

REGIONE PIEMONTE
COMUNE DI MORETTA

PIANO REGOLATORE GENERALE
COMUNALE

VARIANTE GENERALE

(ex secondo comma art. 17 L.R. 56/77 e succ. mod. ed int.)

PROGETTO DEFINITIVO

Adottata con Del. C.C. n. del

ELABORATO E6.1
VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ E DEL
RISCHIO LUNGO IL RETICOLO IDROGRAFICO
(FIUME PO)

L'ASSESSORE ALL'URBANISTICA
Geom. Carlo Cortassa

IL SINDACO
Avv. Sergio Banchio

IL SEGRETARIO COMUNALE
Dott. Nadia Moreal

IL GEOLOGO
Dott. Geol. Marco Novo

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Geom. Roberto Mina

DATA: Settembre 2010

**di Marco Novo Geologo**
Via Carducci 15, 13044 CRESCENTINO (VC)
Tel. 0161-842055/348-2443334
www.studioprogea.com

E6.1

1 PREMESSA

Nel presente allegato viene illustrata la metodologia adottata ed il procedimento seguito per la realizzazione dello studio di dettaglio idrologico e di simulazione delle piene lungo il tratto di fiume interno al territorio comunale di Moretta.

In particolare le analisi per la valutazione della pericolosità e del rischio sono state compiute tramite l'implementazione di un modello idraulico in moto permanente mediante l'uso dello specifico codice di calcolo HEC - RAS (versione 3.1.1); a tal scopo è stato programmato ed effettuato un rilievo topografico di dettaglio che ha permesso la costruzione di n. 7 sezioni trasversali, dislocate lungo il corso d'acqua in oggetto per un segmento della lunghezza complessiva di circa 4000 metri.

Per tale elaborazione sono stati ricostruiti i profili di piena per condizioni di portata relative al tempo di ritorno di 200 e di 500 anni, così come definite dalla Direttiva Piene di Progetto dell'Autorità di Bacino (rispettivamente 1300 mc/s e 1460 mc/s); il modello così costruito è stato sottoposto ad una fase di taratura, utilizzando i profili di piena indicati dalla suddetta direttiva, a seguito della quale è stata verificata la pericolosità all'interno della Fascia C.

2 IMPLEMENTAZIONE DEL MODELLO DI SIMULAZIONE IN MOTO PERMANENTE

2.1 Procedimento di analisi

La determinazione del profilo di moto permanente nel tratto d'alveo in esame è stata condotta mediante l'uso dello specifico codice di calcolo HEC - RAS (U.S. Army Corps of Engineers - Hydrologic Engineering Center; versione 3.1.1).

La procedura utilizzata dal codice citato è basata sulla risoluzione dell'equazione del moto delle correnti a pelo libero nella schematizzazione monodimensionale. Il calcolo delle perdite di carico è effettuato mediante l'equazione di Manning. Nella letteratura anglosassone la procedura in questione è indicata come Standard Step Method.

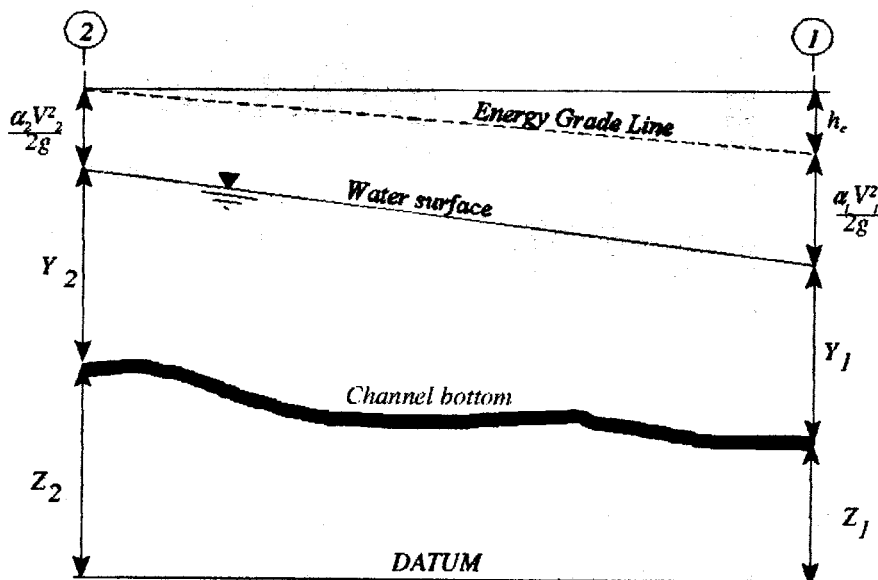


Figura 1: rappresentazione dei termini delle equazioni del codice di calcolo

Le equazioni fondamentali su cui essa si basa sono le seguenti:

