieri localizzati presso i corsi d'acqua.

Il paesaggio della pianura è caratterizzato dalla presenza della coltura del riso, che si alterna a zone di "pianura asciutta" in cui prevale la produzione zootecnica. Il riso si è diffuso in periodo medievale grazie ai monaci benedettini e cistercensi. Le opere di canalizzazione, derivate prevalentemente dai corsi d'acqua e dalle risorgive, assicurano ancora oggi il rifornimento idrico.

La canalizzazione dell'acqua risale all'età comunale, ma fu solo a partire dal XIX secolo che i fiumi principali della pianura risicola furono collegati con i grandi canali di derivazione che alimentano la fittissima rete di canali minori. In particolare il Canale Cavour, che scorre poco a nord di Novara, segnò una vera e propria rivoluzione nel sistema irriguo della pianura vercellese.

13.1.3 Aspetti geomorfologici e litologici

Nel seguito si descrivono le principali caratteristiche geolitologiche del bacino, con particolare attenzione verso quei litotipi che per le proprie caratteristiche geomeccaniche manifestano alti gradi di erodibilità e/o propensione a dissesti gravitativi; fra parentesi si indica la sigla del litotipo riportata nella cartografia geolitologica, alla scala 1:250.000, contenuta nell'elaborato di Piano n. 6.

La distribuzione percentuale dei dissesti legati a movimenti gravitativi nel bacino del Sesia, è legata alle caratteristiche geotecniche delle litologie affioranti; nelle

pozioni meridionali dei bacini, dove le formazioni si presentano profondamente alterate e ricoperte da una spessa coltre detritica eluviale, i versanti possono divenire particolarmente instabili e soggetti alla formazione di soil slip in occasione di eventi pluviometrici intensi.

Il sottobacino con la maggior superficie soggetta a fenomeni di frana (soil slip, scivolamenti rotazionali) è quello dell'Elvo, caratterizzato dalla presenza di termini litoidi fratturati (LDI) e depositi clastici alterati (DCG).

Il bacino del Sesia è caratterizzato dalla presenza di complessi litici ignei e metamorfici massivi e fratturati (LDM, LMI) e può essere schematicamente suddiviso in due domini separati dalla linea del Canavese, che lo attraversa con andamento NNE/SSO. Nella zona settentrionale, che interessa le testate dei bacini dell'Elvo, del Cervo e del Sesia, sono preminenti i complessi metamorfici formati da termini litoidi fratturati (LDM) sui termini litoidi massivi ignei e metamorfici (LMI, LMM). Le formazioni litiche massive rappresentano la restante porzione montana del bacino del Sesia (LMI, LMM) e del Cervo, dove a queste sono subordinate formazioni metamorfiche fratturate (LDM); depositi clastici alterati (DCG) e in subordine termini ignei fratturati (LDI) caratterizzano il restante bacino dell'Elvo.

Lo sbocco in pianura dei corsi d'acqua principali è caratterizzato dalla presenza di depositi glaciali (DGL), anche di dimensioni e estensione considerevoli, come nel caso dell'Elvo, e da depositi clastici alterati (DCG); depositi eterogenei di versante (DEV) sono presenti nei sottobacini del Sesia e del Cervo; le alluvioni (AFL) caratterizzano il corso del Sesia già a partire da Varallo.

13.1.4 Aspetti idrologici

13.1.4.1 Caratteristiche generali

I bacini del Sesia e dei suoi affluenti, Mastallone, Sessera e Cervo ricevono le massime precipitazioni annuali che si rilevano nella regione padana, come pure quelle di massima intensità; questo comportamento idrologico, sommato a percentuali di permeabilità praticamente nulle per tutta la parte montana, è la ragione di un regime dei deflussi contraddistinto per la frequenza della manifestazione di stati di piena con elevati valori delle portate al colmo.

Nel bacino le aree di generazione delle piene si localizzano soprattutto nella parte mediana e pedemontana, mentre i contributi del settore di testata, circa a monte della confluenza del torrente Mastallone, sono solitamente minori.

Nel bacino idrografico le precipitazioni medie variano da 900 mm/anno in

pianura a circa 2000 mm/anno. L'esame dei dati pluviometrici conferma il tipo pluviometrico alpino esposto alla pianura, contraddistinto da precipitazioni più elevate di quelle che arrivano a interessare le vallate interne alla cerchia alpina.

13.1.4.2 Portate di piena e piene storiche principali

Nel bacino idrografico del Sesia le stazioni di misura per le quali sono disponibili valori storici delle portate di piena sono elencate in Tab. 13.2.

Tab. 13.2. Valori delle portate di piena storiche nel bacino del Sesia

Sezione	Superficie km ²	Hmedia m s.m.	Hmin m s.m.	Qmax m ³ /s	qmax m ³ /s km ²	Data
Rio Gallina a Conf.Marchiazza	1,2	417	330	21,5	17,92	24/09/81
Chiebbia a Vigliano	10,2	433	240	86	8,43	02/11/68
Ponzone a Confl.Sessera	18,6	659	412	267	14,35	02/11/68
Strona a Roncole	20,4	1.131	480	440	21,57	02/11/68
Guargnasca Conf.Chiebbia	28,6	438	240	390	13,64	02/11/68
Strona a Valle Mosso	32	868	410	704	22,00	02/11/68
Elvo a Sordevolo	33,8	1.506	565	110	3,25	02/11/68
Strona a Cossato	39	750	270	772	19,79	02/11/68
Cervo a Passo Breve	74	1.495	580	195	2,64	05/08/39
Sermenza a Rimasco	81	1.840	900	400	4,94	25/09/56
Sessera a Coggiola	98	1.271	412	932	9,51	02/11/68
Cervo a Biella	113	1.400	390	690	6,11	26/09/56
Mastallone a Ponte Folle	149	1.350	440	1.050	7,05	02/11/68
Sesia a Campertogno	170	2.120	802	700	4,12	04/09/48
Sesia a Borgosesia (P.Te Aranco)	695	1.480	336	3.073	4,42	04/09/48
Sesia a Vercelli	2.274	844	178	3.900	1,72	02/11/68

I principali eventi alluvionali che hanno interessato il bacino idrografico sono evidenziati in sintesi nella Tab. 13.3.

Tab. 13.3. Principali eventi alluvionali che hanno interessato il bacino del Sesia

Piena	Caratteristiche	Aree interessate	Note
mag. 1908	alluvione estesa con esondazioni su Sesia e Sessera	Val Sesia e Val Sessera	
mag. 1923	piena particolarmente gravosa sul Mastallone, che asportò tutti i ponti da Fobello alla testata della valle	Val Sesia, la Val Sermenza, Val Mastallone	320 mm di pioggia in 24 h a Fobello
set. 1948	evento che interessa parzialmente il bacino	Alagna, alta valle Sermenza, valle Strona di Valle	280 mm in 24 h a Campertogno, 80 mm e 122 mm in 3 e 6 h

Piena	Caratteristiche	Aree interessate	Note
		Mosso	Portata massima del Sesia a Campertogno 700 m ³ /s, a Borgosesia 3070 m ³ /s
nov. 1951	evento che interessa gran parte del bacino, toccando marginalmente l'alta Valsesia, la Val Sermenza e la Val Mastallone. Si manifestarono notevoli e diffusi dissesti di versante ed esondazioni sulle aste; esondazioni gravose sulle aste principali nei tratti vallivi.	Valle Sessera (Trivero, Coggiola e Pray); Valle Strona di Mosso; Valle Cervo; comuni di Biella, Sabbia, Cervarol, Camasco	Porta
ago. 1954	Dissesti idrogeologici nell'alta Val Sesia e nel Biellese		
nov. 1968	evento più catastrofico dell'ultimo secolo nel bacino del Sesia con numerosissimi fenomeni di dissesto di versante (tutto il settore compreso in sinistra tra Quarona Breia, Valduggia e Borgosesia; Biellese) associati a fenomeni di trasporto in massa torrentizio, pulsazioni di piena e esondazione dei corsi d'acqua	Biellese (Valle Sessera, Strona e Valle dell'Ostola), Val Sermenza, Varallo Sesia, Val Mastallone, asta principale dello Strona e dei suoi affluenti maggiori	Piogge da 103 a 404 mm in 24 h portate massime nel Sesia: 2.150 m ³ /s a Borgosesia, 3900 m ³ /s a Vercelli
ott. 1977	nubifragio in alcuni settori dei bacini di Sesia, con attivazione di movimenti franosi e alluvionamenti	Civiasco	
ago. 1978	nubifragio interessa la media-alta Val Sesia, con erosioni spondali del Sesia; trasporto solido di molti torrenti minori.	Val Sermenza, Val Mastallone	
ott. 1979	evento di piena nella zona a E-NE di Borgosesia, con attivazione di numerose frane (di tipo superficiale) e intensi processi erosivi ed alluvionali lungo tutti i corsi d'acqua	Val Sessera, Biellese, val Sesia	
set. 1981	Alluvioni nell'alta valle del Cervo e nella Valle di Rassa in Val Sesia; i maggiori danni sono connessi alla violenta attività torrentizia dei corsi d'acqua minori	alta Valle Sesia, Valle del Cervo	
giu.-ago 1982	Nubifragi con danni prevalenti alle colture	provincia di Vercelli	
apr. 1986	Nubifragi con frane	Val Sesia	
apr. 1986	grossa frana interrompe la SS. per Valle Mosso, nel Biellese; alcune frane isolano i comuni di Rima, Valdobbia, Alagna e Carcoforo.	provincia di Vercelli	
fine 1986	attivi dissesti di versante al alto rischio: <i>Cravagliana</i> (crolli, sottobacino Mastallone), <i>Alagna Valsesia</i> (alta Valsesia, dissesti in alveo del Vogna e al piede della conoide torrentizia), <i>Campertogno</i> (dissesti lungo il Basalei e il rio Bolè), <i>Rassa</i> (franamenti per crollo), <i>Piode</i> (movimenti franosi), <i>Scopello</i> (dissesti alle sponde di rio Ramello), <i>Civiasco</i> (riattivazione di un movimento franoso), <i>Piedicavallo</i> (sottobacino Cervo, dissesti lungo il Chiobbia), <i>Rosazza</i>	Alta Val Sesia, sottobacino Cervo	

