

CONSORZIO DI BONIFICA DELLA BARAGGIA BIELLESE E VERCELLESE

RIFACIMENTO INVASO SUL TORRENTE SESSERA IN SOSTITUZIONE
DELL'ESISTENTE PER IL SUPERAMENTO DELLE CRISI
IDRICHE RICORRENTI, IL MIGLIORAMENTO DELL'EFFICIENZA IDRICA
DEGLI INVASI ESISTENTI SUI TORRENTI RAVASANELLA ED OSTOLA,
LA VALORIZZAZIONE AMBIENTALE DEL COMPRESORIO

DATA PROGETTO

OTTOBRE 2010

AGGIORNAMENTO
PROGETTO

ATTIVITA' DI PROGETTAZIONE GENERALE



(dott. ing. Domenico Castelli)

OPERE DI RITENUTA E DI DISTRIBUZIONE

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE
Idraulica di Piena

ELABORATO N.

4.5

ATTIVITA' SPECIALISTICHE

CONSULENZA GENERALE
(dott. ing. Gianfranco Saraca)

CONSULENZA STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
VAMS *Ingegneria*
(dott. agr. Guido Politi)

PROGETTO DEFINITIVO

PRATICA N 10131D

ARCH. N IB 80

MODIFICHE AGGIORNAMENTI	Aggiornamento				
	Data				
CONTROLLO		DISEGNATORE	CONTROLLO	APPROVAZIONE	
	FIRMA			D.C.	

SOMMARIO

4.5	QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE - Idraulica di piena	2
4.5.1	Generalita'	2
4.5.2	Idraulica di piena ante operam	11
4.5.4	Idraulica di piena post operam	15
4.5.3	Andamento del volume di invaso nell'anno medio.....	16
4.5.4	Idraulica di piena post operam	21
4.5.4.1	Portate al colmo torrente Sessera in condizioni di "invaso vuoto"	21
4.5.4.2	Portate al colmo torrente Sessera in condizioni di "invaso pieno"	24
4.5.4.3	Portate al colmo torrente Sessera prodotta dall'apertura degli organi di scarico...27	
4.5.4.4	Ondata di piena prodotta dal collasso dello sbarramento.....	30
4.5.5	Fasce fluviali	33
4.5.6	Applicazione al Torrente Sessera.....	38
4.5.7	Conclusioni valutative sull' idraulica di piena.....	43

4.5 QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE - IDRAULICA DI PIENA

4.5.1 Generalità

Il bacino del torrente Sessera allo sbocco in Sesia è stato partito, così come illustrato nella tabella e nella figura seguenti, in 14 bacini elementari, con la finalità precipua di pervenire alla definizione del regime idraulico in condizioni di piena pre-opera del tratto del Sessera posto a valle della costruenda diga (sintetizzabile come meglio successivamente descritto dal tracciamento delle fasce fluviali in analogia a quanto già praticato dalla Autorità di Bacino del fiume Po per il recipiente Sesia fino a Romagnano) e quindi alla valutazione dell'influenza del nuovo invaso sul predetto regime.

I 14 bacini elementari elencati in tabella ed evidenziati nella seguente figura sono stati opportunamente aggregati per consentire la stima delle portate di piena del Sessera in diverse sezioni significative (Piancone, Coggiola, Pray – Crevacuore, sbocco in Sesia) per i tempi di ritorno significativi ai fini del tracciamento delle fasce (50, 200 e 500 anni).

Per la valutazione delle piogge influenti si è fatto riferimento ai dati di forte intensità e breve durata registrati alle attigue stazioni pluviografiche di Campertogno, Coggiola e Oropa, la cui influenza areale sui bacini in studio è stata valutata a mezzo del metodo dei topoietai (poligoni di Thiessen).

Le stazioni di Campertogno ed Oropa hanno parziale influenza (circa 1/3 cadauna) sul solo bacino B1 (bacino Sessera al sito della costruenda diga), mentre l'intero bacino residuo ricade sotto l'influenza pluviografica della stazione di Coggiola.

Le elaborazioni condotte (Gumbel) sui dati di forte intensità e breve durata storicamente registrati alle predette stazioni hanno consentito di ricavare le curve di possibilità pluviometrica per i vari tempi di ritorno di interesse e per ogni stazione, e consequenzialmente per ogni bacino.

I parametri caratteristici (a , n) dell'equazione generale della curva di possibilità pluviometrica sono stati determinati come segue con riferimento a varie sezioni di chiusura dei bacini sul Sessera; nelle tabelle sono altresì evidenziati i parametri (a_1 , n_1) delle linee segnalatrici dedotte dalla “*Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense*” (allegato 3 alla *Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica* parte integrante delle norme di attuazione del vigente PAI dell'Autorità di Bacino del fiume PO).

Questi ultimi parametri sono stati ricavati in questa sede dalla regionalizzazione PAI sovrapponendo l'impronta delle maglie del PAI (quadrati con lato pari a 2 km) sulla cartografia rappresentativa dell'intero bacino del Sessera chiuso allo sbocco in Sesia e quindi mediando ponderalmente i parametri a, n con riferimento alle varie sezioni di interesse (diga Mischie, Piancone, Coggiola, Pray e sbocco in Sesia (vedi figure allegate). Questa ricerca, finalizzata a determinare la prudenzialità, o meno, degli assunti progettuali ha condotto a valutare positivamente tali assunti in quanto la definizione puntuale sulla base dell'analisi dei dati delle stazioni direttamente insistenti sul territorio da origine, per i tempi di corrivazione prescelti, ad afflussi superiori compresi in un arco compreso tra oltre il 30% (alla costruenda diga) ed il 12% (allo sbocco in Sesia).

SESSERA alle Mischie				
TR	A	n	a₁	n₁
20	70.00	0.495		
50	81.50	0.495		
200	97.90	0.495	73.44	0.49
500	108.70	0.495	81.52	0.49

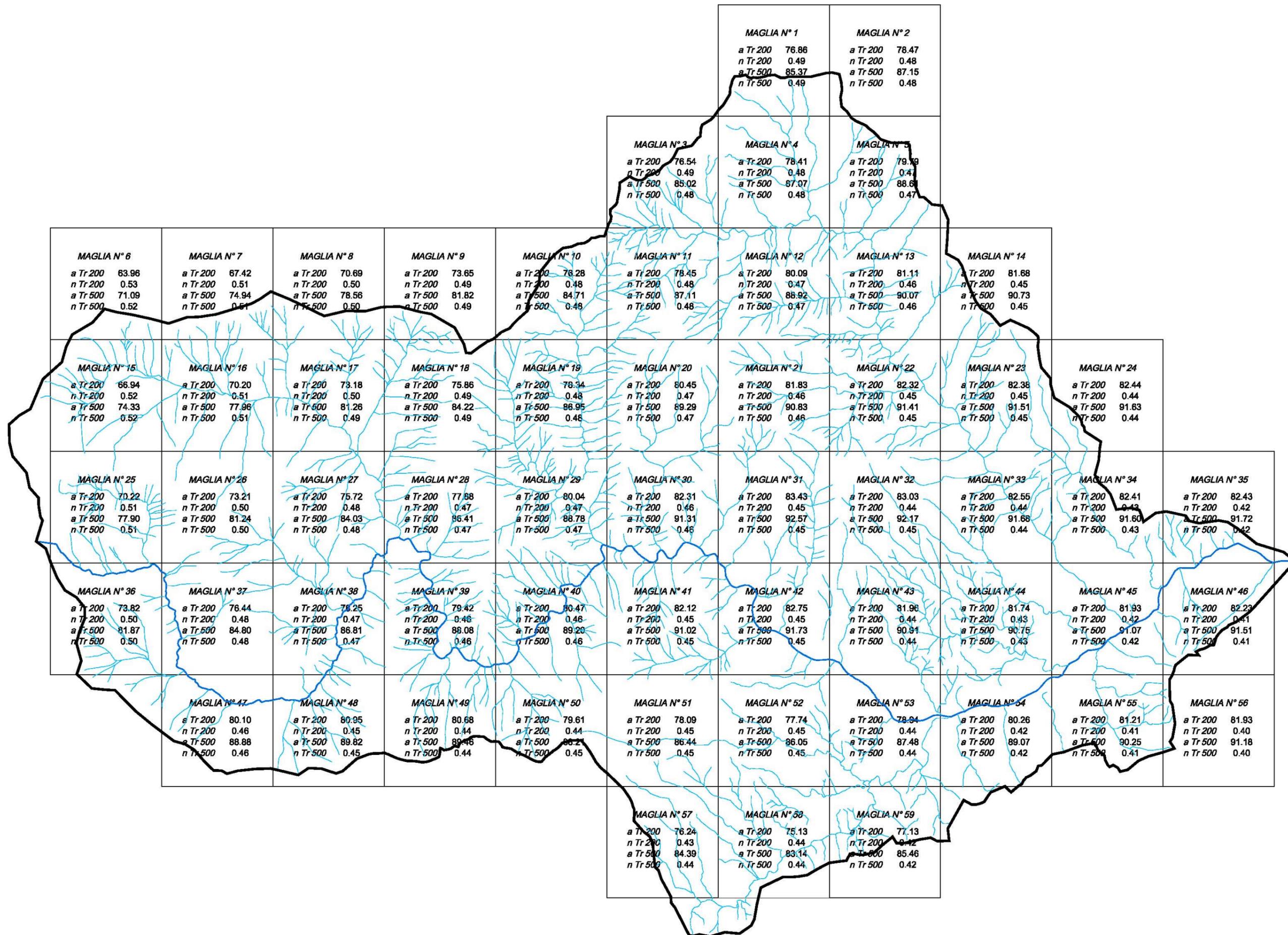
SESSERA a PIANCONE				
TR	A	n	a₁	n₁
20	68.34	0.471		
50	77.37	0.471		
200	93.09	0.471	75.27	0.48
500	103.37	0.471	83.54	0.48

SESSERA a COGGIOLA				
TR	A	n	a₁	n₁
20	65.53	0.466		
50	76.23	0.466		
200	91.65	0.466	76.21	0.48
500	101.78	0.466	84.57	0.48

SESSERA a PRAY				
TR	A	N	a₁	N₁
20	64.09	0.457		
50	74.52	0.457		
200	89.62	0.457	76.88	0.47
500	99.54	0.457	85.28	0.47

SESSERA allo SBOCCO				
TR	A	N	a₁	N₁
20	63.38	0.452		
50	74.14	0.452		
200	89.18	0.452	78.30	0.46
500	98.43	0.452	85.91	0.46

Per simulare il modello di rifiuto del terreno si è fatto ricorso alla consolidata prassi metodologica del Curve Number (USDA SCS) in condizioni AMC_{III} incrociando e sovrapponendo (vedi documentazione di seguito riportata) i dati di cui alla *classificazione dell'uso del suolo CorineLandCover2000*, resa disponibile da APAT, e del tipo idrologico del suolo secondo *la carta litologica* della Regione Piemonte, ottenendo valori del CN per le predette condizioni AMC_{III} compresi tra 89 (diga delle Mischie) e 90 (sbocco in Sesia).



