

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 E6.2
VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ E DEL
RISCHIO LUNGO IL RETICOLO IDROGRAFICO
MINORE-BEALERA TAGLIATA

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

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

E6.2

INDICE

1	PREMESSA	3
2	CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE DEL BACINO E DETERMINAZIONE DEI TEMPI DI CONCENTRAZIONE	4
3	DETERMINAZIONE DELLE ALTEZZE DI PRECIPITAZIONE	6
4	METODOLOGIA PER LA DETERMINAZIONE DEI DEFLUSSI DEL BACINO.	8
5	IMPLEMENTAZIONE DEL MODELLO DI SIMULAZIONE IN MOTO PERMANENTE	10
5.1	Procedimento di analisi	10
5.2	Dati di input del modello di simulazione	11
5.3	Sintesi dei risultati	12

Appendice 1: Tabelle di output del modello in moto permanente sviluppato con il codice di calcolo Hec_Ras 3.1.1

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 della Bealera Tagliata compreso tra località Prati di Pellengo, ad ovest del concentrico, e Cascina Bogliano, in posizione nord-occidentale rispetto all'abitato 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 29 sezioni trasversali, dislocate lungo il corso d'acqua in oggetto per un segmento della lunghezza complessiva di circa 1500 metri.

Per tale elaborazione sono stati ricostruiti i profili di piena per condizioni di portata relativa a tempi di ritorno di 50, 200 e 500 anni, tramite i quali sono state definite le fasce inondabili a diversa pericolosità, in conformità a quanto stabilito dall'allegato 3 della D.G.R. 15 luglio 2002, n. 45-6656.

2 CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE DEL BACINO E DETERMINAZIONE DEI TEMPI DI CONCENTRAZIONE

Le caratteristiche morfometriche comprendono i caratteri geometrici, di superficie e di altitudine del bacino in esame. Tali caratteristiche sono state preliminarmente valutate a partire da un modello digitale di elevazione in formato Grid a maglia di 50 metri di lato, costruito sui dati del D.T.M. della Carta Tecnica Regionale. In corrispondenza ai settori nei quali la risoluzione del modello digitale si è rivelata insufficiente ad individuare i limiti di tale bacino, la presenza di spartiacque è stata riscontrata mediante la verifica sul terreno della direzione di deflusso dei canali artificiali.

L'area drenata dalla Bealera Tagliata è stata suddivisa in due sottobacini: uno occidentale, direttamente attraversato dal corso d'acqua principale, ed uno orientale attraversato dal canale artificiale che costeggia il lato occidentale del Caseificio Locatelli e confluisce nella Bealera Tagliata a valle del campo sportivo.

Le caratteristiche morfometriche di tali sottobacini sono state desunte considerando rispettivamente le sezioni di chiusura dell'attraversamento della S.P. Moretta-Villafranca, per quello occidentale, e la confluenza tra i due corsi d'acqua in oggetto, per quello orientale.

Nella seguente Tab. 1 sono sintetizzate le caratteristiche determinate.

		SOTTOBACINO OCCIDENTALE	SOTTOBACINO ORIENTALE
Superficie	Km ²	2,02	1,09
Lunghezza a asta principale	Km	3,15	2,11
Pendenza media asta	‰	2	2
Quota sezione di chiusura	m s.l.m.	248,56	249,23

Tabella 1: *Caratteristiche morfometriche del bacino della Bealera Tagliata*

Sulla base di tali caratteristiche è stato definito il tempo di concentrazione (o tempo di ritardo), per il tratto di bacino corrispondente alla sezione di chiusura, quale parametro indispensabile per le successive valutazioni idrologiche.

Per il calcolo del tempo di concentrazione (t_c) è stato utilizzato il metodo di Pasini, considerato particolarmente rappresentativo in bacini di pianura poco estesi.

La tipica formulazione di Pasini è riportata di seguito:

$$T_c = 0,108 \frac{\sqrt[3]{A * L}}{\sqrt{S}}$$

dove :

t_c = tempo di concentrazione (ore);

A = area del bacino (km²);

L = lunghezza dell'asta principale (km);

S = pendenza media dell'asta principale

Il tempo di concentrazione finale è riportato nella seguente Tab. 2.

	Tempo di concentrazione (ore)
Sottobacino occidentale	4,46
Sottobacino orientale	3,19

Tabella 2: Valori del tempo di concentrazione in ore.

3 DETERMINAZIONE DELLE ALTEZZE DI PRECIPITAZIONE

La determinazione delle portate affluenti ad una determinata sezione di chiusura, in assenza di una serie storica di misure dirette su sezioni strumentate con idrometro, deve necessariamente passare attraverso metodi indiretti, che consentono di ottenere i valori della lama d'acqua defluita in funzione delle precipitazioni affluite al bacino preso in considerazione. Pertanto, prima di determinare i valori di portata è stato necessario determinare i valori di altezza di precipitazione, procedimento effettuato sfruttando le metodologie e i dati contenuti nella "Direttiva Piene di progetto" dell'Autorità di Bacino.

Per la suddetta direttiva la previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato punto è effettuata attraverso la determinazione della curva di probabilità pluviometrica, cioè della relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno.

Si ricorda che con il termine altezza di precipitazione in un punto, comunemente misurata in mm, si intende l'altezza d'acqua che si formerebbe al suolo su una superficie orizzontale e impermeabile, in un certo intervallo di tempo (durata della precipitazione) e in assenza di perdite.

La curva di probabilità pluviometrica è comunemente espressa da una legge di potenza del tipo:

$$h(t) = a t^n$$

in cui i parametri a e n dipendono dallo specifico tempo di ritorno considerato.

Per determinare tali parametri sono state utilizzate le serie storiche delle precipitazioni intense riportate negli Annali Idrologici del Servizio Idrografico e Mareografico Italiano (Parte I, tabella III) relative ai massimi annuali delle precipitazioni della durata di 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive. L'intervallo di durata tra 1 e 24 ore rappresenta il campo entro cui sono da ricercare le durate critiche per la maggior parte dei corsi d'acqua per i quali la stima della portata di piena può essere effettuata tramite l'utilizzo delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica.

La stima delle curve di probabilità pluviometrica nelle stazioni di misura è stata effettuata sfruttando la legge del valore estremo del primo tipo (EV1 o di Gumbel), sulla base delle serie storiche dei massimi annuali delle altezze di precipitazione per le durate considerate, definendo i parametri a ed n per i tempi di ritorno di 20, 50, 100, 200 e 500 anni.

I valori indicati costituiscono riferimento per le esigenze connesse studi e progettazioni che, per dimensioni e importanza, non possano svolgere direttamente valutazioni idrologiche più approfondite a scala locale.

