



PROVINCIA DI PERUGIA
AREA AMBIENTE E TERRITORIO
SERVIZIO DIFESA E GESTIONE IDRAULICA
Ufficio Dighe e PAI
via dela Tornetta, 1 - 06100 PERUGIA

COMUNITA' MONTANA
Associazione dei Comuni
Trasimeno - Medio Tevere



Provincia di Perugia

COMUNI di PERUGIA, PIEGARO

**INTERVENTI PER L'ADEGUAMENTO DELL'INVASO DI PIETRAFITTA AI FINI
DELLA LAMINAZIONE DELLE PORTATE DI PIENA DEL FIUME NESTORE**

REL.

PROGETTO PRELIMINARE

Settembre 2014

RELAZIONE TECNICA

-

-

-

-

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: Ing. Massimo Vasapollo

I progettisiti incaricati dalla Comunità Montana:



H.S. INGEGNERIA srl

Via A. Bonistalli 12
50053 Empoli (FI)
Tel. e Fax 0571-725283
e.mail info@hsingegneria.it
web www.hsingegneria.it
P.IVA 01952520466

Dott. Ing. SIMONE POZZOLINI

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Firenze n.4326

Collaboratore:

Ing. DANIELE PAGLI

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Firenze n.6162

UFFICIO DIREZIONE LAVORI

DIRETTORE DEI LAVORI : -

DIRETTORE OPERATIVO: -

ASSISTENZA ALLA DIREZIONE LAVORI

CONTABILIZZAZIONE OPERE EDILI

ASSISTENZA D. L. IMPIANTI

-

-

-

Codice CUP: _____

Codice CIG: _____

Indice generale

1. PREMESSA.....	2
2. RELAZIONE IDROLOGICA.....	3
<i>2.1. Inquadramento generale del bacino del fiume Nestore.....</i>	<i>3</i>
<i>2.2. Caratteristiche dell'evento critico del Novembre 2012.....</i>	<i>7</i>
<i>2.3. Modello delle piogge intense: definizione degli afflussi al bacino: modello TCEV CNR</i>	<i>11</i>
2.3.1. Raggiungimento delle piogge all'area del bacino.....	14
2.3.2. Ietogramma di progetto.....	15
<i>2.4. Modelli di trasformazione afflussi-deflussi.....</i>	<i>15</i>
2.4.1. Le perdite di bacino.....	15
2.4.2. La trasformazione afflussi netti – deflussi.....	16
<i>2.5. Scenari di calcolo ed analisi dei risultati</i>	<i>16</i>
3. RELAZIONE IDRAULICA.....	19
<i>3.1. Schema del modello di calcolo.....</i>	<i>19</i>
3.1.1. Modello matematico a moto vario.....	19
3.1.2. Geometria del modello e caratteristiche delle opere in progetto.....	20
3.1.3. Coefficienti di scabrezza.....	22
3.1.4. Condizioni al contorno.....	22
<i>3.2. Scenari di simulazione ed analisi dei risultati.....</i>	<i>23</i>
<i>3.3. Valutazione dei tempi di svuotamento dei volumi invasati.....</i>	<i>24</i>
<i>3.4. Valutazioni sull'interrimento dell'invaso.....</i>	<i>25</i>
4. ALLEGATI.....	26

PROGETTO PRELIMINARE	ELABORATO
Interventi per l'adeguamento dell'invaso di Pietrafitta ai fini della laminazione delle portate di piena del fiume Nestore	Relazione Tecnica

1. PREMESSA

La presente relazione è redatta a supporto del progetto preliminare per lo sfruttamento ai fini della laminazione delle portate di piena del fiume Nestore dell'esistente invaso ENEL di Pietrafitta, posto a servizio della centrale termoelettrica policomcombustibile di Pietrafitta Nuova. Di tale invaso, posto in destra idraulica a monte della confluenza tra Nestore e Cestola è previsto l'utilizzo come cassa di espansione in derivazione.

Lo scopo dell'opera è la mitigazione delle condizioni di rischio idraulico in tutto il tratto vallivo del corso d'acqua, caratterizzato dalla presenza di vaste aree a rischio idraulico, in particolare nel comprensorio di Marsciano, come testimoniato anche dai recenti eventi di piena, ed in particolare dall'evento critico del Novembre 2012.

Nel seguito vengono descritte le caratteristiche essenziali delle opere in progetto e la modellazione idrologica-idraulica eseguita per la progettazione definitiva dell'area di laminazione.

Le opere in progetto sono state progettate con riferimento ad eventi duecentennali. Sono state inoltre eseguite simulazioni con riferimento ad eventi cinquantennali, per verificare che con le condizioni di regolazione ipotizzate per le paratoie mobili non si avesse ingresso di acqua all'interno dell'invaso ENEL, e simulazioni relative a scenari cinquecentennali, al fine di testare il comportamento dell'invaso ed in particolare dello sfioratore di sicurezza a fronte di un evento particolarmente critico.

PROGETTO PRELIMINARE	ELABORATO
Interventi per l'adeguamento dell'invaso di Pietrafitta ai fini della laminazione delle portate di piena del fiume Nestore	Relazione Tecnica

2. RELAZIONE IDROLOGICA

Lo studio idrologico del bacino del torrente Nestore è stato effettuato utilizzando il codice di calcolo HEC-HMS, sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers. Il deflusso superficiale risultante dalle precipitazioni sul bacino idrografico viene simulato rappresentando il bacino come un sistema interconnesso di componenti idrologici, ognuno dei quali modella un determinato aspetto della trasformazione afflussi-deflussi.

Il bacino idrografico in esame è stato schematizzato come singolo sottobacino (elementi sub-basin). Ai sottobacini sono stati forniti in ingresso vari ietogrammi di pioggia con diversa durata. La pioggia efficace è stata calcolata considerando le perdite per infiltrazione e per detenzione, adottando il metodo CN del Soil Conservation Service (SCS) degli U.S.A.. Gli ietogrammi di pioggia efficace così ottenuti sono stati forniti in ingresso al modello di trasformazione SCS Unit Hydrograph ottenendo così il deflusso di piena in uscita dalla sezione di chiusura dei vari sottobacini.

Per la definizione della modellazione idrologica si è proceduto con una taratura approssimativa del modello, basata sui dati disponibili in merito all'evento del Novembre 2012. Nel seguito della relazione si riportano nel dettaglio i metodi di calcolo utilizzati.

2.1. Inquadramento generale del bacino del fiume Nestore

Il fiume Nestore è un affluente in destra idrografica del fiume Tevere, con un bacino drenato di area complessiva pari a circa 726 Km². La lunghezza complessiva dell'asta fluviale è pari a 48 Km. Il Nestore nasce a sud del lago Trasimeno e durante la prima parte del suo corso, di lunghezza pari circa a 10 Km, scorre in vallate piuttosto incise, con pendenza media apprezzabile. Successivamente il fiume sbocca in una valle caratterizzata da maggior ampiezza e basse pendenze. Gli affluenti principali sono i torrenti Caina e Genna in sinistra idrografica ed il torrente Fersinone in destra.

La parte del bacino oggetto della presente analisi idrologica è relativa all'area sottesa dall'invaso di Pietrafitta, pari a circa 105.5 Km². I deflussi provenienti da tale area danno luogo infatti agli idrogrammi in ingresso alla cassa in progetto.

Le caratteristiche geomorfologiche essenziali del bacino oggetto di analisi, ripresi dal DTM del bacino analizzato con il software gis SAGA sono riportati nella seguente Tabella 1, in cui L indica la lunghezza dell'asta principale del bacino, A l'area drenata, H_{max}, med e min rispettivamente le altitudini massime medie e minime sul livello medio mare.

Sottobacino	L(Km)	A(Km ²)	H _{max} (m.s.m.)	H _{min} (m.s.m.)	H _{med} (m.s.m.)
Nestore	18.59	105.5	857	223	381

Tabella 1 caratteristiche geomorfologiche dei bacini in esame

PROGETTO PRELIMINARE	ELABORATO
Interventi per l'adeguamento dell'invaso di Pietrafitta ai fini della laminazione delle portate di piena del fiume Nestore	Relazione Tecnica

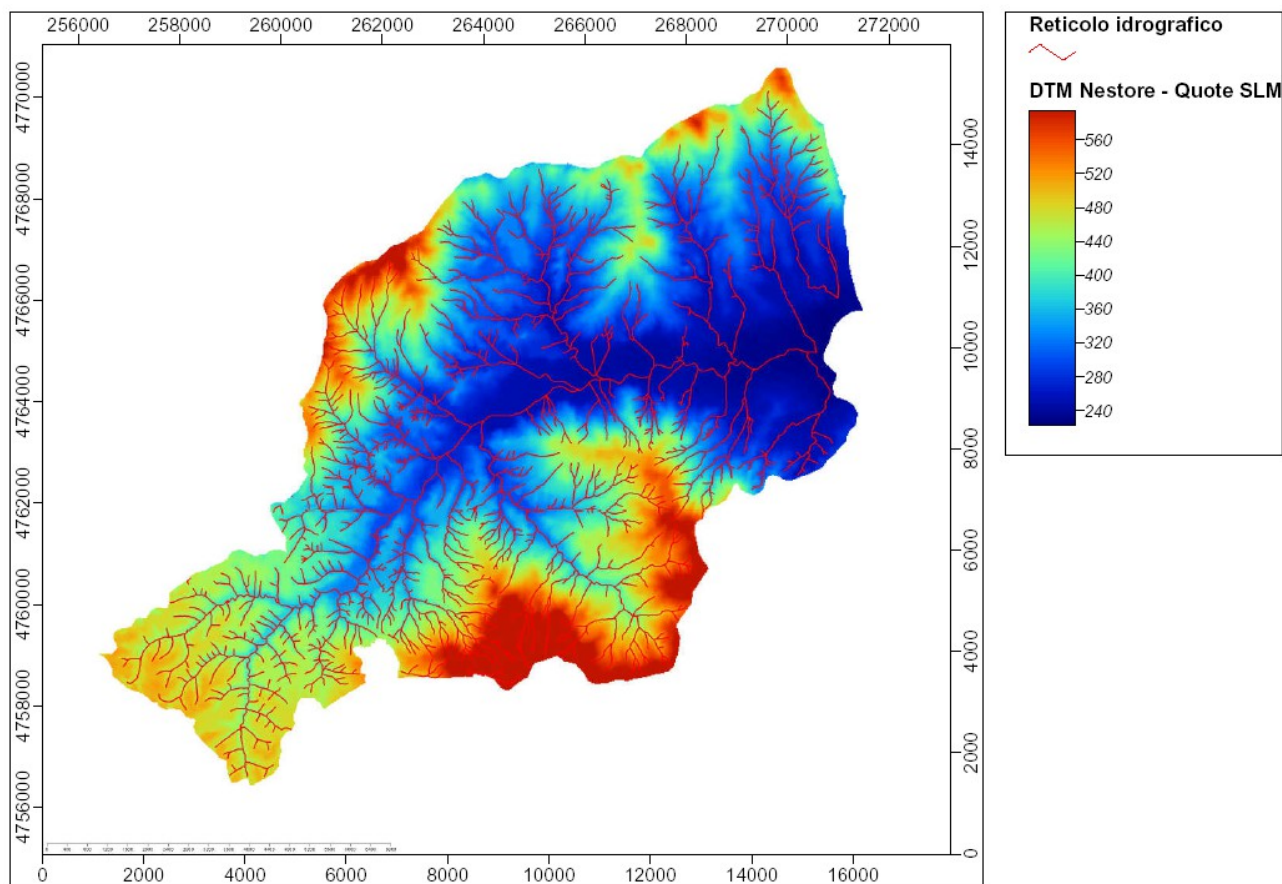


Figura 1 DTM con passo 20 m del bacino del Nestore chiuso a Pietrafitta (da dati IGM).

L'uso del suolo nel bacino oggetto di analisi, ripreso dalla cartografia del progetto CORINE, è caratterizzato dalla presenza di ampie aree a boscate e da significative aree a seminativo.

Nelle aree poste a quote maggiori si ha prevalenza di foreste a latifoglie (codice 311), mentre nel fondovalle prevalgono aree a seminativo non irriguo (codice 211).

PROGETTO PRELIMINARE	ELABORATO
Interventi per l'adeguamento dell'invaso di Pietrafitta ai fini della laminazione delle portate di piena del fiume Nestore	Relazione Tecnica

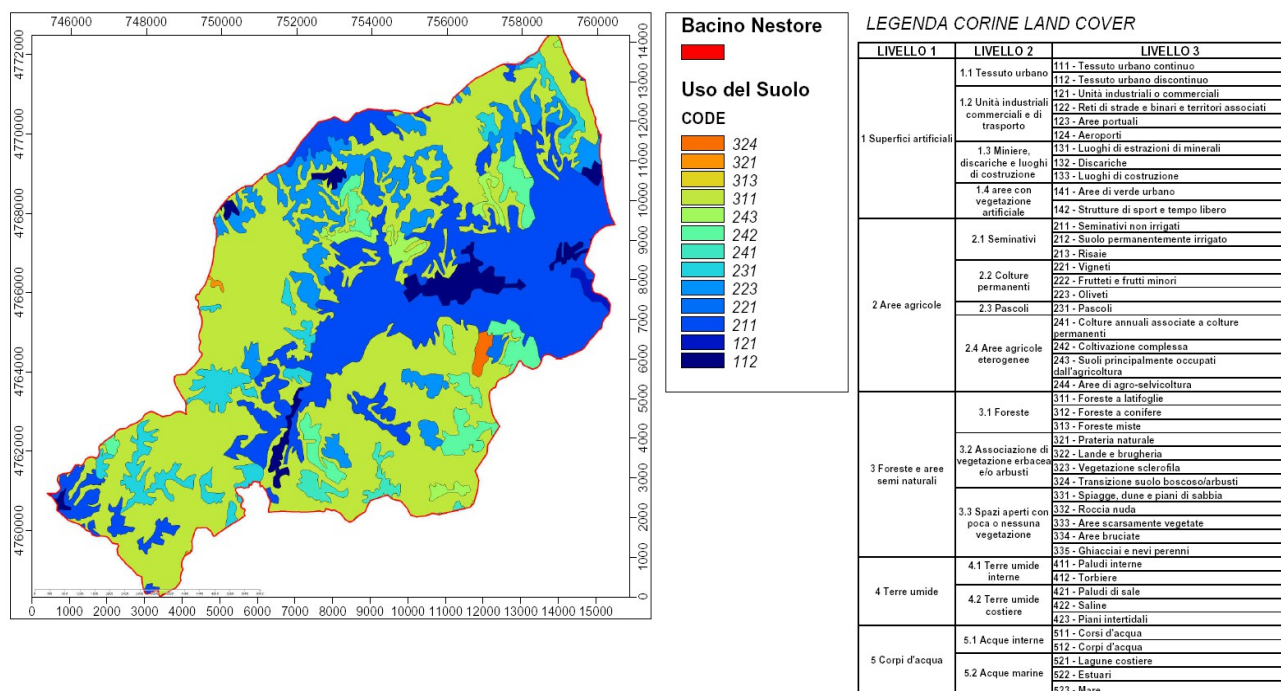


Figura 2 uso del suolo del bacino del Nestore a monte di Pietrafitta (fonte dati: CORINE Land Cover).

Dal punto di vista geolitologico buona parte del bacino in esame è caratterizzata dalla presenza delle seguenti unità geologiche e geolitologiche:

Membro del Poggio Belvedere caratterizzato principalmente da alternanza di strati torbiditici quarzoso-feldspatici, in strati da spessi a molto spessi e di livelli metrici o decametrici a torbiditi sottili. Prevalenza di livelli con rapporto Arenarie/Peliti maggiore di 1 nella parte inferiore del membro;

Unità di Fontignano affiorante ad est di Piegara in tutto il bacino di Tavernelle-Pietrafitta. Sabbie gialle con abbondante matrice argillosa, argille, rare ghiaie e, localmente nella parte alta, livelli di limo calcareo e calcari micritici;

Litofacies di Gioiella affiorante nel settore centrale, soprattutto tra Monteleone e Piegara. Ghiaie, e localmente conglomerati, con clasti poligenici, carbonatici prevalenti, in matrice sabbiosa spesso arrossata. I clasti hanno un buon grado di arrotondamento, basso sorting;

Depositi alluvionali depositi alluvionali di fondovalle in rapporto con la morfologia e la dinamica attuali.