MAGLIA N° 1	
a Tr 200	76.86
n Tr 200	0.49
a Tr 500	85.37
n Tr 500	0.49

MAGLIA N° 2	
a Tr 200	78.47
n Tr 200	0.48
a Tr 500	87.15
n Tr 500	0.48

MAGLIA N° 3	
a Tr 200	76.54
n Tr 200	0.49
a Tr 500	85.02
n Tr 500	0.48

MAGLIA N° 4	
a Tr 200	78.41
n Tr 200	0.48
a Tr 500	87.07
n Tr 500	0.48

MAGLIA N° 5	
a Tr 200	79.19
n Tr 200	0.47
a Tr 500	88.61
n Tr 500	0.47

MAGLIA N° 6	
a Tr 200	63.96
n Tr 200	0.53
a Tr 500	71.09
n Tr 500	0.52

MAGLIA N° 7	
a Tr 200	67.42
n Tr 200	0.51
a Tr 500	74.94
n Tr 500	0.51

MAGLIA N° 8	
a Tr 200	70.69
n Tr 200	0.50
a Tr 500	78.56
n Tr 500	0.50

MAGLIA N° 9	
a Tr 200	73.65
n Tr 200	0.49
a Tr 500	81.82
n Tr 500	0.49

MAGLIA N° 10	
a Tr 200	76.28
n Tr 200	0.48
a Tr 500	84.71
n Tr 500	0.48

MAGLIA N° 11	
a Tr 200	78.45
n Tr 200	0.48
a Tr 500	87.11
n Tr 500	0.48

MAGLIA N° 12	
a Tr 200	80.09
n Tr 200	0.47
a Tr 500	88.92
n Tr 500	0.47

MAGLIA N° 13	
a Tr 200	81.11
n Tr 200	0.46
a Tr 500	90.07
n Tr 500	0.46

MAGLIA N° 14	
a Tr 200	81.68
n Tr 200	0.45
a Tr 500	90.73
n Tr 500	0.45

MAGLIA N° 15	
a Tr 200	66.94
n Tr 200	0.52
a Tr 500	74.33
n Tr 500	0.52

MAGLIA N° 16	
a Tr 200	70.20
n Tr 200	0.51
a Tr 500	77.96
n Tr 500	0.51

MAGLIA N° 17	
a Tr 200	73.18
n Tr 200	0.50
a Tr 500	81.26
n Tr 500	0.49

MAGLIA N° 18	
a Tr 200	75.86
n Tr 200	0.49
a Tr 500	84.22
n Tr 500	0.49

MAGLIA N° 19	
a Tr 200	78.34
n Tr 200	0.48
a Tr 500	86.95
n Tr 500	0.48

MAGLIA N° 20	
a Tr 200	80.45
n Tr 200	0.47
a Tr 500	89.29
n Tr 500	0.47

MAGLIA N° 21	
a Tr 200	81.83
n Tr 200	0.46
a Tr 500	90.83
n Tr 500	0.46

MAGLIA N° 22	
a Tr 200	82.32
n Tr 200	0.45
a Tr 500	91.41
n Tr 500	0.45

MAGLIA N° 23	
a Tr 200	82.36
n Tr 200	0.45
a Tr 500	91.51
n Tr 500	0.45

MAGLIA N° 24	
a Tr 200	82.44
n Tr 200	0.44
a Tr 500	91.63
n Tr 500	0.44

MAGLIA N° 25	
a Tr 200	70.22
n Tr 200	0.51
a Tr 500	77.90
n Tr 500	0.51

MAGLIA N° 26	
a Tr 200	73.21
n Tr 200	0.50
a Tr 500	81.24
n Tr 500	0.50

MAGLIA N° 27	
a Tr 200	75.72
n Tr 200	0.48
a Tr 500	84.03
n Tr 500	0.48

MAGLIA N° 28	
a Tr 200	77.88
n Tr 200	0.47
a Tr 500	86.41
n Tr 500	0.47

MAGLIA N° 29	
a Tr 200	80.04
n Tr 200	0.47
a Tr 500	88.78
n Tr 500	0.47

MAGLIA N° 30	
a Tr 200	82.31
n Tr 200	0.46
a Tr 500	91.31
n Tr 500	0.46

MAGLIA N° 31	
a Tr 200	83.43
n Tr 200	0.45
a Tr 500	92.57
n Tr 500	0.45

MAGLIA N° 32	
a Tr 200	83.03
n Tr 200	0.44
a Tr 500	92.17
n Tr 500	0.45

MAGLIA N° 33	
a Tr 200	82.55
n Tr 200	0.44
a Tr 500	91.68
n Tr 500	0.44

MAGLIA N° 34	
a Tr 200	82.41
n Tr 200	0.43
a Tr 500	91.60
n Tr 500	0.43

MAGLIA N° 35	
a Tr 200	82.43
n Tr 200	0.42
a Tr 500	91.72
n Tr 500	0.42

MAGLIA N° 36	
a Tr 200	73.82
n Tr 200	0.50
a Tr 500	81.87
n Tr 500	0.50

MAGLIA N° 37	
a Tr 200	76.44
n Tr 200	0.48
a Tr 500	84.80
n Tr 500	0.48

MAGLIA N° 38	
a Tr 200	78.25
n Tr 200	0.47
a Tr 500	86.81
n Tr 500	0.47

MAGLIA N° 39	
a Tr 200	79.42
n Tr 200	0.46
a Tr 500	88.08
n Tr 500	0.46

MAGLIA N° 40	
a Tr 200	80.47
n Tr 200	0.46
a Tr 500	89.20
n Tr 500	0.46

MAGLIA N° 41	
a Tr 200	82.12
n Tr 200	0.45
a Tr 500	91.02
n Tr 500	0.45

MAGLIA N° 42	
a Tr 200	82.75
n Tr 200	0.45
a Tr 500	91.73
n Tr 500	0.45

MAGLIA N° 43	
a Tr 200	81.96
n Tr 200	0.44
a Tr 500	90.91
n Tr 500	0.44

MAGLIA N° 44	
a Tr 200	81.74
n Tr 200	0.43
a Tr 500	90.75
n Tr 500	0.43

MAGLIA N° 45	
a Tr 200	81.93
n Tr 200	0.42
a Tr 500	91.07
n Tr 500	0.42

MAGLIA N° 46	
a Tr 200	82.23
n Tr 200	0.41
a Tr 500	91.51
n Tr 500	0.41

MAGLIA N° 47	
a Tr 200	80.10
n Tr 200	0.46
a Tr 500	88.88
n Tr 500	0.46

MAGLIA N° 48	
a Tr 200	80.95
n Tr 200	0.45
a Tr 500	89.82
n Tr 500	0.45

MAGLIA N° 49	
a Tr 200	80.68
n Tr 200	0.44
a Tr 500	89.46
n Tr 500	0.44

MAGLIA N° 50	
a Tr 200	79.61
n Tr 200	0.44
a Tr 500	88.21
n Tr 500	0.45

MAGLIA N° 51	
a Tr 200	78.09
n Tr 200	0.45
a Tr 500	86.44
n Tr 500	0.45

MAGLIA N° 52	
a Tr 200	77.74
n Tr 200	0.45
a Tr 500	86.05
n Tr 500	0.45

MAGLIA N° 53	
a Tr 200	78.94
n Tr 200	0.44
a Tr 500	87.48
n Tr 500	0.44

MAGLIA N° 54	
a Tr 200	80.26
n Tr 200	0.42
a Tr 500	89.07
n Tr 500	0.42

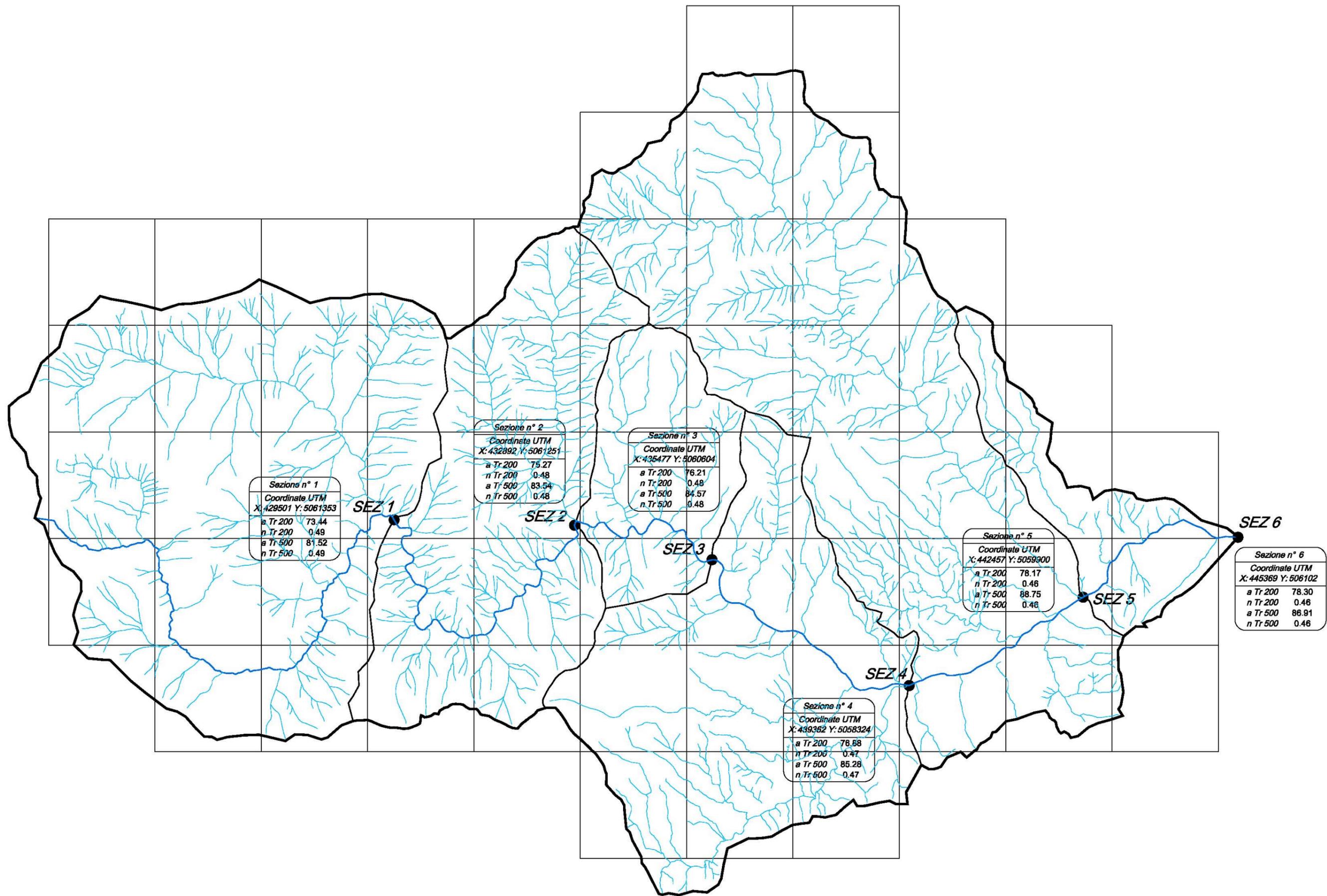
MAGLIA N° 55	
a Tr 200	81.21
n Tr 200	0.41
a Tr 500	90.25
n Tr 500	0.41

MAGLIA N° 56	
a Tr 200	81.93
n Tr 200	0.40
a Tr 500	91.18
n Tr 500	0.40

MAGLIA N° 57	
a Tr 200	76.24
n Tr 200	0.43
a Tr 500	84.39
n Tr 500	0.44

MAGLIA N° 58	
a Tr 200	75.13
n Tr 200	0.44
a Tr 500	83.14
n Tr 500	0.44

MAGLIA N° 59	
a Tr 200	77.13
n Tr 200	0.42
a Tr 500	85.46
n Tr 500	0.42



Codice identificativo bacino	Descrizione	ESTENSIONE (km ²)
SA = B1	Bacino sotteso alla nuova diga in progetto	
B2	Bacino sotteso T. Confienza	13.95
B3	Interbacino sinistra Diga-Piancone	5.61
B4	Interbacino destra Diga-Piancone	10.05
B5	Bacino sotteso T. Strona di Postua	37.92
B6	Interbacino sinistra Piancone-Portula	9.28
B7	Interbacino destra Piancone-Portula	2.46
B8	Interbacino destra Portula-Pray	5.73
B9	Interbacino sinistra Portula-Pray	8.60
B10	Bacino sotteso T. Ponzone	18.50
B11	Interbacino sinistra Pray-Strona	10.65
B12	Interbacino destra Pray-Strona	6.89
B13	Interbacino sinistra Strona-Sesia	5.92
B14	Interbacino destra Strona-Sesia	3.03
SB = B1+B2+B3+B4	Bacino Sessera a Piancone	80.92
SC = SB+B6+B7	Bacino Sessera a Coggiola	92.66
SD = SC+B8+B9+B10	Bacino Sessera a Pray	125.49
TOTALE	Bacino Sessera allo sbocco in Sesia	151.98

Tab. 4.5.1.1

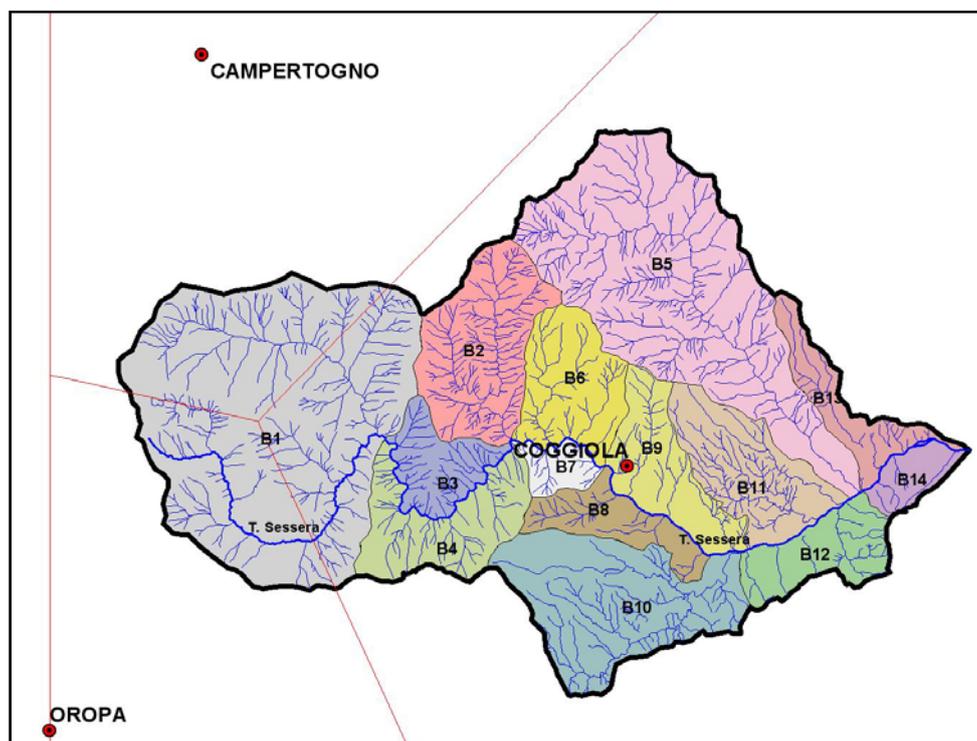


Figura 4.5.1.1 – Sottobacini del T. Sessera con indicazione delle aree di influenza (Thiessen) delle stazioni pluviometriche utilizzate nelle elaborazioni.

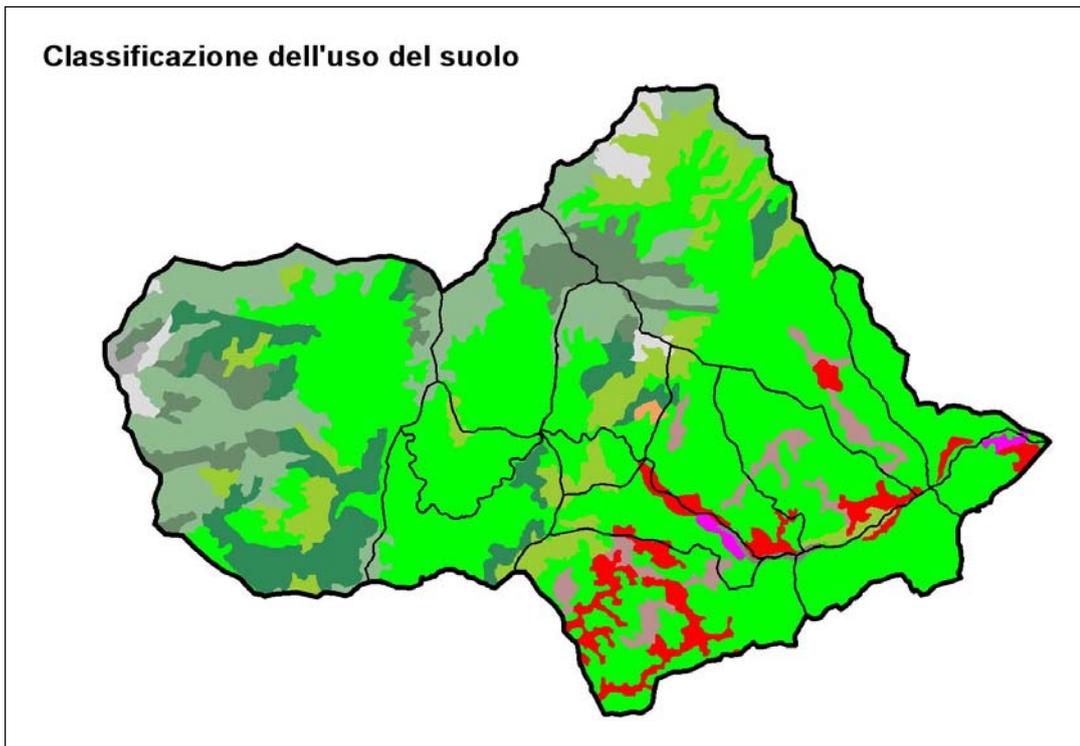


Figura 4.5.1.2 – Classificazione dell'uso del suolo CorineLandCover2000



Figura 4.5.1.31 - Classificazione dell'uso del suolo CorineLandCover2000: legenda.

Classificazione delle unita' litologiche

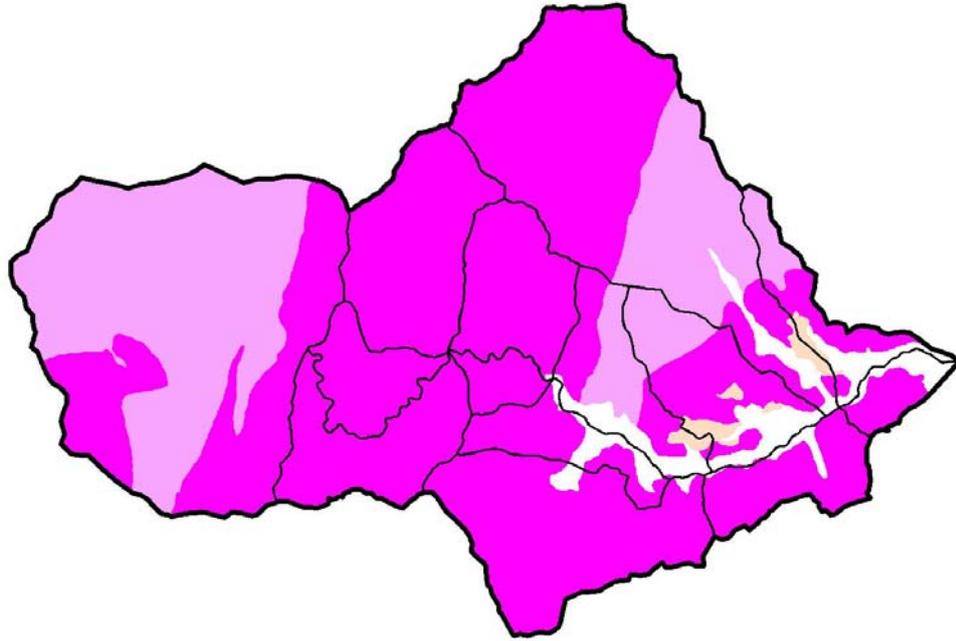


Figura 4.5.1.4 – Classificazione delle unità litologiche.

Classificazione delle unita' litologiche

LEGENDA

- Depositi alluvionali a prevalenti ghiaie sabbie limi nell'area di pianura e lungo i fondovalle principali. (Quaternario)
- Depositi morenici a blocchi ghiaie sabbie limi degli anfiteatri di Rivoli Ivrea del Lago Maggiore. (Quaternario)
- Banchi e livelli argillosi talora in reciproca alternanza con sabbie da fini a grossolane e lenti ghiaioso-ciottolose localmente solo ghiaie e sabbie. ("Villatranichiano")
- Sabbie da fini a medie localmente con banchi e lenti isolate di arenarie potenti da uno ad alcuni decimetri talora di calcareniti. ("Sabbie di Asti")
- Argille e marne argillose (*) prevalenti con subordinate lenti gessose; marne con locali intercalazioni di conglomerati. (Miocene superiore - Miocene medio)
- Strati di marne (*) potenti da uno ad alcuni decimetri con interstratificazioni ritmiche di sabbie e arenarie e sottili giunti argillosi.
- Silti marnose (*) in strati mediamente potenti alcuni decimetri subordinate intercalazioni arenacee e lenti conglomeratiche. (Oligocene superiore - Miocene)
- Arenarie e conglomerati in potenti bancate con subordinati livelli marnosi e arenaceo marnosi ("Formazione di Molare" ed "Arenaria di Ranzano" Oligocene)
- Alternanze di argille, marne (*), calcari complessi caotici a componente argillosa prevalente. ("Complesso Indifferenziato" Flysch Cretaceo - Eocene)
- Serpentiniti, lherzoliti, anfiboliti, prasiniti, metagabbri. ("Zona piemontese" Giurassico - Cretaceo)
- Calcescisti con intercalazioni filladiche e lenti di calcari cristallini e di prasiniti. ("Zona piemontese" Giurassico - Cretaceo)
- Dolomie e calcari microcristallini calcari dolomitici ed arenaceo-marnosi con subordinate intercalazioni di scisti ardesiaci, breccie calcaree. (Unita' Mesozoiche autoctone e alloctone)
- Gneiss minuti, micascisti talora eclogitici, scisti filladici, scisti porfiroidi, quarzitoscisti. (Massicci cristallini del Dora-Maira Permocarboneo assiale Sesia-Lanzo e Serie dei Laghi)
- Gneiss occhiadini per lo piu' massicci, gneiss migmatitici. (Massicci cristallini dell'Argentera Dora-Maira Gran Paradiso Monte Rosa e Valle d'Ossola)
- Graniti, sieniti, dioriti, migmatiti granitiche, gabbrodioriti, porfiriti, ignimbriti riolitiche. (Magmatiti erciniche e tardo-alpine)

Figura 4.5.1.5 – Classificazione delle unità litologiche: legenda.

Le portate di piena al colmo sono state quindi determinate sia con il metodo SCS CN, amplificando l'ascissa e l'ordinata dell'idrogramma unitario di Mocks mediante due fattori specifici di ogni bacino, e con il metodo razionale adottando in questo caso un valore del tempo di corrivazione medio rispetto a quelli determinabili con le varie tipologie formulistiche ed un coefficiente di ruscellamento che, pur funzione dell'estensione dell'area e della durata di pioggia, della copertura del suolo e della evapotraspirazione, della geomorfologia (pendenza dei versanti e permeabilità del sottosuolo), è stato cautelativamente posto uguale ad 1.

I risultati delle due metodologie hanno dato esito sostanzialmente equivalente, da intendersi entrambi cautelativamente soprastimati, e pertanto sono stati adottati, per le varie sezioni ed i vari tempi di ritorno di interesse, gli idrogrammi secondo SCS CN riportati al successivo paragrafo.

4.5.2 Idraulica di piena ante operam

Come detto la Relazione idrologica redatta a corredo del Progetto inerente il nuovo invaso sul torrente Sessera, illustra, nei termini sopra richiamati, le modalità di valutazione delle portate al colmo e degli idrogrammi di piena per i bacini ed i sottobacini che compongono il corso d'acqua in esame, per un associato tempo di ritorno.

Le considerazioni contenute nella citata Relazione idrologica, riferite al torrente Sessera nelle condizioni attuali, al netto degli effetti della nuova diga in progetto, possono sintetizzarsi attraverso la seguente tabella che riporta, assegnato un tempo di ritorno, le portate al colmo (m^3/s) in sezioni significative del corso d'acqua.

