

COMMITTENTE



GRV Wind Sardegna 5 s.r.l.
Via Durini, 9 Tel. +39.02.5004315920122
Milano PEC:
grwindsardegna5@legalmail.it

GRV WIND SARDEGNA 5 S.r.l.

Via Durini, 9
20122 Milano (MI)
P. IVA 1875460963

PROGETTISTI

Progettisti:
ing. Mariano Marseglia
ing. Giuseppe Federico Zingarelli

M&M ENGINEERING S.r.l.
Sede Operativa:
Via I Maggio, n.4 Tel./fax +39.0885.791912
Orta Nova (FG) Mail: ing.marianomarseglia@gmail.com

Collaborazioni:
Ing. Giovanna Scuderi
Ing. Dionisio Staffieri



REGIONE AUTONOMA
DELLA SARDEGNA



PROVINCIA
SASSARI



COMUNE ERULA



COMUNE TULA

PROGETTO

**PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO
DENOMINATO "SA FIURIDA" COMPOSTO DA 5 AEROGENERATORI DA 6,3 MW,
PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 31,5 MW SITO NEL COMUNE DI ERULA (SS),
CON OPERE DI CONNESSIONE NEL COMUNE DI ERULA E TULA (SS)**

ELABORATO

Titolo:

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

Tav./Doc.:

GEO-09

Codice elaborato:

EOL-GEO-09

Scala/Formato:

A4

0	Aprile/2022	Prima emissione	M&M	M&M	GRVALUE
REV.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE

INDICE

1. PREMESSA	3
2. INTERFERENZE DEGLI AEROGENERATORI E DEL CAVIDOTTO CON IL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI).....	4
3. METODO DI STIMA DELLE PORTATE AL COLMO	7
4. METODO SCS PER LA DEFINIZIONE DELLE PORTATE AL COLMO	8
5. CURVE SEGNALETRICI DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA IN SARDEGNA E VOLUME NETTO DI PIOGGIA PER UNITÀ DI SUPERFICIE.....	9
6. CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE E STIMA DEL TEMPO DI CRESCITA DELL'ONDA DI PIENA	12
7. CALCOLO DELLA PORTATA AL COLMO DI PIENA	21
8. CONCLUSIONI MODELLAZIONE IDROLOGICA.....	23
9. MODELLAZIONE IDRAULICA.....	24
10. METODOLOGIA APPLICATA PER LE MODELLAZIONI E VALUTAZIONI IDRAULICHE	25
11. PLANIMETRIE CON INDICAZIONE DELLE AREE DI INTERESSE	26
12. VALUTAZIONE DELL'ESCAVAZIONE E DEL TRASPORTO SOLIDO.....	55
13. CONCLUSIONI MODELLAZIONE IDRAULICA.....	56
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	56

1. PREMESSA

La seguente relazione tecnica è riferita al progetto per la realizzazione di un parco eolico proposto dalla società **GRV Wind Sardegna 5 s.r.l.** con sede legale a Milano, Via Durini, n. 9.

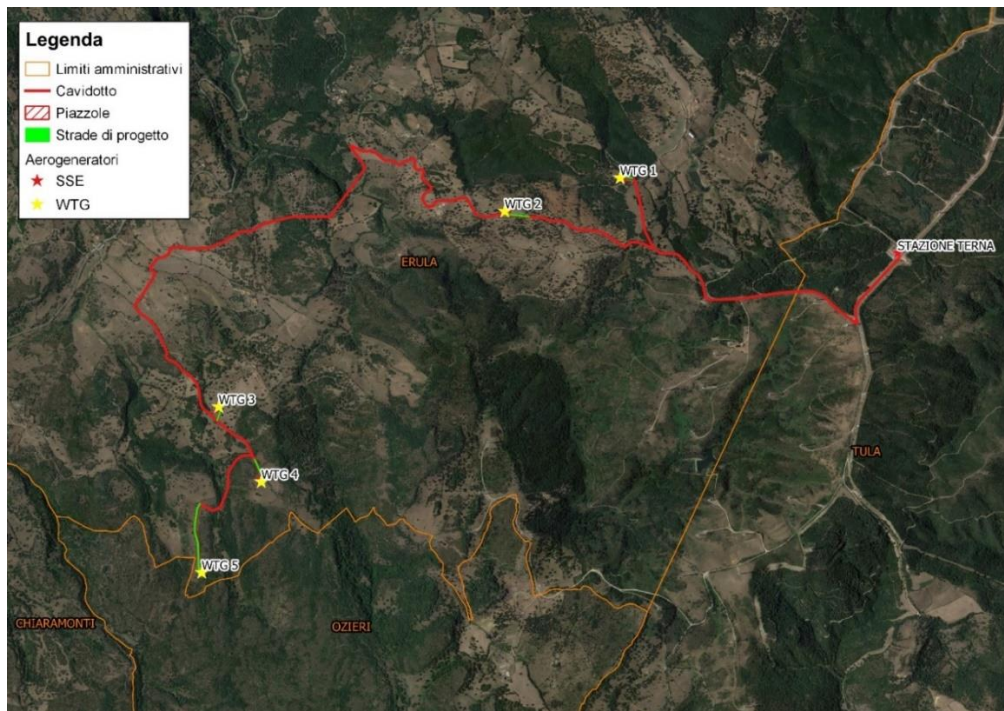
La proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione di un impianto eolico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, costituito da 5 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 6,3 MW per una potenza complessiva di 31,5 MW, da realizzarsi nella Provincia di Sassari, nel territorio comunale di Erula, in cui insistono gli aerogeneratori e parte dell'elettrodotto interrato, mentre nel territorio comunale di Tula ricade la restante parte dell'elettrodotto e le opere di connessione alla RTN.