$$Y_2 + Z_2 + \alpha_2 V_2^2 / 2g = Y_1 + Z_1 + \alpha_1 V_1^2 / 2g + h_e$$

$$h_e = L S_f + C | \alpha_2 V_2^2 / 2g - \alpha_1 V_1^2 / 2g |$$

dove (con riferimento alla Fig. 1):

Y_1, Y_2 = profondità della corrente nelle sezioni agli estremi del tratto

Z_1, Z_2 = quote del punto più basso del fondo alveo nelle sezioni agli estremi del tratto
 V_1, V_2 = velocità medie (rapporto portata / sezione bagnata)
 α_1, α_2 = coefficienti di ragguglio dell'energia cinetica
 g = accelerazione di gravità
 h_e = perdita di carico
 L = lunghezza del tratto (corretta secondo la distribuzione delle portate)
 S_c = cadente del carico totale
 C = coefficiente di perdita per contrazione - espansione.

Il calcolo è eseguito iterativamente a partire da una condizione al contorno (all'estremo di monte o di valle del tronco fluviale); la soluzione si propaga alla sezione successiva dopo aver bilanciato il carico fra due sezioni contigue con uno scarto assegnato, che nel caso in esame è stato posto inferiore a 5 centimetri.

Per i dettagli computazionali si rimanda alla documentazione del codice di calcolo (U.S. Army Corps of Engineers - Hydrologic Engineering Center: HEC-RAS River Analysis System, HYDRAULIC REFERENCE MANUAL; Version 3.1.1).

L'applicazione della procedura per la determinazione del profilo di moto permanente associato alle portate di progetto richiede di disporre dei seguenti dati fondamentali, necessari per una corretta modellazione del corso d'acqua:

- descrizione geometrica completa del tronco fluviale: deve essere costituita dalla rappresentazione geometrica delle sezioni trasversali e dal loro posizionamento piani - altimetrico;
- definizione del tipo di corrente (lenta o veloce) nel tronco;
- condizioni al contorno di valle o di monte, rispettivamente per correnti lente o veloci;
- caratterizzazione della resistenza dell'alveo mediante la definizione del coefficiente di scabrezza n (secondo Manning) e dei coefficienti di contrazione C_c e di espansione C_e ;
- definizione geometrica ed idraulica di eventuali singolarità presenti in alveo (ponti, confluenze, salti di fondo, etc.).

2.2 Dati di input del modello di simulazione

Il tratto studiato è stato descritto sulla base di un rilievo topografico di dettaglio, effettuato con stazione totale ed integrato con GPS; i dati plano-altimetrici hanno permesso la costruzione di un modello digitale del terreno dal quale sono state ricavate n. 5 sezioni topografiche trasversali all'asse; tali sezioni sono state opportunamente dettagliate tramite rilievi diretti per i particolari di importanza idraulica e tramite interpolazione automatica di n. 2 sezioni alle estremità di monte e di valle.

Per quanto riguarda il tipo di corrente, sulla base delle caratteristiche di pendenza del fondo, è stata attribuita una tipologia di corrente lenta (o subcritica).

Le condizioni al contorno del modello idraulico di moto permanente sono i livelli del pelo libero noti nelle sezioni di partenza, ovvero quelle da cui ha inizio la procedura di

calcolo del profilo: in particolare, per un regime idraulico di *corrente lenta* la condizione al contorno è la quota del pelo libero nella sezione più a valle, mentre per un regime di *corrente veloce* occorre introdurre la quota del pelo libero nella sezione più a monte del tratto di corso d'acqua considerato.

Nel caso in oggetto, al fine di conseguire la miglior rispondenza alle Fasce Fluviali delimitate, essendo la simulazione stata effettuata in corrente lenta, si è scelto di assegnare all'estremo di valle le quote relative alle suddette delimitazioni.