Gli idrogrammi di piena in una particolare sezione di chiusura sono stati determinati considerando gli apporti dovuti ai singoli sottobacini sottesi dalla sezione stessa.

Qtr (m^3/s)	(1) Diga <i>B1</i>	(2) Piancone <i>B1+B2+B3+B4</i>	(3) Masserenga <i>B1+B2+B3+B4+ B6+B7</i>	(4) Pray <i>B1+B2+B3+B4+ B6+B7+B8+B9+B10</i>	(5) Confl Sesia <i>Bi (i=1-14)</i>
Q ₅₀	505	715	835	1008	1408
Q ₂₀₀	648	926	1081	1308	1828
Q ₅₀₀	744	1068	1247	1510	2110

Tab. 5.4.1.2

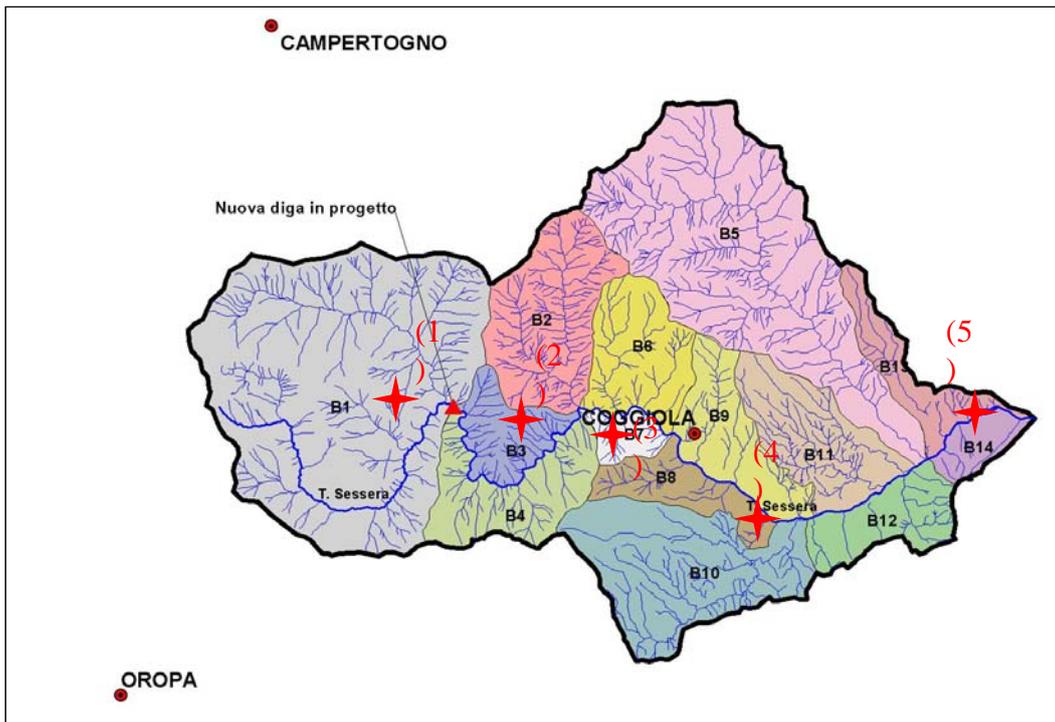
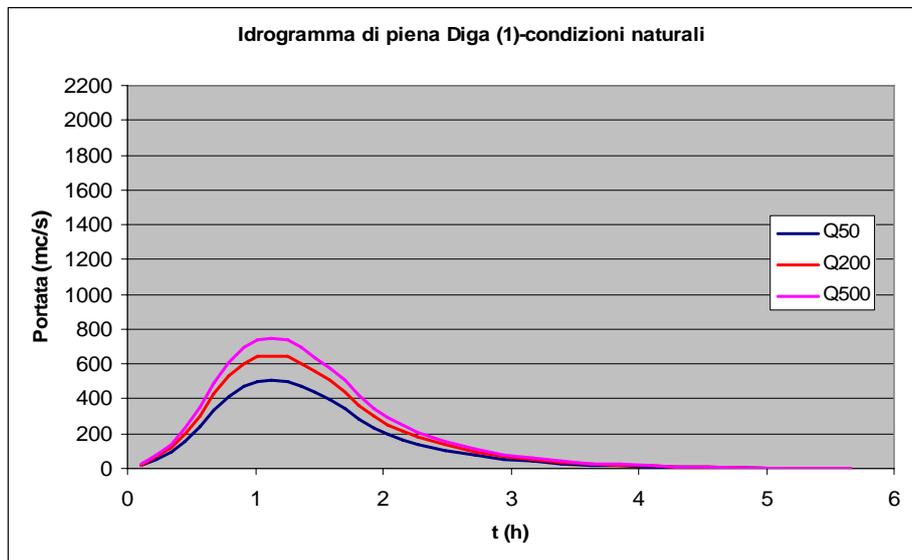
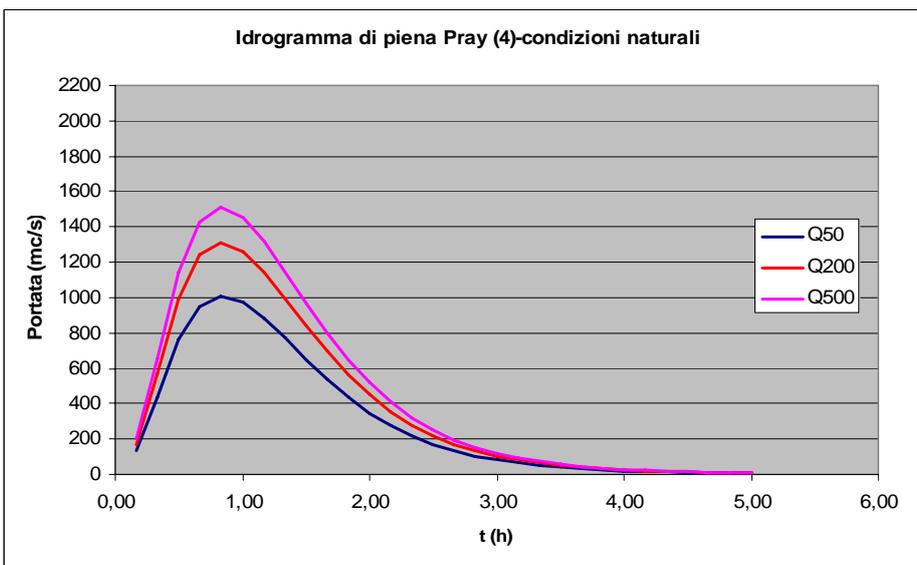
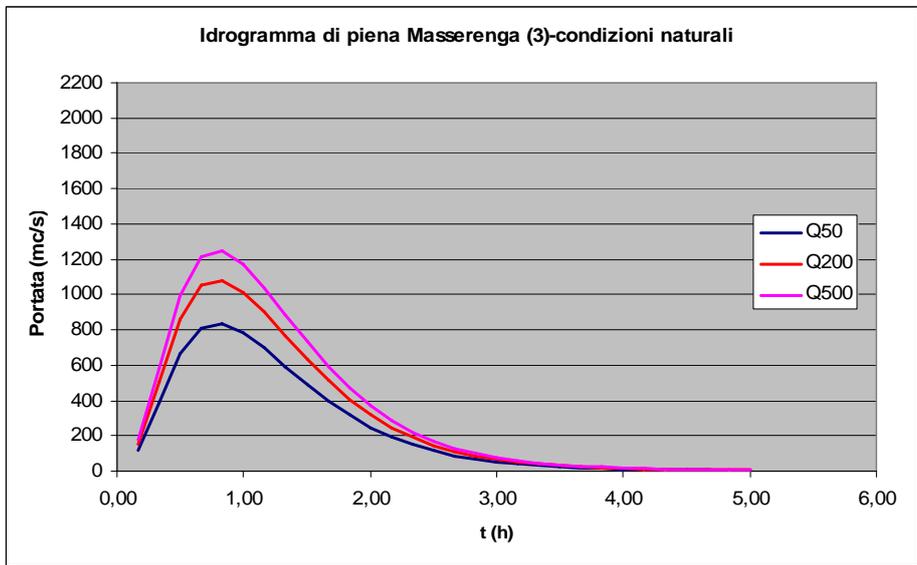
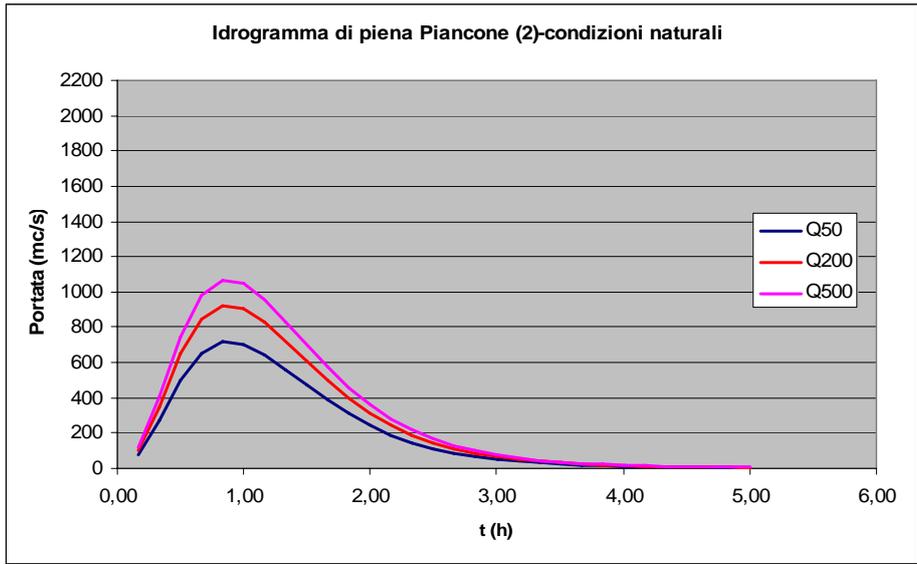
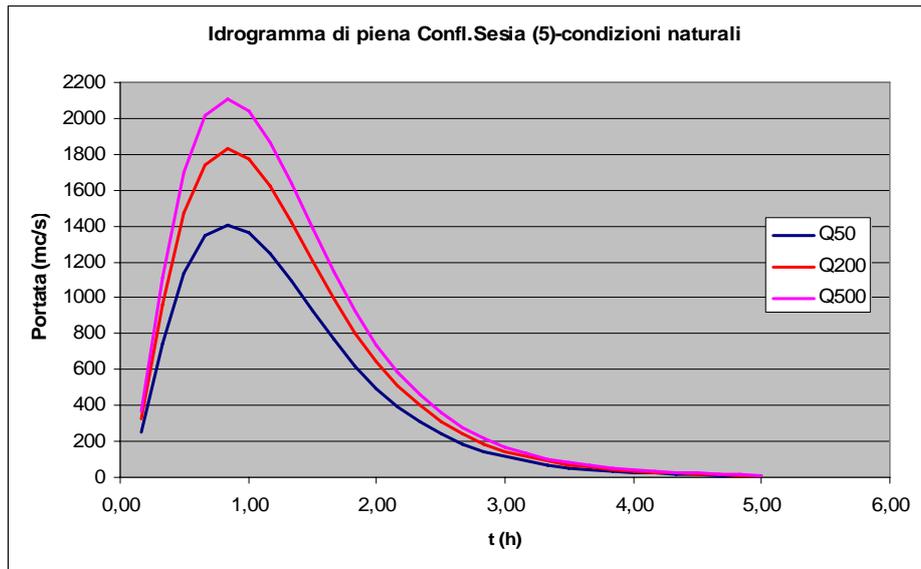


Figura 4.5.1.6

Individuazione dei sottobacini del T. Sessera con indicazione sezioni di valutazione delle portate al colmo







Idrogrammi di piena in funzione del TR assegnato (50, 200 e500 anni) per sezioni sul t.Sessera

Le portate al colmo lungo l'asta del torrente Sessera nelle condizioni attuali sono quindi comprese, per eventi con tempo di ritorno cinquantennale, tra circa 500 m³/s nella sezione di chiusura del bacino sotteso alla nuova diga in progetto e circa 1400 m³/s alla confluenza con il Sesia.

Per eventi duecentennali le suddette portate al colmo risultano pari rispettivamente a circa 650 m³/s e circa 1830 m³/s; infine, per tempi di ritorno pari a 500 anni, la portate al colmo attese in corrispondenza della diga in progetto risultano pari a circa 750 m³/s e circa 2100 m³/s alla confluenza con il Sesia.

4.5.4 Idraulica di piena post operam

La realizzazione dell'invaso in progetto consente di ottenere benefici in termini di riduzione delle portate al colmo lungo l'asta del torrente Sessera.

L'invaso concorre infatti al controllo ed alla laminazione delle piene fluviali, immagazzinando gli afflussi o una quota parte degli stessi (a seconda del livello di riempimento dell'invaso stesso); i volumi immagazzinati vengono restituiti in tempi successivi in modo da appiattire l'idrogramma in uscita dal bacino B1 con conseguenti benefici per i bacini di valle.

Con riferimento a quanto indicato nella Relazione illustrativa generale redatta a corredo del Progetto definitivo inerente in nuovo vaso sul torrente Sessera, risulta nota la legge di gestione dell'invaso e quindi l'andamento del volume dell'invaso stesso nel corso dell'anno medio.

4.5.3 Andamento del volume di invaso nell'anno medio

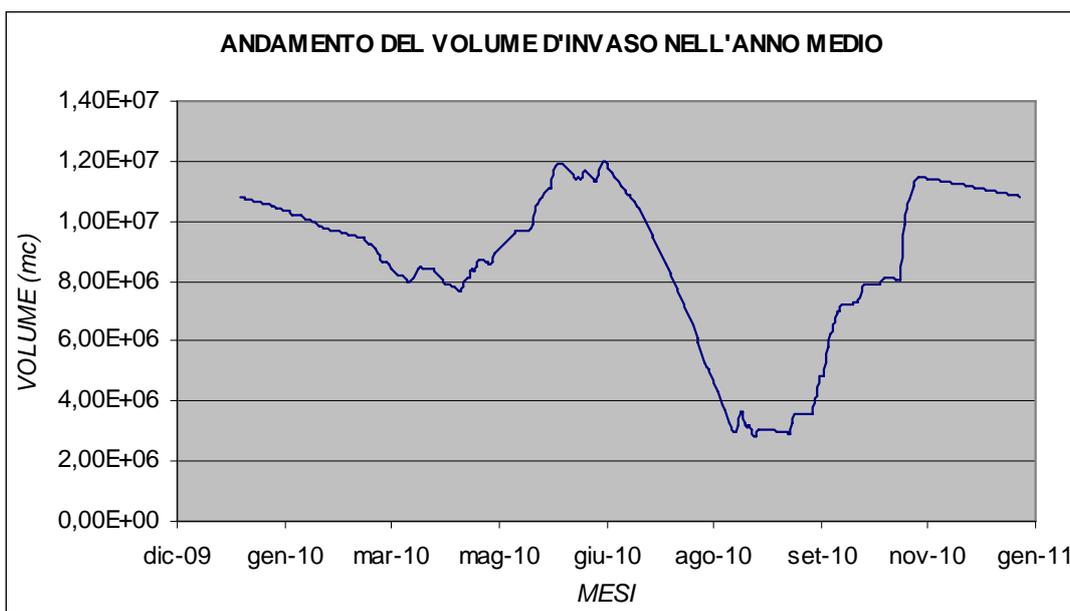
Posto il volume massimo di regolazione del nuovo invaso pari a 12.000.000 di metri cubi, la dinamica annuale degli afflussi e delle derivazioni previste determina periodi di riduzione del volume invasato e periodi in cui il volume immagazzinato risulta prossimo al massimo valore di progetto.

In particolare la legge di gestione del manufatto prevede che all'inizio della stagione irrigua (prima metà giugno) sia presente il massimo accumulo di risorsa idrica contenibile nell'invaso e che tale accumulo venga rapidamente ridotto fino a circa 3.000.000 di metri cubi nel periodo di fine agosto, per poi incrementare nuovamente nei mesi autunnali ed invernali.

Nel corso dell'anno il volume immagazzinato dalla diga di progetto, a parte brevi periodi, risulta inferiore al volume massimo di regolazione risultando pertanto disponibile una quota parte di invaso (più o meno consistente a seconda del periodo dell'anno) per il controllo delle piene lungo l'asta fluviale.

I volumi d'acqua apportati all'invaso per eventi di pioggia con tempi di ritorno 50, 200 e 500 anni risultano sintetizzati nella successiva tabella ottenuta attraverso l'idrogramma nelle condizioni attuale alla sezione di chiusura della nuova diga in progetto (idrogramma 1).

Per eventi cinquantennali si determina l'apporto di circa 2.500.000 metri cubi; per TR200 e per TR500 si determina rispettivamente un afflusso di circa 3.100.000 metri cubi e 3.600.000 metri cubi.