Utilizzando i dati regionalizzati dell'Autorità di Bacino su una griglia di 2 chilometri di lato, sono stati ricavati tramite interpolazione, i parametri a ed n per diversi tempi di ritorno riferiti al bacino della Bealera Tagliata (tabella 3).

	TR = 50 anni		TR = 200 anni		TR = 500 anni	
	a	n	a	n	a	n
Sottobacino occidentale	56.7989	0.29554	69.7401	0.28731	78.5518	0.28226
Sottobacino orientale	57.1969	0.30653	70.1261	0.29903	79.0159	0.29399

Tabella 3: Parametri “a” ed “n” per assegnati tempi di ritorno (fonte: *Direttiva piene di progetto*).

Sulla base del tempo di concentrazione determinato in precedenza, è stata calcolata, per ciascun tempo di ritorno, l'altezza di precipitazione “critica” corrispondente alla pioggia di durata pari al tempo di concentrazione. Tali valori sono stati riportati in Tab. 4.

	Sottobacino occidentale (altezza in mm)	Sottobacino orientale (altezza in mm)
TR = 50 anni	90,42	81,5
TR = 200 anni	109,63	99,05
TR = 500 anni	122,60	110,96

Tabella 4: Altezze di precipitazione critica (in mm).

4 METODOLOGIA PER LA DETERMINAZIONE DEI DEFLUSSI DEL BACINO.

In assenza di stazioni di misura dirette di tale portata, è stato necessario adottare dei procedimenti indiretti che, partendo dalla valutazione degli afflussi, attraverso l'uso di formule empiriche, consentono di determinare i relativi deflussi caratteristici del bacino in esame.

Nel caso in esame, sono stati utilizzati i valori di portata forniti dal metodo cinematico o razionale.

Tale metodo è basato sulle caratteristiche fisiografiche del bacino, sul suo tempo di concentrazione, sulla natura dei terreni e sulle caratteristiche pluviometriche.

I tempi di concentrazione sono stati calcolati in precedenza.

Per quanto riguarda la determinazione del coefficiente di deflusso, che risulta essere l'elemento con maggiore "sensibilità", le caratteristiche di permeabilità e di uso del suolo del bacino inducono ad attribuire un valore pari a 0,50.

Tale valore risulta peraltro coerente con il contesto territoriale locale, in cui sono presenti litologie piuttosto permeabili, pendenze medie modeste ed un uso del suolo con presenza di colture su ampie superfici.

Formula del metodo razionale

$$Q = \frac{\gamma \cdot h \cdot S}{3,6 \cdot T_c}$$

in cui:

γ = coefficiente di deflusso (assunto pari a 0,6)

h = altezza ragguagliata (pari all'altezza di precipitazione relativa al tempo di concentrazione, per assegnato tempo di ritorno)

S = superficie del bacino

T_c = tempo di concentrazione

Pertanto, le portate ottenute con i due metodi sopracitati ed utilizzando le piogge calcolate, sono risultate le seguenti (per i vari tempi di ritorno):

Sezione di chiusura		TR=50	TR=200	TR= 500
29	Sottobacino occidentale	7,40	8,61	9,43
18.4	Sottobacino occidentale +	7,40	8,61	9,43
	Sottobacino orientale	3,20	3,20	3,20
	TOTALE	10,4	11,8	12,6

Tabella 6: Portate (in m³/s) della Bealera Tagliata alle sezioni considerate

5 IMPLEMENTAZIONE DEL MODELLO DI SIMULAZIONE IN MOTO PERMANENTE

5.1 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.

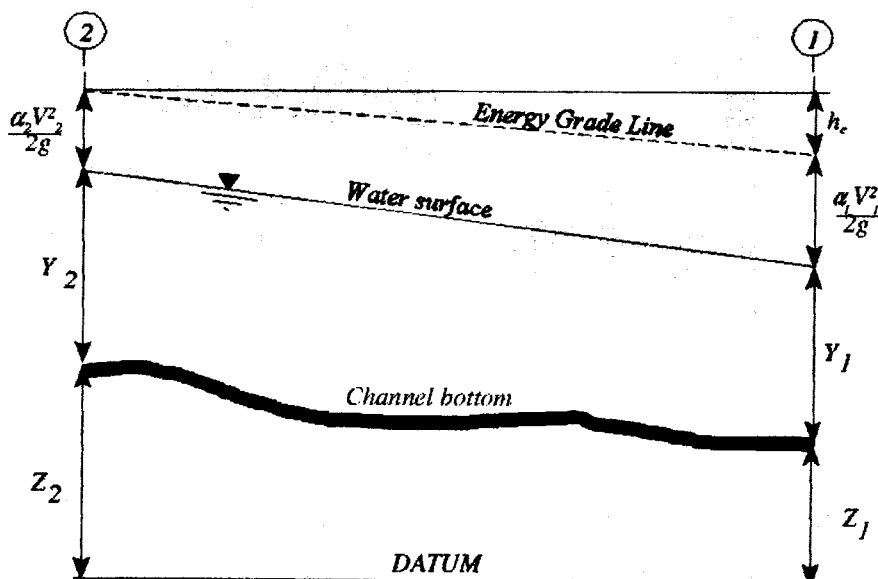


Figura 1: rappresentazione dei termini delle equazioni del codice di calcolo

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 ragguaglio 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.).

5.2 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 interpolate 29 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 sezioni intermedie di supporto.

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, essendo la simulazione stata effettuata in corrente lenta, si è assegnata all'estremo di valle la transizione attraverso la profondità critica.

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 sia nel manuale di riferimento prima citato, sia in altra documentazione bibliografica.

Per le sezioni d'alveo i valori di tale parametro sono stati imposti uguali 0.030 (valore valido per corsi d'acqua naturali piuttosto regolari, con pochi ciottoli, ghiaia e vegetazione variabile, con talora zone di ristagno); per le aree esterne all'alveo, interessabili dal flusso idrico, sono stati posti valori di 0.035, che caratterizzano aree verdi, con coltivazioni cerealicole o pascoli, sparsi cespugli e tratti di vegetazione rada ad alto fusto.

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

5.3 Sintesi dei risultati

Applicando la metodologia illustrata nel paragrafo precedente è stata effettuata la simulazione, in moto permanente, del deflusso nel tratto esaminato.

I risultati dei calcoli sono riportati in Appendice 1 (tabella riassuntiva dei profili longitudinali per la portata di progetto e relazione di calcolo dettagliata), dove sono riportati gli elaborati grafici di output del modello che consentono di descrivere il comportamento della Bealera Tagliata nelle condizioni ipotizzate.