Piena	Caratteristiche	Aree interessate	Note
ago 1987	(sottobacino Cervo, dissesti nella zona di confluenza tra il Cervo e il Chiobba; dissesti lungo il Pragnetta presso la confluenza con rio Soltino) nubifragi	alta Valsesia, alta Valle del Cervo, Valle Sessera e Valle Erro	
sett. 1993	fenomeni di dissesto e alluvionamento in alta val Sesia		portata massima del Sesia a Palestro 3400 m ³ /s; a Borgosesia oltre 2000 m ³ /s
ott. 1994	interessata la parte medio bassa del bacino con effetti meno gravosi, pur se con portate ancora elevate.		portata massima del Sesia a Palestro oltre 3000 m ³ /s; a Borgosesia 1800 m ³ /s

13.1.4.3 Trasporto solido

La caratterizzazione del bacino in rapporto al trasporto solido nell'asta principale è definita dai seguenti elementi:

- la quantità di sedimenti mediamente prodotta dal bacino montano in funzione delle specifiche caratteristiche geologico-geomorfologiche e climatiche,
- la capacità media di trasporto solido dell'asta principale in funzione delle caratteristiche idrologiche, geometriche, granulometriche del materiale d'alveo e idrauliche.

Per il primo punto si fa riferimento alla formulazione teorico-sperimentale di Gavrilovich, che permette di stimare il volume del sedimento prodotto in funzione delle caratteristiche geometriche e fisiografiche del bacino, dell'erosività dei versanti (in relazione a litologia, copertura forestale, uso del suolo, stato di dissesto in atto e relativa tipologia) e delle caratteristiche climatiche.

Per il secondo parametro il valore medio annuo è stato stimato impiegando la formulazione di Engelund-Hansen sulla base della scala di durata delle portate, delle caratteristiche idrauliche (larghezza dell'alveo attivo, pendenza di fondo, scabrezza) e della granulometria del materiale d'alveo.

Le Tab. 13.4 e Tab. 13.5 rappresenta i dati numerici relativi alla quantità di sedimento media prodotta dal bacino montano e alla capacità di trasporto dell'asta principale.

Tab. 13.4. Caratteristiche del trasporto solido del bacino montano

Sottobacino montano	Superficie	Quota media	Precipitaz. media annua	Trasporto solido	Erosione specifica
---------------------	------------	-------------	-------------------------	------------------	--------------------

	km ²	m s.m.	mm	10 ³ m ³ /anno	mm/anno
Sesia	978	1.400	1.516	72,1	0,07
Elvo, Cervo	426	600	1.580	35,6	0,08
Totale	1.404	1.157	1.535	107,7	0,07

Rispetto a un valore totale di produzione del trasporto solido a scala di intero bacino montano del Po (superficie considerata di 28.440 km²) pari a 3.35 milioni di m³/anno, il trasporto solido prodotto rappresenta il 3.21%, a fronte di un 4.94% di estensione territoriale; nel complesso quindi il bacino si colloca su valori medio-bassi di erosione, come per altro illustrato dal valore di erosione specifica rispetto al valore medio a scala di intero bacino pari a 0.12 mm/anno.

Tab. 13.5. Caratteristiche del trasporto solido dell'asta fluviale

Asta fluviale	Capacità di trasporto al fondo	Capacità di trasporto in sospensione	Capacità di trasporto totale
	10 ³ m ³ /anno	10 ³ m ³ /anno	10 ³ m ³ /anno
Elvo	6,0	8,0	14,0
Cervo	9,0	14,7	23,7
Sesia	44,9	66,4	111,3

Il confronto tra la capacità di trasporto solido dell'asta e il volume di materiale solido prodotto dal bacino montano permette di valutare, pur nell'approssimazione dei valori medi utilizzati e della scala di dettaglio delle valutazioni stesse, la tendenza al deposito ovvero all'erosione.

13.1.5 Assetto morfologico e idraulico dei corsi d'acqua principali

13.1.5.1 Caratteristiche generali

- Asta del fiume Sesia

Il tratto dalla sorgente a Romagnano Sesia è caratterizzato da una pronunciata instabilità dell'alveo che determina in più punti condizioni di erosione spondale o di sovralluvionamento. Numerose sono le opere di difesa spondale realizzate sia in destra che in sinistra concentrate soprattutto nel tratto tra Campertogno e Piode a difesa di abitazioni; in molti casi le infrastrutture limitano la sezione dell'alveo. I principali affluenti, in destra idrografica, torrenti Otro, Vogna, Ortogna e Sorba presentano sporadiche opere di sistemazione nei tratti terminali di fondovalle. Nel successivo tratto, tra Piode e Varallo, l'alveo ha discrete possibilità di divagazione, evidenziate dalla notevole erosione spondale

di alcuni tratti. Le sporadiche opere di regimazione sono limitate a qualche scogliera in corrispondenza dei nuclei abitati e per brevi tratti. Nel *tratto da Varallo a Romagnano* l'alveo è molto largo e libero da arginature fino al restringimento naturale dell'alveo in corrispondenza del ponte Aranco.

Nel *tratto da Romagnano Sesia a Ghislarengo* l'alveo si presenta generalmente di tipo pluricursale e, localmente, di tipo ramificato con rami secondari sviluppati soprattutto in destra. È rilevante la presenza di depositi di materiale d'alveo, costituiti da barre longitudinali e trasversali, isolotti anche vegetati; vi sono inoltre accentuati fenomeni erosivi, localizzati soprattutto in corrispondenza delle fondazioni degli attraversamenti stradali e ferroviari, non protetti a valle da soglie di fondo.

Nel *tratto da Ghislarengo all'immissione del torrente Cervo* l'alveo è generalmente pluricursale con rami secondari e diffuse barre longitudinali. Presenta caratteri di sostanziale equilibrio e non si identificano tendenze in atto significative verso forme d'alveo maggiormente canalizzate. Si notano locali fenomeni di sovralluvionamento locali e di erosione del fondo, localizzati in corrispondenza degli attraversamenti.

Nel *tratto dal Cervo a Vercelli* l'alveo è di tipo unicursale sinuoso, con presenza di barre longitudinali e laterali ricche di vegetazione. Si rileva una tendenza alla diminuzione della larghezza dell'alveo, collegata a un generale approfondimento del fondo e alla conseguente trasformazione delle barre laterali in golene stabili. Le aree adiacenti all'alveo sono protette da arginature continue, spesso rivestite in calcestruzzo. Le sponde sono rivestite con blocchi di calcestruzzo, generalmente in buone condizioni, soprattutto nel tratto in prossimità di Vercelli.

Nel *tratto da Vercelli alla confluenza nel fiume Po* l'alveo è unicursale sinuoso, con caratteristici meandri localizzati soprattutto a valle della autostrada Voltri-Sempione. Il tratto è arginato in modo quasi continuo; sono locali e discontinue le difese di sponda in blocchi di calcestruzzo.

- *Asta del torrente Cervo*

Nel *tratto dalla sorgente a Biella* il torrente scorre incassato con forre e soglie naturali fino ad Andorno Micca e ha un trasporto solido notevole; all'altezza di Rosazza è regimato con muri in sponda destra e briglie selettive. A valle di Andorno Micca l'alveo è inciso nel fondovalle terrazzato, con un salto di scarpata di qualche metro. A valle della confluenza con il torrente Oropa si ha un restringimento della sezione e l'attraversamento della zona industriale di Biella,

caratterizzato da una sezione molto vincolata dagli insediamenti e contenuta da opere di sponda.