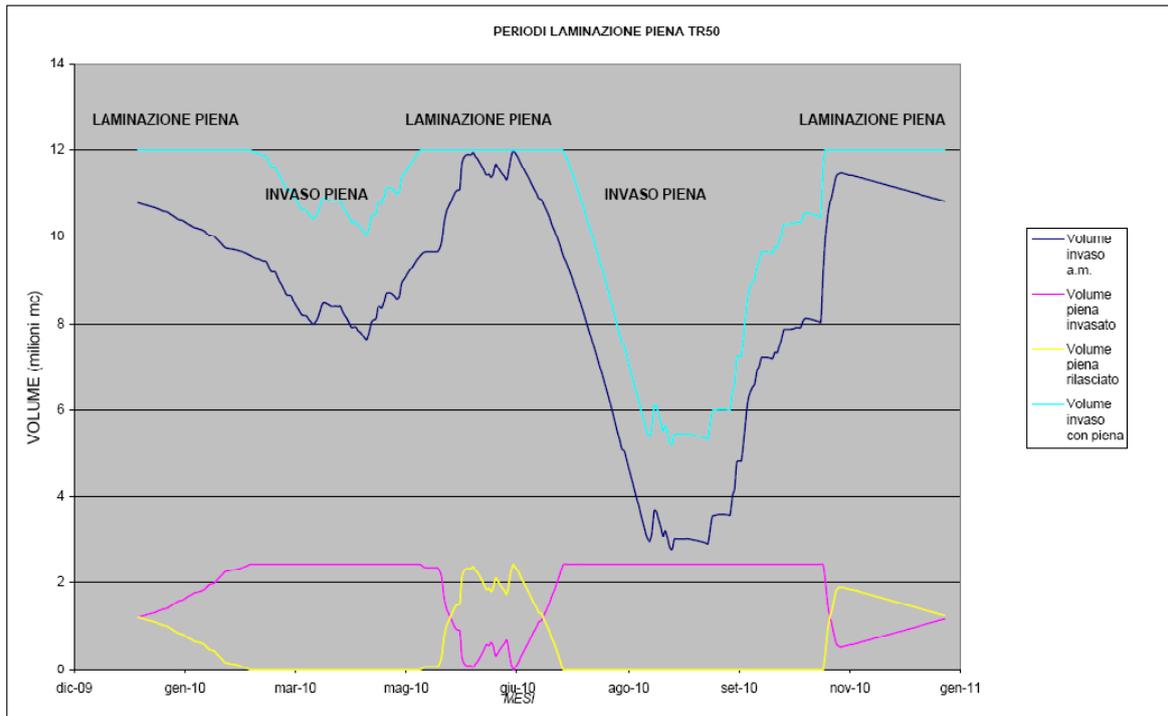


Idrogramma adimensionale di Mockus		t	50	200	500			
t/ta	Q/Qp	h	mc/s	mc	mc/s	mc	mc/s	mc
0,1	0,03	0,11	15	2.700	19	3.420	22	3.960
0,2	0,1	0,23	50	11.700	65	15.120	74	17.280
0,3	0,19	0,34	96	26.280	123	33.840	141	38.700
0,4	0,31	0,45	156	45.360	201	58.320	231	66.960
0,5	0,47	0,57	237	70.740	305	91.080	350	104.580
0,6	0,66	0,68	333	102.600	428	131.940	491	151.380
0,7	0,82	0,79	414	134.460	531	172.620	610	198.180
0,8	0,93	0,91	469	158.940	603	204.120	692	234.360
0,9	0,99	1,02	500	174.420	642	224.100	736	257.040
1	1	1,13	505	180.900	648	232.200	744	266.400
1,1	0,99	1,25	500	180.900	642	232.200	736	266.400
1,2	0,93	1,36	469	174.420	603	224.100	692	257.040
1,3	0,86	1,47	434	162.540	557	208.800	640	239.760
1,4	0,78	1,59	394	149.040	505	191.160	580	219.600
1,5	0,68	1,7	343	132.660	441	170.280	506	195.480
1,6	0,56	1,81	283	112.680	363	144.720	417	166.140
1,7	0,46	1,93	232	92.700	298	118.980	342	136.620
1,8	0,39	2,04	197	77.220	253	99.180	290	113.760
1,9	0,33	2,15	167	65.520	214	84.060	245	96.300
2	0,28	2,27	141	55.440	181	71.100	208	81.540
2,2	0,207	2,49	104	88.200	134	113.400	154	130.320
2,4	0,147	2,72	74	64.080	95	82.440	109	94.680
2,6	0,107	2,95	54	46.080	69	59.040	80	68.040
2,8	0,077	3,17	39	33.480	50	42.840	57	49.320
3	0,055	3,4	28	24.120	36	30.960	41	35.280
3,2	0,04	3,63	20	17.280	26	22.320	30	25.560
3,4	0,029	3,85	15	12.600	19	16.200	22	18.720
3,6	0,021	4,08	11	9.360	14	11.880	16	13.680
3,8	0,015	4,3	8	6.840	10	8.640	11	9.720
4	0,011	4,53	6	5.040	7	6.120	8	6.840
4,5	0,005	5,1	3	8.100	3	9.000	4	10.800
5	0	5,66	0	2.700	0	2.700	0	3.600
			2.429.100	3.116.880	3.578.040			

Il verificarsi di un evento di piena all'interno del bacino B1 caratterizzato da portate e volumi sopra illustrati, risulta controllato dalla presenza del manufatto di invaso.

Preso ad esempio un evento con tempo di ritorno cinquantennale si determina, come detto, un volume di afflussi pari a circa 2.500.000 di metri cubi.

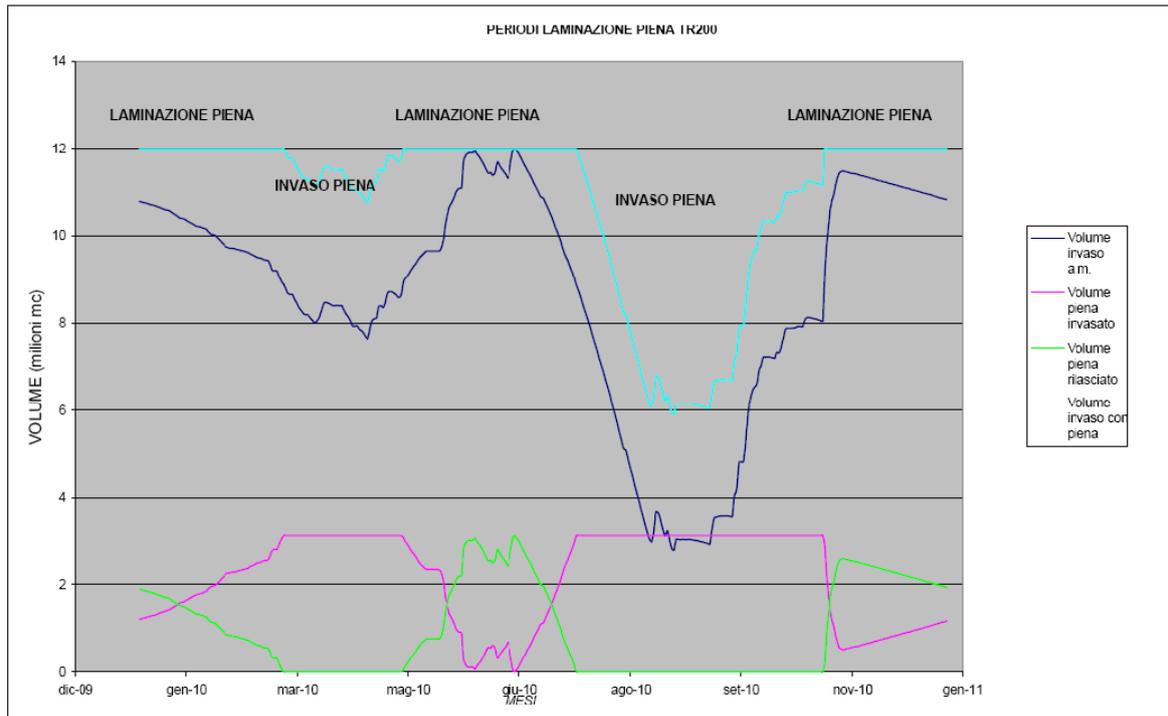
Con riferimento al grafico seguente, tale volume viene completamente immagazzinato all'interno dell'invaso se l'evento di piena si manifesta nel periodo compreso tra febbraio e maggio e nel periodo compreso tra luglio e novembre; negli altri periodi dell'anno si verifica una laminazione della piena dovuta al parziale invaso degli afflussi all'interno del bacino in progetto.



Volume di piena alla sezione di chiusura diga:	2.429.100 mc
Volume massimo regolazione nuova diga:	12.000.000 mc
Volume minimo in nuova diga (30 agosto):	2.796.597 mc
Volume massimo in nuova diga (19 giugno):	12.000.000 mc
Numero giorni potenziale invaso totale volume piena:	195
Periodi potenziale invaso totale volume piena:	21 febbraio - 8 maggio 12 luglio - 6 novembre
Numero giorni potenziale laminazione volume piena:	169

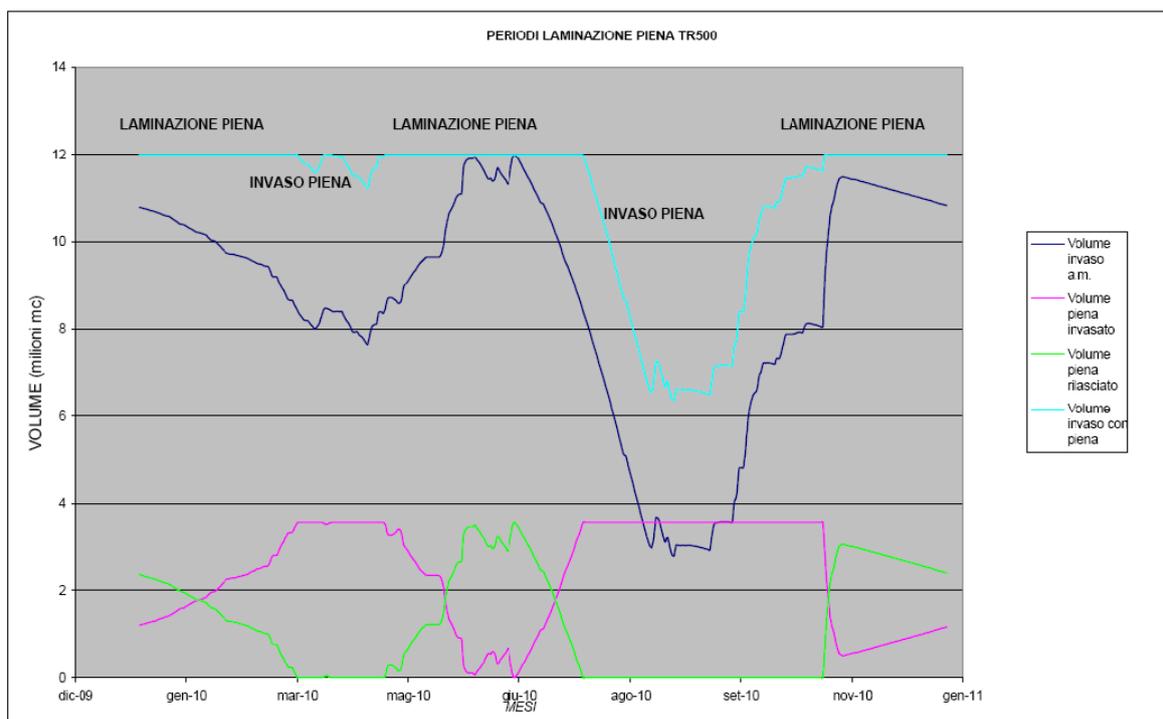
Per quanto attiene un evento con tempo di ritorno duecentennale si determina, come detto, un volume di afflussi pari a circa 3.100.000 di metri cubi.

Tale volume viene completamente immagazzinato all'interno dell'invaso se l'evento di piena accade nel periodo compreso tra marzo e aprile e nel periodo compreso tra luglio e ottobre; negli altri periodi dell'anno si verifica, come nel caso precedente, una laminazione della piena dovuta al parziale invaso degli afflussi all'interno del bacino in progetto.



Volume di piena alla sezione di chiusura diga:	3.116.880 mc
Volume massimo regolazione nuova diga:	12.000.000 mc
Volume minimo in nuova diga (30 agosto):	2.796.597 mc
Volume massimo in nuova diga (19 giugno):	12.000.000 mc
Numero giorni potenziale invaso totale volume piena:	166
Periodi potenziale invaso totale volume piena:	7 marzo - 29 aprile 17 luglio - 5 novembre
Numero giorni potenziale laminazione volume piena:	198

Nel caso di eventi di piena con tempo di ritorno cinquecentennale, il volume previsto pari a circa 3.600.000 milioni di metri cubi viene completamente immagazzinato all'interno dell'invaso se l'evento stesso accade nel periodo compreso tra marzo e aprile e nel periodo compreso tra luglio e ottobre; negli altri periodi dell'anno si verifica, come per TR50 e TR200, una laminazione della piena dovuta al parziale invaso degli afflussi all'interno del bacino in progetto.



Volume di piena alla sezione di chiusura diga:	3.578.040 mc
Volume massimo regolazione nuova diga:	12.000.000 mc
Volume minimo in nuova diga (30 agosto):	2.796.597 mc
Volume massimo in nuova diga (19 giugno):	12.000.000 mc
Numero giorni potenziale invaso totale volume piena:	143
Periodi potenziale invaso totale volume piena:	14 marzo - 24 marzo 29 marzo - 21 aprile 20 luglio - 5 novembre
Numero giorni potenziale laminazione volume piena:	221

L'invaso e la laminazione delle piene fluviali in uscita dal bacino B1 sotteso alla nuova diga in progetto determinano una riduzione del colmo di piena anche in corrispondenza delle sezioni di valle poste lungo il corso del torrente Sessera, con benefici maggiori per i tratti posti immediatamente a valle dell'invaso e con effetti più contenuti nei tratti terminali del bacino fluviale che risente in modo maggiore dell'apporto che deriva dalla precipitazione sulle aree poste a valle dell'invaso.

I benefici nei tratti di valle, più o meno sensibili a seconda della distanza rispetto all'invaso in progetto, risultano maggiori nel caso l'evento meteorico associato ad un determinato tempo di ritorno si verifichi in condizioni di "invaso vuoto" cioè vi sia disponibilità a parte dell'invaso in progetto di immagazzinare tutto il volume apportato dall'evento di pioggia; viceversa i benefici risultano più contenuti in condizioni di "invaso pieno" in cui l'idrogramma naturale in uscita dal bacino B1 viene laminato dalla presenza dell'invaso con riduzione del colmo e incremento dei tempi di restituzione.

4.5.4 Idraulica di piena post operam

La realizzazione dell'invaso in progetto consente di ottenere benefici in termini di riduzione delle portate al colmo lungo l'asta del torrente Sessera.

L'invaso concorre infatti al controllo ed alla laminazione delle piene fluviali, immagazzinando gli afflussi o una quota parte degli stessi (a seconda del livello di riempimento dell'invaso stesso); i volumi immagazzinati vengono restituiti in tempi successivi in modo da appiattire l'idrogramma in uscita dal bacino B1 con conseguenti benefici per i bacini di valle.

Con riferimento a quanto indicato nella Relazione illustrativa generale redatta a corredo del Progetto definitivo inerente in nuovo vaso sul torrente Sessera, risulta nota la legge di gestione dell'invaso e quindi l'andamento del volume dell'invaso stesso nel corso dell'anno medio.

Di seguito vengono analizzate le portate al colmo e valutati i benefici apportati dalla diga in progetto sugli eventi di piena in varie sezioni lungo il corso d'acqua considerando le condizioni estreme di A-“invaso vuoto” e B-“invaso pieno”; tutte le condizioni intermedie saranno comprese tra questi estremi.

4.5.4.1 Portate al colmo torrente Sessera in condizioni di “invaso vuoto”

La condizione di “invaso vuoto” si verifica normalmente, come detto in precedenza, nei periodi compresi tra marzo e aprile e tra luglio ed ottobre.