Per la caratterizzazione della scabrezza dell'alveo e delle aree circostanti, da esprimere in termini del coefficiente n di Manning (in $m^{-1/3} \cdot s$), si è fatto ricorso ai valori riportati in varie tabelle disponibili nella documentazione bibliografica, opportunamente tarati per far corrispondere i corrispondenti profili di piena.

Per quanto riguarda invece i coefficienti di espansione e contrazione, il loro valore è stato imposto rispettivamente uguale a 0,1 e 0,3.

3 SINTESI DEI RISULTATI

I risultati della simulazione sono riportati sulla planimetria di figura 1. In generale si osserva che nella porzione di monte i campi di inondazione relativi al TR200 in sponda destra, essendo controllati dalla culminazione dell'assetto morfologico naturale presente sull'allineamento c.na Tetto-c.na Pia, risultano meno ampi del limite della Fascia B; solo in corrispondenza della Sezione 3, nel settore a monte del rilevato di Via Villafranca, tale limite interessa una porzione di area in Fascia C.

I limiti delle aree inondabili per portate con TR500, risultano costantemente ridotti rispetto ai limiti esterni della Fascia C, evidenziando che gli stessi sono ampiamente cautelativi.

I livelli di pericolosità in Fascia C, ad esclusione del settore descritto, si possono pertanto considerare moderati.