Ai fini della redazione delle Relazioni Idrologica ed Idraulica è stato fatto un accurato sopralluogo al fine di individuare i punti di intersezione del presente impianto eolico, comprensivo dei cavidotti ed aerogeneratori, con il reticolo idrografico.

In particolare, vi è una intersezione del cavidotto con un tratto del reticolo idrografico di ordine gerarchico 4, secondo il metodo di Horton-Strahler. Tale tratto del reticolo idrografico è costituito dal "Riu Cabrana" facente parte del sottobacino del "Coghinas - Mannu - Temo".

Per tale punto è stata prevista una modellazione di dettaglio che ha previsto dapprima uno studio idrologico volto alla determinazione delle portate al colmo di piena per tempo di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni. Infine, si è proceduto alla modellazione Idraulica volta a definire l'eventualità di esondazioni di entità rilevante a seguito di eventi meteorici per un tempo di ritorno di 500 anni, corrispondente alla condizione più gravosa.

Per gli aerogeneratori e per gli altri tratti di cavidotto è stata comunque verificata la non sovrapposizione degli stessi con le fasce di cui al comma 1 dell'art. 30ter.delle N.T.A. del PAI.



Inquadramento territoriale.

2. INTERFERENZE DEGLI AEROGENERATORI E DEL CAVIDOTTO CON IL PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

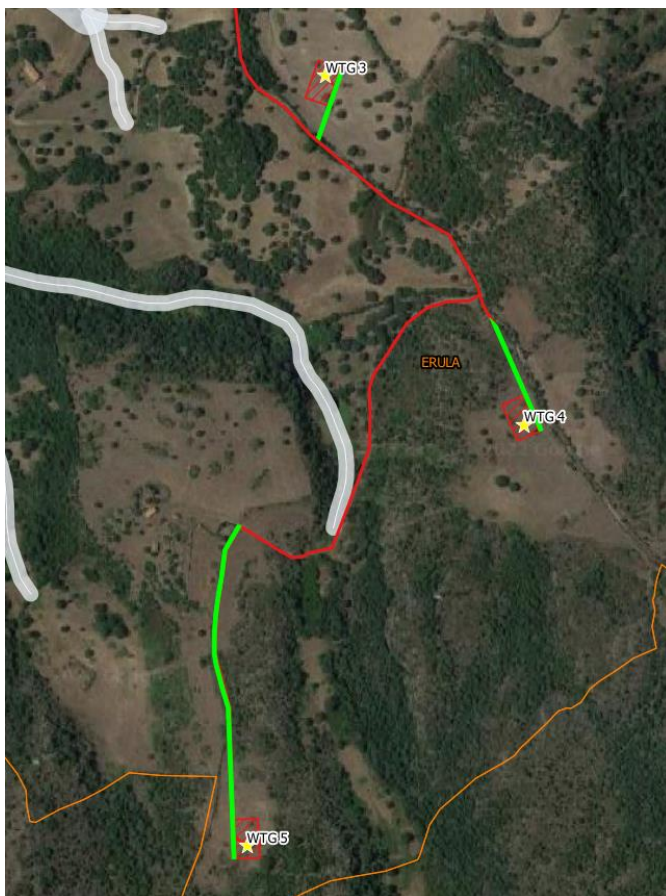
Si evidenzia che, dall'analisi della cartografia, per l'area in cui si prevede di realizzare gli aerogeneratori il PAI non ha ancora determinato le aree di pericolosità idraulica. Pertanto, per quanto concerne gli aerogeneratori ed il cavidotto, si è fatto riferimento all'art. 30ter "Identificazione e disciplina delle aree di pericolosità quale misura di prima salvaguardia" delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI per il quale:

1. *Per i singoli tratti dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico dell'intero territorio regionale per i quali non siano state ancora determinate le aree di pericolosità idraulica, con esclusione dei tratti le cui aree di esondazione sono state determinate con il solo criterio geomorfologico di cui all'articolo 30 bis, quale misura di prima salvaguardia finalizzata alla tutela della pubblica incolumità, è istituita una fascia su entrambi i lati a partire dall'asse, di profondità L variabile in funzione dell'ordine gerarchico del singolo tratto:*