Nei suddetti periodi tutta la portata di pioggia inerente il bacino B1 viene immagazzinata nell'invaso in progetto; gli idrogrammi di piena in una particolare sezione di valle devono pertanto essere determinati considerando gli apporti dovuti ai singoli sottobacini sottesi dalla sezione stessa, al netto della portata dovuta al bacino B1

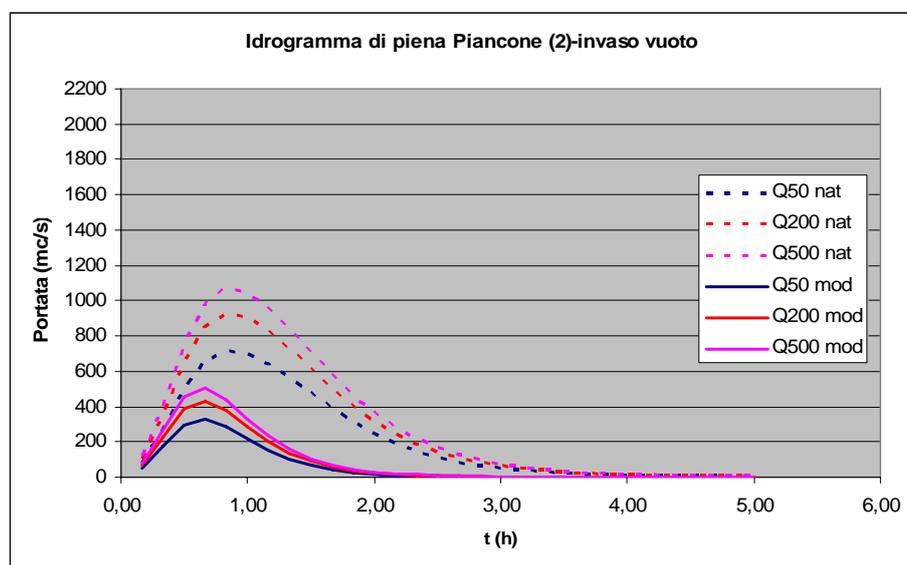
Qtr (m ³ /s)	(1) Diga <i>B1</i>			(2) Piancone <i>B1+B2+B3+B4</i>			(3) Masserenga <i>B1+B2+B3+B4+B6+B7</i>		
	<i>Nat.</i>	<i>Mod.</i>	<i>Var%</i>	<i>Nat.</i>	<i>Mod.</i>	<i>Var%</i>	<i>Nat.</i>	<i>Mod.</i>	<i>Var%</i>
Q50	505	0	-100	715	330	-54	835	486	-42
Q200	648	0	-100	926	433	-53	1081	635	-41
Q500	744	0	-100	1068	502	-53	1247	735	-41

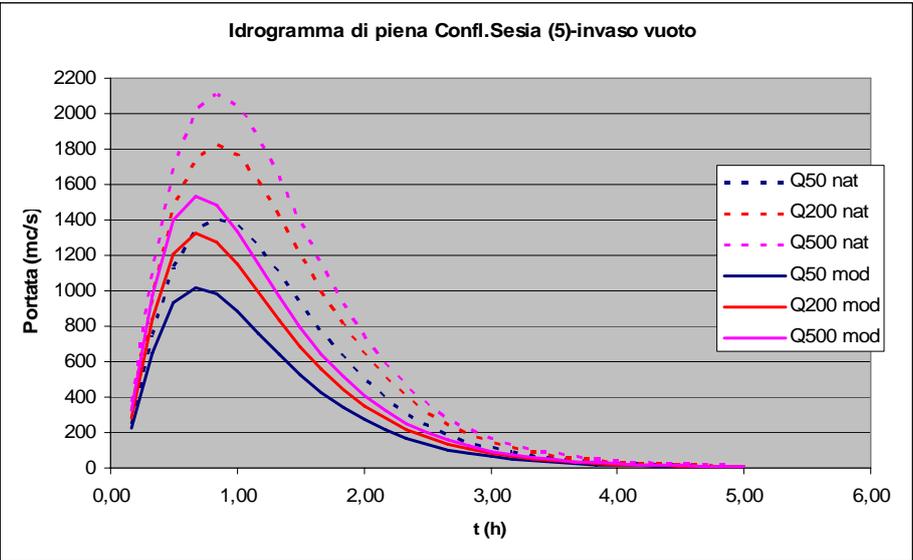
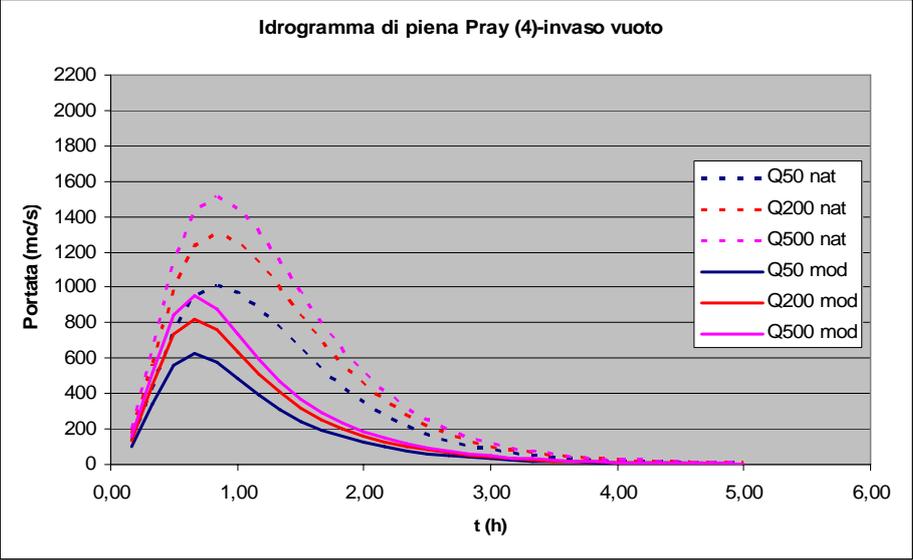
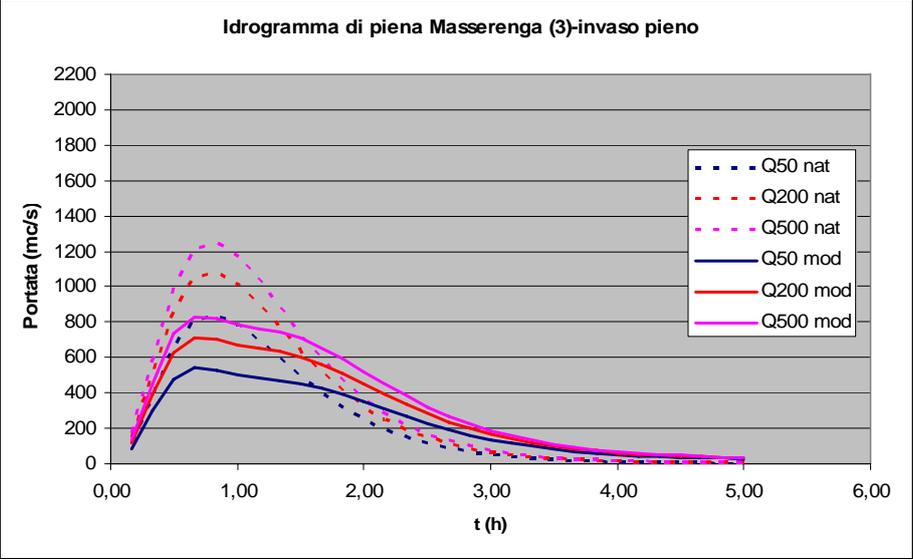
Qtr (m ³ /s)	(4) Pray			(5) Confl Sesia		
	$B1+B2+B3+B4+B6+B7+B8+B9+B10$			$B_i(i=1-14)$		
	Nat.	Mod.	Var%	Nat.	Mod.	Var%
Q50	1008	628	-38	1408	1019	-28
Q200	1308	822	-37	1828	1327	-27
Q500	1510	952	-37	2110	1534	-27

Con riferimento a quanto sintetizzato nella precedente tabella ed illustrato nei successivi idrogrammi, il colmo di piena che si verifica in condizioni di “invaso vuoto” viene sensibilmente ridotto rispetto al medesimo evento che si presenta in condizioni naturali.

Gli effetti di invaso del manufatto in progetto risultano tanto più sensibili quanto più vengono considerate sezioni fluviali prossime al manufatto stesso (idrogramma nullo in uscita da diga e dimezzamento del colmo di piena in corrispondenza di Piancone).

La riduzione del colmo di piena, seppur superiore al 25-30% rispetto ad un evento naturale, risulta meno sensibile nelle sezioni prossime alla confluenza con il Sesia.



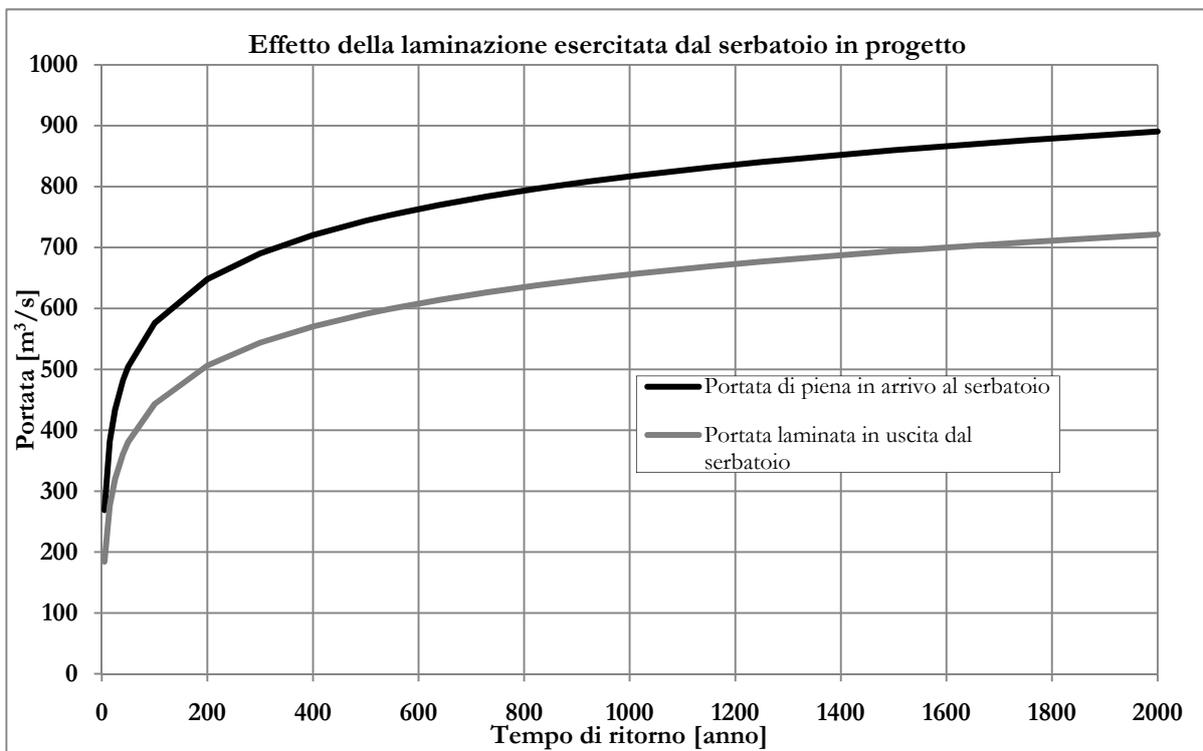


4.5.4.2 Portate al colmo torrente Sessera in condizioni di “invaso pieno”

La condizione di “invaso pieno” si verifica normalmente, come detto in precedenza, in un periodo immediatamente precedente all’inizio della stagione estiva e nel corso dei mesi invernali.

Nei suddetti periodi l’invaso si verifica una laminazione dell’idrogramma di piena in uscita dal bacino B1 per i tempi di ritorno considerati, secondo quanto illustrato nelle relazioni redatte a corredo del Progetto definitivo dell’invaso.

Gli effetti della laminazione esercitati dal serbatoio in progetto in condizioni di “invaso pieno” sono rappresentati graficamente nella figura che segue, nella quale per ogni tempo di ritorno sono riportati i corrispondenti valori delle portate massime rispettivamente entranti ed uscenti.



Il valore di picco dell'idrogramma in ingresso Q_e viene ridotto in un corrispondente valore di uscita Q_u secondo i seguenti rapporti di laminazione η :

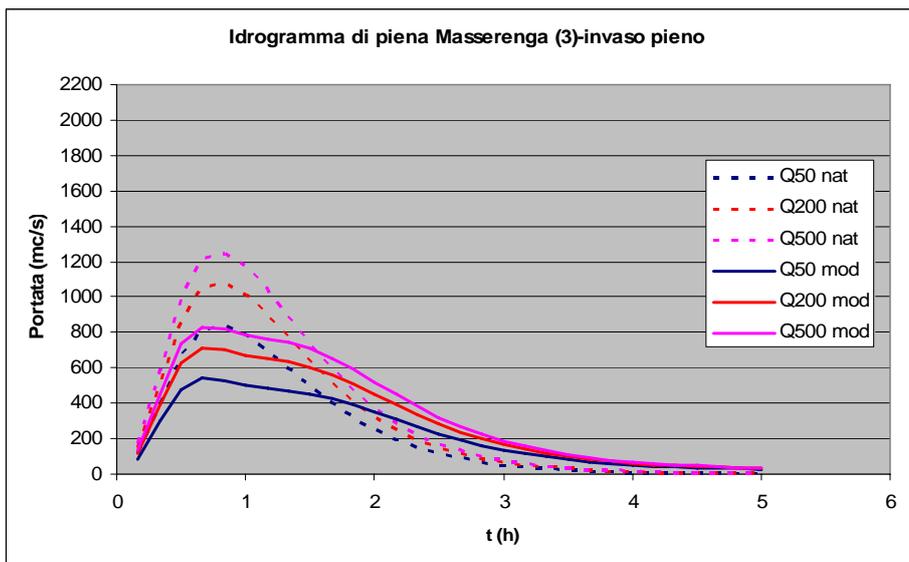
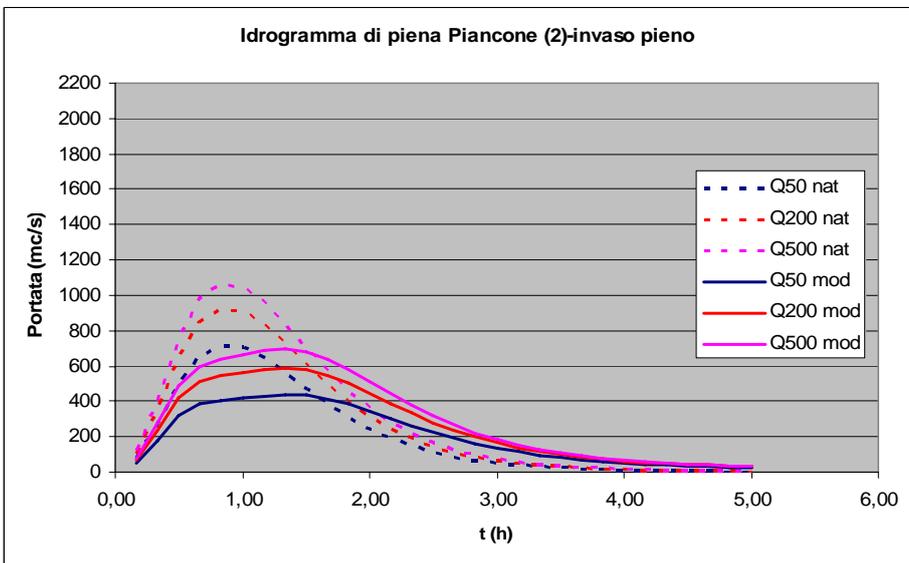
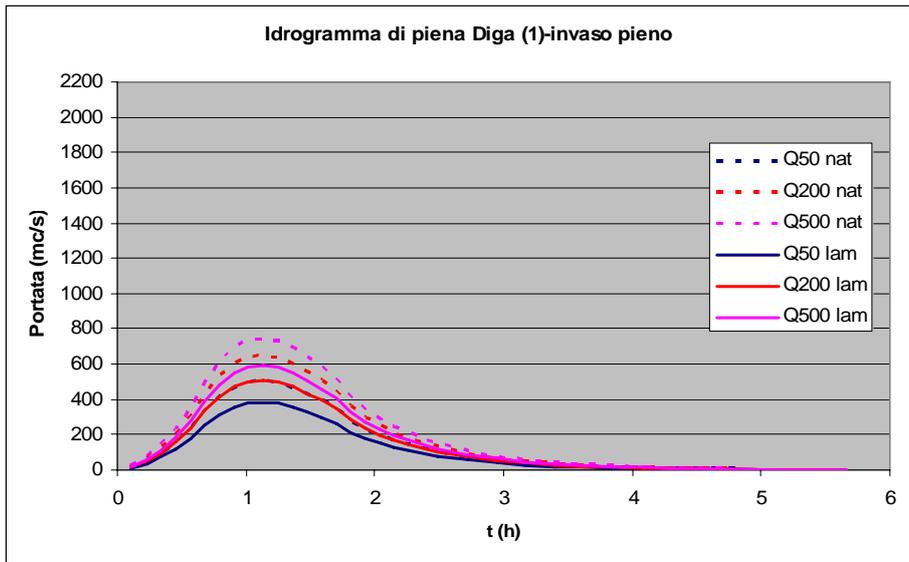
Tempo di ritorno	Q_e (m ³ /s)	Q_u (m ³ /s)	η
TR50	505	381	0.755
TR200	648	506	0.781
TR500	744	591	0.795

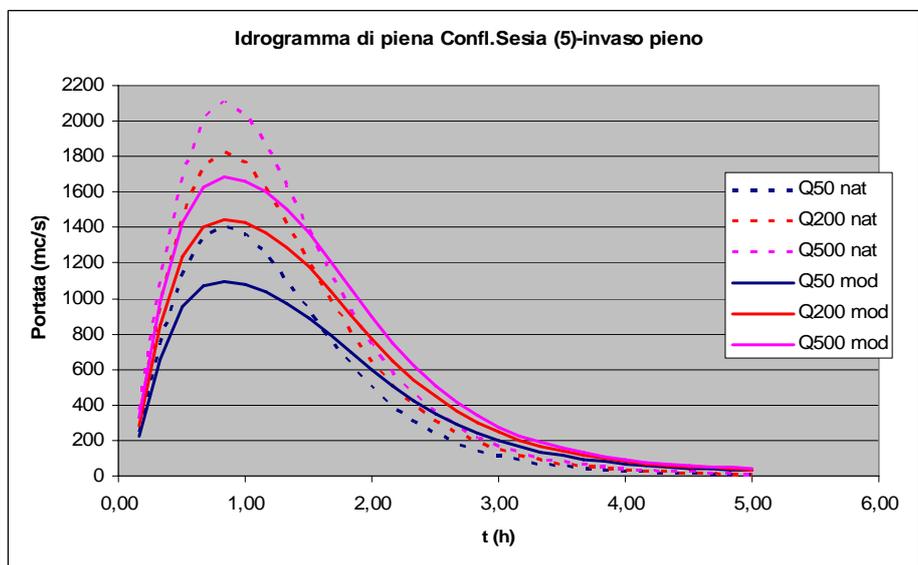
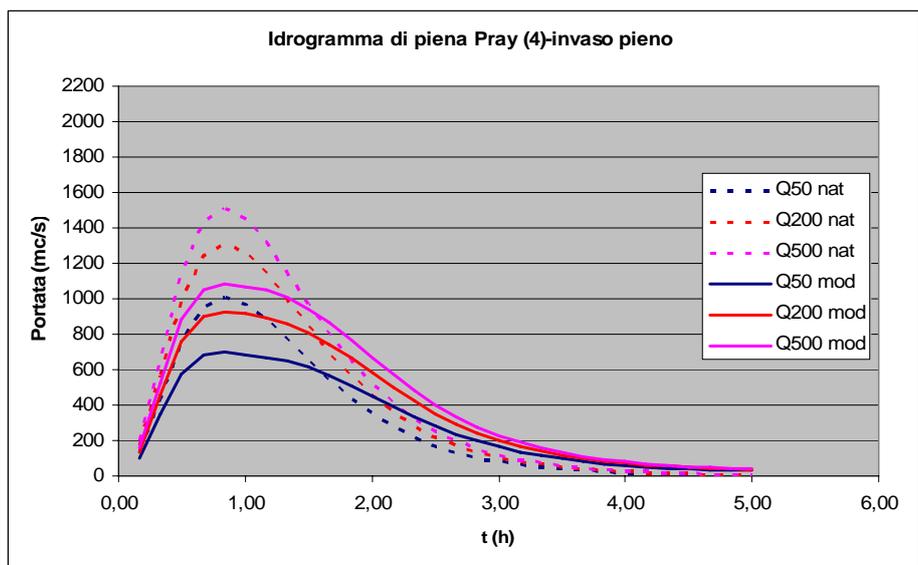
Gli idrogrammi di piena in una particolare sezione di valle devono pertanto essere determinati considerando l'idrogramma di piena laminato e gli apporti dovuti ai singoli sottobacini sottesi dalla sezione stessa.