PROGETTO PRELIMINARE	ELABORATO
Interventi per l'adeguamento dell'invaso di Pietrafitta ai fini della laminazione delle portate di piena del fiume Nestore	Relazione Tecnica

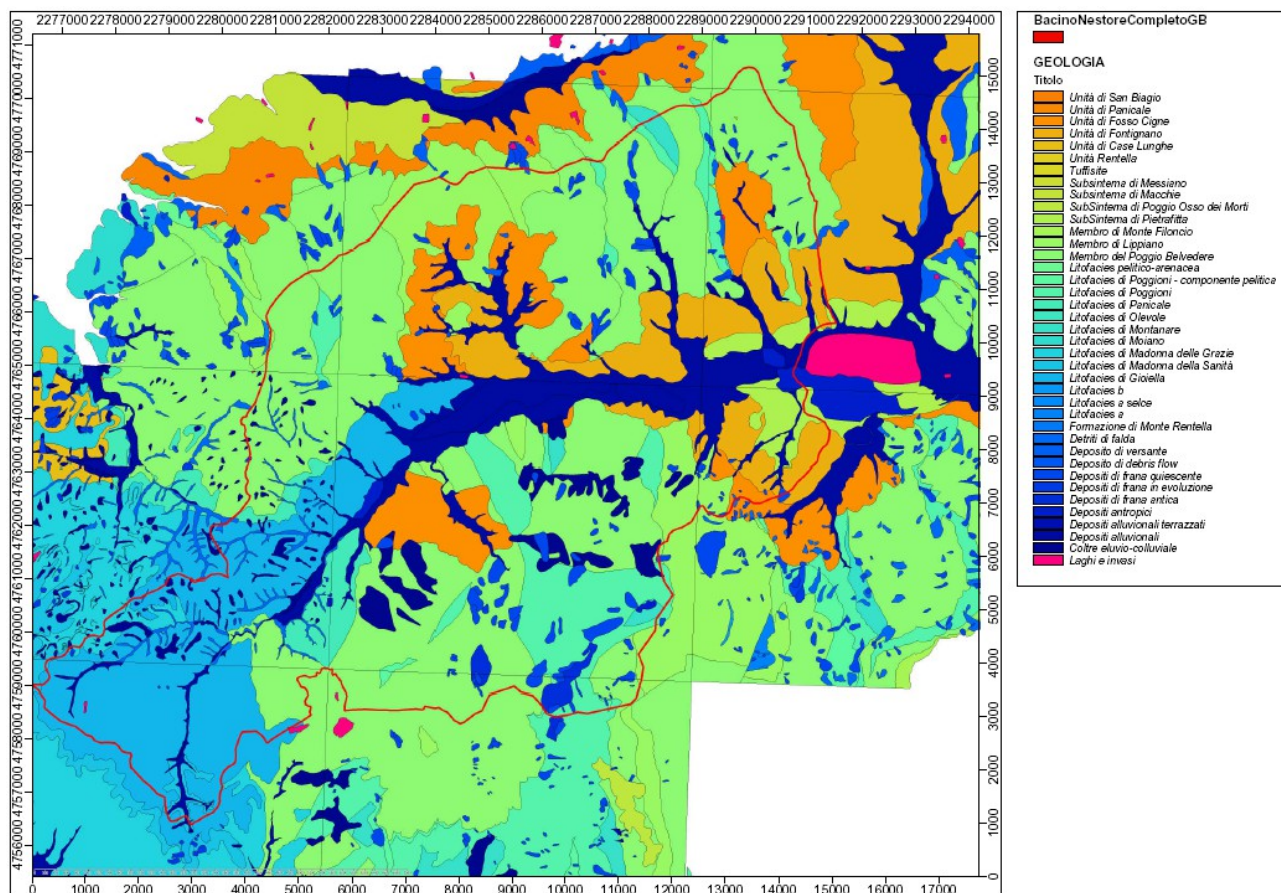


Figura 3 estratto dalla cartografia geologica della Regione Umbria 1:10000 relativo al bacino del Nestore chiuso a Pietrafitta.

PROGETTO PRELIMINARE	ELABORATO
Interventi per l'adeguamento dell'invaso di Pietrafitta ai fini della laminazione delle portate di piena del fiume Nestore	Relazione Tecnica

2.2. Caratteristiche dell'evento critico del Novembre 2012

Per una taratura di massima del modello idrologico si è preso a riferimento l'evento critico del Novembre 2012, per quanto si è potuto ricostruire sulla base dei dati forniti dal Centro Funzionale della Regione Umbria e delle registrazioni disponibili di pioggia e portata. SI precisa che tale taratura è da ritenersi approssimativa in quanto non si hanno dati idrometrici disponibili per la sezione di chiusura del bacino in esame. L'idrogramma di piena all'altezza di Pietrafitta è stato infatti ricostruito dal Centro Funzionale sulla base dei valori registrati agli idrometri posti sul fiume Nestore a Mercatello e sul torrente Caina, (affluente di sinistra del Nestore) a Monticelli. Tuttavia si ritengono i dati disponibili comunque utili per una stima della risposta del bacino in esame ad eventi meteorici significativi.

Ciò premesso si passa ad illustrare le caratteristiche dell'evento critico in esame ed i dati da esso desumibili, sulla base anche di quanto riportato nel Rapporto di Evento redatto dallo stesso Centro Funzionale.

Tra i giorni 11 e 14 Novembre 2012 l'Umbria, la Toscana e il Lazio settentrionale sono state colpite da un evento alluvionale con precipitazioni registrate dalla rete di monitoraggio idro-meteorologico intense e persistenti prodotte da linee temporalesche provenienti dal Mar Tirreno. La perturbazione ha portato piogge che sul territorio regionale umbro hanno mostrato cumulate eccezionali (307 mm nell'Orvietano, 230 mm nel Marscianese, 252 mm in Val di Chiana Romana).

L'evento pluviometrico è stato particolarmente consistente, con una durata di circa 3 giorni. Le precipitazioni più intense sono state osservate tra la mattina del giorno 11 e il pomeriggio del 13.

Per il calcolo degli afflussi sul bacino del Nestore chiuso a Pietrafitta si sono considerate le stazioni pluviometriche rappresentative di Compignano (UMB06006025), Campogrande (UMB06006081) e S.Biagio Valle (UMB06006067). Per il calcolo dell'afflusso medio areale sul bacino si è applicato il metodo dei poligoni di Thiessen, ricavando le aree di competenza di ciascun pluviometro. I dati di pioggia sono stati forniti dal Centro Funzionale.

Il baricentro dello ietogramma di pioggia è alle ore 5.00 del 12/11/2012. L'afflusso lordo complessivo al bacino in esame dalle 0:00 dell'11/11/2012 alle 0:00 del 14/11/2012 è pari a 256 mm.

PROGETTO PRELIMINARE	ELABORATO
Interventi per l'adeguamento dell'invaso di Pietrafitta ai fini della laminazione delle portate di piena del fiume Nestore	Relazione Tecnica

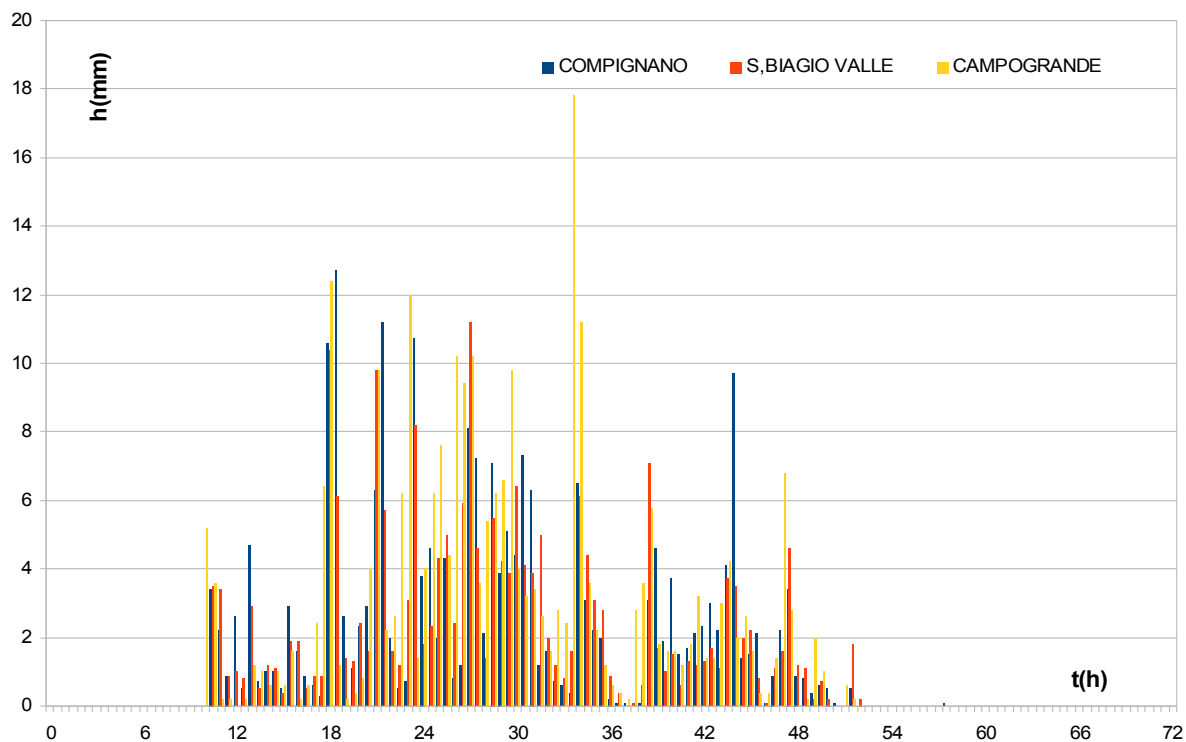


Figura 4 piogge parziali sul bacino del Nestore chiuso a Pietrafitta dalle 0:00 dell'11/11/2012 alle 0:00 del 14/11/2012: stazioni pluviometriche di Compignano, S.Biagio Valle e Campogrande

PROGETTO PRELIMINARE	ELABORATO
Interventi per l'adeguamento dell'invaso di Pietrafitta ai fini della laminazione delle portate di piena del fiume Nestore	Relazione Tecnica

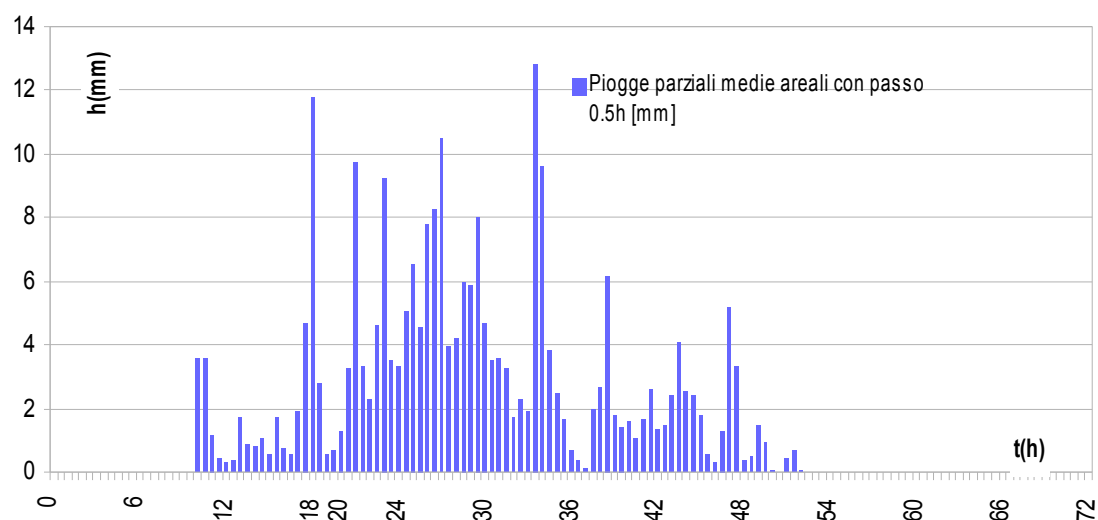


Figura 5 piogge parziali medie areali sul bacino del Nestore chiuso a Pietrafitta dalle 0:00 dell'11/11/2012 alle 0:00 del 14/11/2012.

L'idrogramma di piena del Nestore all'altezza di Pietrafitta (ricostruito come detto dal Centro Funzionale sulla base dei valori registrati agli idrometri posti sul fiume Nestore a Mercatello e sul torrente Caina a Monticelli.) è riportato nel grafico seguente

PROGETTO PRELIMINARE	ELABORATO
Interventi per l'adeguamento dell'invaso di Pietrafitta ai fini della laminazione delle portate di piena del fiume Nestore	Relazione Tecnica

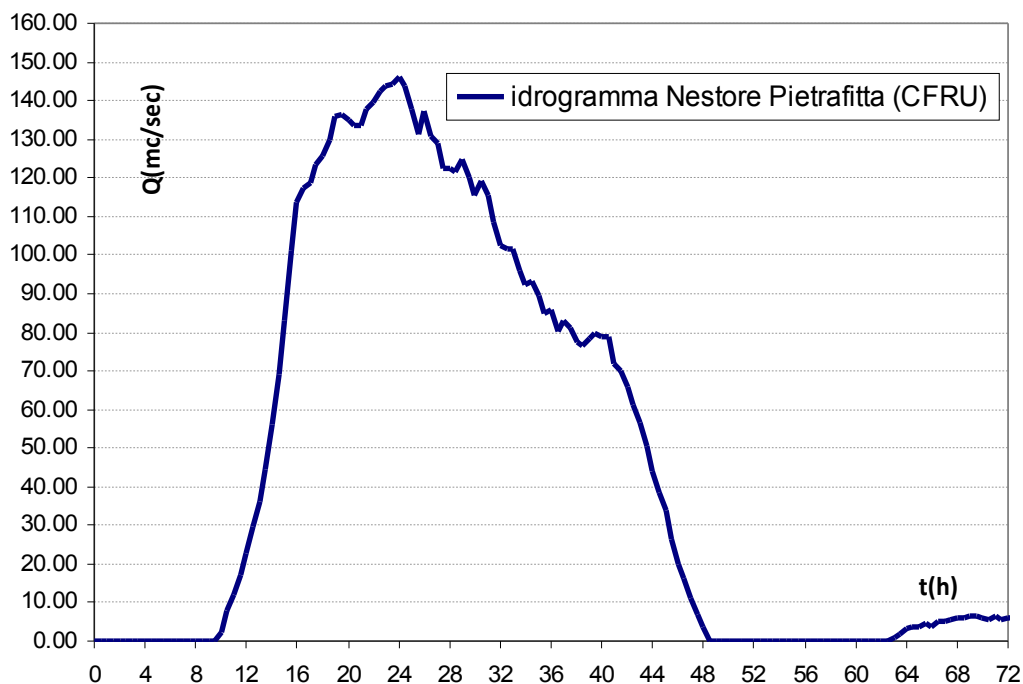


Figura 6 idrogramma di piena del Nestore a Pietrafitta dalle 0:00 dell'11/11/2012 alle 0:00 del 14/11/2012.

Il baricentro dell'idrogramma di piena è alle ore 15.30 del 12/11/2012.

Dall'analisi dell'evento in esame si ricavano alcuni dati utili per la successiva modellazione idrologica.

Il tempo di ritardo del bacino (definito come intervallo temporale tra il baricentro dello idetogramma e del corrispondente idrogramma di piena) è pari a 10.5 h.

Il volume complessivo defluito è pari a 12160297 mc. Considerando l'afflusso lordo sul bacino si ricava un coefficiente globale di deflusso pari a 0.45. Da notare che sulla base dei dati disponibili nei cinque giorni antecedenti l'evento critico (6-10 Novembre) si sono avute altezze di precipitazione pari a circa 6.9 mm, per cui possono assumersi condizioni di umidità antecedenti l'evento medie (nell'ambito del metodo CN si avrebbe una condizione di CN II).

Tali dati, in linea con quanto è lecito attendersi sulla base delle caratteristiche geomorfologiche ed idrologiche del bacino in esame, sono stati utilizzati per la stima dei parametri del modello idrologico implementato e descritto nel seguito. Considerando comunque che trattasi di dati relativi ad un solo evento pluviometrico (ancorchè significativo) la stima dei parametri di calcolo è stata effettuata assumendo valori leggermente più cautelativi rispetto a quanto desumibile dall'analisi dell'evento del Novembre 2012.

PROGETTO PRELIMINARE	ELABORATO
Interventi per l'adeguamento dell'invaso di Pietrafitta ai fini della laminazione delle portate di piena del fiume Nestore	Relazione Tecnica

2.3. Modello delle piogge intense: definizione degli afflussi al bacino: modello TCEV CNR

Per la definizione delle piogge intense si è fatto riferimento agli studi condotti nell'ambito del progetto VAPI dal CNR. L'area interessata dagli studi condotti dal CNR-GNDCI comprende i bacini idrografici affluenti in destra Po compresi tra lo Scrivia ed il Panaro (Ufficio Idrografico del Po di Parma), i bacini idrografici con foce in Adriatico compresi tra il fiume Reno ed il fiume Tronto (Compartimento SIMN di Bologna), nonché quelli con foce in Tirreno tra il Serchio e l'Albegna (Compartimento SIMN di Pisa) e tra il Marta a Nord ed il Tevere a Sud (Compartimento SIMN di Roma). La rete pluviometrica cui si è fatto riferimento risulta composta da 1556 stazioni di misura con numerosità variabile da 1 a 72 anni, per 540 delle quali sono disponibili anche le osservazioni relative ai massimi annuali delle altezze di pioggia di durata inferiore al giorno, con numerosità variabile da 1 a 62 anni. L'analisi statistica è stata condotta sulle stazioni con almeno 30 anni di osservazione, individuando così 792 stazioni di misura della precipitazione giornaliera (numerosità media campionaria 48 anni) e 240 delle piogge di durata 1-24 ore (numerosità media campionaria di 43 anni).