Figura 1 scala 1:20.000

Legenda

Aree inondabili

 Per portate relative a TR200

 Per portate relative a TR500

 Sezioni idrauliche


Limiti Fasce Fluviali

 Fascia A

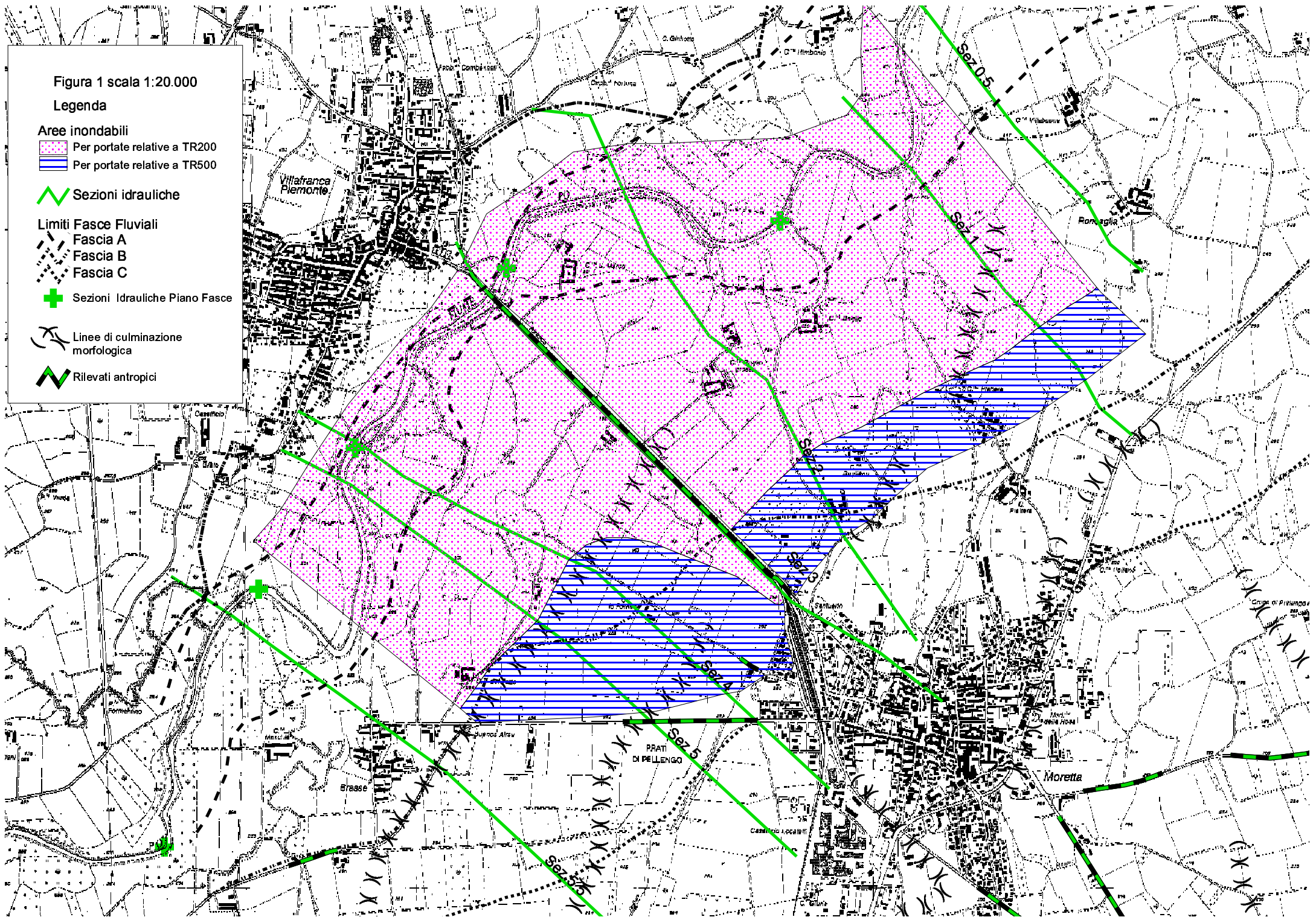
 Fascia B

 Fascia C

 Sezioni Idrauliche Piano Fasce

 Linee di culminazione morfologica

 Rilevati antropici



Appendice



Tabella 2: portate di piena per il Po nel tratto da Martiniana a Isola Sant'Antonio (confluenza Tanaro)

Bacino	Corso d'acqua	Sezione			Superficie km ²	Q20 m ³ /s	Q100 m ³ /s	Q200 m ³ /s	Q500 m ³ /s	Idrometro Denominazione
		Progr.(km)	Cod.	Denomin.						
Alto Po	Po	29.700	325	Gambasca	214	370	540	650	760	
Alto Po	Po	53.787	311	Villafranca Piemonte	670	900	1100	1300	1460	
Alto Po	Po	72.000	300	Lombriasco	3500	1550	2100	2320	2630	
Alto Po	Po	90.100	287	La Loggia	3820	1600	2150	2400	2720	
Alto Po	Po	98.051	281	Moncalieri	4885	1730	2350	2600	2950	Po a Moncalieri
Alto Po	Po	118.464	255	San Mauro	7408	2600	3600	4000	4600	Po a San Mauro
Alto Po	Po	132.692	234	Chivasso	8960	3200	4400	4800	5500	
Alto Po	Po	150.500	208	Palazzolo Vercellese	13640	4200	5600	6100	6900	Po a Palazzolo
Alto Po	Po	181.127	163	Casale Monferrato	13940	4200	5600	6100	6900	Po a Casale Monferrato
Alto Po	Po	198.690	136	Breme	16780	5300	7000	7500	8400	
Alto Po	Po	204.761	125	Valenza	17030	5400	7100	7600	8500	
Alto Po	Po	223.273	97	Isola Sant'Antonio	25320	7000	9500	10300	11600	

Tabella 3: portate di piena per il Po nel tratto da Isola Sant'Antonio (confluenza Tanaro) al Delta (incile Po di Goro)

Bacino	Corso d'acqua	Sezione			Superficie km ²	Q20 m ³ /s	Q100 m ³ /s	Q200 m ³ /s	Q500 m ³ /s	Idrometro Denominazione
		Progr.(km)	Cod.	Denomin.						
Asta Po	Po	264.855	82	Becca	36770	9290	12190	13600	15050	Po a Becca
Asta Po	Po	322.250	67	Piacenza	42030	8970	11550	13000	14100	Po a Piacenza
Asta Po	Po	367.640	57	Cremona	50726	10090	13000	14300	15870	Po a Cremona
Asta Po	Po	428.545	41	Boretto	55183	9380	12060	13700	14720	Po a Boretto
Asta Po	Po	457.560	36	Borgoforte	62450	9600	12260	13100	14890	Po a Borgoforte
Asta Po	Po	548.805	10	Pontelagoscuro	70091	9470	12070	13000	14650	Po a Pontelagoscuro