I colmi di portata dovuti alla laminazione dell'idrogramma in uscita dalla sezione (1) risultano:

Qtr (m ³ /s)	(1) Diga <i>B1</i>			(2) Piancone <i>B1+B2+B3+B4</i>			(3) Masserenga <i>B1+B2+B3+B4+B6+B7</i>		
	<i>Nat.</i>	<i>Mod.</i>	<i>Var%</i>	<i>Nat.</i>	<i>Mod.</i>	<i>Var%</i>	<i>Nat.</i>	<i>Mod.</i>	<i>Var%</i>
Q50	505	381	-25	715	439	-39	835	540	-35
Q200	648	506	-22	926	590	-36	1081	712	-34
Q500	744	591	-22	1068	694	-35	1247	830	-33

Qtr (m ³ /s)	(4) Pray <i>B1+B2+B3+B4+B6+B7+B8+B9+B10</i>			(5) Confl Sesia <i>Bi(i=1-14)</i>		
	<i>Nat.</i>	<i>Mod.</i>	<i>Var%</i>	<i>Nat.</i>	<i>Mod.</i>	<i>Var%</i>
Q50	1008	699	-30	1408	1099	-22
Q200	1308	927	-29	1828	1446	-21
Q500	1510	1082	-28	2110	1681	-20





4.5.4.3 Portate al colmo torrente Sessera prodotta dall'apertura degli organi di scarico

La presenza dello sbarramento in progetto lungo il torrente Sessera determina una modifica dell'idrogramma naturale in uscita dal bacino B1, oltre che per effetto di laminazione, anche a causa dell'apertura degli organi di scarico previsti a presidio del manufatto.

Secondo la Relazione di propagazione delle onde di piena RD4, la piena eccezionale scaricata in alveo con livello nel serbatoio pari alla quota di massima regolazione per un tempo di ritorno pari a 1000 anni in concomitanza all'apertura istantanea di tutti gli scarichi profondi può essere determinata in $1.028 \text{ m}^3/\text{s}$ e transiterebbe verso valle generalmente contenuta entro l'alveo principale; solo in qualche tratto lambendo alcuni edifici, più che altro a destinazione produttiva e le

strutture viarie secondarie e di importanza minore, poste in adiacenza al corso d'acqua; l'affermazione suddetta a giudizio degli scriventi dovrebbe essere sostanzialmente rivista in quanto occorre considerare condizioni non secche dell'alveo fluviale e connesse condizioni di deflusso proprie dei contributi dei vari confluenti.

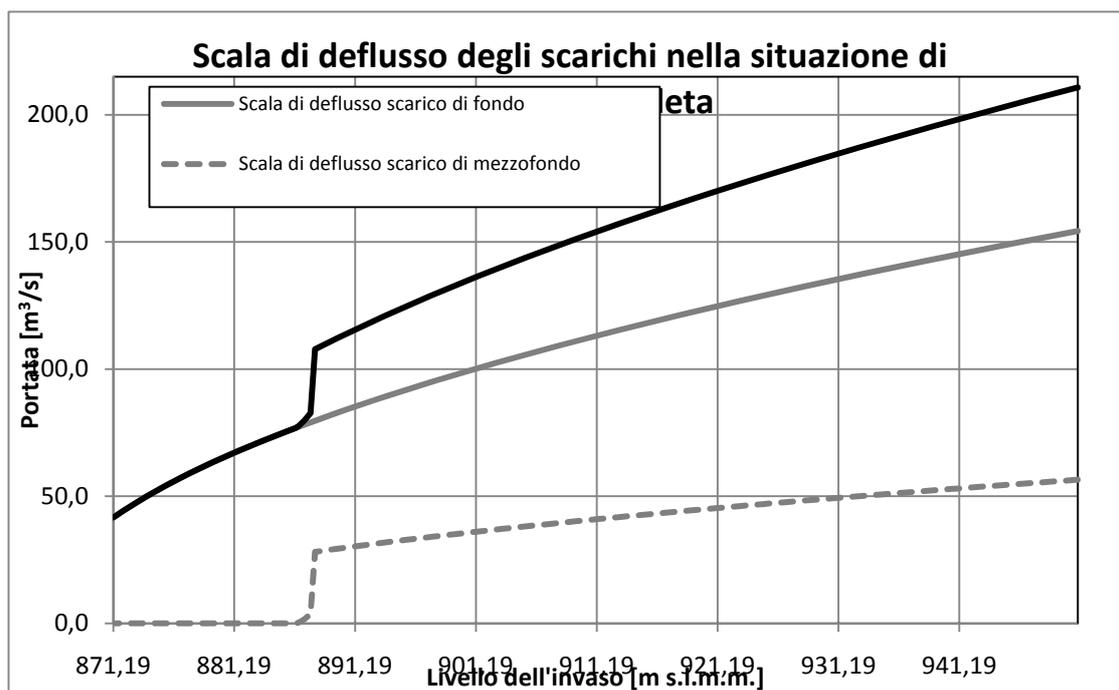
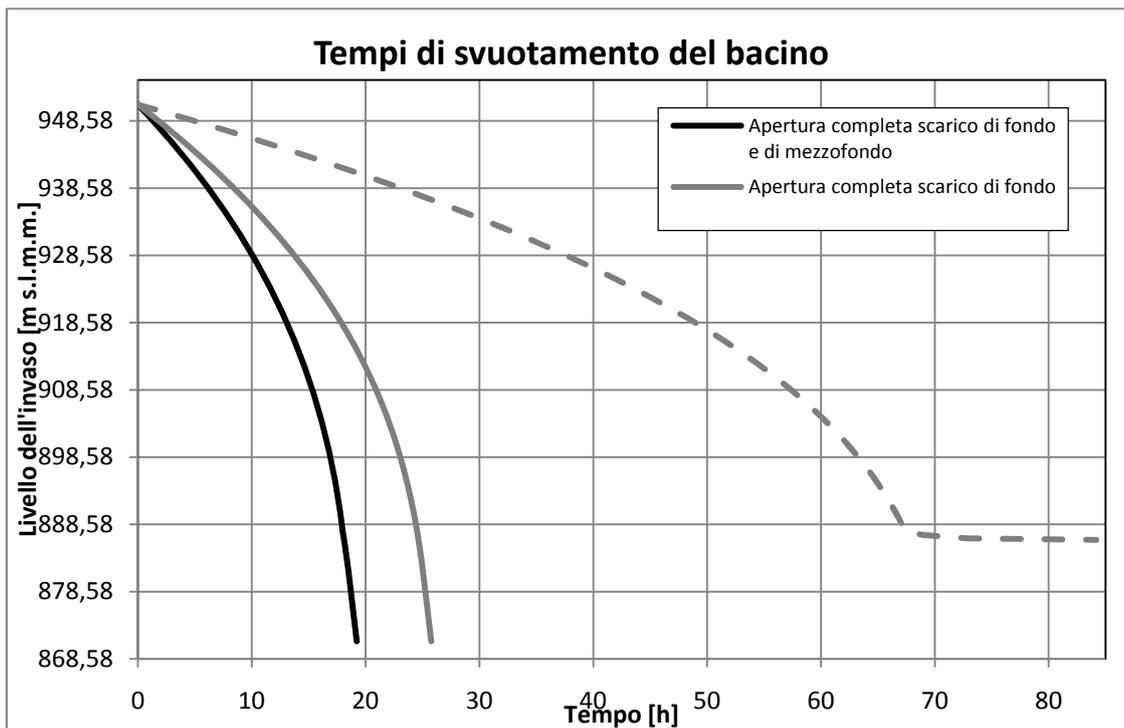
Non presenta invece problemi la situazione relativa ad un'onda di piena prodotta dalla manovra artificiale degli scarichi di fondo e di mezzo fondo, con livello nel serbatoio sempre pari a quello di massima regolazione.

La manovra comporta, infatti, nel caso più critico dato dalla somma delle portate massime esitabili dai due scarichi, la propagazione in alveo di una portata di circa 211 m³/s, la quale transita verso valle sempre contenuta entro l'alveo principale del torrente e senza sostanzialmente interessare né la viabilità né i centri abitati. Tale portata risulta paragonabile e, comunque di poco inferiore, a quella di piena naturale associata ad un tempo di ritorno di 5 anni, rilevabile dalla Relazione idraulica (elaborato "RD3") allegata al progetto.

Anche la velocità massime di propagazione risultano alquanto ridotte, variando mediamente intorno ai 3 ÷ 4 m/s nel tratto di monte, e i 1 ÷ 2 m/s nel tratto di valle, dove si determina un apprezzabile allargamento delle sezioni d'alveo.

Complessivamente la sezione ubicata alla confluenza con il Fiume Sesia è raggiunta dall'onda di piena dopo circa 3 ore per il caso di manovra istantanea del solo scarico di mezzo fondo e dopo circa 2 ore sia per la manovra istantanea del solo scarico di fondo che per la manovra istantanea e simultanea di entrambi gli scarichi di fondo e mezzo fondo.

Nelle figure a seguire sono rappresentati i tempi di vuotatura dell'invaso nell'ipotesi di apertura completa degli scarichi e le rispettive scale di deflusso.



La propagazione dell'onda di piena artificiale prodotta dalle manovre istantanee degli scarichi determina fenomeni di erosione e deposito di materiale solido relativamente contenuti, paragonabili a quelli che si avrebbero con una portata di piena naturale associata ad un tempo di ritorno di 5 anni. Con portate defluenti di quest'ordine di grandezza, in condizioni di piena, il trasporto solido non dovrebbe, pertanto, comportare modificazioni della morfologia dell'alveo del torrente degne di

nota. Non sono, però, trascurabili eventuali fenomeni erosivi localizzati in corrispondenza delle pile in alveo dei vari manufatti di attraversamento.

Per quanto concerne, invece, il caso di piena eccezionale con livello nel serbatoio pari alla quota di massima regolazione per un tempo di ritorno pari a 1000 anni in concomitanza all'apertura istantanea di tutti gli scarichi profondi si possono stimare più marcati fenomeni erosivi e di trasporto solido.

In particolare, nel tratto di monte, dove si determinano velocità medie massime pari a circa 6 m/s e tiranti idrici massimi di circa 6 m sarà presumibilmente mobilitato materiale in alveo con diametro massimo di circa 30 cm.

Nel tratto di valle, invece, in corrispondenza di velocità medie massime di circa 4 m/s e di tiranti idrici variabili da 2 ÷ 5 m circa potrà essere mobilitato materiale con diametri di dell'ordine di circa 20 cm.

In relazione a tali aspetti potrebbe risultare, critica la condizione creata dagli attraversamenti presenti in alveo con caratteristiche di maggior ingombro della sezione, a monte dei quali saranno favoriti gli stati di sovralluvionamento e, in fase di piena con portate sostenute, potranno verificarsi riduzioni delle sezioni liquide.

4.5.4.4 *Ondata di piena prodotta dal collasso dello sbarramento*

Il crollo istantaneo dello sbarramento comporta lungo l'alveo del Torrente Sessera la formazione di un'onda di piena di breve durata, ma con portate al colmo molto elevate, soprattutto nel primo tratto d'alveo posto a valle dello sbarramento.

Relativamente alle portate, il crollo dello sbarramento determina valori che, a ridosso dello stesso assumono valori dell'ordine appunto di 22.000 ÷ 90.000 m³/s, i quali diminuiscono progressivamente procedendo verso valle, dove l'alveo del torrente tende progressivamente ad allargarsi.

La portata al colmo si riduce, per il caso di rottura totale, a circa 50.000 m³/s all'altezza di Coggiola, a circa 40.000 m³/s all'altezza di Pray e a circa 20.000 m³/s in corrispondenza di Crevacuore. Per i casi di rottura parziale le portate in corrispondenza dei tre centri abitati sopra indicati presentano valori sostanzialmente ridotti e rispettivamente pari a circa 20.000 m³/s, 15.000 m³/s e 13.000 m³/s.

Alla confluenza con il Fiume Sesia, la rottura di porzione dell'arco a gravità a destra dello sbarramento determina valori di portata pari a circa 10.000 m³/s; la rottura di porzione dell'arco a

gravità a sinistra dello sbarramento e la rottura totale dello sbarramento determinano valori di portata rispettivamente pari a circa 11.000 m³/s e 17.000 m³/s.

Nel suo passaggio verso valle l'onda di piena, nel primo tratto di una decina di chilometri dallo sbarramento, produce notevoli incrementi del livello idrico, con effetti che restano, tuttavia, confinati entro l'alveo, essendo la valle del Torrente Sessera, in tale tratto, profondamente incisa.

Superato il centro abitato di Coggiola iniziano, invece, ad essere interessate anche aree poste in adiacenza all'alveo vero e proprio, sulle quali sorgono strutture viarie e fabbricati sia a destinazione produttiva che civile.

Di fatto va ritenuto che tutti gli insediamenti realizzati a ridosso dell'alveo siano a rischio, specialmente per la situazione di rottura totale della diga, potendo, oltretutto, la corrente erodere profondamente le rive sulle quali gli stessi sono edificati.

Per quanto riguarda la celerità di propagazione dell'onda di piena, nel caso peggiore (rottura totale), raggiunge, per il tratto posto più a monte sino a circa 11 km a valle dell'invaso, valori medi di circa 30 m/s e variabili da un minimo di circa 15 m/s ad un massimo di circa 40 m/s, subito a valle della diga, impiegando 6 ÷ 7 minuti per raggiungere la frazione di Masserenga e Coggiola. Oltre l'undicesimo chilometro la celerità del colmo di piena, in particolar modo per effetto della graduale formazione dell'invaso nelle aree golenali di espansione, tende a ridursi e ad attestarsi intorno a valori medi dell'ordine di 10 m/s. Per il caso di collasso totale della diga il colmo dell'onda di piena impiega complessivamente a percorrere la distanza dall'invaso alla confluenza con il Fiume Sesia, circa 25 minuti.

Nelle seguenti tabelle si riportano, le caratteristiche principali di propagazione delle onde di piena (portate di colmo, tiranti idrici massimi, velocità massime e tempi di arrivo del fronte d'onda) per i tre differenti casi di collasso esaminati, in corrispondenza di alcuni punti significativi del corso d'acqua e del tratto di Fiume Sesia a valle della confluenza del Sessera.

*Risultati principali della propagazione dell'onda di piena
per la situazione di collasso della porzione ad arco-gravità destra dello sbarramento.*

	Sezione [n°]	Distanza progressiva [km]	Portata di colmo [mc/s]	Altezza idrica max [m]	Velocità max [m/s]	Tempo di arrivo [min]
MASSERENGA	112	11,2	17626	15,5	15,4	8,0
COGGIOLA	105	12,0	16316	15,9	14,9	8,5
PRAY	80	14,6	14677	9,0	7,6	12,0
CREVACUORE	46	18,1	11554	13,0	10,6	18,0
CONFLUENZA SESIA	1	22,6	9943	5,6	4,0	27,0
ROMAGNANO SESIA	0,37	32,9	5227	9,1	1,8	90,0
GREGGIO	0,17	54,4	3000	4,2	1,7	320,0
VERCELLI	0,02	70,5	c.a 2500	c.a 3,5	c.a 1,5	c.a 420

	Sezione [n°]	Distanza progressiva [km]	Portata di colmo [mc/s]	Altezza idrica max [m]	Velocità max [m/s]	Tempo di arrivo [min]
MASSERENGA	112	11,2	22382	16,6	15,8	7,0
COGGIOLA	105	12,0	20686	17,5	14,4	7,5
PRAY	80	14,6	17952	9,6	8,2	11,0
CREVACUORE	46	18,1	13470	13,8	10,9	17,0
CONFLUENZA SESIA	1	22,6	11320	6,0	4,2	26,0
ROMAGNANO SESIA	0,37	32,9	5494	9,3	1,9	85,0
GREGGIO	0,17	54,4	3035	4,3	1,7	320,0
VERCELLI	0,02	70,5	c.a 2500	c.a 3,5	c.a 1,5	c.a 420

Risultati principali della propagazione dell'onda di piena per la situazione di collasso della porzione ad arco-gravità sinistra dello sbarramento.

	Sezione [n°]	Distanza progressiva [km]	Portata di colmo [mc/s]	Altezza idrica max [m]	Velocità max [m/s]	Tempo di arrivo [min]
MASSERENGA	112	11,2	57407	21,5	20,4	6,0
COGGIOLA	105	12,0	52214	22,3	16,5	6,5
PRAY	80	14,6	39163	12,3	11,0	9,0
CREVACUORE	46	18,1	21301	17,4	8,7	15,0
CONFLUENZA SESIA	1	22,6	17235	7,4	4,7	25,0
ROMAGNANO SESIA	0,37	32,9	7036	9,8	2,1	75,0
GREGGIO	0,17	54,4	3237	4,4	1,7	310,0
VERCELLI	0,02	70,5	c.a 2700	c.a 3,7	c.a 1,5	c.a 420,0

Risultati principali della propagazione dell'onda di piena per la situazione di collasso totale dello sbarramento.