Nel *tratto da Biella al ponte stradale di Cossato (S.S. 232)* l'alveo è tendenzialmente a canali intrecciati e localmente unicursale sinuoso; è caratterizzato dall'alternanza di tronchi in erosione e in deposito. I fenomeni di instabilità morfologica sono in parte controllati mediante briglie, ubicate prevalentemente in prossimità degli attraversamenti. In diversi settori del tratto si ha un restringimento dell'alveo inciso, verosimilmente correlato all'abbassamento del profilo di fondo; il fenomeno è più evidente a valle di Biella, dove sono state realizzate diverse opere trasversali che determinano modesti fenomeni di sovralluvionamento a monte, nel tratto urbano. Significativi sono anche gli abbassamenti d'alveo a valle del ponte di Candelo, dove un'ampia area di espansione in destra risulta disattivata, stabile, e situata in media oltre 2 m al di sopra del letto attuale. L'erosione di fondo è qui controllata da tre traverse. Più a valle, nel tratto tra Candelo e Castellengo, si hanno localmente tratti in cui l'alveo è stato reinciso, con abbassamento del profilo di fondo superiore a due metri e riduzione della larghezza di oltre il 50%.

Nel *tratto dal ponte stradale di Cossato (S.S. 232) al ponte autostradale A4* l'alveo è monocursale sinuoso, con presenza di barre laterali e alternanza di tendenza al deposito e all'erosione. In alcuni settori si ha una significativa riduzione della fascia di divagazione, in relazione all'abbassamento del profilo di fondo e alla disattivazione di rami secondari.

Nel *tratto dal ponte autostradale A4 alla confluenza in Sesia* l'alveo ha andamento sinuoso con alcune curve accentuate, presenza di barre laterali subordinatamente a barre longitudinali e isole stabili. Le sponde sono interessate da fenomeni erosivi moderati. Le arginature iniziano a valle di Formigliana e diventano continue dopo l'immissione del torrente Rovasenda. Nel primo tratto vi sono opere di difesa discontinue in discrete condizioni di conservazione. Le variazioni nella morfologia del corso d'acqua evidenziano locali fenomeni di abbassamento del profilo di fondo, particolarmente significativi nella zona di confluenza con il Sesia, dove l'abbassamento ha determinato la trasformazione in golene stabili dei depositi di barra localmente presenti; alla confluenza con il Rovasenda; a monte di Bussengo.

- *Asta del torrente Elvo*

Nel *tratto dalla sorgente a Occhieppo Inferiore* il torrente scorre inciso in una valle stretta e profonda, con elevata acclività e ingente trasporto solido di grosse dimensioni. A valle di Occhieppo Superiore scorre in un fondovalle terrazzato, con sporadici attraversamenti, opere trasversali lungo l'asta e trasporto solido che si riduce sia come quantità che come dimensione dei clasti.

Nel *tratto da Occhieppo inferiore al ponte ferroviario di Salussola* l'alveo ha un andamento unicursale sinuoso, con presenza locale di tratti ramificati (in particolare presso foce Olobbia e immediatamente a valle); sono presenti canali secondari separati dal ramo principale da isole stabili e barre longitudinali in alveo; è riscontrabile una diffusa instabilità morfologica con fenomeni di erosione spondale. Nel tratto dal ponte di Borriana al ponte di Cerrione le sponde risultano interessate da fenomeni di erosione e in generale di dissesto.

Nel *tratto dal ponte ferroviario di Salussola al ponte ferroviario Santhià-Vercelli* l'alveo è tendenzialmente unicursale sinuoso, con brevi tratti pluricursali, meandriforme nel tratto terminale a valle dell'attraversamento dell'autostrada A4 . È riscontrabile una diffusa instabilità morfologica con sponde interessate da fenomeni di erosione e dissesto. Sono presenti alcuni interventi limitati di difesa di sponda localizzati prevalentemente in corrispondenza dei manufatti di attraversamento.

Nel *tratto dal ponte ferroviario Santhià-Vercelli alla confluenza nel Cervo* l'alveo è tendenzialmente sinuoso, con presenza di isole più o meno stabili e barre longitudinali localizzate, in prevalenza, immediatamente a monte delle opere trasversali di stabilizzazione del fondo. Si manifestano tendenze all'erosione di fondo e di sponda, più accentuate in alcuni punti (sifone del Canale Cavour, ponte di Casanova Elvo), parzialmente controllate da opere idrauliche.

13.1.5.2 Fenomeni di erosione spondale

Il *Sesia* ha un alveo particolarmente instabile a monte della confluenza con il Cervo, con erosione di sponda generalmente innescata da fenomeni di parzializzazione della sezione dovuti alla significativa presenza di depositi. A valle della confluenza del Cervo l'erosione di sponda è meno significativa e la sezione diventa progressivamente più stabile. In relazione ai fenomeni di erosione di fondo, le infrastrutture con fondazioni in alveo sono generalmente protette da opere trasversali.

Sul torrente Cervo i processi di erosione spondale sono diffusi e localmente intensi solo nel tratto superiore (fino al ponte di Cossato - S.S. 232); più a valle i fenomeni sono limitati ad alcune situazioni puntuali e l'andamento planimetrico risulta in prima approssimazione stabile. Le infrastrutture con fondazioni in alveo sono generalmente protette da opere trasversali.

Sul torrente Elvo nel tratto superiore e intermedio, fino al ponte della linea ferroviaria Santhià-Vercelli, le sponde sono interessate da fenomeni di erosione e di dissesto diffusi ed intensi, legati alla presenza di depositi instabili in alveo, che parzializzano la sezione creando settori di deflusso concentrato. Più a valle si hanno ancora fenomeni erosivi localmente intensi, ma sensibilmente meno diffusi rispetto al tratto di monte.

13.1.5.3 *Tendenza evolutiva del fondo alveo*

Per *il Sesia*, a monte della confluenza con il Cervo, i rilievi topografici delle sezioni d'alveo mettono in luce tra il 1971 e il 1991 un abbassamento generalizzato dell'alveo dell'ordine dei 2 m; ciò nonostante l'alveo ha mantenuto l'originaria morfologia pluricursale e i relativi indici morfometrici principali (larghezza, indice di ramificazione). A valle di foce Cervo si hanno ancora abbassamenti dell'ordine di 2-3 m nello stesso periodo, a cui si accompagna una progressiva tendenza alla unicursalità dell'alveo attivo, evidenziata dalle variazioni degli indici morfometrici e dalla disattivazione di lanche e rami secondari.

Sul Cervo le variazioni altimetriche del fondo alveo non sono valutabili in dettaglio per la mancanza di rilievi; tuttavia la variazione degli indici morfometrici, oltre alla presenza diffusa di forme relitte recentemente disattivate (nel periodo 1968-1991), indica una generale tendenza alla unicursalità, riscontrabile lungo tutto il corso d'acqua e più marcata del tratto superiore.

Anche per *il torrente Elvo* le variazioni altimetriche del fondo alveo non sono valutabili in dettaglio, per la mancanza di rilievi geometrici; la variazione limitata degli indici morfometrici, oltre alla presenza solo saltuaria di forme relitte disattivate (nel periodo 1972-1986), indica una tendenza appena individuabile ad assumere localmente caratteri di unicursalità; il tratto superiore ha infatti mantenuto i caratteri ramificati e pluricursali. La scarsa influenza dei fenomeni di abbassamento di fondo è confermata dall'osservazione delle fondazioni in alveo delle infrastrutture presenti, soggette a fenomeni di erosione modesti.

13.2 Quadro dei dissesti

13.2.1 Quadro dei dissesti sui corsi d'acqua principali

Il Sesia dalle sorgenti a Romagnano ha caratteristiche tipiche di un corso d'acqua montano, limitato da versanti subverticali che spesso danno luogo ad abbondanti detriti di falda e frane da crollo. Nel tratto vi è una pronunciata instabilità della sezione d'alveo che ne determina in più punti condizioni di erosione spondale o di sovralluvionamento. Le condizioni di criticità sono connesse alla presenza di insediamenti in aree inondabili e a tratti di attraversamento di abitati, che localmente restringono e condizionano la sezione del corso d'acqua.

Da Romagnano alla confluenza del Cervo, il Sesia assume le caratteristiche di un corso d'acqua di fondovalle, con golene via via più ampie e ben definite; in destra orografica, all'altezza di Oldenico e Albano Vercellese vi è il Parco "Lame del Sesia".