La regionalizzazione delle piogge adottata per l'area di studio si basa sull'utilizzo della distribuzione statistica TCEV. Il modello a doppia componente *TCEV* (*Two Components Extreme Values*) interpreta gli eventi massimi annuali come il risultato di una miscela di due popolazioni distinte: la prima relativa agli eventi massimi ordinari, più frequenti ma meno intensi, e la seconda agli eventi massimi straordinari, meno frequenti e spesso catastrofici. La distribuzione *TCEV* ha espressione

$$P(x) = \exp[-\lambda_1 \exp(-x/\theta_1) - \lambda_2 \exp(-x/\theta_2)],$$

dove $P(x)$ indica la probabilità di non superamento del valore x della generica variabile casuale X mentre λ_i e θ_i ($i=1, 2$) sono i quattro parametri (positivi) della distribuzione.

Il massimo annuo di ciascuna delle due componenti risulta allora distribuito secondo una legge di Gumbel, mentre il massimo di ambedue risulta distribuito secondo la legge data dal prodotto delle due funzioni di probabilità.

La forma canonica della distribuzione è:

$$P(z) = \exp[-\exp(-z) - \lambda \exp(-z/\theta)], \quad z = (x - \varepsilon_1)/\theta_1;$$

$$\varepsilon_1 = \theta_1 \ln \lambda_1, \quad \theta = \theta_2/\theta_1, \quad \lambda = \lambda_2/(\lambda_1)^{1/\theta};$$

L'omogeneità idrologica di una regione comporta l'invarianza spaziale della curva di crescita e quindi l'invarianza spaziale del coefficiente di asimmetria e del coefficiente di variazione.

Si può dimostrare che i coefficienti di asimmetria e di appiattimento dipendono solo da λ e θ , mentre il coefficiente di variazione dipende anche da λ_1 . Perciò per il modello *TCEV* la ricerca delle zone omogenee viene generalmente effettuata in due fasi (o livelli): al primo livello si ricercano le zone omogenee in termini del coefficiente di asimmetria (il che consente la stima di λ e θ per ciascuna zona) e al secondo livello si individuano una o più sottozone omogenee in termini di coefficiente di variazione (il che consente la stima di $\lambda_1|\lambda, \theta$ per ciascuna sottozona).

PROGETTO PRELIMINARE	ELABORATO
Interventi per l'adeguamento dell'invaso di Pietrafitta ai fini della laminazione delle portate di piena del fiume Nestore	Relazione Tecnica

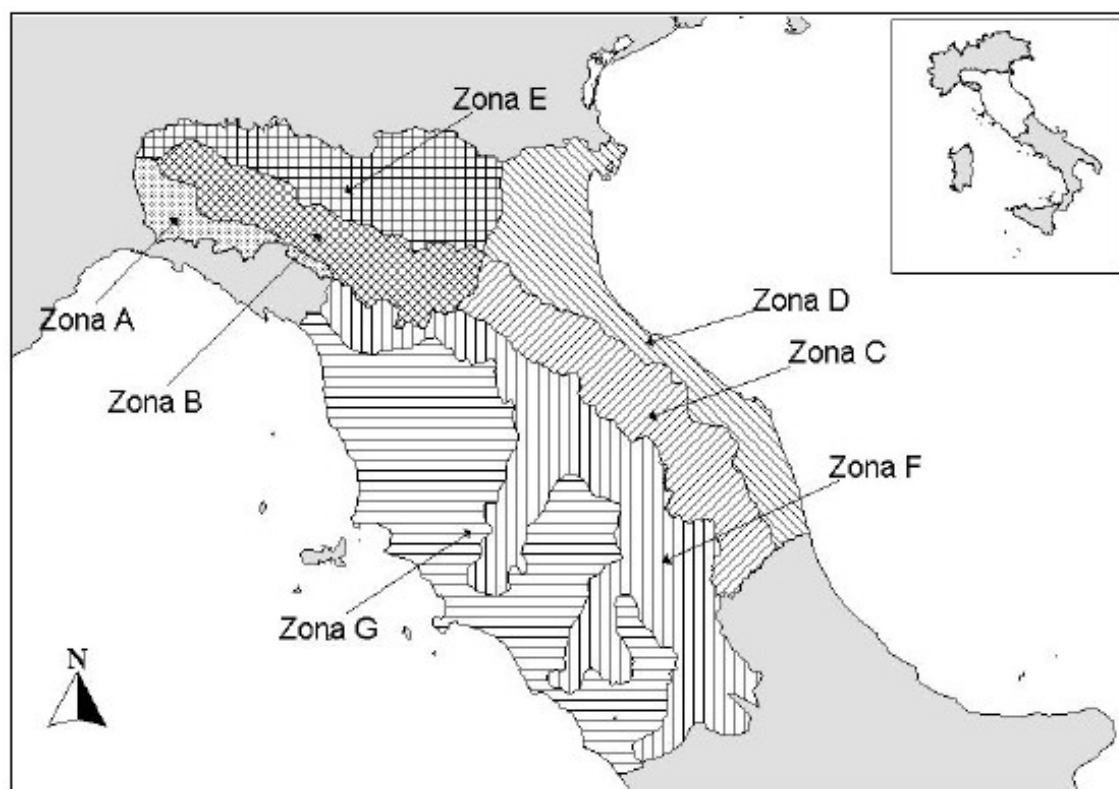


Figura 7: suddivisione in sotto zone omogenee dell'area di studio

L'intero territorio indagato risulta in definitiva suddiviso in 7 sottozone omogenee nei confronti delle precipitazioni intense, visualizzate in Figura 7, le cui curve di crescita, che determinano in maniera univoca la relazione fra periodo di ritorno T e valore del coefficiente probabilistico di crescita K_T risultano completamente definite dai parametri riportati in Tabella 2.

PROGETTO PRELIMINARE	ELABORATO
Interventi per l'adeguamento dell'invaso di Pietrafitta ai fini della laminazione delle portate di piena del fiume Nestore	Relazione Tecnica

Sottozona	Λ^*	θ^*	Λ_1	η	durata (ore)
A	0.109	2.361	24.70	4.001	Tutte
B	1.528	1.558	13.65	4.280	1
			19.35	4.629	3
			26.20	4.932	6
			39.20	5.335	≥ 12 e 1g
C	1.528	1.558	13.65	4.280	1
			14.70	4.354	3
			20.25	4.674	6
			25.70	4.913	≥ 12 e 1g
D	0.361	2.363	29.00	4.634	Tutte
E	0.044	3.607	13.60	3.329	1
			19.80	3.704	3
			23.65	3.882	6
			30.45	4.135	≥ 12 e 1g
F	0.073	1.406	21.01	3.713	1
	0.144	2.042	33.03	4.321	≥ 3 e 1g
G	0.131	1.820	16.28	3.571	1
	0.770	2.391	24.71	5.140	3
	0.380	2.592	26.21	4.633	6
	0.303	2.799	30.01	4.680	12
	0.221	3.322	30.78	4.628	24 e 1g

Tabella 2: parametri della distribuzione di probabilità dei massimi annuali delle piogge di durata da 1 a 24 ore nelle 7 sottozone omogenee.

Per ottenere il valore della precipitazione indice di durata d cui fare riferimento per calcolare il valore della precipitazione di assegnata durata e tempo di ritorno per la regione in esame si propone l'utilizzo di una formulazione analoga alla classica curva di possibilità climatica del tipo:

$$m(h_d) = m(h_1) \cdot d^n$$

$$n = (\ln[m(h_g)] - \ln[m(h_1)] - \ln r) / \ln 24$$

in cui:

$m(h_d)$ = media del massimo annuale dell'altezza puntuale di precipitazione di durata d (ore);

$m(h_g)$ = media del massimo annuale dell'altezza puntuale di precipitazione giornaliera;

$m(h_1)$ = media del massimo annuale dell'altezza puntuale di precipitazione in 1 ora;

$r = m(h_g) / m(h_{24}) = 0.89$ nella regione esaminata

Per il calcolo della pioggia indice vengono fornite le mappe isoparametriche di $m(h_1)$ e di $m(h_g)$ per l'intero territorio di indagine. La stima dell'altezza di precipitazione puntuale di durata d e tempo di ritorno T si ottiene moltiplicando il fattore di crescita opportuno per la relativa precipitazione indice. Per il calcolo del fattore di crescita vale la seguente espressione:

$$K_T = \left(\frac{\theta^* \ln \Lambda^*}{\eta} + \frac{\ln \Lambda_1}{\eta} \right) + \frac{\theta^*}{\eta} \ln T$$

PROGETTO PRELIMINARE	ELABORATO
Interventi per l'adeguamento dell'invaso di Pietrafitta ai fini della laminazione delle portate di piena del fiume Nestore	Relazione Tecnica

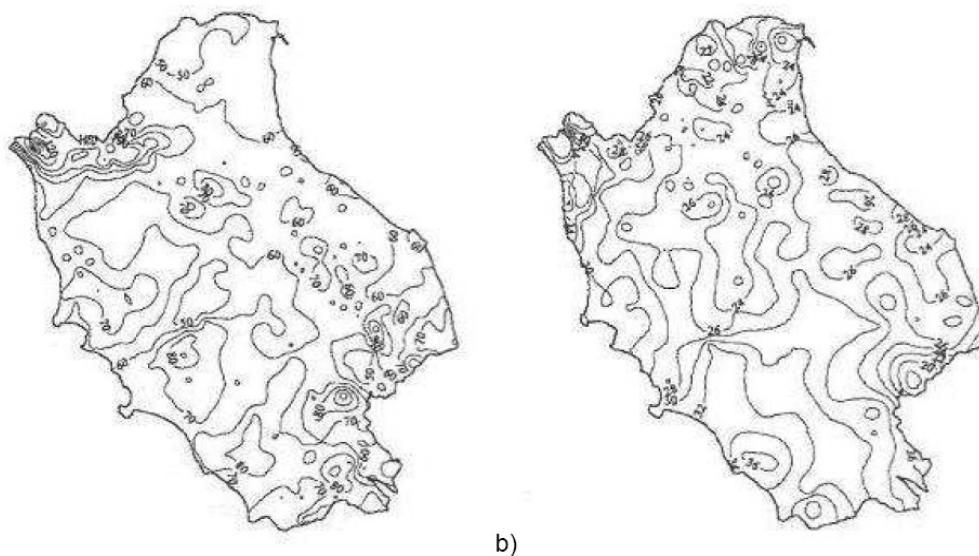


Figura 8: mappa delle isolinee del parametro m_g (a) e al parametro m_l (b).

Le curve pluviometriche così determinate hanno le seguenti espressioni per i tempi di ritorno di interesse:

$$h_{500} = 88.17 \cdot t^{0.381}$$

$$h_{200} = 77.29 \cdot t^{0.369}$$

$$h_{50} = 61.77 \cdot t^{0.340}$$

con h altezza di pioggia in mm e t durata di precipitazione in ore.

2.3.1. Raggiungimento delle piogge all'area del bacino

In generale la curva di possibilità pluviometrica dedotta per una certa località all'interno di un bacino non può essere assunta valida in tutta l'area A del bacino stesso. La stima dell'altezza di precipitazione di assegnata durata e assegnato tempo di ritorno può essere condotta moltiplicando l'altezza di pioggia puntuale di pari durata e tempo di ritorno per un fattore di raggiungimento $r < 1$:

$$h_A(d; T) = r h(d; T)$$

Per la determinazione del coefficiente di raggiungimento r si è fatto riferimento alla relazione ottenuta appositamente per il territorio italiano da V. Milano et al. ("La spazializzazione delle piogge sui bacini dell'Arno e del Serchio e sul territorio italiano", ETS Università di Pisa, 2001):

$$r = (0.48 + 0.11 \log(t)) + (0.48 - 0.11 \log(t)) e^{(-S/1000)}$$

con t durata della precipitazione in ore ed S area del bacino in Km².

PROGETTO PRELIMINARE	ELABORATO
Interventi per l'adeguamento dell'invaso di Pietrafitta ai fini della laminazione delle portate di piena del fiume Nestore	Relazione Tecnica

2.3.2. Ietogramma di progetto

Le curve di possibilità pluviometrica forniscono solo l'intensità media dell'evento meteorico, non l'andamento temporale delle intensità di pioggia. A parità cioè di tempo di ritorno T_r e di durata d di pioggia possono aversi infinite realizzazioni dello ietogramma a ciascuna delle quali i modelli associano differenti onde di piena.

Nella pratica questo problema viene spesso superato ammettendo che tra tutte le possibili precipitazioni proprio quella di intensità costante pari al valor medio dell'intensità fornita dalla curva di possibilità pluviometrica conduca ad una portata al colmo del medesimo tempo di ritorno prescelto per le piogge. Tale ultima ipotesi è consigliata tra l'altro dalle prescrizioni dell'Autorità di Bacino del fiume Arno in materia di casse di espansione ed è quella seguita nel presente lavoro, in conformità anche con la metodologia seguita dall'Autorità di Bacino del fiume Tevere per il calcolo delle portate di massima piena.

2.4. Modelli di trasformazione afflussi-deflussi

2.4.1. Le perdite di bacino

Nei modelli di piena l'ingresso al sistema è costituito dalla portata di precipitazione netta, dove per precipitazione netta si intende quella parte di precipitazione che, istante per istante, dà origine al deflusso superficiale.

Le perdite di bacino sono state valutate con il metodo *Curve Number (CN)*. Nel metodo CN, sviluppato dal *Soil Conservation Service (SCS)*, la pioggia efficace P_e al generico istante t è data da:

$$P_{net} = \begin{cases} 0 & (P < I_a) \\ \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} & (P \geq I_a) \end{cases}$$

in cui:

P = altezza di pioggia cumulata all'istante t

S = ritenzione massima potenziale, funzione attraverso il parametro CN dell'uso del suolo, del tipo di gruppo idrologico del terreno e delle condizioni di umidità iniziale del suolo.

$$S = 254 \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

valida per S espresso in mm.

I_a = perdite iniziali dovute all'intercezione da parte della copertura vegetale, all'immagazzinamento nelle depressioni superficiali ed al volume di acqua infiltratosi prima che di raggiungere il "ponding time", generalmente variabili nell'intervallo $I_a = 0,10 - 0,40 \cdot S$.

Il valore del parametro CN dipende in generale dall'uso del suolo e dalle caratteristiche pedologiche del bacino in esame, oltre che dalla condizione iniziale di umidità del suolo. Per il caso in esame il CN è stato determinato a partire dal valore del coefficiente di deflusso registrato in corrispondenza dell'evento critico del Novembre 2012, pari a 0.45. Considerando comunque che trattasi di dati relativi ad un solo evento pluviometrico (ancorché significativo) la stima del parametro di calcolo CN è stata effettuata assumendo valori leggermente più cautelativi rispetto a

PROGETTO PRELIMINARE	ELABORATO
Interventi per l'adeguamento dell'invaso di Pietrafitta ai fini della laminazione delle portate di piena del fiume Nestore	Relazione Tecnica

quanto desumibile dall'analisi dell'evento del Novembre 2012. Si è quindi assunto nella modellazione idrologica un CN pari a 66, con un valore delle perdite iniziali pari a circa 0.3 S.

Con tali valori, con riferimento all'Evento critico del Novembre 2012 si avrebbe un coefficiente di deflusso pari a 0.53, cautelativamente superiore rispetto a quanto registrato nel corso dell'evento critico citato.

2.4.2. La trasformazione afflussi netti – deflussi

Per effettuare la trasformazione afflussi netti – deflussi si è adottato il modello dell'idrogramma del SCS. L'idrogramma SCS è un idrogramma adimensionale definito dal Soil Conservation Service in base all'analisi di idrogrammi di piena in uscita dalla sezione di chiusura di numerosi bacini idrografici strumentati, di dimensioni grandi e piccole. Esso ha un vasto campo di applicazioni pratiche nel campo delle trasformazioni afflussi deflussi per la sua semplicità d'uso e per la sua generalità.

Per la definizione dell'idrogramma unitario adimensionale del SCS per è necessario specificare il tempo di ritardo T_t del bacino idrografico, che può essere valutato a partire dal tempo di corrivazione T_c secondo la relazione:

$$T_t = \frac{3}{5} \cdot T_c$$

Per la stima del tempo di ritardo è disponibile anche la seguente relazione specificatamente ricavata per i bacini del Tevere e dei suoi affluenti da Corradini ed altri:

$$T_t = \eta \cdot 1.19 \cdot A^{0.33}$$

in cui il tempo di ritardo T_t è espresso in ore, l'area di bacino A in Km² ed il coefficiente η rappresenta un parametro di taratura che assume generalmente valori compresi tra 0.8 e 2.