L'implementazione del modello idraulico ha messo in evidenza la presenza di alcune criticità lungo il tratto di corso d'acqua analizzato.

Nel tratto più a monte, fino in corrispondenza all'attraversamento della S.P. Moretta-Cardè, la sezione d'alveo si presenta insufficiente già per la portata relativa al TR 50; in tale segmento le aree inondabili si limitano peraltro ad un intorno di poche decine di metri rispetto all'asse del canale, solo in corrispondenza alle sezioni 29 e 27 tali settori si estendono a oltre 50 metri in sponda destra. Immediatamente a monte del suddetto attraversamento, la presenza di un muro in calcestruzzo in fregio alla sponda sinistra limita la possibilità di inondazione alla sola sponda destra. Per ciò che concerne l'attraversamento stesso, la simulazione non ha evidenziato l'instaurarsi di fenomeni di rigurgito immediatamente a monte dell'opera idraulica, a tal proposito, infatti, la luce risulta solo parzialmente occupata e le fasce inondabili mantengono un andamento confrontabile con quello del tratto di monte.

In riferimento al segmento compreso tra la S.P. Moretta-Cardè e l'attraversamento ubicato immediatamente a nord del campo sportivo, permane l'insufficienza della sezione d'alveo al contenimento della portata relativa al TR 50; come nel tratto descritto in precedenza, in corrispondenza alle sezioni idrauliche 22 e 23 le fasce interessate da fenomeni di inondazione si estendono su entrambe le sponde a poco più di 10 metri dall'asse del corso d'acqua; immediatamente a valle di

tale segmento, in relazione alla presenza di una morfologia meno incisa della “vallecola” solcata dalla Bealera Tagliata, le aree inondabili occupano, soprattutto in sponda sinistra e seppure con tiranti ridotti, settori piuttosto estesi (oltre 100 metri dal corso d’acqua). In riferimento all’attraversamento posto in prossimità al campo sportivo, il modello idraulico evidenzia che tale opera risulta inadeguata allo smaltimento della portata relativa al TR 50; vista l’assenza di un rilevato in grado di costringere il deflusso esclusivamente alla sezione d’alveo, non è ipotizzabile l’instaurarsi di fenomeni di rigurgito a monte dell’attraversamento stesso.

Per quanto riguarda il successivo tratto della Bealera Tagliata, esteso fino all’attraversamento della strada che unisce Moretta a Villafranca Piemonte, la simulazione evidenzia come ampi settori posti sulla sponda sinistra siano interessati da fenomeni di inondazione; sulla sponda opposta, invece, la presenza in fregio all’alveo di un continuo muro in calcestruzzo a monte e del rilevato della ex-ferrovia Saluzzo Airasca a valle impedisce lo sviluppo di tiranti idrici esterni all’alveo.

Per ciò che concerne l’attraversamento di sezione 10.25, la luce di tale opera idraulica risulta solo parzialmente occupata anche per portate relative al TR 500.

In corrispondenza all’ultimo tratto di corso d’acqua analizzato, la sezione d’alveo risulta inadeguata al deflusso della portata relativa al TR50; le aree inondabili con tempi di ritorno di 200 e 500 anni interessano, in sponda sinistra, una fascia che si estende fino a 50 metri dall’asse del corso d’acqua. La simulazione effettuata non mette in evidenza particolari situazioni di criticità in corrispondenza all’attraversamento di sezione 2.25.

Appendice

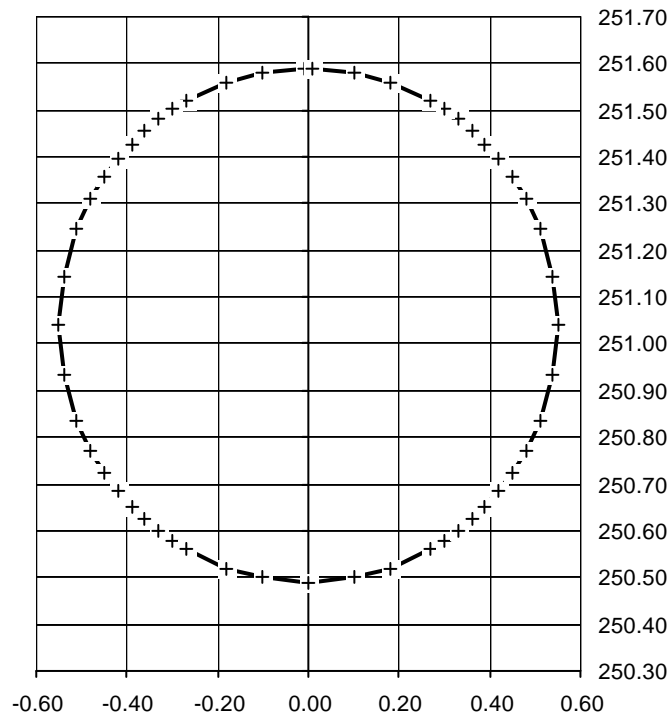
"INTUBAMENTO CAMPO SPORTIVO" - VALUTAZIONE DELLA POSSIBILITA' DI SMALTIMENTO DELLA SEZIONE IDRAULICA (INTUBAMENTO CA01)
(MOTO UNIFORME)