Dalla confluenza del Cervo al Po il corso d'acqua la criticità rilevante è dovuta all'elevato rischio idraulico indotto dalle arginature esistenti; gli argini sono infatti costituiti da materiale molto permeabile con problemi di natura strutturale ed idraulica; i centri abitati soggetti a rischio per tracimazione o cedimento degli argini sono Caresanablot, Borgo Vercelli e anche parte della città di Vercelli, in quanto il massimo livello idrico in alveo per la piena con tempo di ritorno 200 anni è a quota confrontabile con la sommità del rilevato arginale in sponda destra. Altri centri abitati a rischio per effetto di esondazioni e/o sormonti arginali sono Ghislarengo, Carpignano Sesia, Albano Vercellese, Oldenico, Terranova, e, più marginalmente, Gattinara, Lenta, Palestro e Candia Lomellina.

Il torrente Cervo ha fenomeni di dissesto in termini di erosione spondale, di abbassamento del fondo alveo o di locale alluvionamento, connessi al bilancio del trasporto solido, che localmente minacciano centri abitati o infrastrutture. Le principali criticità sono riferite ad insediamenti ubicati in aree adiacenti al corso d'acqua o in corrispondenza degli attraversamenti urbani, in cui la sezione dell'alveo è contenuta da muri di sponda e spesso interferisce con ponti non adeguati ai valori massimi di deflusso. Lungo l'asta le aree esondabili sono in generale limitate; solo all'altezza di Buronzo si ha un'ampia area esondabile in sinistra che si estende a interessare marginalmente l'abitato.

Il torrente Elvo denota caratteristiche simili in quanto a dissesti a quelle del Cervo, con un maggior numero di infrastrutture viarie interferenti che condizionano negativamente il deflusso di piena e la laminazione della stessa.

In sponda destra sono a rischio di esondazione aree a bassa densità abitativa e infrastrutturale in corrispondenza degli abitati di Ochieppo Inferiore, Salussola, Carisio e Cerrione. In sponda sinistra l'unica situazione di rischio si verifica in corrispondenza di Collobiano, per sormonto dell'argine (possibile per tempi di ritorno attorno ai 100 anni) che difende l'abitato.

13.2.2 Quadro dei dissesti sui versanti e sulla rete idrografica minore

La Tab. 13.6 evidenzia i valori che esprimono, in sintesi, e caratterizzano i diversi fenomeni di dissesto.

Tab. 13.6. Superfici in dissesto relative a conoidi, esondazioni, frane, corsi d'acqua soggetti ad erosione e/o sovralluvionamento, numero dei corridoi di valanga (valori riferiti al settore montano)

Sottobacino	Superficie	Superficie settore montano	Conoide	Esondazione	Erosione Sovralluvion. aste	Franosità osservata	Franosità potenziale	Valanghe
	km ²	km ²	km ²	km ²	km	km ²	km ²	Numero
Valsesia	984	984	3	12	230	21	33	2
Cervo	1.032	410	0	0	91	27	12	1
Basso Sesia	1.057	0	0	0	0	0	0	0
<i>Totale</i>	<i>3.073</i>	<i>1.394</i>	<i>3</i>	<i>12</i>	<i>321</i>	<i>48</i>	<i>45</i>	<i>3</i>

Il bacino del Sesia, nel suo complesso, è interessato soprattutto da fenomeni franosi limitatamente al settore superiore e scarsamente frequenti risultano gli altri fenomeni. Esondazioni di una certa intensità si riscontrano lungo il tratto del Sesia compreso fra Quarona e Romagnano Sesia.

I fenomeni franosi maggiormente presenti sono frane profonde (circa il 20% dei casi) oppure per crollo o ribaltamento o in terreni sciolti (circa il 20% dei casi). Tali fenomeni sono maggiormente riscontrabili:

- lungo una fascia orientata NE-SW, trasversale a tutti i sottobacini, passante per Rimella (VC) a NE al confine con il bacino del Toce, e Donato (VC) a SW, al confine con la parte bassa del bacino della Dora Baltea;
- sui versanti dell'estremo settore occidentale del bacino montano del Sesia, al confine con la Val d'Aosta.

13.2.3 Stima della pericolosità a livello comunale

La Tab. 13.7 riporta il numero di Comuni soggetti alle diverse classi di pericolosità. La valutazione delle diverse pericolosità rispecchia quanto evidenziato dal quadro dei dissesti: livelli di pericolosità per esondazione elevati

e molto elevati interessano i Comuni di pianura attraversati dalle tre aste principali e analoghi livelli di pericolosità per frane interessano i versanti del bacino nei settori montani già descritti in precedenza.

Tab. 13.7. Numero e percentuale di Comuni per classe di pericolosità

Classe di pericolosità	No Comuni	Moderata		Media		Elevata		Molto elevata	
		No	%	No	%	No	%	No	%
Sottobacino									
Sesia	181	13	7,2	76	42,0	80	44,2	12	6,6

13.3 Livello di protezione esistente sulle aste principali

Nel tratto a monte dell'immissione del Cervo il grado di protezione dalle piene sull'asta del Sesia appare insufficiente, con un'efficienza idraulica a tratti non adeguata; sono presenti anche tratti arginati che risultano spesso a rischio di aggiramento. Dal Cervo a valle di Vercelli gli argini non sono adeguati al contenimento della portata di progetto, in termini sia di quote che di caratteristiche strutturali; nel tratto terminale, fino all'immissione in Po, si alternano segmenti arginati, con un sufficiente grado di protezione, ad altri, non arginati, con possibilità di sormonto delle sponde. I possibili danni nelle zone circostanti appaiono comunque non rilevanti.

Lo stato di manutenzione dell'alveo e delle opere idrauliche è discreto, a esempio per il tronco arginato in prossimità di Vercelli, ma spesso presenta carenze significative, in particolare per i punti soggetti a sovralluvionamento, per le opere di sponda e per la consistenza in sagoma e in tracciato dei rilevati arginali.

Il grado di artificializzazione dell'alveo è modesto fino all'immissione del Cervo: si evidenziano infatti alcuni segmenti caratterizzati da opere sporadiche di difesa spondale; a valle della confluenza del Cervo è invece elevato per la presenza quasi continua di arginature e per l'esistenza spesso diffusa di opere di sponda.

Per il torrente Cervo, il grado di protezione dalle piene è insufficiente fino a Formigliana, per la mancanza di adeguate opere di protezione. Nel secondo tratto il livello di protezione è maggiore, per effetto sia di opere di difesa che, da Collobiano in poi, di arginature continue. Lo stato di manutenzione richiede interventi in molti punti, in particolare per la realizzazione di sistemazioni spondali e per il mantenimento dell'efficienza dell'alveo.

Sul torrente Elvo il livello di protezione dalle piene è insufficiente in tutto il tratto fino all'altezza di Carisio, dove per altro è limitato il rischio di danni. Il grado di protezione diventa più adeguato nella parte di valle per la presenza continua di arginature, che risultano per lo più adeguatamente dimensionate. Il tratto non arginato manifesta una notevole instabilità morfologica, con presenza di estesi sovralluvionamenti; sono anche evidenti punti di ostacolo al deflusso, prodotti da alcuni attraversamenti inadeguati.

13.4 Individuazione degli squilibri

13.4.1 *Gli squilibri sui corsi d'acqua principali e nei territori di fondovalle*

Gli squilibri più evidenti sulle aste del Sesia, del Cervo e dell'Elvo possono essere riferiti a:

- inadeguatezza dell'assetto geometrico dell'alveo nei tratti medio-alti di tutte le aste fluviali, in corrispondenza degli attraversamenti urbani e del relativo sistema difensivo, fortemente condizionate dall'insediamento urbano e talvolta dai ponti presenti;
- insufficienti caratteristiche funzionali del sistema arginale di contenimento dei livelli idrici che caratterizza una estesa parte del corso del Sesia, con particolare gravità nel nodo critico che va dalla confluenza del Cervo in Sesia fino a valle di Vercelli; le insufficienze sono connesse sia alle quote di ritenuta che alla resistenza strutturale degli argini in rapporto alle sollecitazioni della corrente;
- elevate condizioni di instabilità dell'alveo, per fenomeni connessi al bilancio del trasporto solido, con interazioni sulle opere idrauliche di difesa e rischi per le infrastrutture adiacenti e per gli insediamenti, per altro limitati, presenti.