Per quanto riguarda il trasporto solido nel caso di crollo dello sbarramento, si determinano velocità comunque dell'ordine di 10 m/s, le quali producono sforzi tangenziali molto elevati in grado di mobilitare grandi quantità di materiale incoerente presente in alveo.

In modo specifico, nel tratto vallivo del Torrente Sessera, si ottengono per sforzi tangenziali in grado di rimuovere e trasportare materiali solidi di diametro d , al limite del movimento incipiente, orientativamente compreso tra 0,60 e 1,00 m.

Nel primo tratto a valle della diga, gli sforzi tangenziali massimi sono in grado di mobilitare ancora maggiori quantità di materiale presente in alveo, il quale può essere trasportato in modo generalizzato.

Va, pertanto, supposto che nel caso di collasso istantaneo sia parziale sia completo dello sbarramento, l'intensità del trasporto sia tale da sconvolgere completamente l'alveo del corso d'acqua e che, per l'irregolarità della geometria dell'alveo medesimo, soprattutto nella parte di monte, e la presenza in successione di restringimenti ed allargamenti di sezione, consistenti e non stimabili fenomeni di erosione si accompagnino a stati di intenso sovralluvionamento, con deposito del materiale di maggiore dimensione, in particolare nei tratti di rapido allargamento di

sezione. Ne potranno, quindi, conseguire anche evidenti variazioni dell'assetto piano – altimetrico dell'intero alveo del Torrente Sessera e anche della parte più a monte dell'alveo del Fiume Sesia.

4.5.5 Fasce fluviali

Fin dalla prima edizione del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF), redatto a cura della Autorità di Bacino del Fiume Po (adottato con Delibera n.1 del Comitato Istituzionale in data 05 02 1996 e definitivamente approvato con DPCM in data 24 07 1998), come evidenziato nella successiva immagine, il fiume Sesia è stato normato con la definizione delle fasce fluviali per quanto attiene il tratto compreso tra dalla confluenza in Po fino a Romagnano Sesia

Per quanto attiene i tributari del Sesia, risultano classificati e consequenzialmente normati, i soli tratti a valle della città di Biella dei confluenti Elvo e Cervo, nessun altro tratto ricadente nel bacino del Sesia è stato aggiunto in occasione del secondo piano Stralcio delle fasce Fluviali.

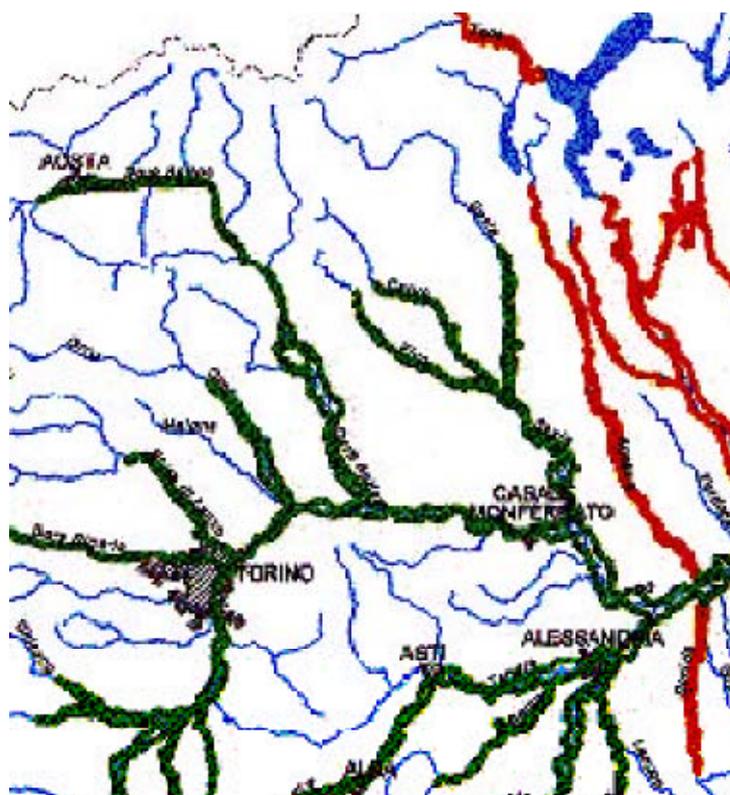


Fig. 4.5.5.1

Il Piano stralcio delle Fasce Fluviali ha valore di *Piano territoriale di settore* ed è lo strumento conoscitivo, normativo, tecnico-operativo, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti le fasce fluviali, quali individuate all'art. 25 delle norme di attuazione, come successivamente riportate.

Il Piano persegue gli obiettivi di settore, ai sensi dell'art. 3 e dell'art. 17 della L. 18 maggio 1989, n. 183, con particolare riferimento alle lettere a), b), c), i), l), m) e s) del medesimo art. 17 e definisce le sue scelte attraverso la valutazione unitaria e interrelata della regione fluviale tenuto conto dei vari settori di disciplina con l'obiettivo di assicurare un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni alluvionali, il ripristino, la riqualificazione e la tutela della risorsa idrica e delle caratteristiche paesistico-ambientali del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico.

Per la parte di rete idrografica attualmente non normata, fatte salve le successive integrazioni degli ambiti territoriali interessati dal vigente Piano, le Regioni e le Province, nei rispettivi strumenti di pianificazione territoriale, possono individuare corsi d'acqua per i quali procedere alla delimitazione delle fasce fluviali e all'applicazione ad esse delle Norme di Piano, operando sulla base degli obiettivi e degli indirizzi dello stesso, ovvero, in relazione a particolari situazioni locali, per ragioni di urgenza, l'Autorità di Bacino del Fiume Po, su richiesta delle Regioni o delle Province, può procedere direttamente alla delimitazione delle fasce fluviali con deliberazione del Comitato Istituzionale.

Nel corso dell'aggiornamento dello strumento di piano, l'applicazione del metodo di delimitazione delle fasce fluviali alle effettive condizioni degli alvei dei corsi d'acqua interessati ha comportato alcune puntualizzazioni tecniche delle procedure di applicazione e un affinamento e approfondimento dei diversi elementi conoscitivi e di elaborazione.

Si richiamano di seguito le definizioni adottate per le fasce fluviali, come contenute nell'Allegato alle Norme:

- « **Fascia A** » *di deflusso della piena*; è costituita dalla porzione di alveo che è sede prevalente, per la piena di riferimento, del deflusso della corrente, ovvero che è costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena;
- « **Fascia B** » *di esondazione*; esterna alla precedente, è costituita dalla porzione di alveo interessata da inondazione al verificarsi dell'evento di piena di riferimento. Con l'accumulo temporaneo in tale fascia di parte del volume di piena si attua la laminazione dell'onda di piena con riduzione delle portate di colmo. Il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento ovvero sino alle opere idrauliche di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento), dimensionate per la stessa portata di riferimento (tempo di ritorno 200 anni);
- « **Fascia C** » *di inondazione per piena catastrofica*; è costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (Fascia B), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quelli di riferimento (tempo di ritorno 500 anni).

Per le tre fasce individuate la delimitazione cartografica ha un grado di approssimazione che dipende dalla attendibilità dei dati idrologici, geomorfologici, idraulici e topografici disponibili. Quest'ultimo elemento è particolarmente determinante ogni qual volta il limite della fascia è definito prevalentemente in termini idraulici e diventa pertanto necessaria la trasformazione delle portate di piena di riferimento in livelli idrici. Quanto più è scarsa la disponibilità di rilievi geometrici aggiornati sulla morfologia degli alvei e delle aree di esondazione e quanto meno attendibili o dettagliate sono le quote di piano campagna desumibili dalla cartografia di base, tanto più le delimitazioni possono essere affette da imprecisioni e inesattezze. Miglioramenti di definizione sono pertanto possibili, in rapporto alla disponibilità degli elementi descrittivi dei sistemi fluviali con un più elevato livello di approssimazione.

Uno schema esplicativo della definizione delle fasce fluviali è riportato in Figura seguente

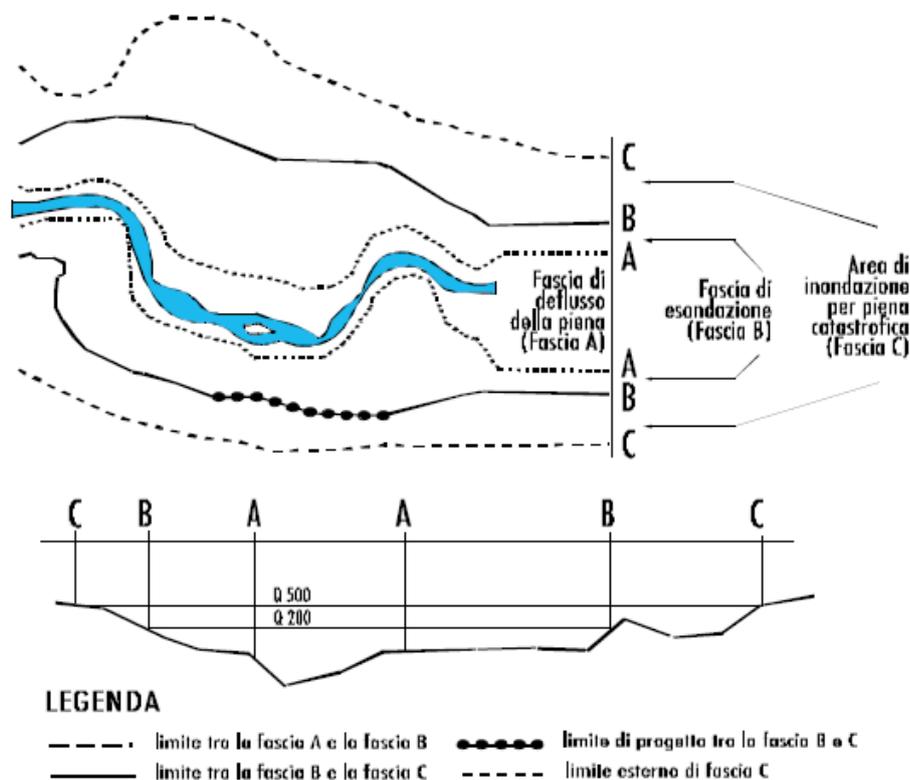


Fig. 4.5.5.2

Nella Fascia A si persegue l'obiettivo di garantire le condizioni di sicurezza assicurando il deflusso della piena di riferimento, il mantenimento e/o il recupero delle condizioni di equilibrio dinamico dell'alveo, e quindi favorire, ovunque possibile, l'evoluzione naturale del fiume in rapporto alle esigenze di stabilità delle difese e delle fondazioni delle opere d'arte, nonché a quelle di mantenimento in quota dei livelli idrici di magra.

Nella Fascia A sono vietate:

- a) le attività di trasformazione dello stato dei luoghi, che modifichino l'assetto morfologico, idraulico, infrastrutturale, edilizio;
- b) la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, nonché l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti,
- c) la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue, nonché l'ampliamento degli impianti esistenti di trattamento delle acque reflue;
- d) le coltivazioni erbacee non permanenti e arboree, fatta eccezione per gli interventi di bioingegneria forestale e gli impianti di rinaturazione con specie autoctone, per una ampiezza di almeno 10 m dal ciglio di sponda, al fine di assicurare il mantenimento o il ripristino di una fascia continua di vegetazione spontanea lungo le sponde dell'alveo inciso, avente funzione di stabilizzazione delle sponde e riduzione della velocità della corrente; le Regioni provvederanno a disciplinare tale divieto nell'ambito degli interventi di trasformazione e gestione del suolo e del soprassuolo, ai sensi dell'art. 41 del D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152 e successive modifiche e integrazioni, ferme restando le disposizioni di cui al Capo VII del R.D. 25 luglio 1904, n. 523;
- e) la realizzazione di complessi ricettivi all'aperto;
- f) il deposito a cielo aperto, ancorché provvisorio, di materiali di qualsiasi genere.

3. Sono per contro consentiti:

- a) i cambi colturali, che potranno interessare esclusivamente aree attualmente coltivate;
- b) gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
- c) le occupazioni temporanee se non riducono la capacità di portata dell'alveo, realizzate in modo da non arrecare danno o da risultare di pregiudizio per la pubblica incolumità in caso di piena;
- d) i prelievi manuali di ciottoli, senza taglio di vegetazione, per quantitativi non superiori a 150 m³ annui;
- e) la realizzazione di accessi per natanti alle cave di estrazione ubicate in golena, per il trasporto all'impianto di trasformazione, purché inserite in programmi individuati nell'ambito dei Piani di settore;
- f) i depositi temporanei conseguenti e connessi ad attività estrattiva autorizzata ed agli impianti di trattamento del materiale estratto e presente nel luogo di produzione da realizzare secondo le modalità prescritte dal dispositivo di autorizzazione;
- g) il miglioramento fondiario limitato alle infrastrutture rurali compatibili con l'assetto della fascia;
- h) il deposito temporaneo a cielo aperto di materiali che per le loro caratteristiche non si identificano come rifiuti, finalizzato ad interventi di recupero ambientale comportanti il ritombamento di cave;

i) il deposito temporaneo di rifiuti come definito all'art. 6, comma 1, let. m), del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22;

l) l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (o per le quali sia stata presentata comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art. 31 dello stesso D.Lgs. 22/1997) alla data di entrata in vigore del Piano, limitatamente alla durata dell'autorizzazione stessa. Tale autorizzazione può essere rinnovata fino ad esaurimento della capacità residua derivante dalla autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità validato dall'Autorità competente. Alla scadenza devono essere effettuate le operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito, così come definite all'art. 6 del suddetto decreto legislativo;

m) l'adeguamento degli impianti esistenti di trattamento delle acque reflue alle normative vigenti, anche a mezzo di eventuali ampliamenti funzionali.

Per esigenze di carattere idraulico connesse a situazioni di rischio, l'Autorità idraulica preposta può in ogni momento effettuare o autorizzare tagli di controllo della vegetazione spontanea eventualmente presente nella Fascia A.

Gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti.

Nella Fascia B si persegue l'obiettivo di mantenere e migliorare le condizioni di funzionalità idraulica ai fini principali dell'invaso e della laminazione delle piene, unitamente alla conservazione e al miglioramento delle caratteristiche naturali e ambientali.

Nella Fascia B sono vietati:

a) gli interventi che comportino una riduzione apprezzabile o una parzializzazione della capacità di invaso, salvo che questi interventi prevedano un pari aumento delle capacità di invaso in area idraulicamente equivalente;

b) la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, nonché l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti dal D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22, fatto salvo quanto previsto al art. 29, comma 3, let. l);

c) in presenza di argini, interventi e strutture che tendano a orientare la corrente verso il rilevato e scavi o abbassamenti del piano di campagna che possano compromettere la stabilità delle fondazioni dell'argine.

Sono per contro consentiti, oltre agli interventi di cui al precedente comma 3 dell'art. 29:

- a) gli interventi di sistemazione idraulica quali argini o casse di espansione e ogni altra misura idraulica atta ad incidere sulle dinamiche fluviali, solo se compatibili con l'assetto di progetto dell'alveo derivante dalla delimitazione della fascia;
- b) gli impianti di trattamento d'acque reflue, qualora sia dimostrata l'impossibilità della loro localizzazione al di fuori delle fasce, nonché gli ampliamenti e messa in sicurezza di quelli esistenti; i relativi interventi sono soggetti a parere di compatibilità dell'Autorità di bacino ai sensi e per gli effetti del successivo art. 38, espresso anche sulla base di quanto previsto all'art. 38 bis;
- c) la realizzazione di complessi ricettivi all'aperto, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente;
- d) l'accumulo temporaneo di letame per uso agronomico e la realizzazione di contenitori per il trattamento e/o stoccaggio degli effluenti zootecnici, ferme restando le disposizioni all'art. 38 del D.Lgs. 152/1999 e successive modifiche e integrazioni;
- e) il completamento degli esistenti impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti a tecnologia complessa, quand'esso risultasse indispensabile per il raggiungimento dell'autonomia degli ambiti territoriali ottimali così come individuati dalla pianificazione regionale e provinciale; i relativi interventi sono soggetti a parere di compatibilità dell'Autorità di Bacino.

Gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti.

Nella Fascia C si persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni, mediante la predisposizione prioritaria da parte degli Enti competenti ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225 e quindi da parte delle Regioni o delle Province, di Programmi di previsione e prevenzione, tenuto conto delle ipotesi di rischio derivanti dalle indicazioni di Piano.

I Programmi di previsione e prevenzione e i Piani di emergenza per la difesa delle popolazioni e del loro territorio, investono anche i territori individuati come Fascia A e Fascia B.