Sulla base dell'analisi dei dati relativi all'evento del Novembre 2012 si ha un tempo di ritardo pari a 10.5 ore, corrispondente al valore desumibile dalla relazione di Corradini ed altri con un coefficiente η pari a 1.89, quindi nel range di valori trovato per i bacini del Tevere.

Nei calcoli eseguiti si è cautelativamente assunto un valore del tempo di ritardo pari a 9.5 h, inferiore rispetto a quanto desumibile dall'evento critico in esame, considerando anche il fatto che l'applicazione di formule da letteratura per la stima del tempo di corrivazione (Giandotti, SCS, Ferro) porterebbe a valori inferiori del tempo di ritardo.

2.5. Scenari di calcolo ed analisi dei risultati

Sono state eseguite 12 simulazioni idrologiche in totale, 4 per ogni tempo di ritorno considerato, con durate di pioggia comprese tra 12 e 30 ore (12, 18, 24 e 30 ore). Le simulazioni sono individuate da un codice del tipo icTRXXXTpyy.yyh, dove XXX rappresenta il tempo di ritorno e yy.yy la durata dell'evento pluviometrico in ore.

La seguente Tabella 3 riporta per le diverse durate di pioggia ed i diversi tempi di ritorno esaminati i valori delle portate di piena nella sezione di chiusura del bacino in esame.

PROGETTO PRELIMINARE	ELABORATO
Interventi per l'adeguamento dell'invaso di Pietrafitta ai fini della laminazione delle portate di piena del fiume Nestore	Relazione Tecnica

Tp(h)	Tr50	Tr200	Tr500
12	79.52	149.01	197.37
18	102.04	172.04	222.37
24	104.91	177.40	225.36
30	103.43	172.84	219.36

Tabella 3 portate massime per il bacino del Nestore chiuso a Pietrafitta

Le seguenti figure riportano gli idrogrammi di piena per le diverse durate ed i diversi tempi di ritorno considerati.

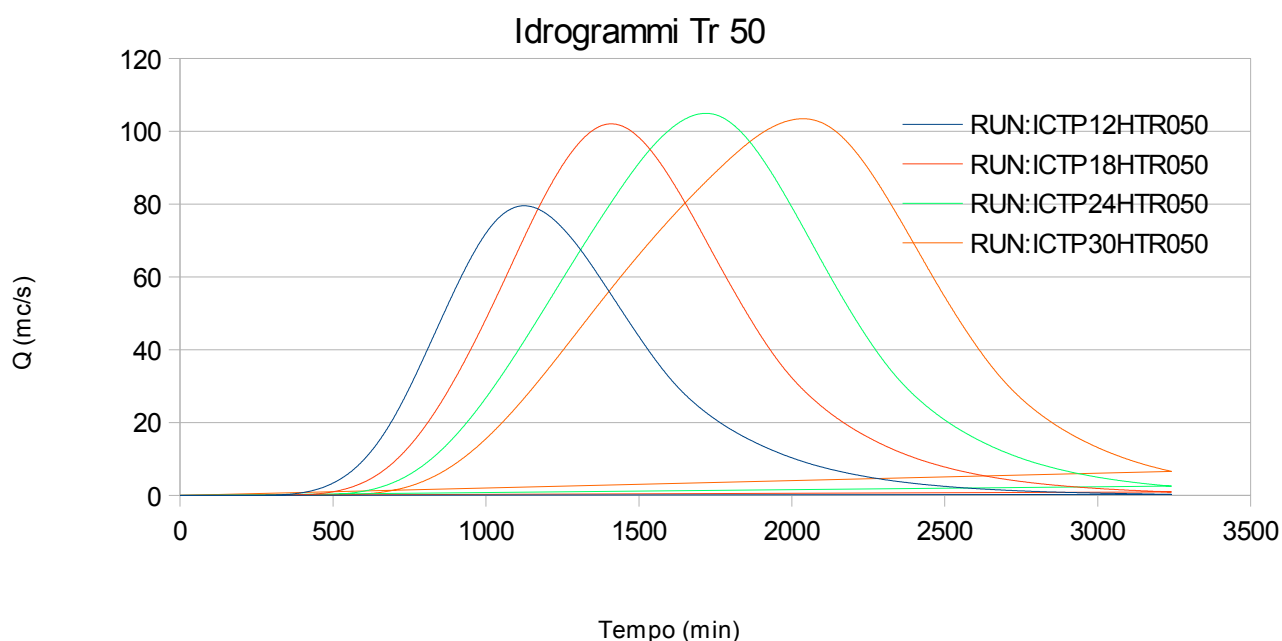


Figura 9 idrogrammi con tempo di ritorno Tr50 anni e varia durata di pioggia Tp.

PROGETTO PRELIMINARE	ELABORATO
Interventi per l'adeguamento dell'invaso di Pietrafitta ai fini della laminazione delle portate di piena del fiume Nestore	Relazione Tecnica

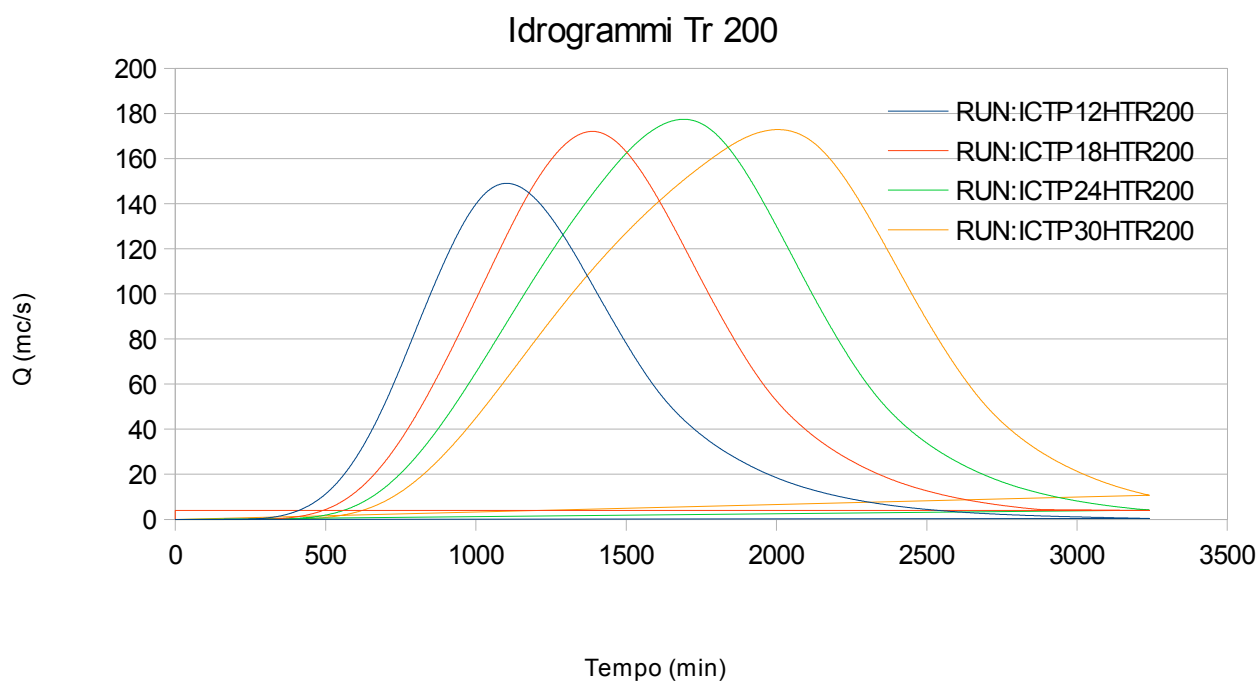


Figura 10 idrogrammi con tempo di ritorno Tr_{200} anni e varia durata di pioggia T_p .

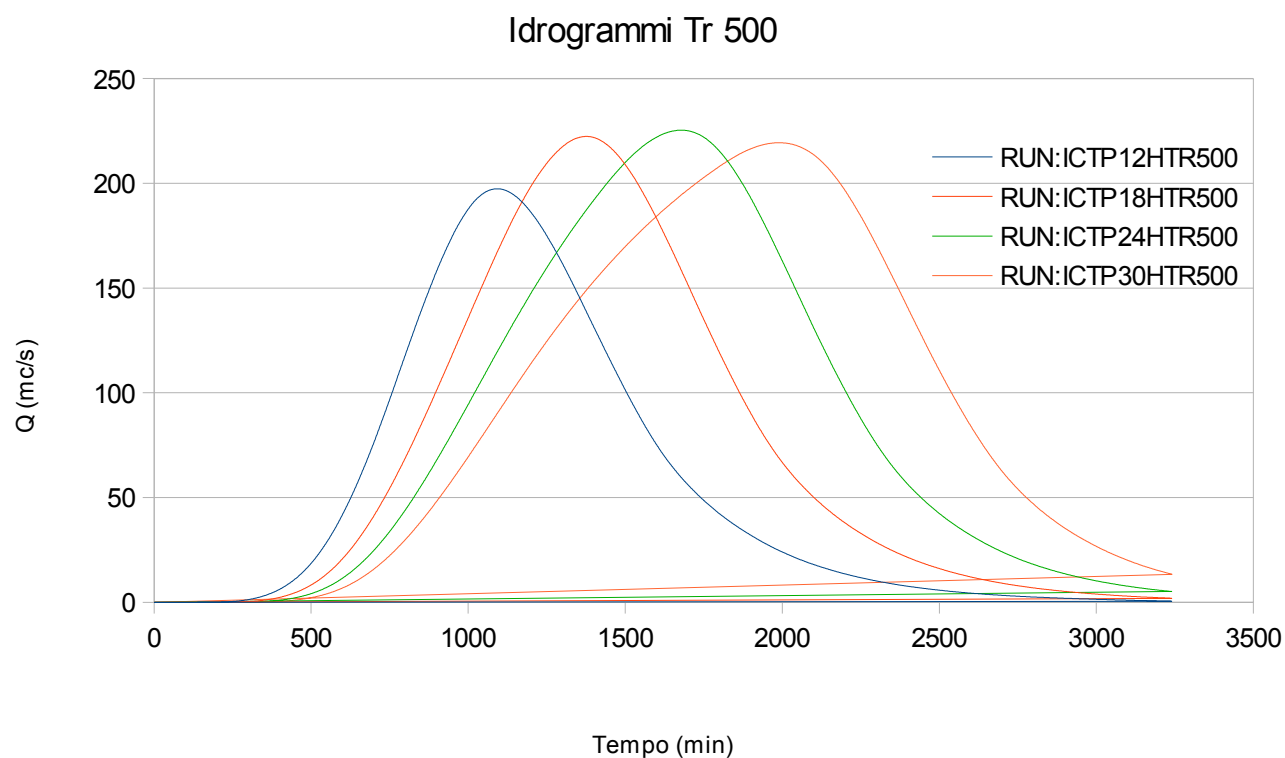


Figura 11 idrogrammi con tempo di ritorno Tr_{500} anni e varia durata di pioggia T_p .

PROGETTO PRELIMINARE	ELABORATO
Interventi per l'adeguamento dell'invaso di Pietrafitta ai fini della laminazione delle portate di piena del fiume Nestore	Relazione Tecnica

3. RELAZIONE IDRAULICA

La modellazione idraulica dei tratti fluviali di interesse è stata condotta mediante il software HEC-RAS 4.1 (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System) prodotto anch'esso dal Corpo degli Ingegneri dell'esercito americano (USACE) utilizzando uno schema di calcolo a moto vario, schematizzando l'area di studio con elementi di transito (reach) e di invaso (storage area) opportunamente connessi tra loro.

3.1. Schema del modello di calcolo

Il modello di calcolo implementato prevede la modellazione di un tratto del fiume Nestore a cavallo dell'invaso di Pietrafitta e dell'invaso stesso, e delle relative strutture di collegamento. Esso è riportato in planimetria in allegato.

3.1.1. Modello matematico a moto vario

Di seguito si riporta sinteticamente la descrizione dei modelli matematici a moto vario utilizzati. Per ulteriori dettagli sulle equazioni e gli algoritmi di calcolo si rimanda alla manualistica di HEC-RAS ed in particolare all'*Hydraulic Reference Manual*.

La forma delle equazioni del moto vario (o equazioni di De Saint Venant) utilizzate in HEC-RAS è la seguente:

equazione di continuità (conservazione della massa):

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial \phi Q}{\partial x_c} + \frac{\partial [(1-\phi)Q]}{\partial x_f} = 0$$

equazione di conservazione della quantità di moto:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left(\frac{\phi^2 Q^2}{A_c} \right)}{\partial x_c} + \frac{\partial \left[\frac{(1-\phi)^2 Q^2}{A_f} \right]}{\partial x_f} + g A_c \left[\frac{\partial Z}{\partial x_c} + S_{fc} \right] + g A_f \left[\frac{\partial Z}{\partial x_f} + S_{ff} \right] = 0$$

con :

$$Q_c = \phi Q \quad \phi = \frac{K_c}{K_c + K_f}$$

I pedici c ed f si riferiscono rispettivamente al *main channel* (alveo centrale) ed alle *floodplain* (aree golenali), Q rappresenta la portata, g l'accelerazione di gravità, x l'ascissa, t il tempo, K la *conveyance* (o fattore di trasporto) della sezione, Z la quota del pelo libero (somma della quota di fondo z e dell'altezza liquida y), A l'area liquida, S_f la pendenza della linea dell'energia.

HEC-RAS utilizza generalmente il modello completo delle equazioni di De Saint Venant. Nelle analisi in moto vario le tecniche di soluzione numerica delle equazioni del moto assumono un'importanza maggiore rispetto alle analisi a moto permanente. La soluzione numerica di tali

PROGETTO PRELIMINARE	ELABORATO
Interventi per l'adeguamento dell'invaso di Pietrafitta ai fini della laminazione delle portate di piena del fiume Nestore	Relazione Tecnica

equazioni in regime di corrente lenta è basata su un metodo alle differenze finite di tipo implicito a quattro punti, noto in letteratura come *box scheme*. Dalla discretizzazione alle differenze finite delle equazioni del moto applicate ad un tratto di corso d'acqua, e dall'applicazione delle condizioni al contorno, risulta un sistema lineare di N equazioni in N incognite, con N pari a 2 volte il numero di sezioni in cui è stato suddiviso il corso d'acqua meno le sezioni in cui sono state assegnate le condizioni al contorno. Tale sistema deve essere risolto ad ogni successivo istante di calcolo. Il sistema di equazioni lineari viene risolto con metodo iterativo, utilizzando l'algoritmo *skyline*, specificatamente pensato per la soluzione dei problemi di moto vario nelle reti a pelo libero.

Nel caso di corrente mista lenta o veloce HEC-RAS utilizza la tecnica LPI "*Local Partial Inertia*", mediante la quale si passa gradualmente dalla soluzione delle equazioni complete del moto alla soluzione del modello parabolico delle equazioni del moto vario. Il modello parabolico viene applicato dal programma soltanto nei tratti di corso d'acqua in cui si ha un numero di Froude maggiore di un valore soglia definibile dall'utente (generalmente si assume $Fr=1$, corrispondente al passaggio della corrente attraverso lo stato critico). Il modello matematico riesce così a garantire una buona stabilità di calcolo anche nei tratti interessati da corrente veloce o mista, pur mantenendo un'adeguata accuratezza di calcolo.

3.1.2. Geometria del modello e caratteristiche delle opere in progetto

La geometria del modello è stata definita a partire dai dati desumibili dal Progetto Esecutivo dell'ENEL "*Centrale Termoelettrica Policombustibile Pietrafitta Nuova Gruppi 1-2. Bacino del fiume Nestore. Utilizzazione del fiume Nestore e del suo affluente Rigalto per usi industriali nella Centrale Termoelettrica di Pietrafitta Nuova*", sia per quel che riguarda l'invaso che per quanto riguarda le sezioni del Nestore. La lunghezza del tratto di modellazione è pari a circa 2840 m.

Per quanto disponibili (risulta scoperto il tratto del Nestore posto in testata dell'invaso di Pietrafitta e buona parte dell'invaso) si sono utilizzati anche i dati del rilievo Lidar dell'area di studio. Sono stati eseguiti inoltre da parte della Provincia di Perugia alcuni rilievi topografici ad integrazione dei dati disponibili.

Nelle successive fasi di progettazione si provvederà all'esecuzione di rilievi topografici di dettaglio ed all'affinamento dei modelli idraulici redatti in questa sede.

Nelle simulazioni condotte l'area di invaso è stata simulata mediante un elemento di tipo *reservoir*. Tali elementi simulano un invaso con livello liquido orizzontale, per i quali la portata uscente può essere calcolata con l'equazione di continuità. La curva di invaso dell'elemento riportata nella seguente figura è stata ricavata sulla base dei dati LIDAR disponibili e di quanto desumibile dalla documentazione fornita da ENEL ("*Impianto Turbogas di Pietrafitta-Planimetria delle reti fognarie, dei sistemi di trattamento, dei punti di emissione degli scarichi liquidi*").