13.4.2 *Gli squilibri nei territori collinari e montani*

Nel *bacino del Sesia* le principali condizioni di squilibrio connesse ai fenomeni di dissesto che interessano il reticolo idrografico minore nella parte montana del bacino del Sesia dipende dall'attività torrentizia dei corsi d'acqua, i principali dei quali sono il Sermenza e il Mastallone, che trasferisce a valle notevoli quantità di materiale solido in massa, alimentando le conoidi e determinando situazioni di sovralluvionamento nei nodi di confluenza con i corsi d'acqua recipienti, ove peraltro sono localizzati i maggiori centri abitati (Pedemonte, Resiga, Riva Valdobbia). L'ingombro dell'alveo causa a sua volta esondazioni in aree che, seppure di pertinenza fluviale, sono spesso occupate da insediamenti,

soprattutto attività produttive (Campertogno, Varallo). I corsi d'acqua in cui si localizzano i maggiori problemi sono i torrenti Strona di Valduggia, Mastallone, Otro, Rimella, Sermenza, Trasinara, Sessera, Nono e i rii Mud, della Crosa, vallone di Grega, di Valpiana, Croso delle Casacce, Croso Mezzantore, Croso delle Giare.

Nel *bacino del Cervo* il principale problema della rete secondaria è rappresentato dall'elevato trasporto solido, rappresentato da erosioni nel tratto apicale e sovralluvionamenti in prossimità della confluenza con il Cervo. Tra i corsi d'acqua secondari assume particolare rilevanza la situazione dello Strona di Valle Mosso, dovuta ai fenomeni suddetti e alla concomitante presenza lungo il suo corso di numerosi insediamenti.

Nel bacino dell'Elvo i problemi maggiori sono rappresentati da fenomeni di erosione spondale e di trasporto solido in più punti della rete minore, principalmente in corrispondenza dei centri abitati di Mongrando, Occhieppo Superiore e Inferiore, dove i torrenti scorrono in alvei canalizzati a causa della vicinanza del centro urbano. I corsi d'acqua secondari maggiormente interessati sono l'Ingagna, il Viona e l'Oremo.

Per i versanti *nel bacino del Sesia* condizioni di squilibrio sono costituite da fenomeni gravitativi di tipo complesso localizzati nel settore alpino e frane superficiali innescate da piogge intense o prolungate nel settore collinare. Alcuni dissesti puntuali di rilevante importanza per dimensioni e complessità dei fenomeni sono viceversa localizzati nel settore medio- basso del bacino in prossimità di centri abitati, fra cui le frane di Boccorio, Agnona, Civiasco e, l'evento più grave, quella di Varallo. Fenomeni di soil slip sono concentrati nella fascia pedemontana.

Nel *bacino del Cervo* condizioni di squilibrio sono rappresentate da fenomeni di crollo, che occasionalmente interferiscono con le sedi viarie, e nel settore pedemontano, da fenomeni di soil slip attivati dalle precipitazioni intense; la loro incidenza risulta generalmente contenuta e limitata a localizzate situazioni di interferenza con alcuni tratti delle infrastrutture viarie. In questa tipologia di dissesto rientrano anche i due fenomeni di maggiore rilevanza ubicati presso Pralungo e Biella. Diffusi dissesti di versante, soil slip e frane complesse, di limitate dimensioni, sono localizzati inoltre nei territori comunali di Valle Mosso e Collabiana.

Nel bacino dell'Elvo gli squilibri principali sono costituiti da fenomeni di crollo, ribaltamenti e rotolamenti che alimentano il detrito di falda e il trasporto solido dei torrenti. Il dissesto diffuso è limitato ad alcune zone collinari tra Mongrando,

Netro e Sala Biellese, ove si sono verificati fenomeni di soil slip che, nonostante le limitate estensioni, hanno provocato la destabilizzazione di diverse aree di versante. I più significativi dissesti puntuali sono ubicati in prossimità di località abitate nei comuni di Sala Biellese, Netro e Graglia e sono rappresentati da frane superficiali innescate da intense precipitazioni.

Nel settore montano del bacino si contano poco meno di 250 situazioni puntuali di dissesto che interessano circa un terzo dei Comuni dell'intero bacino; circa 150 sono i centri abitati interessati da tali dissesti i quali danno anche luogo a più di un centinaio di interferenze con infrastrutture di viabilità.

13.4.3 *Stima del rischio totale a livello comunale*

La Tab. 13.8 riporta il numero dei Comuni soggetti a rischio moderato, medio, elevato e molto elevato. Si osserva che circa il 40% dei Comuni risulta a rischio da elevato a molto elevato. I territori comunali attraversati dal Sesia, già a partire da Varallo e fino alla confluenza in Po sono a rischio elevato; analoghi livelli sono poi riscontrabili nei comuni attraversati dal Cervo, a partire da Balacco, e dall'Elvo, a partire da Carisio; risultano quindi a rischio elevato e molto elevato tutti i comuni del settore montano del sottobacino dell'Elvo, quelli del settore mediano del sottobacino montano del Cervo e un gruppo di comuni con centro su Pila in sinistra Sesia.

Tab. 13.8. Numero e percentuale di Comuni per classe di rischio

Sottobacino	Classe di rischio No Comuni	Moderato		Medio		Elevato		Molto elevato	
		No	%	No	%	No	%	No	%
Sesia	181	16	8,9	92	50,8	67	37,0	6	3,3

13.5 Linee di intervento strutturali sulle aste

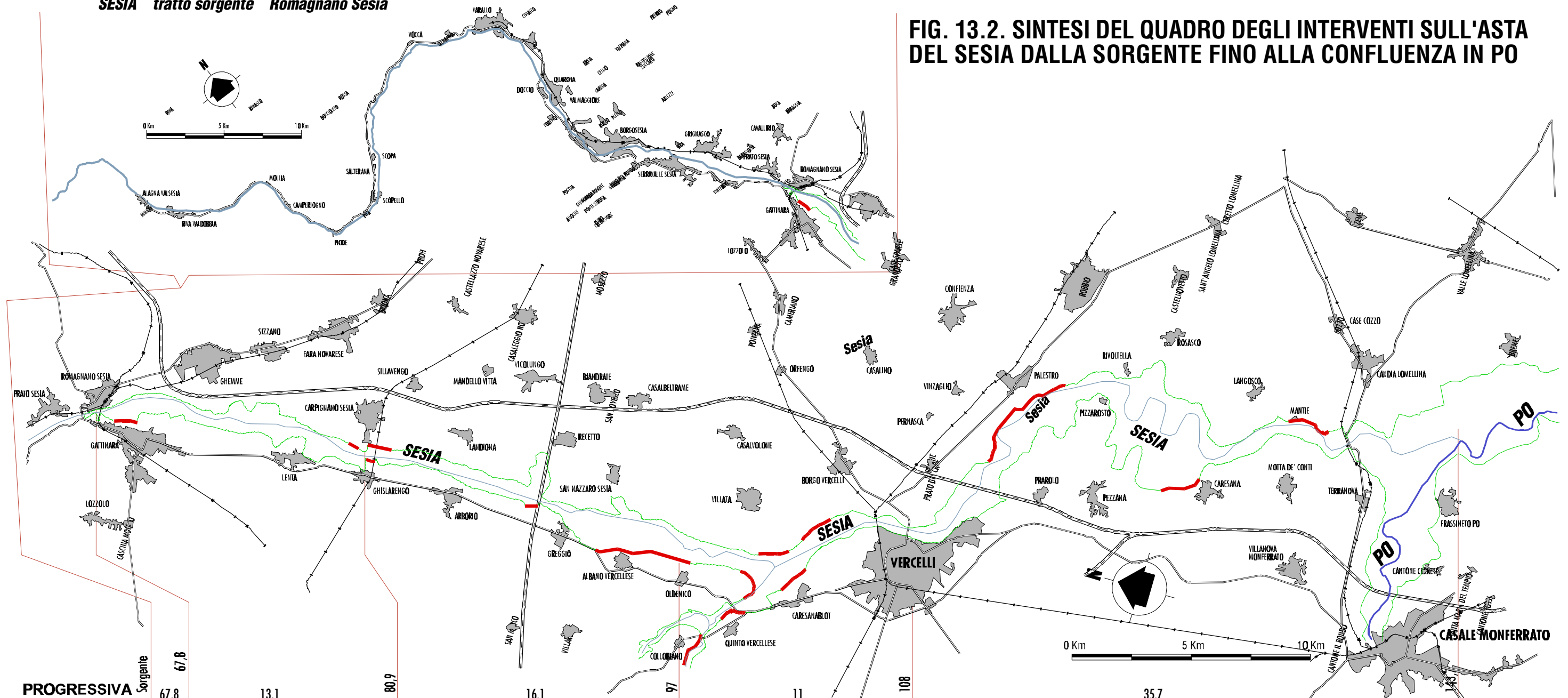
13.5.1 *Linee di intervento strutturali sull'asta del Sesia*

13.5.1.1 *Tratto alto, dalla sorgente a Romagnano Sesia*

Le linee di intervento di seguito indicate rappresentano l'applicazione alla situazione del bacino idrografico del Sesia, quale emerge dalle analisi conoscitive e dalle elaborazioni condotte, dei criteri generali definiti a scala di intero bacino idrografico del Po, espressi nella Relazione generale.