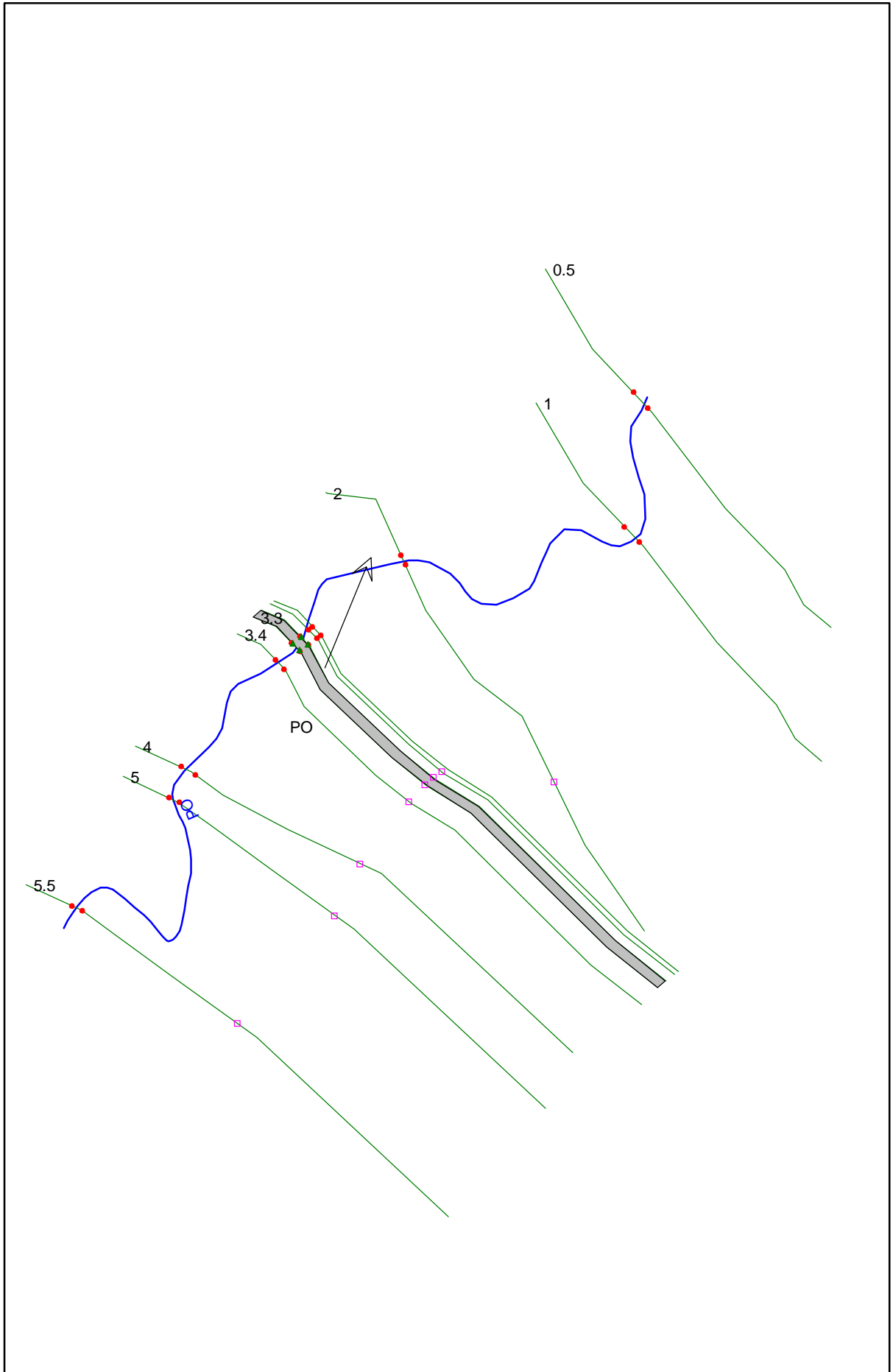
Tabella 4: portate di piena per i corsi d'acqua principali del bacino dell'Oglio (Oglio, Mella e Chiese)