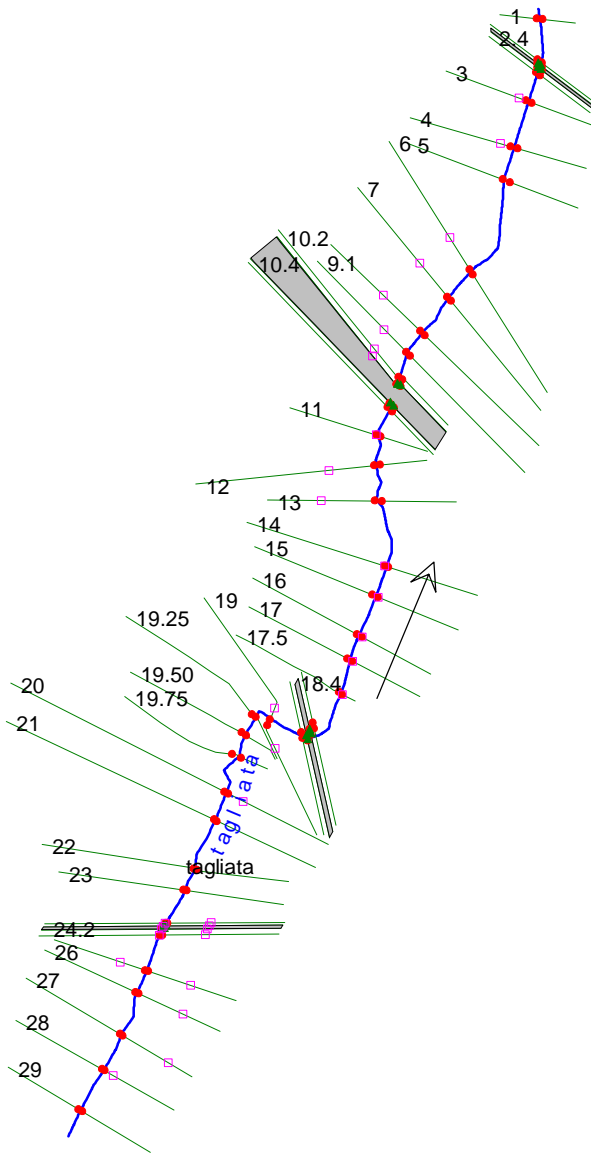
Sezione	N		p	x	y	n	Liv	H	A	B	h	a	P	S1	S2	S	R	P(n^3/2)
Area	0.73	mq	1	-0.01	251.59	0.010	251.55	0.01	-0.09	0.09	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.00000
P bagnato	3.04	m	2	-0.1	251.58	0.010	251.55	0.02	-0.08	0.08	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.00000
R idraulico	0.24	m	3	-0.18	251.56	0.010	251.55	0.04	-0.09	0.10	0.031	-0.0684	0.075	-0.001	0.000	-0.001	-0.01406	0.00008
inclinazione	0.01250	m/m	4	-0.27	251.52	0.010	251.55	0.02	-0.03	0.04	0.049	-0.0300	0.035	0.000	-0.001	-0.001	-0.03414	0.00004
Liv	251.55	m	5	-0.3	251.50	0.010	251.55	0.02	-0.03	0.04	0.989	-0.0300	0.037	0.000	-0.029	-0.029	-0.80205	0.00004
Qmax	3.19	mc/sec	6	-0.33	251.48	0.010	251.55	0.02	-0.03	0.04	1.030	-0.0300	0.039	0.000	-0.030	-0.031	-0.79220	0.00004
Vel	4.34	m/sec	7	-0.36	251.46	0.010	251.55	0.03	-0.03	0.04	1.051	-0.0300	0.041	0.000	-0.031	-0.031	-0.75801	0.00004
			8	-0.39	251.43	0.010	251.55	0.03	-0.03	0.04	1.060	-0.0300	0.044	0.000	-0.031	-0.031	-0.70543	0.00004
			9	-0.42	251.40	0.010	251.55	0.04	-0.03	0.05	1.051	-0.0300	0.049	-0.001	-0.030	-0.031	-0.63009	0.00005
			10	-0.45	251.36	0.010	251.55	0.05	-0.03	0.06	1.030	-0.0300	0.056	-0.001	-0.029	-0.030	-0.53540	0.00006
			11	-0.48	251.31	0.010	251.55	0.06	-0.03	0.07	0.989	-0.0300	0.069	-0.001	-0.028	-0.029	-0.41395	0.00007
			12	-0.51	251.25	0.010	251.55	0.10	-0.03	0.11	0.971	-0.0300	0.106	-0.002	-0.026	-0.028	-0.26081	0.00011
			13	-0.54	251.14	0.010	251.55	0.10	-0.01	0.10	0.950	-0.0100	0.105	-0.001	-0.008	-0.009	-0.08560	0.00010
			14	-0.55	251.04	0.010	251.55	0.10	0.01	0.10	0.926	0.0100	0.105	0.001	0.008	0.009	0.08330	0.00010
			15	-0.54	250.94	0.010	251.55	0.10	0.03	0.11	0.898	0.0300	0.106	0.002	0.024	0.025	0.24007	0.00011
			16	-0.51	250.83	0.010	251.55	0.06	0.03	0.07	0.865	0.0300	0.069	0.001	0.024	0.025	0.36034	0.00007
			17	-0.48	250.77	0.010	251.55	0.05	0.03	0.06	0.826	0.0300	0.056	0.001	0.023	0.024	0.42709	0.00006
			18	-0.45	250.72	0.010	251.55	0.04	0.03	0.05	0.826	0.0300	0.049	0.001	0.024	0.024	0.49288	0.00005
			19	-0.42	250.68	0.010	251.55	0.03	0.03	0.04	0.865	0.0300	0.044	0.000	0.025	0.025	0.57370	0.00004
			20	-0.39	250.65	0.010	251.55	0.03	0.03	0.04	0.898	0.0300	0.041	0.000	0.026	0.027	0.64614	0.00004
			21	-0.36	250.62	0.010	251.55	0.02	0.03	0.04	0.926	0.0300	0.039	0.000	0.027	0.027	0.71132	0.00004
			22	-0.33	250.60	0.010	251.55	0.02	0.03	0.04	0.950	0.0300	0.037	0.000	0.028	0.028	0.76995	0.00004
			23	-0.3	250.58	0.010	251.55	0.02	0.03	0.04	0.971	0.0300	0.035	0.000	0.029	0.029	0.82252	0.00004
			24	-0.27	250.56	0.010	251.55	0.04	0.09	0.10	0.989	0.0900	0.099	0.002	0.085	0.087	0.88339	0.00010
			25	-0.18	250.52	0.010	251.55	0.02	0.08	0.08	1.030	0.0800	0.083	0.001	0.081	0.082	0.98539	0.00008
			26	-0.1	250.50	0.010	251.55	0.01	0.10	0.10	1.051	0.1000	0.100	0.000	0.104	0.105	1.04188	0.00010
			27	0.00	250.49	0.010	251.55	0.01	0.10	0.10	1.060	0.1000	0.100	0.000	0.105	0.106	1.05101	0.00010
			28	0.10	250.50	0.010	251.55	0.02	0.08	0.08	1.051	0.0800	0.083	0.001	0.082	0.083	1.00581	0.00008
			29	0.18	250.52	0.010	251.55	0.04	0.09	0.10	1.030	0.0900	0.099	0.002	0.089	0.091	0.92035	0.00010
			30	0.27	250.56	0.010	251.55	0.02	0.03	0.04	0.989	0.0300	0.035	0.000	0.029	0.029	0.83807	0.00004
			31	0.30	250.58	0.010	251.55	0.02	0.03	0.04	0.971	0.0300	0.037	0.000	0.029	0.029	0.78714	0.00004
			32	0.33	250.60	0.010	251.55	0.02	0.03	0.04	0.950	0.0300	0.039	0.000	0.028	0.028	0.73015	0.00004
			33	0.36	250.62	0.010	251.55	0.03	0.03	0.04	0.926	0.0300	0.041	0.000	0.027	0.027	0.66661	0.00004
			34	0.39	250.65	0.010	251.55	0.03	0.03	0.04	0.898	0.0300	0.044	0.000	0.026	0.026	0.59581	0.00004
			35	0.42	250.68	0.010	251.55	0.04	0.03	0.05	0.865	0.0300	0.049	0.001	0.025	0.025	0.51663	0.00005
			36	0.45	250.72	0.010	251.55	0.05	0.03	0.06	0.826	0.0300	0.056	0.001	0.023	0.024	0.42709	0.00006