SESIA tratto sorgente Romagnano Sesia

FIG. 13.2. SINTESI DEL QUADRO DEGLI INTERVENTI SULL'ASTA DEL SESIA DALLA SORGENTE FINO ALLA CONFLUENZA IN PO



PROGRESSIVA KILOMETRICA	67,8	80,9	97	108	135,7
LAMINAZIONE NATURALE IN RETE (Superficie e volumi fascia fluviale B*)	10,08 km ² / 29,21 10 ⁶ m ³	14,50 km ² / 37,50 10 ⁶ m ³	7,92 km ² / 31,45 10 ⁶ m ³	42,53 km ² / 154,04 10 ⁶ m ³	
CASSE DI ESPANSIONE		Realizzazione di una cassa di espansione tra l'abitato di Arborio e l'autostrada TORINO-MILANO			
ARGINATURE		Arginature a carattere continuo a difesa di Albano e Oldenico	Argini locali a protezione di Caresanablot, Borgo Vercelli e Vercelli	Argini a carattere continuo a difesa dell'abitato di Palestro e a difesa di Caresana, Manthie e Terrasa	
DIFESE SPONDALI	Difese locali	Difese locali	Difese locali	Difese locali	
ALTRI INTERVENTI	Potenziamento delle capacità di deflusso mediante interventi di ricalibratura a livello locale		Realizzazione di canale scolmatore di raccolta acque reticol idrografico minore, ad ovest di Caresanablot e Vercelli	Sistemazione nodi di confluenza del rio Stura in Sesia e del Sesia in PO	

* Valori stimati

Gli interventi strutturali sull'asta sono coerenti con l'assetto di progetto per essa definito nell'ambito del Piano stralcio delle fasce fluviali. Lo stesso Piano stralcio contiene la regolamentazione dell'uso del suolo nella regione fluviale che rappresenta il più importante intervento a carattere non strutturale per i corsi d'acqua principali.

Nel *tratto alto, dalla sorgente a Romagnano Sesia*, gli interventi sono limitati al miglioramento della laminazione naturale delle piene lungo il fondovalle a monte di Campertogno e di Varallo. Ad integrazione è previsto il contenimento dei fenomeni di divagazione trasversale dell'alveo tramite opere di difesa spondale nuove o di completamento e adeguamento di quelle esistenti.

13.5.1.2 Tratto medio, da Romagnano Sesia alla confluenza del Cervo

La fascia di esondazione (fascia B) è individuata dai limiti morfologici naturali di contenimento della piena di riferimento, a eccezione di situazioni puntuali nelle quali si attesta sui rilevati arginali esistenti o in progetto a difesa di abitati; essa ha la funzione di laminazione diretta delle piene defluenti, in particolare nei confronti della criticità a cui sono esposti i centri abitati di Caresanablot, Borgo Vercelli e Vercelli (a valle della confluenza del torrente Cervo), dovuta all'elevato rischio idraulico indotto dall'inadeguatezza strutturale ed idraulica delle arginature esistenti. Le opere strutturali sono di seguito individuate.

- a) contenimento dei livelli di piena tramite completamento o adeguamento degli argini esistenti ovvero realizzazione di nuovi sistemi arginali: interventi locali a protezioni degli abitati di Romagnano Sesia, Gattinara, Ghislarengo, Albano Verellese e Oldenico, nonché nel tratto a monte dell'autostrada A4;
- b) riduzione del colmo di piena mediante interventi di laminazione controllata: realizzazione di una cassa di espansione, tra l'abitato di Arborio e l'autostrada A4, a difesa degli abitati di Albano Verellese, Oldenico, Caresanablot, Borgo Vercelli e Vercelli;
- c) incremento della capacità di deflusso dell'alveo di piena tramite interventi di ricalibratura a carattere locale in prossimità di alcuni abitati;
- d) contenimento dei fenomeni di divagazione trasversale dell'alveo tramite opere di difesa spondale di nuova realizzazione o di completamento e integrazione di quelle esistenti a carattere locale.

13.5.1.3 *Tratto terminale dell'asta, dalla confluenza del torrente Cervo all'immissione in Po*

La fascia di esondazione (fascia B) è interamente delimitata dalle arginature esistenti o in progetto, con locali allargamenti (dalla località Casotto della Chiusa a Caresana) di naturale espansione in aree non insediate. Le opere strutturali sono di seguito individuate.

- a) contenimento dei livelli di piena tramite completamento o adeguamento degli argini esistenti ovvero realizzazione di nuovi sistemi arginali: a completamento della difesa degli abitati di Caresanablot, Borgo Vercelli e Vercelli, adeguamento del sistema di arginale con interventi dalla confluenza del Cervo fino a valle di Vercelli, e in prossimità di Palestro, Caresana, Manthie e Terrasa;
- b) incremento della capacità di deflusso dell'alveo di piena tramite interventi di ricalibratura a carattere prevalentemente locale;
- c) realizzazione di un canale scolmatore in destra Sesia delle portate del reticolo idrografico minore, dalla confluenza del torrente Cervo fino a valle della città di Vercelli, (ad Ovest degli abitati di Caresanablot e Vercelli) a protezione degli abitati;
- d) contenimento dei fenomeni di divagazione trasversale dell'alveo tramite nuova realizzazione o completamento delle opere di difesa spondale a carattere locale;
- e) revisione dei nodi di confluenza del Sesia in Po e del rio Stura in Sesia.

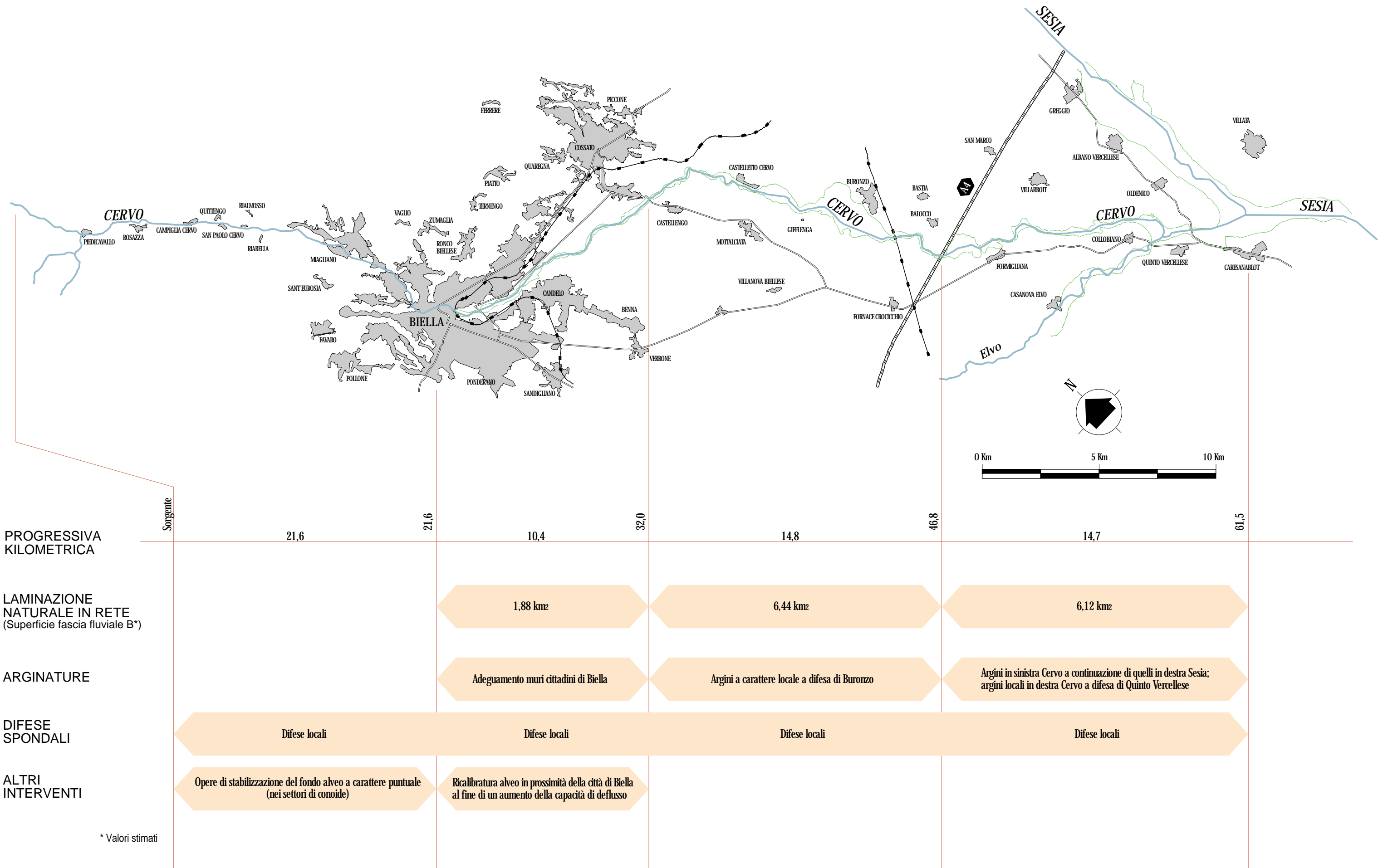
13.5.2 *Linee di intervento strutturali sull'asta del Cervo*