PROGETTO PRELIMINARE	ELABORATO
Interventi per l'adeguamento dell'invaso di Pietrafitta ai fini della laminazione delle portate di piena del fiume Nestore	Relazione Tecnica

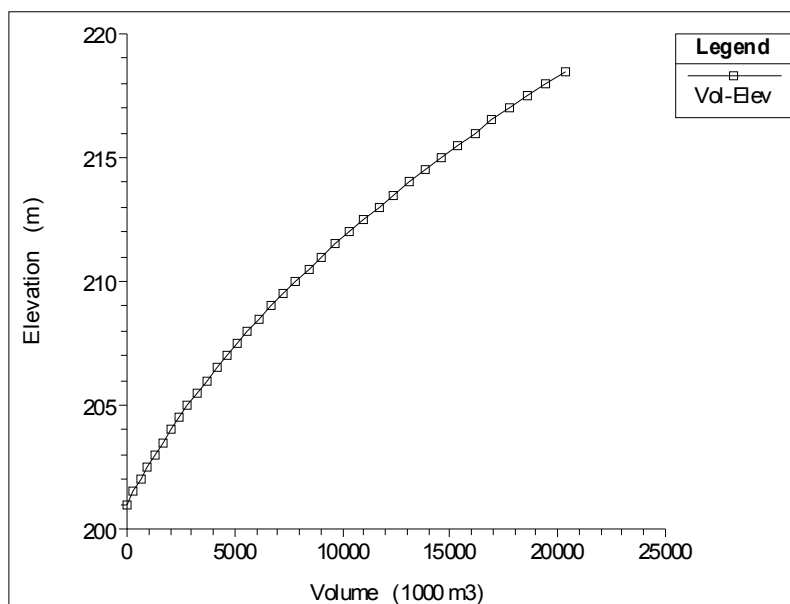


Figura 12 curva di invaso lago di Pietrafitta

La cassa di espansione sarà munita di una soglia di alimentazione munita di paratoia mobile abbattibile, posta in sponda destra del Nestore, come da tavola grafica allegata.

Per definire la geometria ottimale della soglia (tale cioè da garantire un'adeguata laminazione delle portate di piena con dei volumi di invaso adeguati per l'area a disposizione) sono stati fatti più tentativi.

Nelle successive fasi di progettazione si procederà a determinare il tipo di paratoia più idoneo per l'impiego. Verosimilmente si prevede l'uso di 3 paratoie a ventola, di lunghezza ciascuna pari a 8 m. Anche il dimensionamento delle opere civili potrà essere definito in dettaglio una volta determinato il tipo di paratoia ottimale per l'impiego in esame. Le caratteristiche delle opere di presa sono riportate nelle seguenti tabelle.

Lunghezza complessiva soglia sfiorante (m)	24
Quota di imposta soglia fissa (m.s.m.)	218.40
Quota pelo libero apertura paratoie (m.s.m.)	219.85
Velocità di apertura (m/min)	0.15

Tabella 4: caratteristiche della soglia di alimentazione con paratoie mobili

La soglia di presa è stata posizionata considerando sia le esigenze di funzionamento idraulico dell'opera che l'ampiezza della fascia di terreno che separa l'invaso dall'alveo del corso d'acqua. In particolare la presenza di tale fascia rende necessaria la realizzazione di un canale di adduzione a valle della soglia che adduca le acque nell'invaso.

Per lo scarico ordinario delle acque invase si prevede di utilizzare l'esistente scarico

PROGETTO PRELIMINARE	ELABORATO
Interventi per l'adeguamento dell'invaso di Pietrafitta ai fini della laminazione delle portate di piena del fiume Nestore	Relazione Tecnica

dell'invaso, costituito da una soglia di presa e da un canale di adduzione all'alveo del Nestore, su cui potranno essere eseguiti interventi di adeguamento consistenti nell'installazione di una paratoia piana, da tenersi normalmente aperta e da chiudersi solo in caso di apertura delle paratoie dell'opera di presa.

La cassa di espansione sarà anche munita di sfioratore di sicurezza per lo sfioro controllato di portate e volumi eccedenti la capacità di invaso dell'opera. Questo sarà costituito da una stramazza a soglia fissa posto in corrispondenza dell'estremità Est dell'invaso, destinato ad entrare in funzione per eventi con tempo di ritorno superiore al duecentennale e verificati con riferimento ad uno scenario cinquecentennale. Anche le dimensioni dello sfioratore di sicurezza sono state determinate per via iterativa, giungendo alle seguenti dimensioni:

Lunghezza soglia sfiorante (m)	50
Quota di sfioro (m.s.m.)	216.95

Tabella 5: caratteristiche dello sfioratore di sicurezza

Lo sfioratore di sicurezza recapita le acque nel Nestore, attraverso un canale di scarico opportunamente rivestito in scogliera.

Da notare che si prevede di impostare comunque il funzionamento delle paratoie di presa con doppia modalità di comando. Apertura regolata dal livello del Nestore e chiusura regolata dal livello dell'invaso, che avverrà al raggiungimento della quota della soglia di sfioro dello sfioratore di sicurezza (216.95 m.s.m.). Nel caso di malfunzionamento delle paratoie entrerà comunque in funzione lo sfioratore di sicurezza.

Nelle simulazioni qui condotte si è comunque cautelativamente ipotizzato che le paratoie vengano regolate con la stessa legge adottata per gli scenari duecentennali, e quindi con regolazione solo lato Nestore.

3.1.3. Coefficienti di scabrezza

Nella stima dei valori del coefficiente di scabrezza ci si è avvalsi del confronto tra il tratto di corso d'acqua in esame ed altri corsi d'acqua di caratteristiche di scabrezza simili, scegliendo i valori più appropriati del coefficiente di Manning, considerando anche possibili situazioni di scarsa manutenzione del corso d'acqua.

I coefficienti di scabrezza impiegati sono i seguenti:

- $n=0.017$ per i tratti rivestiti in calcestruzzo;
- $n=0.028$ per l'alveo rivestito in scogliera del canale di alimentazione;
- $n=0.035$ per l'alveo inciso del Nestore;
- $n=0.045$ per le aree golenali.

3.1.4. Condizioni al contorno

La condizione al contorno di monte del modello è costituita dagli idrogrammi di massima piena derivati dalla modellazione idrologica implementata, per le diverse durate di pioggia ed i diversi tempi di ritorno considerati.

La condizione al contorno di valle è calcolata ipotizzando condizioni di moto uniforme. Data

PROGETTO PRELIMINARE	ELABORATO
Interventi per l'adeguamento dell'invaso di Pietrafitta ai fini della laminazione delle portate di piena del fiume Nestore	Relazione Tecnica

l'estensione del tratto di modellazione non sono da attendersi effetti al contorno legati alle condizioni di valle nel funzionamento delle opere di sfioro verso l'invaso.

Nell'invaso è stata cautelativamente considerata una quota pari a 215.50 (max. quota di esercizio) all'inizio dell'evento di piena.

3.2. Scenari di simulazione ed analisi dei risultati

Sono state eseguite 13 simulazioni in totale, 4 per ogni tempo di ritorno considerato, con durate di pioggia comprese tra 12 e 30 ore (12, 18, 24 e 30 ore) più 1 simulazione relativa all'evento critico del Novembre 2012. Le simulazioni sono individuate da un codice del tipo icTRXXTPyy.yyh, dove XXX rappresenta il tempo di ritorno e yy.yy la durata dell'evento pluviometrico in ore. E' inoltre presente un prefisso SM per le simulazioni con l'opera di presa a soglia mobile. In allegato al presente documento si riportano in dettaglio i risultati dell'analisi idraulica condotta, in termini di profili, tabelle e sezioni per i diversi scenari esaminati.

Per le simulazioni relative ai diversi tempi di ritorno effettuate con la paratoia mobile si è sempre adottata la stessa legge di funzionamento: inizio apertura paratoia con quota del Nestore pari a 219.85 m.s.m., velocità di movimentazione 0.15 m/min, chiusura della paratoia con quota Nestore pari a 219.80 m.s.m..

Le tabelle seguenti riportano per le diverse durate ed i diversi tempi di ritorno esaminati le portate massime a monte Q_m ed a valle Q_v della cassa di espansione in progetto, le quote massime all'interno dell'invaso WSE_{max} ed il rendimento di laminazione ε .

$T_p(h)$	$Q_m (mc/sec)$	$Q_v (mc/sec)$	ε	$WSE_{max} (m.s.m.)$	$V(1000mc)$
12	79.52	79.52	0.000	215.50	0
18	102.04	102.04	0.000	215.50	0
24	104.91	104.91	0.000	215.50	0
30	103.43	103.43	0.000	215.50	0

Tabella 6 caratteristiche di funzionamento della cassa di espansione per tempi di ritorno di 50 anni: ipotesi di soglia mobile.

$T_p(h)$	$Q_m (mc/sec)$	$Q_v (mc/sec)$	ε	$WSE_{max} (m.s.m.)$	$V(1000 mc)$
12	149.01	114.42	0.232	215.93	670.66
18	172.04	115.02	0.33	216.47	1553.89
24	177.4	113.83	0.36	216.81	2099.07
30	172.84	114.18	0.34	216.94	2309.45

Tabella 7 caratteristiche di funzionamento della cassa di espansione per tempi di ritorno di 200 anni: ipotesi di soglia mobile.

PROGETTO PRELIMINARE	ELABORATO
Interventi per l'adeguamento dell'invaso di Pietrafitta ai fini della laminazione delle portate di piena del fiume Nestore	Relazione Tecnica

$T_p(h)$	Q_m (mc/sec)	Q_v (mc/sec)	ε	WSE_{max} (m.s.m.)	$V(1000\text{ mc})$
Evento critico Novembre 2012	145.92	113.79	0.220	216.14	1028.740

Tabella 8 caratteristiche di funzionamento della cassa di espansione per l'evento critico del Novembre 2012: ipotesi di soglia mobile.

La tabella seguente riporta le quote massime nell'invaso per eventi cinquecentennali, in cui il livello dell'invaso è tenuto sotto controllo dallo sfioratore di sicurezza:

$T_p(h)$	WSE_{max} (m.s.m.): soglia mobile
12	216.75
18	217.28
24	217.49
30	217.59

Tabella 9 caratteristiche di funzionamento della cassa di espansione per tempi di ritorno di 500 anni.

Dall'analisi dei risultati della modellazione eseguita possono trarsi le seguenti conclusioni:

- la soluzione prevista presenta elevati rendimenti nell'abbattimento dei colmi di piena, con valori massimi pari a circa il 36.5%.
- l'estensione dello specchio liquido dell'area di invaso le aree di esondazione risultano circoscritte all'interno del perimetro dell'invaso. In merito si rimanda alla planimetria allegata.
- la soglia mobile può essere impostata in modo da entrare in funzione per eventi con tempo di ritorno superiore a 50 anni, senza pregiudizi per l'abbattimento dei picchi di piena duecentennali. Ciò consente di limitare fortemente la frequenza di attivazione dell'opera di presa e conseguentemente eventuali effetti di interrimento dell'invaso.
- lo sfioratore di sicurezza consente di tenere sotto controllo il livello dell'invaso anche a fronte di eventi cinquecentennali, per cui la quota massima raggiunta è pari a 217.59 m.s.m. , a fronte di quote del piano campagna circostante l'invaso circa pari a 218.20 nella parte più depressa. In merito si deve notare che la simulazione qui effettuata è da ritenersi cautelativa (effettuata nelle ipotesi di regolazione delle paratoie di presa solo in base ad i livelli del Nestore), perché è previsto un doppio sistema di regolazione delle paratoie, per cui queste verranno comunque a chiudersi al raggiungimento di una quota di invaso nel lago pari alla quota dello sfioratore di sicurezza (216.95 m.s.m.).

3.3. Valutazione dei tempi di svuotamento dei volumi invasati

Per lo svuotamento dei volumi invasati ed il ripristino della quota di esercizio pari a 215.50 m.s.m. si provvederà aprendo la paratoia di cui è prevista l'installazione sull'esistente canale di scarico ENEL. L'apertura verrà modulata in modo tale da mantenere una portata in uscita circa pari alla portata massima smaltibile dal canale esistente, pari a 2 mc/sec. In tale ipotesi esemplificativa per il calcolo del tempo di svuotamento dei volumi invasati con riferimento all'evento duecentennale con quota di massimo invaso pari a 216.95 m.s.m. e volume di invaso pari a 2.309.450 mc si ha:

$$T = \Delta V / Q = (2.309.450\text{ mc}) / (2.00\text{ mc/sec} \cdot 3600 \cdot 24) = 13.4\text{ giorni}$$

PROGETTO PRELIMINARE	ELABORATO
Interventi per l'adeguamento dell'invaso di Pietrafitta ai fini della laminazione delle portate di piena del fiume Nestore	Relazione Tecnica

Valutazioni più precise potranno essere fatte una volta definiti più in dettaglio congiuntamente con ENEL gli interventi per l'adeguamento del canale di scarico esistente.

3.4. Valutazioni sull'interrimento dell'invaso

Nelle successive fasi di progettazione potranno essere fatte analisi più dettagliate sulla tipologia di trasporto solido del tratto del Nestore in esame, al fine di valutare l'entità di eventuali fenomeni di interrimento dell'invaso. Da notare comunque che l'adozione delle paratoie mobili consente di ridurre la frequenza di entrata delle acque di piena nell'invaso, che avverrà solo per eventi con tempo di ritorno superiore a 50 anni.

PROGETTO PRELIMINARE	ELABORATO
Interventi per l'adeguamento dell'invaso di Pietrafitta ai fini della laminazione delle portate di piena del fiume Nestore	Relazione Tecnica

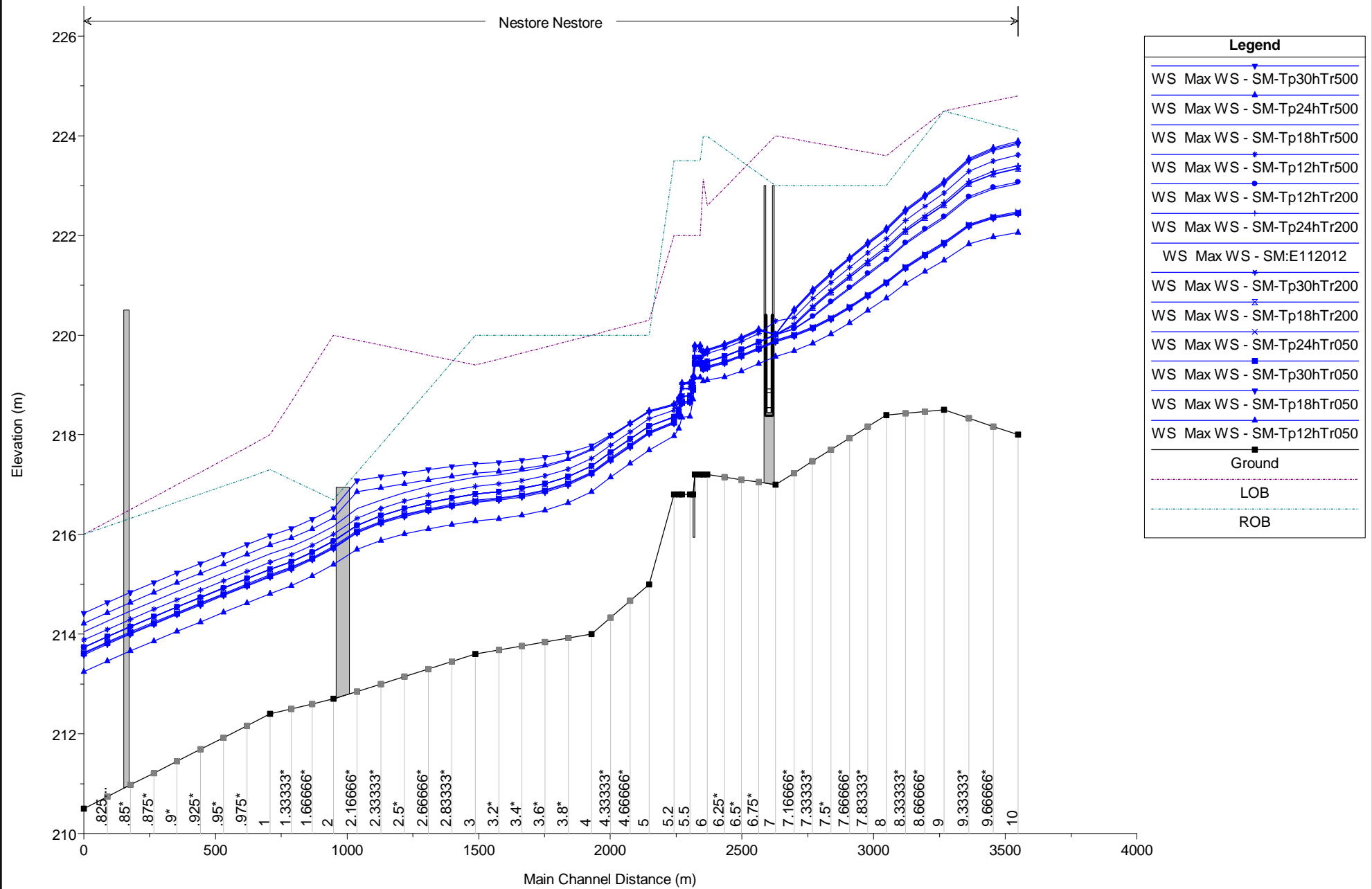
4. ALLEGATI

Si riportano nel seguito i risultati delle simulazioni eseguite:

Allegato 1. Analisi idraulica:

- 1.1 Planimetria modello di calcolo ;
- 1.2 Risultati modello RAS: profili, tabelle, sezioni per l'evento del Novembre 2012 e per Tr 50, 200 e 500 anni;
- 1.3 Idrogrammi delle quote del pelo libero in cassa ed idrogrammi delle portate all'altezza della soglia di presa per l'evento del Novembre 2012 e per Tr 50, 200 e 500 anni.