Equazione di Manning
 $V_i = (1/n_e)R^{2/3} \text{incl.}^{1/2}$

37	0.48	250.77	0.010	251.55	0.06	0.03	0.07	0.779	0.0300	0.069	0.001	0.021	0.022	0.32291	0.00007
38	0.51	250.83	0.010	251.55	0.10	0.03	0.11	0.716	0.0300	0.106	0.002	0.018	0.020	0.18852	0.00011
39	0.54	250.94	0.010	251.55	0.10	0.01	0.10	0.614	0.0100	0.105	0.001	0.005	0.006	0.05360	0.00010
40	0.55	251.04	0.010	251.55	0.10	-0.01	0.10	0.510	-0.0100	0.105	-0.001	-0.004	-0.005	-0.04365	0.00010
41	0.54	251.14	0.010	251.55	0.10	-0.03	0.11	0.406	-0.0300	0.106	-0.002	-0.009	-0.011	-0.10057	0.00011
42	0.51	251.25	0.010	251.55	0.06	-0.03	0.07	0.304	-0.0300	0.069	-0.001	-0.007	-0.008	-0.11789	0.00007
43	0.48	251.31	0.010	251.55	0.05	-0.03	0.06	0.241	-0.0300	0.056	-0.001	-0.006	-0.007	-0.11584	0.00006
44	0.45	251.36	0.010	251.55	0.04	-0.03	0.05	0.194	-0.0300	0.049	-0.001	-0.005	-0.005	-0.10650	0.00005
45	0.42	251.40	0.010	251.55	0.03	-0.03	0.04	0.155	-0.0300	0.044	0.000	-0.004	-0.004	-0.09364	0.00004
46	0.39	251.43	0.010	251.55	0.03	-0.03	0.04	0.122	-0.0300	0.041	0.000	-0.003	-0.003	-0.07909	0.00004
47	0.36	251.46	0.010	251.55	0.02	-0.03	0.04	0.094	-0.0300	0.039	0.000	-0.002	-0.002	-0.06391	0.00004
48	0.33	251.48	0.010	251.55	0.02	-0.03	0.04	0.070	-0.0300	0.037	0.000	-0.001	-0.002	-0.04877	0.00004
49	0.30	251.50	0.010	251.55	0.02	-0.03	0.04	0.049	-0.0300	0.035	0.000	-0.001	-0.001	-0.03414	0.00004
50	0.27	251.52	0.010	251.55	0.04	-0.09	0.10	0.031	-0.0684	0.075	-0.001	0.000	-0.001	-0.01406	0.00008
51	0.18	251.56	0.010	251.55	0.02	-0.08	0.08	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.00000
52	0.10	251.58	0.010	251.55	0.01	-0.09	0.09	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.00000
53	0.01	251.59	0.010	251.55	251.59	-0.01	251.59	251.550	0.0000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.00000