Bacino	Corso d'acqua	Sezione			Superficie km ²	Q20 m ³ /s	Q100 m ³ /s	Q200 m ³ /s	Q500 m ³ /s	Idrometro Denominazione
		Progr.(km)	Cod.	Denomin.						
Oglio	Chiese	82.920	114	Gavardo	934	470	610	670	750	Chiese a Gavardo
Oglio	Chiese	155.720	1	Confluenza in Oglio	1347	550	700	770	860	
Oglio	Mella	32.329	73	Concesio	277	410	580	700	810	
Oglio	Mella	41.629	62	Brescia	311	520	690	820	940	
Oglio	Mella	69.929	29	Manerbio	434	570	760	900	1030	
Oglio	Mella	96.029	1	Confluenza in Oglio	730	570	760	900	1030	
Oglio sopralac.	Oglio	31.538	64	Rino	485	420	660	790	940	
Oglio sopralac.	Oglio	61.433	33	Breno	916	520	820	980	1160	
Oglio sopralac.	Oglio	84.303	1	Confluenza in Iseo	1434	710	1050	1200	1390	
Oglio sottolac.	Oglio	101.702	179	Sarnico	1842	350	460	500	560	
Oglio sottolac.	Oglio	159.050	100	Castelvisconti	2316	440	570	630	700	Oglio a Castelvisconti
Oglio sottolac.	Oglio	194.335	61	Confluenza Mella	3485	-	-	1100	-	

Tabella 32

profilo di piena per il Po nel tratto da Martiniana a Isola Sant'Antonio (confluenza Tanaro)