HEC-RAS River: Nestore Reach: Nestore Profile: Max WS

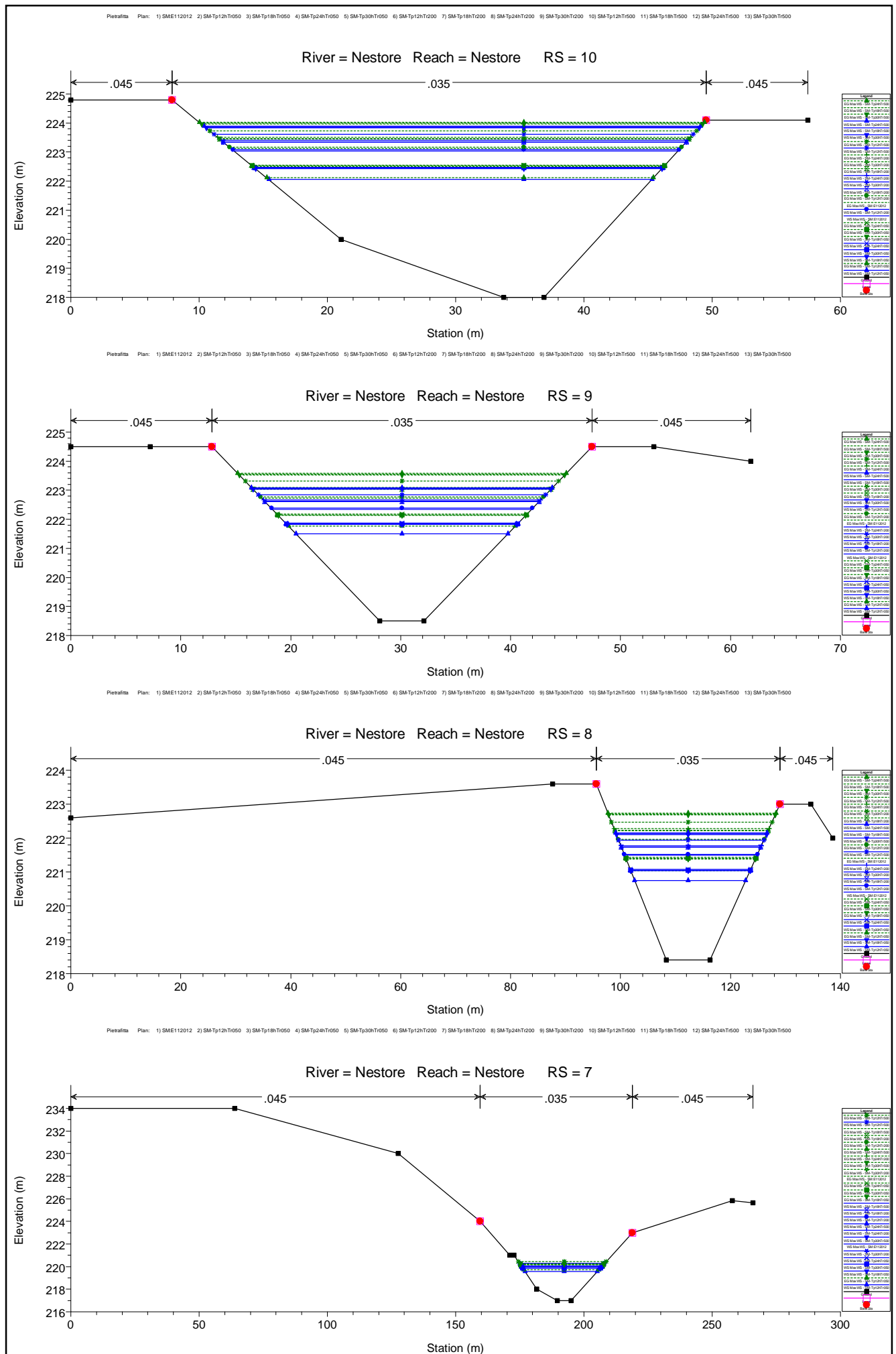
Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Cht
Nestore	10	Max WS	SM:E112012	145.92	218.00	223.04		223.13	0.000561	1.38	105.90	34.59	0.25
Nestore	10	Max WS	SM-Tp12hTr050	79.52	218.00	222.06		222.11	0.000443	1.07	74.34	29.87	0.22
Nestore	10	Max WS	SM-Tp18hTr050	102.04	218.00	222.43		222.50	0.000488	1.19	85.93	31.68	0.23
Nestore	10	Max WS	SM-Tp24hTr050	104.91	218.00	222.48		222.55	0.000493	1.20	87.35	31.90	0.23
Nestore	10	Max WS	SM-Tp30hTr050	103.43	218.00	222.45		222.53	0.000490	1.19	86.62	31.79	0.23
Nestore	10	Max WS	SM-Tp12hTr200	149.01	218.00	223.07		223.17	0.000565	1.39	107.24	34.77	0.25
Nestore	10	Max WS	SM-Tp18hTr200	172.05	218.00	223.34		223.45	0.000596	1.47	116.76	36.07	0.26
Nestore	10	Max WS	SM-Tp24hTr200	177.40	218.00	223.40		223.52	0.000603	1.49	118.90	36.35	0.26
Nestore	10	Max WS	SM-Tp30hTr200	172.84	218.00	223.35		223.46	0.000597	1.48	117.08	36.11	0.26
Nestore	10	Max WS	SM-Tp12hTr500	197.37	218.00	223.61		223.74	0.000627	1.56	126.70	37.37	0.27
Nestore	10	Max WS	SM-Tp18hTr500	222.37	218.00	223.86		224.00	0.000656	1.63	136.05	38.56	0.28
Nestore	10	Max WS	SM-Tp24hTr500	225.36	218.00	223.89		224.03	0.000659	1.64	137.15	38.70	0.28
Nestore	10	Max WS	SM-Tp30hTr500	219.36	218.00	223.83		223.97	0.000652	1.63	134.95	38.42	0.28
Nestore	9	Max WS	SM:E112012	145.85	218.50	222.35		222.73	0.003400	2.75	53.06	23.58	0.58
Nestore	9	Max WS	SM-Tp12hTr050	79.52	218.50	221.50		221.76	0.003115	2.28	34.87	19.26	0.54
Nestore	9	Max WS	SM-Tp18hTr050	102.03	218.50	221.82		222.13	0.003226	2.46	41.45	20.92	0.56
Nestore	9	Max WS	SM-Tp24hTr050	104.91	218.50	221.86		222.18	0.003237	2.48	42.26	21.12	0.56
Nestore	9	Max WS	SM-Tp30hTr050	103.43	218.50	221.84		222.15	0.003231	2.47	41.85	21.02	0.56
Nestore	9	Max WS	SM-Tp12hTr200	149.00	218.50	222.38		222.77	0.003410	2.77	53.86	23.75	0.59
Nestore	9	Max WS	SM-Tp18hTr200	172.04	218.50	222.61		223.04	0.003473	2.89	59.55	24.94	0.60
Nestore	9	Max WS	SM-Tp24hTr200	177.40	218.50	222.66		223.10	0.003489	2.92	60.83	25.20	0.60
Nestore	9	Max WS	SM-Tp30hTr200	172.84	218.50	222.62		223.05	0.003475	2.89	59.74	24.98	0.60
Nestore	9	Max WS	SM-Tp12hTr500	197.37	218.50	222.85		223.31	0.003532	3.01	65.58	26.14	0.61
Nestore	9	Max WS	SM-Tp18hTr500	222.37	218.50	223.06		223.56	0.003589	3.12	71.26	27.22	0.62
Nestore	9	Max WS	SM-Tp24hTr500	225.36	218.50	223.09		223.59	0.003594	3.13	71.95	27.35	0.62
Nestore	9	Max WS	SM-Tp30hTr500	219.36	218.50	223.04		223.53	0.003584	3.11	70.58	27.10	0.61
Nestore	8	Max WS	SM:E112012	145.82	218.40	221.49		221.93	0.004325	2.94	49.52	24.09	0.66
Nestore	8	Max WS	SM-Tp12hTr050	79.52	218.40	220.75		221.04	0.003891	2.41	33.06	20.21	0.60
Nestore	8	Max WS	SM-Tp18hTr050	102.03	218.40	221.04		221.38	0.004007	2.60	39.22	21.75	0.62
Nestore	8	Max WS	SM-Tp24hTr050	104.91	218.40	221.07		221.42	0.004030	2.63	39.93	21.92	0.62
Nestore	8	Max WS	SM-Tp30hTr050	103.43	218.40	221.06		221.40	0.004019	2.61	39.56	21.83	0.62
Nestore	8	Max WS	SM-Tp12hTr200	149.00	218.40	221.52		221.97	0.004341	2.97	50.24	24.25	0.66
Nestore	8	Max WS	SM-Tp18hTr200	172.04	218.40	221.73		222.22	0.004431	3.10	55.42	25.34	0.67
Nestore	8	Max WS	SM-Tp24hTr200	177.40	218.40	221.77		222.27	0.004456	3.14	56.57	25.57	0.67
Nestore	8	Max WS	SM-Tp30hTr200	172.84	218.40	221.73		222.23	0.004435	3.11	55.59	25.37	0.67
Nestore	8	Max WS	SM-Tp12hTr500	197.36	218.40	221.94		222.47	0.004519	3.24	60.87	26.44	0.68
Nestore	8	Max WS	SM-Tp18hTr500	222.36	218.40	222.13		222.71	0.004620	3.37	65.93	27.42	0.69
Nestore	8	Max WS	SM-Tp24hTr500	225.36	218.40	222.15		222.73	0.004631	3.39	66.52	27.53	0.70
Nestore	8	Max WS	SM-Tp30hTr500	219.36	218.40	222.10		222.68	0.004607	3.36	65.33	27.31	0.69
Nestore	7	Max WS	SM:E112012	114.52	217.00	220.01		220.19	0.001926	1.91	60.03	31.23	0.44
Nestore	7	Max WS	SM-Tp12hTr050	79.51	217.00	219.57		219.71	0.001834	1.69	46.93	28.17	0.42
Nestore	7	Max WS	SM-Tp18hTr050	102.03	217.00	219.87		220.04	0.001888	1.83	55.61	30.23	0.43
Nestore	7	Max WS	SM-Tp24hTr050	104.90	217.00	219.90		220.07	0.001898	1.85	56.64	30.47	0.43
Nestore	7	Max WS	SM-Tp30hTr050	103.43	217.00	219.88		220.05	0.001893	1.84	56.11	30.35	0.43
Nestore	7	Max WS	SM-Tp12hTr200	115.12	217.00	220.01		220.20	0.001934	1.91	60.17	31.26	0.44
Nestore	7	Max WS	SM-Tp18hTr200	115.19	217.00	220.01		220.20	0.001934	1.91	60.20	31.27	0.44
Nestore	7	Max WS	SM-Tp24hTr200	114.78	217.00	220.01		220.20	0.001929	1.91	60.10	31.24	0.44
Nestore	7	Max WS	SM-Tp30hTr200	114.54	217.00	220.01		220.19	0.001927	1.91	60.03	31.23	0.44
Nestore	7	Max WS	SM-Tp12hTr500	119.57	217.00	220.28		220.43	0.001447	1.74	68.75	33.11	0.39
Nestore	7	Max WS	SM-Tp18hTr500	115.42	217.00	220.02		220.20	0.001936	1.92	60.26	31.28	0.44
Nestore	7	Max WS	SM-Tp24hTr500	114.99	217.00	220.01		220.20	0.001932	1.91	60.15	31.26	0.44
Nestore	7	Max WS	SM-Tp30hTr500	114.75	217.00	220.01		220.20	0.001930	1.91	60.08	31.24	0.44
Nestore	6.9			Lat Struct									
Nestore	6	Max WS	SM:E112012	114.32	217.20	219.47		219.68	0.001699	2.06	55.42	30.83	0.49
Nestore	6	Max WS	SM-Tp12hTr050	79.51	217.20	219.10		219.25	0.001144	1.74	45.61	26.05	0.42
Nestore	6	Max WS	SM-Tp18hTr050	102.02	217.20	219.34		219.54	0.001280	1.96	51.99	26.57	0.45
Nestore	6	Max WS	SM-Tp24hTr050	104.90	217.20	219.37		219.57	0.001294	1.99	52.78	26.63	0.45
Nestore	6	Max WS	SM-Tp30hTr050	103.43	217.20	219.36		219.55	0.001287	1.97	52.38	26.60	0.45
Nestore	6	Max WS	SM-Tp12hTr200	114.76	217.20	219.47		219.69	0.001700	2.07	55.55	30.84	0.49
Nestore	6	Max WS	SM-Tp18hTr200	114.78	217.20	219.47		219.69	0.001701	2.07	55.55	30.84	0.49
Nestore	6	Max WS	SM-Tp24hTr200	114.52	217.20	219.47		219.69	0.001699	2.06	55.48	30.84	0.49
Nestore	6	Max WS	SM-Tp30hTr200	114.32	217.20	219.47		219.68	0.001699	2.06	55.42	30.83	0.49
Nestore	6	Max WS	SM-Tp12hTr500	130.82	217.20	219.63		219.87	0.001710	2.17	60.42	31.14	0.50
Nestore	6	Max WS	SM-Tp18hTr500	138.33	217.20	219.70		219.95	0.001713	2.21	62.65	31.27	0.50
Nestore	6	Max WS	SM-Tp24hTr500	139.97	217.20	219.71		219.97	0.001714	2.22	63.12	31.30	0.50
Nestore	6	Max WS	SM-Tp30hTr500	136.62	217.20	219.68		219.93	0.001711	2.20	62.15	31.24	0.50
Nestore	5.9	Max WS	SM:E112012	114.31	217.20	219.43		219.66	0.001399	2.10	54.49	26.77	0.47
Nestore	5.9	Max WS	SM-Tp12hTr050	79.51	217.20	219.08		219.24	0.001186	1.76	45.07	26.01	0.43
Nestore	5.9	Max WS	SM-Tp18hTr050	102.02	217.20	219.31		219.51	0.001335	1.99	51.25	26.51	0.46
Nestore	5.9	Max WS	SM-Tp24hTr050	104.90	217.20	219.34		219.55	0.001351	2.02	52.02	26.57	0.46
Nestore	5.9	Max WS	SM-Tp30hTr050	103.43	217.20	219.33		219.53	0.001343	2.00	51.62	26.54	0.46
Nestore	5.9	Max WS	SM-Tp12hTr200	114.75	217.20	219.44		219.66	0.001402	2.10	54.60	26.78	0.47
Nestore	5.9	Max WS	SM-Tp18hTr200	114.76	217.20	219.44		219.66	0.001402	2.10	54.60	26.78	0.47
Nestore	5.9	Max WS	SM-Tp24hTr200	114.51	217.20	219.44		219.66	0.001400	2.10	54.54	26.77	0.47
Nestore	5.9	Max WS	SM-Tp30hTr200	114.31	217.20	219.43		219.66	0.001400	2.10	54.48	26.77	0.47
Nestore	5.9	Max WS	SM-Tp12hTr500	130.71	217.20	219.59		219.84	0.001804	2.20	59.33	31.07	0.51
Nestore	5.9	Max WS	SM-Tp18hTr500	138.32	217.20	219.66		219.92	0.001807	2.25	61.55	31.21	0.51
Nestore	5.9	Max WS	SM-Tp24hTr500	139.96	217.20	219.68		219.94	0.001807	2.26	62.03	31.24	0.51
Nestore	5.9	Max WS	SM-Tp30hTr500	136.62	217.20	219.65		219.90	0.001807	2.24	61.05	31.18	0.51
Nestore	5.8	Max WS	SM:E112012	114.30	217.20	219.54	218.24	219.64	0.000222	1.42	80.51	34.41	0.30
Nestore	5.8	Max WS	SM-Tp12hTr050	79.51	217.20	219.15	218.02	219.22	0.000191	1.18	67.22	34.41	0.27
Nestore	5.8	Max WS	SM-Tp18hTr050	102.02	217.20	219.41	218.16	219.50	0.000213	1.34	76.00	34.41	0.29
Nestore	5.8	Max WS	SM-Tp24hTr050	104.90	217.20	219.44	218.18	219.53	0.000215	1.36	77.08	34.41	0.29
Nestore	5.8	Max WS	SM-Tp30hTr050	103.43	217.20	219.42	218.17	219.52	0.000214	1.35	76.52	34.41	0.29
Nestore	5.8	Max WS	SM-Tp12hTr200	114.74	217.20	219.54	218.24	219.65	0.000223	1.42	80.66	34.41	0.30
Nestore	5.8	Max WS	SM-Tp18hTr200	114.74	217.20	219.54	218.25	219.65	0.000223	1.42	80.66	34.41	0.30