13.5.2.1 *Tratto alto, dalla sorgente a Biella*

Gli interventi vanno orientati prevalentemente al controllo dei fenomeni di erosione e di trasporto solido; le caratteristiche e le condizioni del corso d'acqua richiedono: il mantenimento dell'ufficiosità dell'alveo tramite periodici interventi di carattere manutentivo; il controllo del profilo di fondo soprattutto in prossimità di infrastrutture viarie; il controllo delle modificazioni di sponda. In molti casi è opportuno che gli interventi siano integrati con opere di stabilizzazione dei versanti al fine di ridurre l'apporto solido. Le opere strutturali sono di seguito individuate:

- a) contenimento dei fenomeni di divagazione trasversale dell'alveo tramite opere di difesa spondale di nuova realizzazione o di completamento e integrazione di quelle esistenti a carattere locale;

FIG. 13.3. SINTESI DEL QUADRO DEGLI INTERVENTI SULL'ASTA DEL TORRENTE CERVO DALLA SORGENTE FINO ALLA CONFLUENZA CON IL FIUME SESIA



- b) protezioni di sponda con funzione di contenimento dei livelli idrici in corrispondenza degli abitati di Pinchiolo e Rosazza;
- c) controllo dei fenomeni di erosione di fondo mediante opere trasversali a carattere puntuale.

13.5.2.2 Tratto terminale, da Biella alla confluenza in Sesia

La fascia fluviale (fascia B) coincide generalmente con le aree naturalmente inondabili, fatta eccezione per tratti in corrispondenza di abitati e in corrispondenza della confluenza in Sesia in cui si attesta su opere di difesa di progetto. L'assetto di progetto richiede il controllo locale delle variazioni planimetriche, limitato ai punti in cui è indispensabile, per la presenza di vincoli esterni (centri abitati, insediamenti produttivi ed infrastrutture); il mantenimento della officiosità idraulica mediante ricalibratura dell'alveo di piena, il controllo locale del profilo di fondo. Le opere strutturali sono di seguito individuate:

- a) contenimento dei livelli di piena tramite completamento o adeguamento degli argini esistenti ovvero realizzazione di nuovi sistemi arginali: in località Buronzo e a monte di Quinto Vercellese, in prossimità della confluenza dell'Elvo in Cervo e in prossimità della confluenza del Cervo in Sesia a continuazione degli argini in destra Sesia;
- b) incremento della capacità di deflusso dell'alveo di piena tramite interventi di ricalibratura dell'alveo di piena e manutenzione straordinaria a tratti;
- c) contenimento dei fenomeni di divagazione trasversale dell'alveo tramite opere locali di difesa spondale di nuova realizzazione o di completamento e integrazione di quelle esistenti;
- d) controllo dei fenomeni di erosione di fondo mediante opere trasversali a carattere puntuale;
- e) difesa della città di Biella mediante adeguamento delle opere di contenimento dei livelli e interventi di miglioramento della capacità di deflusso in piena.

13.5.3 Linee di intervento strutturali sull'asta dell'Elvo

13.5.3.1 Tratto alto dell'asta, dalla sorgente a Occhieppo

L'assetto di progetto richiede la realizzazione o l'adeguamento delle protezioni spondali esistenti, in relazione all'intensa dinamica del trasporto solido che caratterizza il corso d'acqua e pone a rischio aree notevolmente urbanizzate

con infrastrutture civili ed industriali ubicate in molti casi a ridosso dell'alveo. In punti sporadici tali opere assolvono anche funzioni di contenimento dei livelli idrici (abitato di Occhieppo).

13.5.3.2 Tratto terminale dell'asta, da Occhieppo alla confluenza in Cervo

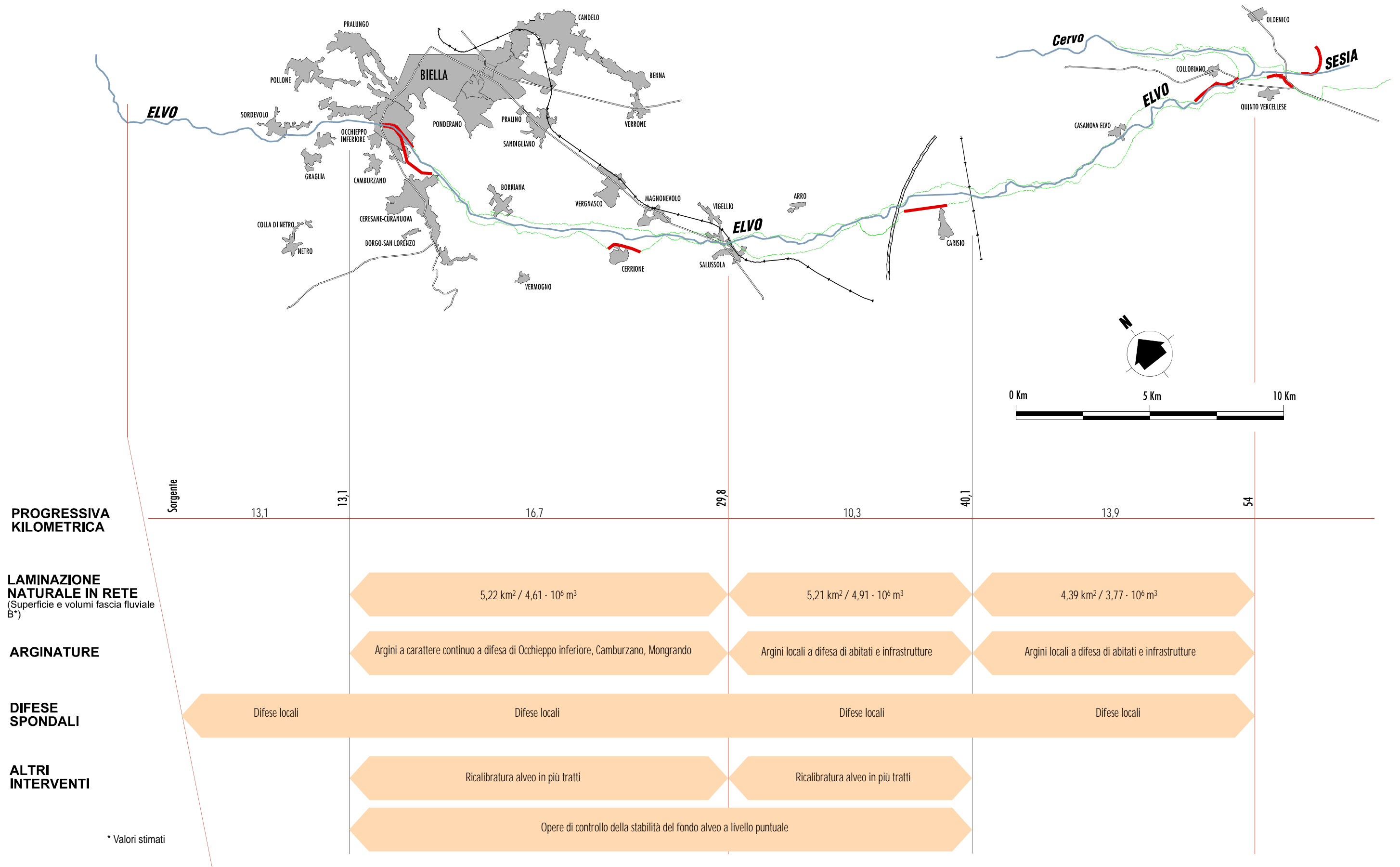
La fascia fluviale è individuata dal limite di naturale inondazione per la piena di riferimento, ad eccezione di situazioni puntuali in corrispondenza di centri abitati dove coincide con le opere di ritenuta dei livelli esistenti o in progetto.

L'assetto di progetto prevede il controllo delle variazioni planimetriche e altimetriche dell'alveo, limitato ai punti in cui è indispensabile, per la presenza di vincoli esterni (abitati, insediamenti produttivi e infrastrutture); il contenimento dei livelli idrici di piena con opere locali a difesa di centri abitati, insediamenti produttivi e infrastrutture; il mantenimento della officiosità idraulica dell'alveo; il recupero della funzionalità in condizioni di piena delle aree golenali.