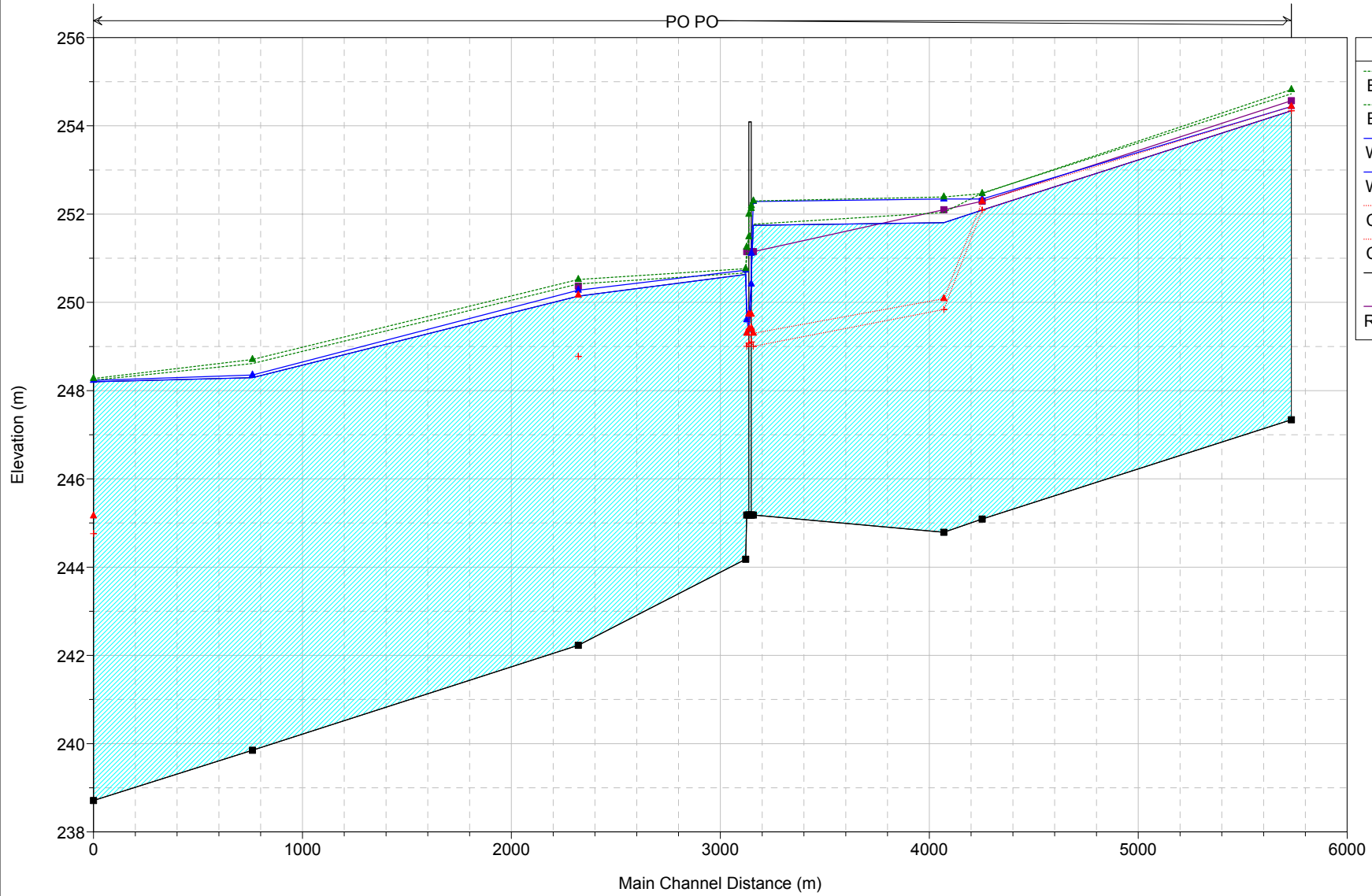
Sez.	Progr. (km)	T = 200 anni		Sez.	Progr. (km)	T = 200 anni		Sez.	Progr. (km)	T = 200 anni	
		Quota idrometrica (m s.m.)	Q (m3/s)			Quota idrometrica (m s.m.)	Q (m3/s)			Quota idrometrica (m s.m.)	Q (m3/s)
325	29.700	383.58	650	248	122.480	191.82		171	176.630	120.84	
324	31.700	347.82		247	123.057	191.15		170	177.166	120.43	
323	33.700	326.01		246	123.633	190.16		169	177.701	120.06	
322	35.600	314.10		245	124.210	189.97		168	178.237	119.62	
321	37.500	299.87		244	124.787	189.56		167	178.773	119.17	
320	39.500	284.26		243	125.363	189.20		166	179.309	118.36	
319	41.500	273.17		242	126.517	188.49		165	179.844	117.74	
318	43.100	270.71		241	127.093	187.90		164	180.580	116.84	
317	44.700	267.37		240	128.786	186.11		163	181.127	115.10	6100
316	46.300	264.26		239	129.344	184.98		162	181.673	114.28	
315	47.900	258.77		238	129.902	183.71		161	182.220	113.56	
314	49.293	257.36		237	130.460	183.05		160	182.767	112.82	
313	51.250	255.21		236	131.576	181.41		159	183.313	112.07	
312	52.630	254.30		235	132.134	180.62		158	183.860	111.45	
311	53.787	253.80	1300	234	132.692	179.83	4800	157	184.250	110.52	
310	55.005	251.45		233	133.250	178.82		156	184.810	110.15	
309	56.320	250.06		232	133.400	178.40		155	185.370	109.64	
308	57.810	249.60		231	133.800	177.82		154	185.930	109.27	
307	59.300	248.81		230	134.386	176.76		153	186.490	108.40	
306	60.700	245.41		229	134.972	175.74		152	187.050	107.65	
305	63.595	244.86		228	135.558	174.67		151	187.610	106.84	
304	65.143	244.67		227	136.144	173.52		150	188.170	106.37	
303	66.692	243.73		226	137.150	171.89		149	189.290	105.66	
302	68.240	243.44		225	138.290	170.39		148	190.410	104.72	
301	70.175	240.33		224	138.860	169.71		147	190.962	104.02	
300	72.000	239.43	2320	223	139.430	169.02		146	192.619	102.09	
299	73.417	237.09		222	139.997	168.05		145	193.171	101.43	
298	74.300	236.67		221	140.564	167.16		144	194.276	100.60	
297	75.350	236.45		220	141.131	166.11		143	194.828	100.16	
296	76.400	235.91		219	141.698	165.23		142	195.380	99.69	
295	78.140	235.69		218	142.832	163.34		141	195.932	99.16	
294	79.682	233.40		217	143.966	161.92		140	196.483	98.73	
293	81.223	232.62		216	144.533	161.12		139	197.035	98.28	
292	82.765	229.99		215	145.100	160.12		138	197.587	97.77	
291	84.010	229.50		214	146.300	158.41		137	198.138	97.29	
290	86.000	229.08		213	146.900	157.58		136	198.690	96.81	7500
289	87.989	227.73		212	147.500	156.76		135	199.242	96.20	
288	88.974	226.94		211	148.100	156.12		134	199.793	96.10	
287	90.100	226.37	2400	210	148.700	155.59		133	200.345	95.56	
286	91.226	225.20		209	149.900	153.93		132	200.897	95.08	
285	92.240	225.00		208	150.500	153.20	6100	131	201.448	94.53	
284	94.057	224.94		207	151.493	151.84		130	202.000	94.16	
283	95.874	224.58		206	152.679	149.81		129	202.552	93.49	
282	97.361	223.03		205	153.272	148.23		128	203.104	92.74	
281	98.051	222.36	2600	204	153.865	147.67		127	203.657	92.70	
280	99.426	221.32		203	154.458	147.33		126	204.209	92.49	
279	100.800	221.03		202	155.051	146.42		125	204.761	92.28	7600
278	101.690	220.75		201	155.644	145.09		124	205.313	92.08	
277	103.267	220.09		200	156.237	143.77		123	205.866	91.86	
276	104.845	219.41		199	157.424	142.18		122	206.418	90.58	
275	105.590	218.90		198	158.612	140.42		121	207.170	89.59	
274	106.290	218.49		197	159.800	139.52		120	207.707	89.09	
273	106.990	217.74		196	160.394	139.03		119	208.244	88.88	
272	107.690	217.07		195	161.582	137.96		118	208.781	88.50	
271	108.390	216.32		194	162.176	137.41		117	209.319	88.14	
270	109.090	215.27		193	162.770	136.20		116	209.856	87.75	
269	109.684	214.00		192	163.312	135.82		115	210.393	87.43	