"INTUBAMENTO CAMPO SPORTIVO" - CA01

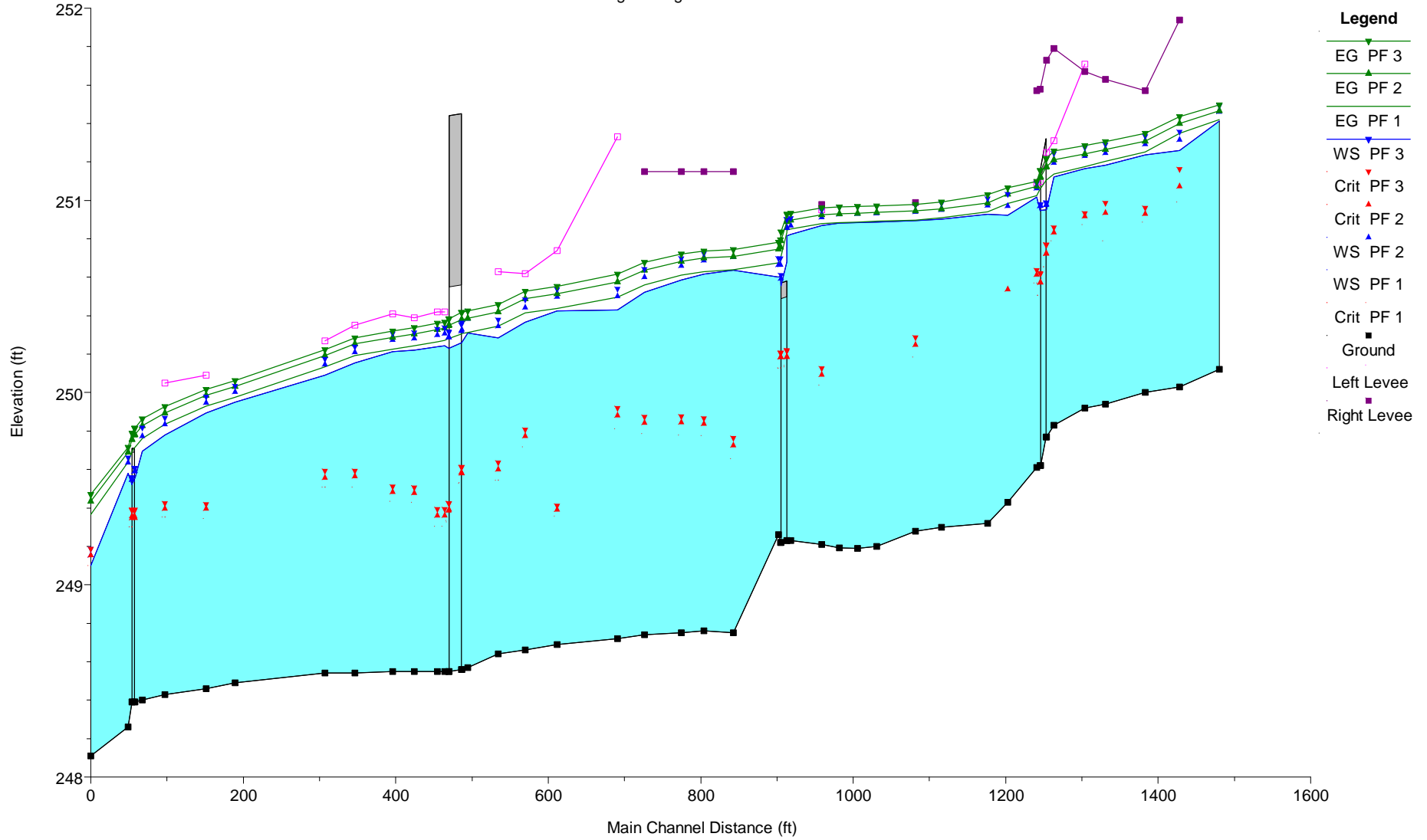




tagliata aggiornamento marzo 2008 Plan: Plan 01 21/03/2008 15.25.43

Geom: tagliata Flow: tagliata

tagliata tagliata



HEC-RAS Plan: Plan 01 River: tagliata Reach: tagliata

Reach	River Sta	Profile	Q Total (cfs)	Min Ch El (ft)	W.S. Elev (ft)	Crit W.S. (ft)	E.G. Elev (ft)	E.G. Slope (ft/ft)	Vel Chnl (ft/s)	Flow Area (sq ft)	Top Width (ft)	Froude # Chl
tagliata	29	PF 1	7.40	250.12	251.41		251.42	0.000525	0.92	15.47	61.16	0.18
tagliata	29	PF 2	8.60	250.12	251.46		251.47	0.000481	0.92	18.78	76.03	0.17
tagliata	29	PF 3	9.40	250.12	251.49		251.50	0.000450	0.91	21.22	85.80	0.17
tagliata	28	PF 1	7.40	250.03	251.26	250.99	251.35	0.004505	2.50	3.82	15.01	0.50
tagliata	28	PF 2	8.60	250.03	251.31	251.07	251.40	0.004266	2.55	4.74	18.45	0.49
tagliata	28	PF 3	9.40	250.03	251.36	251.16	251.44	0.003883	2.51	5.55	21.03	0.47
tagliata	27	PF 1	7.40	250.00	251.24	250.89	251.25	0.000844	1.26	10.05	31.38	0.23
tagliata	27	PF 2	8.60	250.00	251.29	250.93	251.31	0.000807	1.28	11.99	39.05	0.23
tagliata	27	PF 3	9.40	250.00	251.33	250.96	251.35	0.000789	1.30	13.81	58.17	0.23
tagliata	26	PF 1	7.40	249.94	251.18	250.79	251.20	0.001076	1.37	9.20	34.26	0.26
tagliata	26	PF 2	8.60	249.94	251.25	250.93	251.26	0.000898	1.32	11.60	39.31	0.24
tagliata	26	PF 3	9.40	249.94	251.29	250.99	251.31	0.000865	1.33	13.53	52.06	0.24
tagliata	25	PF 1	7.40	249.92	251.16	250.87	251.18	0.000759	1.14	11.61	38.63	0.22
tagliata	25	PF 2	8.60	249.92	251.23	250.92	251.24	0.000618	1.08	14.41	43.03	0.20
tagliata	25	PF 3	9.40	249.92	251.28	250.93	251.28	0.000546	1.05	16.33	45.74	0.19
tagliata	24.4	PF 1	7.40	249.83	251.12	250.79	251.14	0.000920	1.32	9.56	26.69	0.23
tagliata	24.4	PF 2	8.60	249.83	251.20	250.83	251.21	0.000789	1.29	11.66	30.05	0.22
tagliata	24.4	PF 3	9.40	249.83	251.24	250.86	251.26	0.000721	1.26	13.13	32.42	0.21
tagliata	24.3	PF 1	7.40	249.77	250.95	250.66	251.11	0.005178	3.14	2.36	21.62	0.57
tagliata	24.3	PF 2	8.60	249.77	250.98	250.72	251.18	0.006365	3.55	2.42	22.69	0.64
tagliata	24.3	PF 3	9.40	249.77	250.99	250.77	251.22	0.007373	3.84	2.45	23.05	0.68
tagliata	24.25		Bridge									
tagliata	24.2	PF 1	7.40	249.62	250.95	250.51	251.06	0.003225	2.72	2.72	28.02	0.46
tagliata	24.2	PF 2	8.60	249.62	250.97	250.57	251.12	0.004034	3.09	2.78	29.21	0.52
tagliata	24.2	PF 3	9.40	249.62	250.98	250.62	251.15	0.004715	3.36	2.80	29.63	0.56
tagliata	24.1	PF 1	7.40	249.61	251.02	250.57	251.02	0.000466	1.01	12.91	32.18	0.17
tagliata	24.1	PF 2	8.60	249.61	251.06	250.61	251.07	0.000473	1.05	14.49	33.82	0.17
tagliata	24.1	PF 3	9.40	249.61	251.09	250.64	251.10	0.000489	1.08	15.35	34.67	0.17
tagliata	23	PF 1	7.40	249.43	250.92		250.99	0.003030	2.09	4.85	23.52	0.39
tagliata	23	PF 2	8.60	249.43	250.97	250.54	251.03	0.003052	2.18	6.12	34.41	0.40
tagliata	23	PF 3	9.40	249.43	251.03		251.07	0.001878	1.78	12.55	116.16	0.32
tagliata	22	PF 1	7.40	249.32	250.93		250.94	0.000610	1.13	10.94	38.69	0.20
tagliata	22	PF 2	8.60	249.32	250.97		250.99	0.000613	1.17	12.82	42.95	0.20
tagliata	22	PF 3	9.40	249.32	251.01		251.03	0.000766	1.34	15.14	112.78	0.22
tagliata	21	PF 1	7.40	249.30	250.90		250.91	0.000383	0.87	16.54	65.30	0.15
tagliata	21	PF 2	8.60	249.30	250.95		250.96	0.000360	0.87	19.84	74.31	0.15
tagliata	21	PF 3	9.40	249.30	250.98		250.99	0.000424	0.97	23.12	130.58	0.16
tagliata	20	PF 1	7.40	249.28	250.89	250.18	250.90	0.000257	0.74	18.55	63.32	0.13
tagliata	20	PF 2	8.60	249.28	250.94	250.25	250.95	0.000292	0.82	22.05	89.22	0.14
tagliata	20	PF 3	9.40	249.28	250.97	250.29	250.98	0.000285	0.82	25.48	108.80	0.14
tagliata	19.75	PF 1	7.40	249.20	250.89		250.89	0.000093	0.47	22.41	61.40	0.08
tagliata	19.75	PF 2	8.60	249.20	250.93		250.94	0.000098	0.50	25.31	65.85	0.09
tagliata	19.75	PF 3	9.40	249.20	250.97		250.97	0.000098	0.51	27.74	74.94	0.09
tagliata	19.50	PF 1	7.40	249.19	250.88		250.89	0.000120	0.58	22.03	59.25	0.09
tagliata	19.50	PF 2	8.60	249.19	250.93		250.93	0.000128	0.61	24.86	64.79	0.10
tagliata	19.50	PF 3	9.40	249.19	250.97		250.97	0.000126	0.62	28.37	130.44	0.10
tagliata	19.25	PF 1	7.40	249.19	250.88		250.88	0.000105	0.56	25.69	79.43	0.09
tagliata	19.25	PF 2	8.60	249.19	250.93		250.93	0.000107	0.58	29.51	87.90	0.09
tagliata	19.25	PF 3	9.40	249.19	250.96		250.97	0.000104	0.58	32.68	94.35	0.09
tagliata	19	PF 1	7.40	249.21	250.87	250.04	250.88	0.000374	0.91	11.92	41.44	0.16
tagliata	19	PF 2	8.60	249.21	250.91	250.09	250.93	0.000391	0.96	13.90	46.23	0.16
tagliata	19	PF 3	9.40	249.21	250.95	250.13	250.96	0.000381	0.97	15.58	49.43	0.16
tagliata	18.4	PF 1	10.40	249.23	250.82		250.85	0.001037	1.45	9.91	35.92	0.26
tagliata	18.4	PF 2	11.80	249.23	250.87		250.90	0.001028	1.48	11.64	40.66	0.26
tagliata	18.4	PF 3	12.60	249.23	250.91		250.93	0.000938	1.45	13.44	67.53	0.25
tagliata	18.3	PF 1	10.40	249.23	250.82	250.13	250.85	0.001078	1.47	9.66	35.20	0.26
tagliata	18.3	PF 2	11.80	249.23	250.86	250.19	250.89	0.001072	1.51	11.35	39.91	0.27
tagliata	18.3	PF 3	12.60	249.23	250.90	250.22	250.93	0.000975	1.48	13.06	56.98	0.26
tagliata	18.25		Bridge									
tagliata	18.2	PF 1	10.40	249.22	250.61	250.13	250.69	0.002305	2.26	4.60	9.99	0.39
tagliata	18.2	PF 2	11.80	249.22	250.67	250.18	250.76	0.002452	2.42	4.87	16.55	0.41
tagliata	18.2	PF 3	12.60	249.22	250.70	250.21	250.80	0.002535	2.51	5.02	22.95	0.42
tagliata	18.1	PF 1	10.40	249.26	250.60		250.68	0.003191	2.20	4.72	6.08	0.44
tagliata	18.1	PF 2	11.80	249.26	250.66		250.75	0.003301	2.30	5.26	11.97	0.45
tagliata	18.1	PF 3	12.60	249.26	250.70		250.78	0.003305	2.34	5.75	15.81	0.45