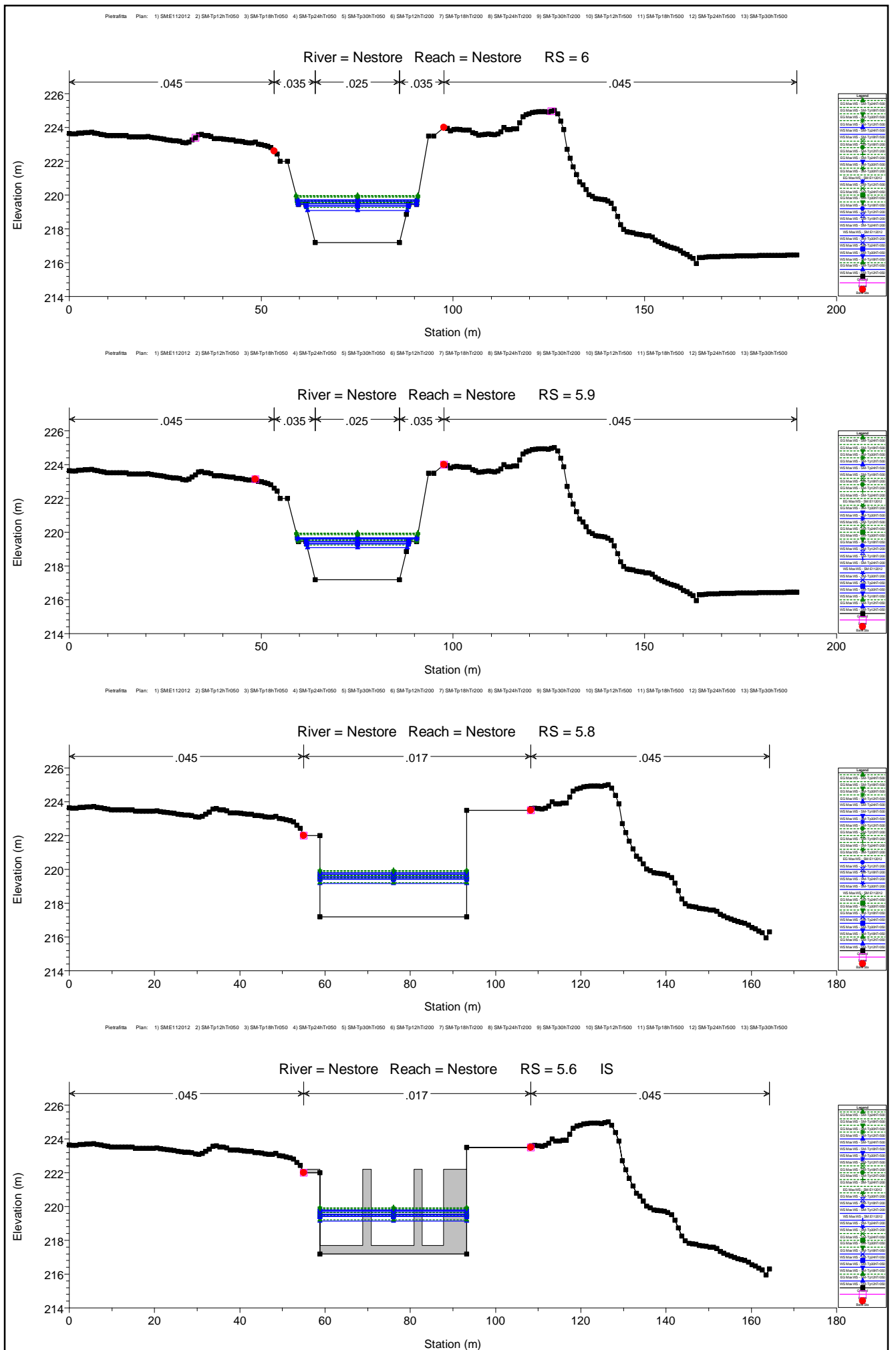
Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Ctl
Nestore	5.8	Max WS	SM-Tp24hTr200	114.50	217.20	219.54	218.24	219.64	0.000222	1.42	80.58	34.41	0.30
Nestore	5.8	Max WS	SM-Tp30hTr200	114.30	217.20	219.54	218.24	219.64	0.000222	1.42	80.51	34.41	0.30
Nestore	5.8	Max WS	SM-Tp12hTr500	130.62	217.20	219.71	218.34	219.82	0.000233	1.51	86.29	34.41	0.31
Nestore	5.8	Max WS	SM-Tp18hTr500	138.32	217.20	219.78	218.38	219.91	0.000238	1.56	88.86	34.41	0.31
Nestore	5.8	Max WS	SM-Tp24hTr500	139.96	217.20	219.80	218.39	219.92	0.000239	1.57	89.40	34.41	0.31
Nestore	5.8	Max WS	SM-Tp30hTr500	136.62	217.20	219.77	218.37	219.89	0.000237	1.55	88.28	34.41	0.31
Nestore	5.6			Inl Struct									
Nestore	5.5	Max WS	SM:E112012	33.58	216.80	218.92		218.93	0.000026	0.46	73.09	34.41	0.10
Nestore	5.5	Max WS	SM-Tp12hTr050	79.51	216.80	218.37		218.48	0.000388	1.47	53.93	34.41	0.38
Nestore	5.5	Max WS	SM-Tp18hTr050	102.02	216.80	218.64		218.78	0.000379	1.61	63.43	34.41	0.38
Nestore	5.5	Max WS	SM-Tp24hTr050	104.90	216.80	218.68		218.81	0.000378	1.62	64.58	34.41	0.38
Nestore	5.5	Max WS	SM-Tp30hTr050	103.43	216.80	218.66		218.79	0.000379	1.62	63.99	34.41	0.38
Nestore	5.5	Max WS	SM-Tp12hTr200	114.68	216.80	218.79		218.93	0.000377	1.68	68.33	34.41	0.38
Nestore	5.5	Max WS	SM-Tp18hTr200	114.74	216.80	218.79		218.93	0.000378	1.68	68.33	34.41	0.38
Nestore	5.5	Max WS	SM-Tp24hTr200	114.50	216.80	218.78		218.93	0.000377	1.68	68.27	34.41	0.38
Nestore	5.5	Max WS	SM-Tp30hTr200	114.30	216.80	218.78		218.93	0.000377	1.68	68.20	34.41	0.38
Nestore	5.5	Max WS	SM-Tp12hTr500	130.62	216.80	218.94		219.10	0.000384	1.77	73.73	34.41	0.39
Nestore	5.5	Max WS	SM-Tp18hTr500	138.32	216.80	219.04		219.21	0.000373	1.79	77.12	34.41	0.38
Nestore	5.5	Max WS	SM-Tp24hTr500	139.96	216.80	219.06		219.22	0.000373	1.80	77.71	34.41	0.38
Nestore	5.5	Max WS	SM-Tp30hTr500	136.59	216.80	219.03		219.19	0.000372	1.78	76.60	34.41	0.38
Nestore	5.4	Max WS	SM:E112012	4.54	216.80	218.92		218.92	0.000000	0.06	73.11	34.41	0.01
Nestore	5.4	Max WS	SM-Tp12hTr050	79.51	216.80	218.35		218.47	0.000399	1.49	53.46	34.41	0.38
Nestore	5.4	Max WS	SM-Tp18hTr050	102.02	216.80	218.63		218.76	0.000388	1.62	62.96	34.41	0.38
Nestore	5.4	Max WS	SM-Tp24hTr050	104.90	216.80	218.66		218.80	0.000387	1.64	64.10	34.41	0.38
Nestore	5.4	Max WS	SM-Tp30hTr050	103.43	216.80	218.65		218.78	0.000388	1.63	63.52	34.41	0.38
Nestore	5.4	Max WS	SM-Tp12hTr200	114.67	216.80	218.77		218.92	0.000385	1.69	67.87	34.41	0.38
Nestore	5.4	Max WS	SM-Tp18hTr200	114.69	216.80	218.77		218.92	0.000386	1.69	67.86	34.41	0.38
Nestore	5.4	Max WS	SM-Tp24hTr200	114.48	216.80	218.77		218.92	0.000385	1.69	67.81	34.41	0.38
Nestore	5.4	Max WS	SM-Tp30hTr200	114.27	216.80	218.77		218.91	0.000385	1.69	67.73	34.41	0.38
Nestore	5.4	Max WS	SM-Tp12hTr500	130.29	216.80	218.93		219.09	0.000390	1.78	73.28	34.41	0.39
Nestore	5.4	Max WS	SM-Tp18hTr500	138.32	216.80	219.03		219.19	0.000380	1.80	76.66	34.41	0.39
Nestore	5.4	Max WS	SM-Tp24hTr500	139.95	216.80	219.04		219.21	0.000380	1.81	77.24	34.41	0.39
Nestore	5.4	Max WS	SM-Tp30hTr500	136.59	216.80	219.01		219.18	0.000379	1.79	76.13	34.41	0.39
Nestore	5.3	Max WS	SM:E112012	114.26	216.80	218.50		218.92	0.003386	2.85	40.06	25.01	0.72
Nestore	5.3	Max WS	SM-Tp12hTr050	79.51	216.80	218.13		218.47	0.003640	2.58	30.82	24.35	0.73
Nestore	5.3	Max WS	SM-Tp18hTr050	102.02	216.80	218.38		218.77	0.003440	2.76	36.97	24.79	0.72
Nestore	5.3	Max WS	SM-Tp24hTr050	104.90	216.80	218.41		218.80	0.003425	2.78	37.71	24.84	0.72
Nestore	5.3	Max WS	SM-Tp30hTr050	103.43	216.80	218.39		218.79	0.003434	2.77	37.33	24.81	0.72
Nestore	5.3	Max WS	SM-Tp12hTr200	114.67	216.80	218.51		218.92	0.003387	2.86	40.15	25.01	0.72
Nestore	5.3	Max WS	SM-Tp18hTr200	114.60	216.80	218.51		218.92	0.003382	2.85	40.15	25.01	0.72
Nestore	5.3	Max WS	SM-Tp24hTr200	114.47	216.80	218.51		218.92	0.003385	2.85	40.11	25.01	0.72
Nestore	5.3	Max WS	SM-Tp30hTr200	114.26	216.80	218.51		218.92	0.003382	2.85	40.08	25.01	0.72
Nestore	5.3	Max WS	SM-Tp12hTr500	130.18	216.80	218.65		219.10	0.003408	2.99	43.60	25.26	0.73
Nestore	5.3	Max WS	SM-Tp18hTr500	138.32	216.80	218.74		219.20	0.003276	3.01	46.01	25.42	0.71
Nestore	5.3	Max WS	SM-Tp24hTr500	139.95	216.80	218.76		219.22	0.003270	3.02	46.40	25.45	0.71
Nestore	5.3	Max WS	SM-Tp30hTr500	136.55	216.80	218.73		219.18	0.003257	2.99	45.70	25.40	0.71
Nestore	5.2	Max WS	SM:E112012	114.24	216.80	218.35		218.86	0.004546	3.14	36.34	24.74	0.83
Nestore	5.2	Max WS	SM-Tp12hTr050	79.51	216.80	217.97		218.41	0.005435	2.94	27.05	24.07	0.88
Nestore	5.2	Max WS	SM-Tp18hTr050	102.02	216.80	218.23		218.71	0.004775	3.07	33.19	24.52	0.84
Nestore	5.2	Max WS	SM-Tp24hTr050	104.90	216.80	218.26		218.74	0.004710	3.09	33.96	24.57	0.84
Nestore	5.2	Max WS	SM-Tp30hTr050	103.43	216.80	218.24		218.73	0.004743	3.08	33.57	24.54	0.84
Nestore	5.2	Max WS	SM-Tp12hTr200	114.66	216.80	218.36		218.86	0.004542	3.15	36.44	24.75	0.83
Nestore	5.2	Max WS	SM-Tp18hTr200	114.60	216.80	218.36		218.86	0.004537	3.15	36.44	24.75	0.83
Nestore	5.2	Max WS	SM-Tp24hTr200	114.42	216.80	218.36		218.86	0.004537	3.14	36.40	24.75	0.83
Nestore	5.2	Max WS	SM-Tp30hTr200	114.25	216.80	218.36		218.86	0.004538	3.14	36.36	24.74	0.83
Nestore	5.2	Max WS	SM-Tp12hTr500	130.04	216.80	218.49		219.04	0.004470	3.27	39.81	24.99	0.83
Nestore	5.2	Max WS	SM-Tp18hTr500	138.32	216.80	218.60		219.14	0.004178	3.26	42.42	25.17	0.80
Nestore	5.2	Max WS	SM-Tp24hTr500	139.94	216.80	218.61		219.16	0.004158	3.27	42.81	25.20	0.80
Nestore	5.2	Max WS	SM-Tp30hTr500	136.35	216.80	218.59		219.12	0.004139	3.24	42.15	25.15	0.80
Nestore	5	Max WS	SM:E112012	114.09	215.00	218.17		218.45	0.003333	2.35	48.47	27.63	0.57
Nestore	5	Max WS	SM-Tp12hTr050	79.50	215.00	217.69		217.94	0.003538	2.20	36.18	23.92	0.57
Nestore	5	Max WS	SM-Tp18hTr050	102.02	215.00	218.02		218.29	0.003386	2.30	44.32	26.44	0.57
Nestore	5	Max WS	SM-Tp24hTr050	104.90	215.00	218.06		218.33	0.003365	2.31	45.35	26.74	0.57
Nestore	5	Max WS	SM-Tp30hTr050	103.42	215.00	218.04		218.31	0.003377	2.31	44.82	26.58	0.57
Nestore	5	Max WS	SM-Tp12hTr200	114.52	215.00	218.18		218.46	0.003335	2.36	48.60	27.67	0.57
Nestore	5	Max WS	SM-Tp18hTr200	114.56	215.00	218.18		218.46	0.003335	2.36	48.61	27.67	0.57
Nestore	5	Max WS	SM-Tp24hTr200	114.39	215.00	218.18		218.46	0.003332	2.36	48.57	27.66	0.57
Nestore	5	Max WS	SM-Tp30hTr200	114.10	215.00	218.17		218.45	0.003326	2.35	48.51	27.64	0.57
Nestore	5	Max WS	SM-Tp12hTr500	129.17	215.00	218.32		218.63	0.003399	2.45	52.80	28.83	0.58
Nestore	5	Max WS	SM-Tp18hTr500	138.31	215.00	218.47		218.77	0.003189	2.43	56.92	29.92	0.56
Nestore	5	Max WS	SM-Tp24hTr500	139.93	215.00	218.48		218.79	0.003182	2.44	57.46	30.06	0.56
Nestore	5	Max WS	SM-Tp30hTr500	136.19	215.00	218.46		218.75	0.003119	2.40	56.73	29.87	0.56
Nestore	4	Max WS	SM:E112012	113.73	214.00	217.37		217.70	0.003574	2.54	44.73	23.54	0.59
Nestore	4	Max WS	SM-Tp12hTr050	79.50	214.00	216.86		217.15	0.003806	2.38	33.43	20.41	0.59
Nestore	4	Max WS	SM-Tp18hTr050	102.01	214.00	217.21		217.53	0.003645	2.49	40.93	22.54	0.59
Nestore	4	Max WS	SM-Tp24hTr050	104.90	214.00	217.25		217.57	0.003625	2.50	41.88	22.79	0.59
Nestore	4	Max WS	SM-Tp30hTr050	103.42	214.00	217.23		217.55	0.003635	2.50	41.40	22.66	0.59
Nestore	4	Max WS	SM-Tp12hTr200	113.73	214.00	217.38		217.70	0.003571	2.54	44.74	23.55	0.59
Nestore	4	Max WS	SM-Tp18hTr200	114.20	214.00	217.37		217.71	0.003602	2.55	44.73	23.55	0.59
Nestore	4	Max WS	SM-Tp24hTr200	114.17	214.00	217.38		217.71	0.003594	2.55	44.76	23.55	0.59
Nestore	4	Max WS	SM-Tp30hTr200	114.04	214.00	217.38		217.71	0.003590	2.55	44.75	23.55	0.59
Nestore	4	Max WS	SM-Tp12hTr500	124.54	214.00	217.52		217.86	0.003504	2.58	48.23	24.43	0.59
Nestore	4	Max WS	SM-Tp18hTr500	138.26	214.00	217.70		218.05	0.003423	2.63	52.61	25.50	0.58
Nestore	4	Max WS	SM-Tp24hTr500	139.90	214.00	217.72		218.07	0.003415	2.63	53.13	25.63	0.58
Nestore	4	Max WS	SM-Tp30hTr500	131.71	214.00	217.78		218.08	0.002778	2.40	54.86	26.04	0.53