Po Plan: po 23/02/2009 11.55.38

Geom: PO Flow: po

PO PO



HEC-RAS Plan: po River: PO Reach: PO

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
PO	5.5	TR200	1300.00	247.34	254.34	254.34	254.73	0.001268	3.27	848.48	1099.05	0.48
PO	5.5	TR500	1460.00	247.34	254.44	254.44	254.82	0.001306	3.37	958.48	1135.42	0.49
PO	5	TR200	1300.00	245.09	252.09	252.09	252.48	0.001263	3.27	850.50	1101.24	0.48
PO	5	TR500	1460.00	245.09	252.34	252.29	252.47	0.000561	2.25	1880.28	2513.53	0.32
PO	4	TR200	1300.00	244.79	251.81	249.84	252.04	0.000680	2.40	987.94	1108.88	0.35
PO	4	TR500	1460.00	244.79	252.34	250.08	252.39	0.000189	1.36	2706.24	2556.55	0.19
PO	3.4	TR200	1300.00	245.18	251.75	249.00	251.77	0.000115	1.13	2911.50	2228.75	0.15
PO	3.4	TR500	1460.00	245.18	252.29	249.30	252.30	0.000056	0.84	4225.85	2532.65	0.10
PO	3.3	TR200	1300.00	245.18	250.68	249.10	251.67	0.001810	4.42	294.38	913.46	0.60
PO	3.3	TR500	1460.00	245.18	251.11	249.41	252.19	0.001772	4.60	317.61	1033.61	0.60
PO	3.25	Bridge										
PO	3.2	TR200	1300.00	245.18	249.67	249.08	251.13	0.003502	5.35	243.09	62.73	0.81
PO	3.2	TR500	1460.00	245.18	249.39	249.39	251.48	0.005490	6.41	227.75	62.15	1.00
PO	3.15	TR200	1300.00	245.18	249.84	249.00	251.01	0.003185	4.79	271.51	63.07	0.74
PO	3.15	TR500	1460.00	245.18	249.60	249.30	251.25	0.004781	5.69	256.66	62.59	0.90
PO	3.1	TR200	1300.00	244.18	250.63		250.67	0.000139	1.23	2664.39	2110.81	0.16
PO	3.1	TR500	1460.00	244.18	250.73		250.76	0.000149	1.29	2876.68	2210.94	0.17
PO	2	TR200	1300.00	242.23	250.14	248.77	250.42	0.000946	2.94	1084.61	1440.62	0.41
PO	2	TR500	1460.00	242.23	250.28	250.16	250.52	0.000873	2.88	1285.35	1534.30	0.40
PO	1	TR200	1300.00	239.85	248.29		248.61	0.001431	2.76	769.99	1117.22	0.48
PO	1	TR500	1460.00	239.85	248.35		248.71	0.001586	2.94	838.93	1172.45	0.51
PO	0.5	TR200	1300.00	238.71	248.20	244.76	248.24	0.000181	1.18	2316.22	1890.19	0.18
PO	0.5	TR500	1460.00	238.71	248.23	245.16	248.27	0.000215	1.29	2373.30	1893.22	0.20