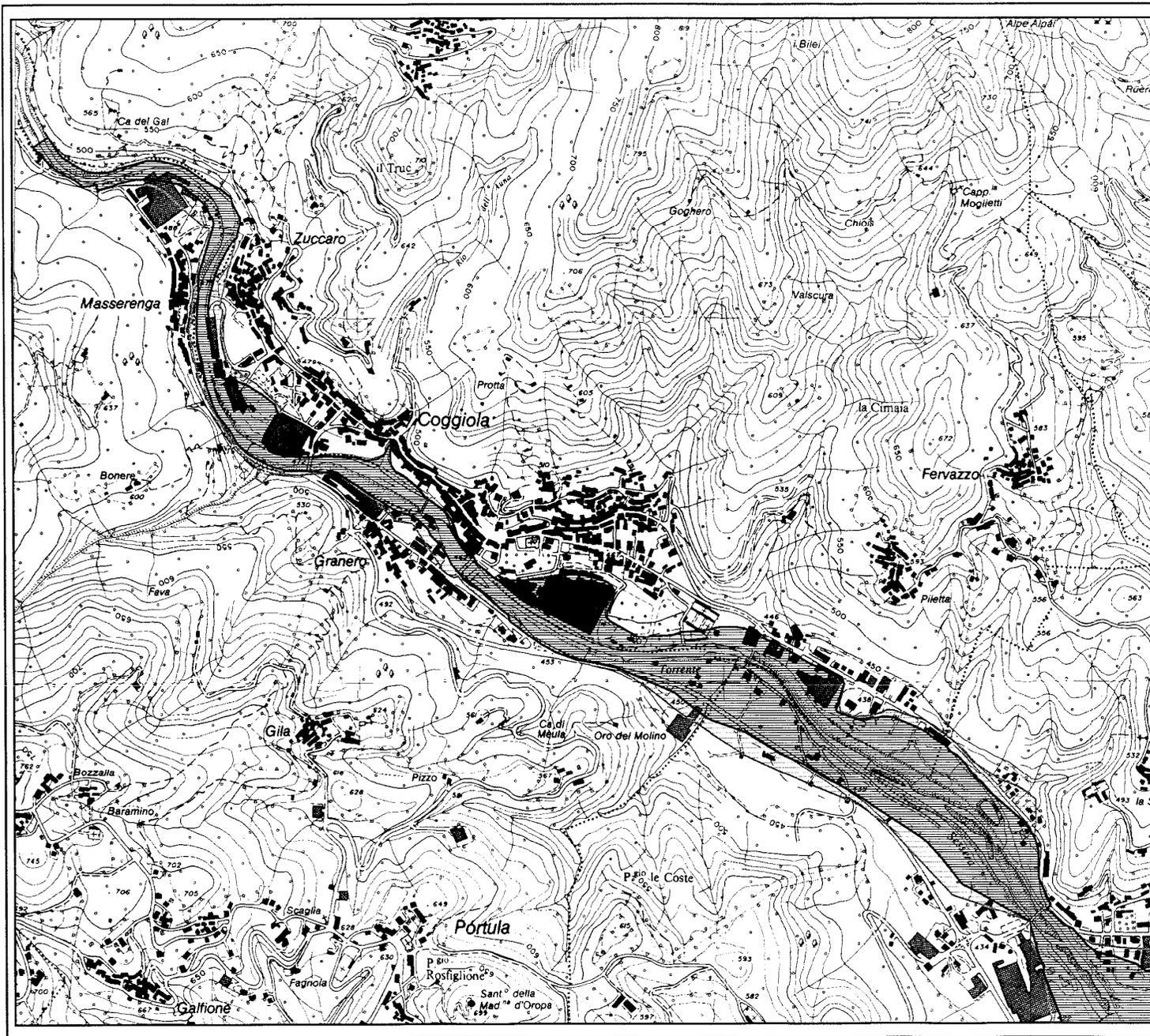
Compete agli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti per i territori ricadenti in fascia C.

4.5.6 Applicazione al Torrente Sessera

Come detto le fasce adiacenti al tratto del torrente Sessera situato a valle della costruenda nuova diga alla confluenza del torrente Dolco non sono state oggetto di classificazione ai sensi della precitata normativa, ma in questa sede appare opportuno auspicare il loro tracciamento al fine di

valutare quantitativamente l'impatto sul territorio delle piene *artificiali* (in quanto indotte dalla presenza dello sbarramento) in termini di marginalità (positiva e/o negativa) rispetto alle condizioni che già attualmente si determinano sul territorio per le piene *naturali* (non modificate dalla presenza dello sbarramento).

Si ricorda peraltro che il PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume Po (aggiornamento 18/2001) riporta nell'*atlante dei rischi idraulici e idrogeologici* (allegato 4.2) la *perimetrazione delle aree in dissesto* per le quali trovano applicazione le norme di salvaguardia di cui all'art.9 delle Norme tecniche; nelle successive figure se ne riporta lo stralcio concernente il fondovalle del Sessera a valle di Coggiola fino alla confluenza in Sesia.



AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME PO
PARMA

Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici
Alegato 4.2
Perimetrazione delle aree in dissesto
Tavole applicazione salvaguardia
(Art. 9 Norme PAI)

Aggionate con le ulteriori integrazioni ai sensi art. 5
deliberazione Comitato Istituzionale n.18/2001

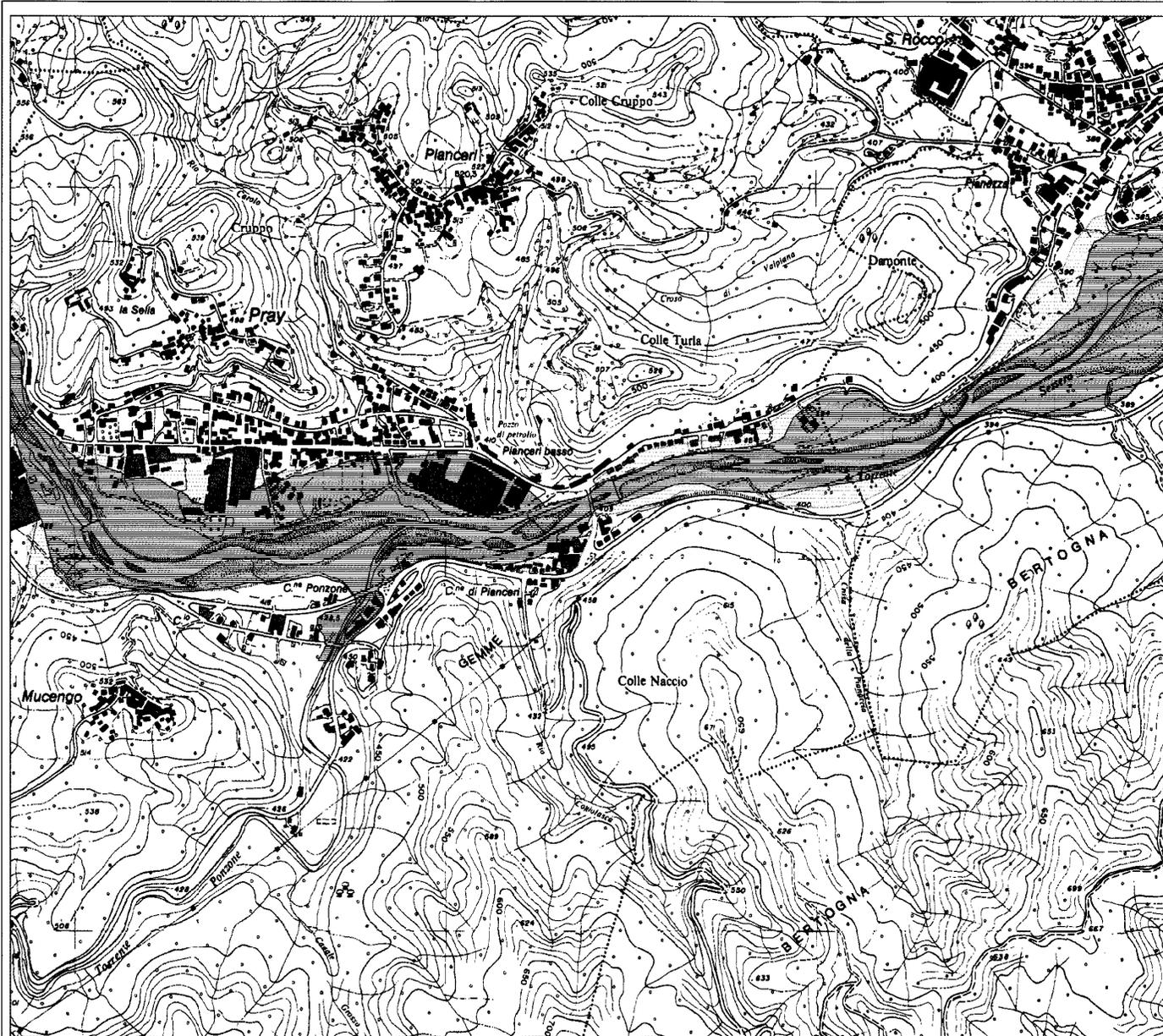
SSE 01

Scala 1:10.000

Legenda

- Frane**
- Area di frana attiva (Fa)
 - Area di frana quiescente (Fq)
 - Area di frana stabilizzata (Fs)
- Esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio**
- Area a pericolosità molto elevata (Ee)
 - Area a pericolosità elevata (Eb)
 - Area a pericolosità media o moderata (Em)
- Trasporto in massa sui conoidi**
- Area di conoide attivo non protetta (Ca)
 - Area di conoide attivo parzialmente protetta (Cp)
 - Area di conoide attivo non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cn)
- Valanghe**
- Area a pericolosità molto elevata o elevata (Va)
 - Area a pericolosità media o moderata (Vm)





AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO
PARMA

**Progetto di Piano Stralcio
per l'Assetto Idrogeologico
(PAI)**

Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici
Allegato 4.2
Perimetrazione delle aree in dissesto
Tavole applicazione salvaguardia
(Art. 9 Norme PAI)

Aggornate con le ulteriori integrazioni ai sensi art. 5
dell' deliberazione Comitato Istituzionale n.18/2001

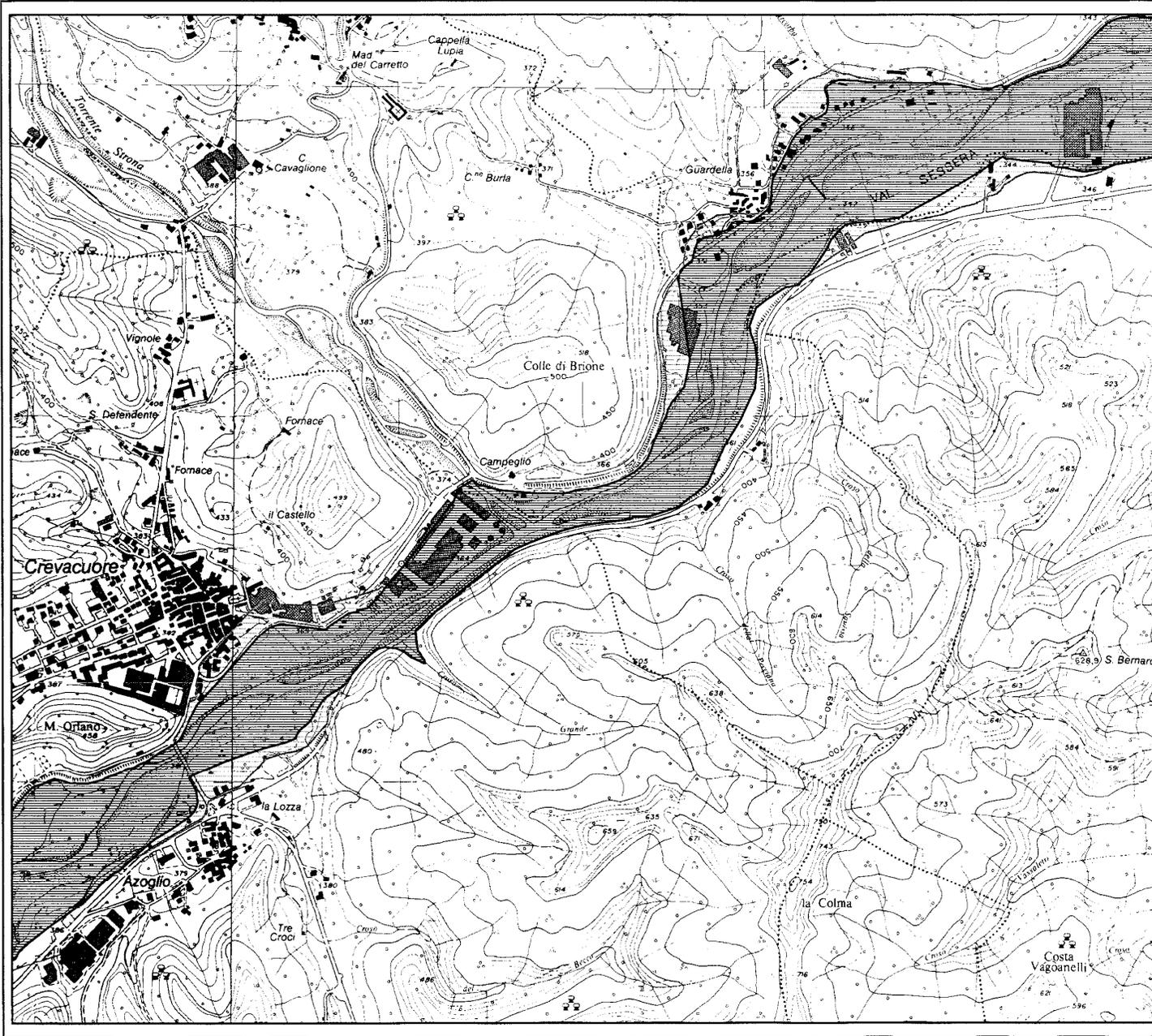
SSE 02

Scala 1:10.000

Legenda

- Frane**
- Area di frana attiva (Fa)
 - Area di frana quiescente (Fq)
 - Area di frana stabilizzata (Fs)
- Esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio.**
- Area a pericolosità molto elevata (Ee)
 - Area a pericolosità elevata (Eb)
 - Area a pericolosità media o moderata (Em)
- Trasporto in massa sui conoidi**
- Area di conoide attivo non protetta (Ca)
 - Area di conoide attivo parzialmente protetta (Cp)
 - Area di conoide attivo non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cn)
- Valanghe**
- Area a pericolosità molto elevata o elevata (Va)
 - Area a pericolosità media o moderata (Vm)





AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO
PARMA

**Progetto di Piano Stralcio
per l'Assetto Idrogeologico
(PAI)**

Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici
Allegato 4.2
Perimetrazione delle aree in dissesto
Tavole applicazione salvaguardia
(Art. 9 Norme PAI)

Aggiornate con le ulteriori integrazioni ai sensi art. 5
deliberazione Comitato Istituzionale n.18/2001

SSE 03

Scala 1:10.000

Legenda

Frane

- Area di frana attiva (Fa)
- Area di frana quiescente (Fq)
- Area di frana stabilizzata (Fs)

**Esondazioni e dissesti morfologici
di carattere torrentizio.**

- Area a pericolosità molto elevata (Ee)
- Area a pericolosità elevata (Eb)
- Area a pericolosità media o moderata (Em)

Trasporto in massa sui conoidi

- Area di conoide attivo non protetta (Ca)
- Area di conoide attivo parzialmente protetta (Cp)
- Area di conoide attivo non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cn)

Valanghe

- Area a pericolosità molto elevata o elevata (Va)
- Area a pericolosità media o moderata (Vm)



4.5.7 Conclusioni valutative sull' idraulica di piena

In sintesi, la presenza della diga di progetto ha benefici effetti sull'idraulica di piena naturale del torrente Sessera con effetti di controllo e laminazione della piena stessa: l'invaso determina infatti una riduzione del colmo di piena naturale più o meno rilevante a seconda che gli afflussi meteorici che interessano il bacino di monte dell'invaso, giungano allo stesso quando questo è in condizioni di "invaso vuoto" (per il quale si ottengono riduzioni della portata al colmo dell'ordine del 50% nel tratto Piancone – Masserenga e del 27% nel tratto terminale prima della confluenza in Sesia) o di "invaso pieno" (nel qual caso le percentuali sopra indicate si riducono rispettivamente al 35% ed al 20%).

La modifica dell'idrogramma di piena con riduzione del colmo di piena risulta quindi maggiormente sensibile per il tratto fluviale posto immediatamente a valle del serbatoio mentre gli effetti di laminazione della piena, pur presenti, risultano via via decrescenti procedendo lungo l'asta fluviale a causa del contributo crescente dei bacini di valle; tali considerazioni possono estendersi in senso qualitativo all'eventuale transito di una piena millenaria cimentante gli scarichi di superficie della diga.

Il contenimento dei picchi delle piene appare comunque una necessaria opera di mitigazione del rischio stante le condizioni di vulnerabilità della media e bassa valle del Sessera sancite in sede di PAI dalla Autorità di Bacino del Fiume Po (vedi precedente paragrafo 4.5.6).

La presenza dello sbarramento in progetto lungo il torrente Sessera determina inoltre una modifica dell'idrogramma naturale in uscita dal bacino B1 anche a causa dell'apertura degli organi di scarico previsti a presidio del manufatto.

La situazione relativa ad un'onda di piena prodotta dalla manovra artificiale degli scarichi di fondo e di mezzo fondo, con livello nel serbatoio sempre pari a quello di massima regolazione risulta paragonabile e, comunque di poco inferiore, a quella di piena naturale associata ad un tempo di ritorno di 5 anni, non determinando problemi né in termini di deflussi né in termini di modifiche delle dinamiche di erosione e trasporto solido.

Il crollo istantaneo dello sbarramento comporta invece lungo l'alveo del Torrente Sessera la formazione di un'onda di piena di breve durata, ma con portate al colmo molto elevate, soprattutto nel primo tratto d'alveo posto a valle dello sbarramento.

Nel suo passaggio verso valle l'onda di piena, nel primo tratto di una decina di chilometri dallo sbarramento, produce notevoli incrementi del livello idrico, con effetti che restano, tuttavia, confinati entro l'alveo, essendo la valle del Torrente Sessera, in tale tratto, profondamente incisa.

Superato il centro abitato di Coggiola iniziano, invece, ad essere interessate anche aree poste in adiacenza all'alveo vero e proprio, sulle quali sorgono strutture viarie e fabbricati sia a destinazione produttiva che civile.

Di fatto va ritenuto che tutti gli insediamenti realizzati a ridosso dell'alveo siano a rischio, specialmente per la situazione di rottura totale della diga, potendo, oltretutto, la corrente erodere profondamente le rive sulle quali gli stessi sono edificati.

L'onda di piena prodotta produce sforzi tangenziali molto elevati in grado di mobilitare grandi quantità di materiale incoerente e sconvolgere completamente l'alveo del corso d'acqua con conseguenti evidenti variazioni dell'assetto piano – altimetrico dell'alveo stesso e anche della parte più a monte dell'alveo del Fiume Sesia.