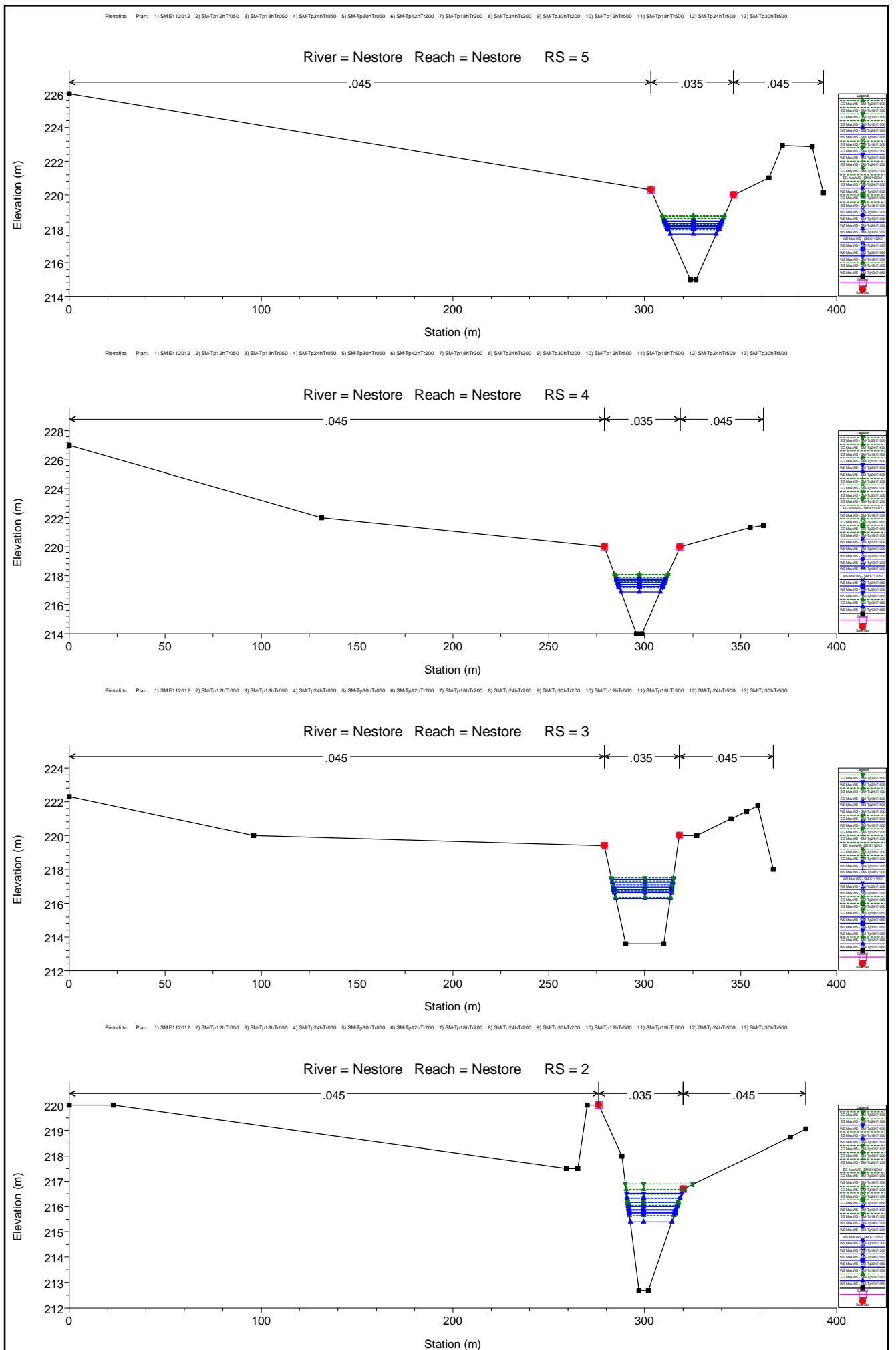
Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Nestore	3	Max WS	SM:E112012	113.55	213.60	216.81		216.91	0.000714	1.41	80.47	30.11	0.28
Nestore	3	Max WS	SM-Tp12hTr050	79.48	213.60	216.27		216.35	0.000667	1.23	64.58	28.40	0.26
Nestore	3	Max WS	SM-Tp18hTr050	102.00	213.60	216.64		216.74	0.000697	1.35	75.40	29.57	0.27
Nestore	3	Max WS	SM-Tp24hTr050	104.89	213.60	216.69		216.78	0.000701	1.37	76.71	29.71	0.27
Nestore	3	Max WS	SM-Tp30hTr050	103.42	213.60	216.66		216.76	0.000699	1.36	76.05	29.64	0.27
Nestore	3	Max WS	SM-Tp12hTr200	113.63	213.60	216.81		216.91	0.000714	1.41	80.51	30.11	0.28
Nestore	3	Max WS	SM-Tp18hTr200	113.40	213.60	216.81		216.91	0.000715	1.41	80.37	30.10	0.28
Nestore	3	Max WS	SM-Tp24hTr200	113.61	213.60	216.81		216.91	0.000714	1.41	80.50	30.11	0.28
Nestore	3	Max WS	SM-Tp30hTr200	113.58	213.60	216.81		216.91	0.000715	1.41	80.46	30.11	0.28
Nestore	3	Max WS	SM-Tp12hTr500	124.53	213.60	216.97		217.08	0.000727	1.46	85.22	30.60	0.28
Nestore	3	Max WS	SM-Tp18hTr500	138.24	213.60	217.15		217.27	0.000745	1.52	90.79	31.17	0.28
Nestore	3	Max WS	SM-Tp24hTr500	126.96	213.60	217.23		217.33	0.000580	1.36	93.36	31.43	0.25
Nestore	3	Max WS	SM-Tp30hTr500	127.54	213.60	217.41		217.50	0.000491	1.29	99.18	32.00	0.23
Nestore	2.1			Lat Struct									
Nestore	2	Max WS	SM:E112012	113.43	212.70	215.87		216.17	0.003231	2.42	46.92	24.63	0.56
Nestore	2	Max WS	SM-Tp12hTr050	79.48	212.70	215.40		215.65	0.003230	2.21	36.03	21.72	0.55
Nestore	2	Max WS	SM-Tp18hTr050	101.99	212.70	215.72		216.00	0.003225	2.35	43.39	23.72	0.55
Nestore	2	Max WS	SM-Tp24hTr050	104.89	212.70	215.76		216.04	0.003226	2.37	44.29	23.96	0.56
Nestore	2	Max WS	SM-Tp30hTr050	103.41	212.70	215.74		216.02	0.003226	2.36	43.83	23.84	0.56
Nestore	2	Max WS	SM-Tp12hTr200	113.55	212.70	215.87		216.17	0.003232	2.42	46.95	24.64	0.56
Nestore	2	Max WS	SM-Tp18hTr200	113.21	212.70	215.86		216.16	0.003234	2.42	46.84	24.61	0.56
Nestore	2	Max WS	SM-Tp24hTr200	113.53	212.70	215.87		216.17	0.003231	2.42	46.95	24.64	0.56
Nestore	2	Max WS	SM-Tp30hTr200	113.43	212.70	215.87		216.16	0.003233	2.42	46.92	24.63	0.56
Nestore	2	Max WS	SM-Tp12hTr500	124.52	212.70	216.00		216.32	0.003219	2.47	50.37	25.48	0.56
Nestore	2	Max WS	SM-Tp18hTr500	138.24	212.70	216.16		216.49	0.003215	2.54	54.48	26.46	0.56
Nestore	2	Max WS	SM-Tp24hTr500	153.74	212.70	216.33		216.68	0.003198	2.60	59.08	27.52	0.57
Nestore	2	Max WS	SM-Tp30hTr500	172.31	212.70	216.52		216.89	0.003191	2.68	64.39	28.69	0.57
Nestore	1	Max WS	SM:E112012	113.37	212.40	215.30		215.51	0.002125	2.04	55.68	27.96	0.46
Nestore	1	Max WS	SM-Tp12hTr050	79.47	212.40	214.82		214.99	0.002161	1.86	42.77	25.01	0.45
Nestore	1	Max WS	SM-Tp18hTr050	101.99	212.40	215.15		215.35	0.002131	1.98	51.50	27.04	0.46
Nestore	1	Max WS	SM-Tp24hTr050	104.88	212.40	215.19		215.39	0.002125	1.99	52.61	27.29	0.46
Nestore	1	Max WS	SM-Tp30hTr050	103.41	212.40	215.17		215.37	0.002128	1.99	52.05	27.17	0.46
Nestore	1	Max WS	SM-Tp12hTr200	113.51	212.40	215.30		215.52	0.002126	2.04	55.72	27.97	0.46
Nestore	1	Max WS	SM-Tp18hTr200	113.16	212.40	215.30		215.51	0.002129	2.04	55.57	27.94	0.46
Nestore	1	Max WS	SM-Tp24hTr200	113.44	212.40	215.30		215.52	0.002124	2.04	55.71	27.97	0.46
Nestore	1	Max WS	SM-Tp30hTr200	113.37	212.40	215.30		215.51	0.002127	2.04	55.66	27.96	0.46
Nestore	1	Max WS	SM-Tp12hTr500	124.51	212.40	215.45		215.67	0.002113	2.08	59.74	28.83	0.46
Nestore	1	Max WS	SM-Tp18hTr500	138.24	212.40	215.61		215.84	0.002108	2.14	64.54	29.82	0.46
Nestore	1	Max WS	SM-Tp24hTr500	153.74	212.40	215.79		216.03	0.002097	2.20	69.88	30.88	0.47
Nestore	1	Max WS	SM-Tp30hTr500	172.31	212.40	215.98		216.24	0.002093	2.27	76.03	32.07	0.47
Nestore	0.835			Lat Struct									
Nestore	0.8	Max WS	SM:E112012	113.31	210.50	213.74	212.76	213.97	0.002382	2.15	52.69	26.42	0.49
Nestore	0.8	Max WS	SM-Tp12hTr050	79.47	210.50	213.25	212.37	213.44	0.002383	1.96	40.50	23.35	0.48
Nestore	0.8	Max WS	SM-Tp18hTr050	101.98	210.50	213.59	212.64	213.81	0.002373	2.09	48.80	25.48	0.48
Nestore	0.8	Max WS	SM-Tp24hTr050	104.88	210.50	213.63	212.67	213.85	0.002374	2.11	49.81	25.73	0.48
Nestore	0.8	Max WS	SM-Tp30hTr050	103.41	210.50	213.61	212.65	213.83	0.002370	2.10	49.32	25.61	0.48
Nestore	0.8	Max WS	SM-Tp12hTr200	113.42	210.50	213.74	212.76	213.97	0.002381	2.15	52.73	26.43	0.49
Nestore	0.8	Max WS	SM-Tp18hTr200	112.96	210.50	213.73	212.76	213.97	0.002382	2.15	52.57	26.39	0.49
Nestore	0.8	Max WS	SM-Tp24hTr200	113.43	210.50	213.74	212.76	213.97	0.002382	2.15	52.73	26.43	0.49
Nestore	0.8	Max WS	SM-Tp30hTr200	113.23	210.50	213.74	212.76	213.97	0.002382	2.15	52.66	26.41	0.49
Nestore	0.8	Max WS	SM-Tp12hTr500	124.51	210.50	213.88	212.87	214.13	0.002372	2.20	56.60	27.33	0.49
Nestore	0.8	Max WS	SM-Tp18hTr500	138.23	210.50	214.04	213.00	214.31	0.002379	2.26	61.09	28.34	0.49
Nestore	0.8	Max WS	SM-Tp24hTr500	153.73	210.50	214.22	213.14	214.49	0.002378	2.32	66.13	29.44	0.50
Nestore	0.8	Max WS	SM-Tp30hTr500	172.30	210.50	214.42	213.29	214.71	0.002371	2.39	72.07	30.68	0.50

HEC-RAS Profile: Max WS

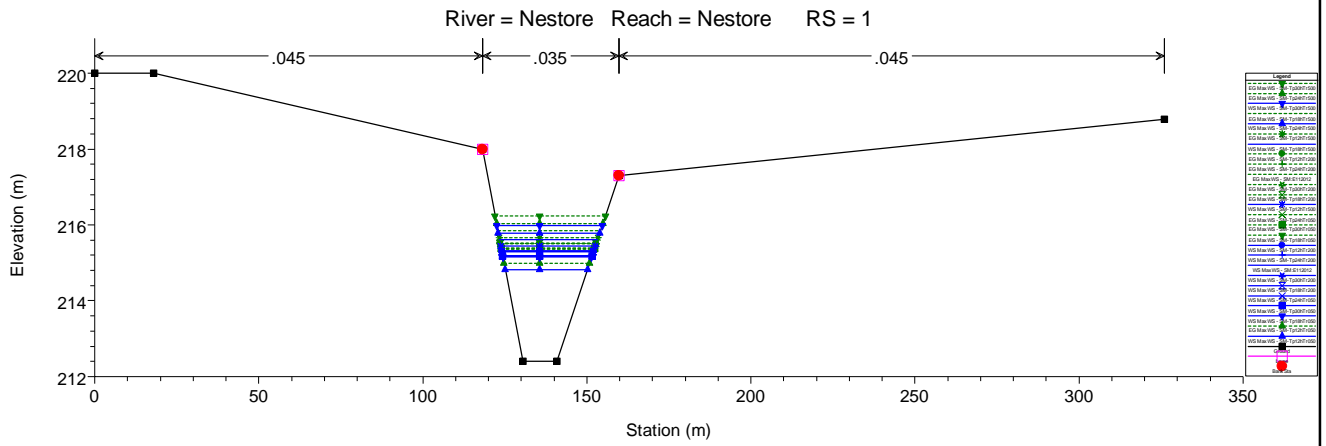
Storage Area	Profile	Plan	W.S. Elev	SA Min El	Net Flux	SA Area	SA Volume
			(m)	(m)	(m3/s)	(1000 m2)	(1000 m3)
Pietrafitta	Max WS	SM:E112012	216.15	201.00	0.07	1593.84	16382.79
Pietrafitta	Max WS	SM-Tp12hTr050	215.50	201.00	0.04	1567.21	15366.15
Pietrafitta	Max WS	SM-Tp18hTr050	215.50	201.00	0.04	1567.21	15369.01
Pietrafitta	Max WS	SM-Tp24hTr050	215.50	201.00	0.03	1567.21	15366.62
Pietrafitta	Max WS	SM-Tp30hTr050	215.51	201.00	0.04	1567.21	15372.82
Pietrafitta	Max WS	SM-Tp12hTr200	215.93	201.00	0.10	1567.21	16038.71
Pietrafitta	Max WS	SM-Tp18hTr200	216.48	201.00	0.05	1593.84	16905.51
Pietrafitta	Max WS	SM-Tp24hTr200	216.81	201.00	0.19	1635.61	17454.41
Pietrafitta	Max WS	SM-Tp30hTr200	216.94	201.00	0.05	1635.61	17656.79
Pietrafitta	Max WS	SM-Tp12hTr500	216.75	201.00	0.10	1635.61	17359.17
Pietrafitta	Max WS	SM-Tp18hTr500	217.28	201.00	1.49	1679.62	18231.99
Pietrafitta	Max WS	SM-Tp24hTr500	217.49	201.00	2.83	1679.62	18585.23
Pietrafitta	Max WS	SM-Tp30hTr500	217.59	201.00	0.98	1727.23	18756.40







Pierafina Plan: 1) SME112012 2) SM-Tp12hTr050 3) SM-Tp18hTr050 4) SM-Tp24hTr050 5) SM-Tp30hTr050 6) SM-Tp12hTr200 7) SM-Tp18hTr200 8) SM-Tp24hTr200 9) SM-Tp30hTr200 10) SM-Tp12hTr500 11) SM-Tp18hTr500 12) SM-Tp24hTr500 13) SM-Tp30hTr500



Pierafina Plan: 1) SME112012 2) SM-Tp12hTr050 3) SM-Tp18hTr050 4) SM-Tp24hTr050 5) SM-Tp30hTr050 6) SM-Tp12hTr200 7) SM-Tp18hTr200 8) SM-Tp24hTr200 9) SM-Tp30hTr200 10) SM-Tp12hTr500 11) SM-Tp18hTr500 12) SM-Tp24hTr500 13) SM-Tp30hTr500