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: tagliata Reach: tagliata (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (cfs)	Min Ch El (ft)	W.S. Elev (ft)	Crit W.S. (ft)	E.G. Elev (ft)	E.G. Slope (ft/ft)	Vel Chnl (ft/s)	Flow Area (sq ft)	Top Width (ft)	Froude # Chl
tagliata	17.5	PF 1	10.40	248.75	250.64	249.66	250.64	0.000113	0.54	35.80	81.17	0.08
tagliata	17.5	PF 2	11.80	248.75	250.71	249.73	250.71	0.000101	0.52	41.67	88.32	0.08
tagliata	17.5	PF 3	12.60	248.75	250.74	249.76	250.74	0.000102	0.53	45.02	97.94	0.08
tagliata	17	PF 1	10.40	248.76	250.62	249.78	250.63	0.000461	1.07	13.72	33.54	0.18
tagliata	17	PF 2	11.80	248.76	250.69	249.84	250.70	0.000427	1.06	16.28	38.89	0.17
tagliata	17	PF 3	12.60	248.76	250.72	249.87	250.74	0.000407	1.05	17.78	41.80	0.17
tagliata	16	PF 1	10.40	248.75	250.59	249.78	250.61	0.000832	1.35	10.35	28.26	0.23
tagliata	16	PF 2	11.80	248.75	250.66	249.84	250.68	0.000750	1.34	12.58	33.70	0.22
tagliata	16	PF 3	12.60	248.75	250.70	249.88	250.72	0.000719	1.34	13.99	40.38	0.22
tagliata	15	PF 1	10.40	248.74	250.52	249.79	250.56	0.001332	1.60	7.52	22.50	0.29
tagliata	15	PF 2	11.80	248.74	250.60	249.84	250.64	0.001204	1.58	9.51	27.44	0.28
tagliata	15	PF 3	12.60	248.74	250.64	249.87	250.68	0.001119	1.57	10.71	29.90	0.27
tagliata	14	PF 1	10.40	248.72	250.43	249.81	250.50	0.002240	2.12	5.27	7.07	0.36
tagliata	14	PF 2	11.80	248.72	250.50	249.88	250.58	0.002305	2.22	5.80	7.62	0.36
tagliata	14	PF 3	12.60	248.72	250.54	249.92	250.62	0.002341	2.28	6.10	7.91	0.37
tagliata	13	PF 1	10.40	248.69	250.43	249.36	250.44	0.000235	0.90	12.82	16.39	0.13
tagliata	13	PF 2	11.80	248.69	250.50	249.39	250.51	0.000247	0.96	14.14	19.31	0.14
tagliata	13	PF 3	12.60	248.69	250.54	249.41	250.55	0.000257	0.99	14.98	29.02	0.14
tagliata	12	PF 1	10.40	248.66	250.37	249.72	250.41	0.001655	1.76	6.45	17.97	0.32
tagliata	12	PF 2	11.80	248.66	250.44	249.78	250.49	0.001568	1.78	8.18	29.68	0.32
tagliata	12	PF 3	12.60	248.66	250.48	249.81	250.53	0.001467	1.75	9.58	36.25	0.31
tagliata	11	PF 1	10.40	248.64	250.28	249.54	250.35	0.002081	2.02	5.14	4.42	0.33
tagliata	11	PF 2	11.80	248.64	250.35	249.60	250.42	0.002327	2.18	5.42	4.51	0.35
tagliata	11	PF 3	12.60	248.64	250.38	249.64	250.46	0.002463	2.26	5.57	4.55	0.36
tagliata	10.4	PF 1	10.40	248.57	250.31		250.31	0.000147	0.58	42.21	178.00	0.10
tagliata	10.4	PF 2	11.80	248.57	250.39		250.39	0.000095	0.48	55.91	191.89	0.08
tagliata	10.4	PF 3	12.60	248.57	250.42		250.43	0.000077	0.44	63.60	199.28	0.07
tagliata	10.3	PF 1	10.40	248.56	250.26	249.53	250.31	0.001000	1.69	6.15	170.74	0.27
tagliata	10.3	PF 2	11.80	248.56	250.33	249.58	250.38	0.001082	1.82	6.48	183.10	0.28
tagliata	10.3	PF 3	12.60	248.56	250.36	249.61	250.42	0.001129	1.89	6.65	189.61	0.29
tagliata	10.25		Bridge									
tagliata	10.2	PF 1	10.40	248.55	250.23	249.33	250.28	0.000937	1.80	5.77	16.72	0.26
tagliata	10.2	PF 2	11.80	248.55	250.29	249.39	250.35	0.001061	1.97	6.00	18.43	0.28
tagliata	10.2	PF 3	12.60	248.55	250.32	249.42	250.38	0.001135	2.06	6.11	20.56	0.29
tagliata	9.7	PF 1	10.40	248.55	250.25	249.31	250.27	0.000678	1.35	9.45	17.10	0.21
tagliata	9.7	PF 2	11.80	248.55	250.31	249.36	250.33	0.000703	1.42	10.56	18.83	0.21
tagliata	9.7	PF 3	12.60	248.55	250.34	249.39	250.37	0.000715	1.45	11.25	25.19	0.22
tagliata	9.5	PF 1	10.40	248.55	250.24	249.31	250.26	0.000696	1.36	9.32	16.88	0.21
tagliata	9.5	PF 2	11.80	248.55	250.30	249.36	250.33	0.000723	1.43	10.41	18.66	0.22
tagliata	9.5	PF 3	12.60	248.55	250.33	249.39	250.36	0.000736	1.47	11.06	23.43	0.22
tagliata	9.1	PF 1	10.40	248.55	250.22	249.43	250.24	0.000634	1.24	10.40	21.89	0.21
tagliata	9.1	PF 2	11.80	248.55	250.28	249.48	250.31	0.000662	1.31	12.03	32.15	0.21
tagliata	9.1	PF 3	12.60	248.55	250.31	249.51	250.34	0.000667	1.34	13.23	42.37	0.22
tagliata	8	PF 1	10.40	248.55	250.21	249.43	250.23	0.000396	1.04	14.27	30.33	0.17
tagliata	8	PF 2	11.80	248.55	250.27	249.48	250.29	0.000400	1.08	16.55	47.59	0.17
tagliata	8	PF 3	12.60	248.55	250.31	249.51	250.32	0.000391	1.09	18.28	58.46	0.17
tagliata	7	PF 1	10.40	248.54	250.15	249.51	250.19	0.001246	1.61	7.09	12.46	0.29
tagliata	7	PF 2	11.80	248.54	250.21	249.56	250.25	0.001286	1.70	7.88	15.23	0.30
tagliata	7	PF 3	12.60	248.54	250.24	249.59	250.28	0.001377	1.79	8.35	21.69	0.31
tagliata	6	PF 1	10.40	248.54	250.09	249.51	250.13	0.001671	1.72	6.68	15.91	0.33
tagliata	6	PF 2	11.80	248.54	250.15	249.56	250.19	0.001721	1.80	7.84	25.54	0.33
tagliata	6	PF 3	12.60	248.54	250.17	249.59	250.22	0.001727	1.83	8.66	31.05	0.34
tagliata	5	PF 1	10.40	248.49	249.95		249.98	0.001034	1.35	8.56	19.41	0.25
tagliata	5	PF 2	11.80	248.49	250.00		250.03	0.001040	1.41	9.87	28.98	0.26
tagliata	5	PF 3	12.60	248.49	250.03		250.06	0.001031	1.43	10.81	34.27	0.26
tagliata	4	PF 1	10.40	248.46	249.89	249.34	249.93	0.001354	1.55	7.53	19.80	0.30
tagliata	4	PF 2	11.80	248.46	249.95	249.40	249.99	0.001341	1.61	8.71	23.59	0.30
tagliata	4	PF 3	12.60	248.46	249.98	249.42	250.02	0.001320	1.64	9.45	25.70	0.30
tagliata	3	PF 1	10.40	248.43	249.78	249.35	249.84	0.002286	1.94	6.05	17.36	0.38
tagliata	3	PF 2	11.80	248.43	249.84	249.40	249.89	0.002200	1.99	7.15	21.37	0.38
tagliata	3	PF 3	12.60	248.43	249.87	249.42	249.93	0.002113	2.00	7.89	23.70	0.38
tagliata	2.4	PF 1	10.40	248.40	249.69		249.76	0.002755	2.10	5.80	25.01	0.42
tagliata	2.4	PF 2	11.80	248.40	249.77		249.83	0.002179	1.99	8.20	34.08	0.38
tagliata	2.4	PF 3	12.60	248.40	249.82		249.86	0.001850	1.90	9.75	36.05	0.35
tagliata	2.3	PF 1	10.40	248.39	249.56	249.30	249.71	0.005510	3.20	3.25	6.23	0.60
tagliata	2.3	PF 2	11.80	248.39	249.59	249.35	249.78	0.006177	3.48	3.39	9.24	0.64