Le opere strutturali sono di seguito individuate:

- a) contenimento dei livelli di piena tramite completamento o adeguamento degli argini esistenti ovvero realizzazione di nuovi sistemi arginali:
 - a protezione di Occhieppo Inferiore, Camburzano e Mongrando; in destra, a partire dall'attraversamento di Occhieppo sino immediatamente a valle dei ponti di Curanova; in sinistra, a partire da valle del ponte stradale di Occhieppo. La difesa di Occhieppo è completata da interventi finalizzati ad aumentare la capacità di deflusso nel tratto urbano;
 - a difesa dell'abitato di Carisio, in destra orografica, nel tratto che va dall'attraversamento della A4 al rilevato arginale esistente a valle del ponte della strada Carisio-Buranzo;
 - a difesa di centri abitati a Cerrione e Collobiano in prossimità della confluenza in Cervo;
- b) incremento della capacità di deflusso dell'alveo di piena in prossimità dei centri abitati;
- c) contenimento dei fenomeni di divagazione trasversale dell'alveo tramite opere di difesa spondale, di nuova realizzazione o di completamento e integrazione di quelle esistenti, a carattere puntuale.

FIG. 13.4. SINTESI DEL QUADRO DEGLI INTERVENTI SULL'ASTA DELL'ELVO DALLA SORGENTE FINO ALLA CONFLUENZA NEL TORRENTE CERVO



13.5.4 Linee di intervento non strutturali

Il quadro degli interventi strutturali sopra evidenziato va integrato con interventi a carattere non strutturale collegati allo specifico sistema di difesa progettato lungo l'asta fluviale. Come detto in precedenza, la delimitazione delle fasce fluviali e le modalità di uso del suolo nelle aree ricomprese, costituenti la regione fluviale, sono definite dal Piano stralcio delle fasce fluviali e sono coerenti con l'assetto difensivo individuato.

Le fasce fluviali sono state delimitate nei seguenti tratti delle principali aste:

- Sesia: da Romagnano Sesia alla confluenza in Po;
- Cervo: da Biella alla confluenza in Sesia;
- Elvo: da Occhieppo inferiore alla confluenza in Cervo.

Sull'asta del Sesia a monte di Romagnano, in particolare, sono state individuate aree per le quali è necessario mantenere o migliorare l'attuale funzione di laminazione delle piene a vantaggio sia locale che dei tratti a valle. La delimitazione precisa di tali aree e l'eventuale apposizione di vincoli specifici è demandata agli Enti locali in sede di attuazione del Piano.

Ai fini delle esigenze di monitoraggio di previsione in tempo reale degli eventi di piena, le caratteristiche idrologiche del corso d'acqua richiedono di integrare le reti di misura esistenti in modo da poter disporre di:

- *sull'asta del Sesia*
 - previsioni di eventi critici per il tratto alto dell'asta e degli affluenti principali sulla base di valori di precipitazioni;
 - previsioni di livelli idrometrici e portate al colmo lungo l'asta per il tratto da Borgosesia alla confluenza.
- *sull'asta del Cervo*
 - previsioni di eventi critici per il tratto alto dell'asta e degli affluenti sulla base di valori di precipitazioni;
 - previsioni di livelli idrometrici e portate al colmo lungo l'asta per il tratto tra Biella e la confluenza.
- *sull'asta dell'Elvo*
 - previsioni di eventi critici per il tratto alto dell'asta e degli affluenti sulla base di valori di precipitazioni;
 - previsioni di livelli idrometrici e portate al colmo lungo l'asta per il tratto medio-basso.

13.6 Linee di intervento sui versanti e sulla rete idrografica minore

La parte montana e collinare del bacino idrografico del Sesia è suddivisa, ai fini dell'individuazione degli interventi di Piano nei sottobacini del Sesia, del Cervo e dell'Elvo. Questi ambiti territoriali, in gran parte, sono stati severamente interessati dagli eventi alluvionali del 1993 e del 1994 che hanno riattivato molti dei processi di instabilità di versante e provocato numerosi fenomeni di dissesto connessi alle attività torrentizie (erosioni di sponda e di fondo, alluvionamento, danneggiamento delle opere idrauliche presenti).

Le linee di intervento indicate sono pertanto riferite sia a opere strutturali a carattere preventivo sia a opere che, pur non avendo caratteristiche di pronto intervento, si propongono di conseguire un riassetto del sistema idrografico e delle porzioni instabili dei versanti, in relazione alle elevate condizioni di dissesto in atto poste in essere dai citati eventi alluvionali.

Nel seguito vengono evidenziate le linee generali di assetto da conseguire nei sottobacini indicati, in coerenza con le linee generali di intervento sui versanti e sulle rete idrografica minore già delineate a scala di intero bacino idrografico.

Per i fenomeni di dissesto di versante e sulla rete idrografica minore oltre agli interventi a carattere strutturale le Norme di attuazione contengono gli indirizzi circa la regolamentazione dell'uso del suolo, con particolare riferimento agli aspetti urbanistici, individuati in funzione dello stato di rischio riscontrato.

Tab. 13.9. Linee generali di assetto da conseguire nel sottobacino del Sesia

Linee generali di assetto	Versanti			Rete idrografica minore									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<p>Rete idrografica minore</p> <p>Le principali linee di assetto prevedono quindi il controllo dell'attività torrentizia dei corsi d'acqua del settore alpino, i principali dei quali sono il Sermenza e il Mastallone, che trasferisce a valle notevoli quantità di materiale solido in massa, alimentando le conoidi e determinando situazioni di sovralluvionamento nei nodi di confluenza con i corsi d'acqua recipienti, ove sono localizzati i maggiori centri abitati (Pedemonte, Resiga, Riva Valdobbia). L'ingombro dell'alveo causa a sua volta esondazioni in aree che, seppure di pertinenza fluviale, sono spesso occupate da insediamenti, soprattutto attività produttive (Campertogno, Varallo). Gli interventi sono pertanto finalizzati alla limitazione del trasporto solido nei tratti di monte e alla manutenzione straordinaria dei tratti dell'alveo e delle infrastrutture idrauliche e di attraversamento maggiormente dissestati. Localmente si rende necessario realizzare la stabilizzazione delle sponde per la protezione dall'erosione in corrispondenza degli abitati e delle infrastrutture.</p>													

Linee generali di assetto	Versanti			Rete idrografica minore										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
<p>Versanti</p> <p>Gli interventi sono orientati a due distinte condizioni che si individuano sul bacino: fenomeni gravitativi di tipo complesso localizzati nel settore alpino e frane superficiali innescate da piogge intense o prolungate nel settore collinare. Alcuni dissesti puntuali di rilevante importanza per dimensioni e complessità dei fenomeni sono viceversa localizzati nel settore medio-basso del bacino in prossimità di centri abitati, fra cui le frane di Bocciorio, Agnona, Civiasco e, l'evento più grave, la frana di Varallo. Fenomeni di soil slip sono concentrati nella fascia pedemontana.</p>														

Tab. 13.10. Linee generali di assetto da conseguire nel sottobacino del Cervo

Linee generali di assetto	Versanti			Rete idrografica minore										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
<p>Rete idrografica minore</p> <p>Le linee di intervento sono rivolte alla limitazione dei fenomeni di erosione nel tratto apicale e al controllo dei sovralluvionamenti in prossimità della confluenza con il Cervo. Tra i corsi d'acqua secondari assume particolare rilevanza la situazione dello Strona di Valle Mosso, dovuta ai fenomeni suddetti e alla concomitante presenza lungo il suo corso di numerosi insediamenti.</p>														
<p>Versanti</p> <p>Gli interventi sul settore montano sono orientati al controllo dei fenomeni di crollo che occasionalmente interferiscono con le sedi viarie. Sui versanti del settore pedemontano prevalgono soprattutto i fenomeni di soil slip attivati dalle precipitazioni intense; la loro incidenza risulta generalmente contenuta e limitata a localizzate situazioni di interferenza con alcuni tratti delle infrastrutture viarie. In questa tipologia di dissesto rientrano anche i due fenomeni di maggiore rilevanza individuati nel bacino e ubicati presso Pralungo e Biella. Diffusi dissesti di versante, soil slip e frane complesse, di limitate dimensioni, sono localizzati inoltre nei territori comunali di Valle Mosso e Collabiana.</p>														

Tab. 13.11. Linee generali di assetto da conseguire nel sottobacino dell'Elvo

Linee generali di assetto	Versanti			Rete idrografica minore										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
<p>Rete idrografica minore</p> <p>L'assetto di progetto prevede limitati interventi di consolidamento delle sponde nei tratti dei corsi d'acqua minori morfologicamente meno stabili, che manifestano fenomeni di erosione spondale in più punti, e il contenimento del trasporto solido; principalmente in corrispondenza dei centri abitati di Mongrando, Occhieppo Superiore ed Inferiore, dove i torrenti scorrono in alvei canalizzati a causa della vicinanza del centro urbano. I corsi d'acqua</p>														