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: tagliata Reach: tagliata (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (cfs)	Min Ch El (ft)	W.S. Elev (ft)	Crit W.S. (ft)	E.G. Elev (ft)	E.G. Slope (ft/ft)	Vel Chnl (ft/s)	Flow Area (sq ft)	Top Width (ft)	Froude # Chl
tagliata	2.3	PF 3	12.60	248.39	249.61	249.39	249.82	0.006652	3.65	3.45	11.31	0.67
tagliata	2.25		Bridge									
tagliata	2.2	PF 1	10.40	248.39	249.52	249.30	249.69	0.006291	3.33	3.13	6.12	0.64
tagliata	2.2	PF 2	11.80	248.39	249.55	249.35	249.76	0.007301	3.66	3.23	6.20	0.69
tagliata	2.2	PF 3	12.60	248.39	249.56	249.39	249.79	0.008035	3.86	3.26	6.23	0.73
tagliata	2.1	PF 1	10.40	248.26	249.58		249.64	0.002357	1.99	6.54	29.97	0.39
tagliata	2.1	PF 2	11.80	248.26	249.64		249.69	0.002151	1.98	8.26	34.24	0.38
tagliata	2.1	PF 3	12.60	248.26	249.66		249.71	0.002047	1.98	9.21	35.47	0.37
tagliata	1	PF 1	10.40	248.11	249.10	249.10	249.37	0.018728	4.14	2.51	4.82	1.01
tagliata	1	PF 2	11.80	248.11	249.15	249.15	249.43	0.018429	4.25	2.78	5.07	1.01
tagliata	1	PF 3	12.60	248.11	249.19	249.19	249.47	0.017803	4.27	2.95	5.23	1.00