Ordine gerarchico (numero di Horton-Strahler)	Profondità L (metri)
1	10
2	25
3	50
4	75
5	100
6	150
7	250
8	400

2. *Per le opere e per gli interventi da realizzare all'interno della fascia di cui al comma 1, i proponenti sono tenuti preliminarmente ad effettuare apposito studio idrologico-idraulico volto a determinare le effettive aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4), elevata (Hi3), media (Hi2) e moderata (Hi1); tale studio dovrà contemplare i corsi d'acqua interessati nella loro interezza o almeno i tronchi degli stessi idraulicamente significativi in relazione alle opere e agli interventi da realizzare.*
3. *Anche in assenza degli studi di cui al comma 2, nelle aree interne alla fascia di cui al comma 1, sono consentiti gli interventi previsti dall'articolo 27 delle NA.*
4. *Gli studi di cui al comma 2 sono approvati dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino e per le aree a pericolosità idraulica così determinate si applicano le relative norme di salvaguardia di cui all'art. 65, comma 7 del Decreto Legislativo 152/2006.*

5. Per le parti del territorio comunale diverse da quelle che possiedono significativa pericolosità idraulica ai sensi degli articoli 22 e 26 delle NA (quali a titolo esemplificativo le aree edificate, gli agglomerati industriali, commerciali e turistici e le aree con presenza di infrastrutture), gli studi previsti dall'articolo 8, commi 2 e 2bis, possono prescindere dalle analisi idrauliche e confermare le sole aree di pericolosità di prima salvaguardia istituite ai sensi del precedente comma 1.



	Fascia di Rispetto Strahler 5
	Fascia di Rispetto Strahler 4
	Fascia di Rispetto Strahler 3
	Fascia di Rispetto Strahler 2
	Fascia di Rispetto Strahler 1

	aerogeneratori
	SSE
	WTG
	strade di progetto
	cavidotto
	Piazzola

Verifica della sovrapposizione degli aerogeneratori con le fasce previste dalle NTA del PAI

Sulla base di quanto indicato, si evidenzia che vi è una sola intersezione del cavidotto con un tratto del reticolo idrografico di ordine gerarchico 4, secondo il metodo di Horton-Strahler. Tale tratto del reticolo idrografico è costituito dal "Riu Cabrana" facente parte del sottobacino del "Coghinas - Mannu - Temo".

Per tale punto è stata prevista una modellazione di dettaglio che ha previsto dapprima uno studio idrologico volto alla determinazione delle portate al colmo di piena per tempo di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni. Infine, si è proceduto alla modellazione Idraulica volta a definire l'eventualità di esondazioni di entità rilevante a seguito di eventi meteorici per un tempo di ritorno di 500 anni, corrispondente alla condizione più gravosa.

Per gli aerogeneratori e per gli altri tratti di cavidotto è stata comunque verificata la non sovrapposizione degli stessi con le fasce di cui al comma 1 dell'art. 30ter. delle N.T.A. del PAI.

3. METODO DI STIMA DELLE PORTATE AL COLMO

Sono valutate le portate al colmo per i tempi di ritorno di 50, 100, 200 e 500 anni, sulla base di quanto indicato nelle "Linee guida per l'attività di individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia".

Viene fatto riferimento, per i bacini con superficie superiore ai 60km², al metodo diretto della regionalizzazione VAPI delle portate al colmo per la Sardegna secondo la distribuzione TCEV, riportato nelle sopraccitate Linee Guida e descritto in dettaglio nella "Valutazione delle piene in Sardegna" (Cao C., Piga E., Salis M., Sechi

G.M. Rapporto Regionale Sardegna, CNR-GNDICI, LINEA 1, Istituto di Idraulica, Università di Cagliari, 1991). Per i bacini con superficie inferiore ai 60km², si procede con metodo indiretto mediante applicazione del metodo razionale (in particolare metodo S.C.S.).

Nel caso in cui nella schematizzazione di uno stesso bacino siano presenti sottobacini sia di superficie superiore che inferiore a 60km², si procede ponendo a confronto criticamente i risultati di entrambi i metodi scegliendo i dati di progetto più verosimili.

Inoltre, dove disponibili e significativi, vengono considerati anche i valori delle portate di piena caratteristiche direttamente valutati con analisi statistica delle serie cronologiche delle stazioni di misura. Data la presenza di un numero elevato di serbatoi artificiali lungo il reticolo idrografico regionale è necessario valutare l'influenza degli invasi sui colmi di portata. Essendo la definizione dell'idrogramma di riferimento un'operazione assai complessa e un problema ancora in discussione dal punto di vista scientifico, la cui teoria va ricercata nella definizione di funzioni di frequenza di probabilità condizionata, si fa riferimento a tecniche di stima semplificate, che implicano l'ipotesi di isofrequenza tra portata al colmo e idrogramma di piena, come suggerito nelle "Integrazioni Metodologiche" delle Linee Guida per la Redazione del Progetto di Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, del 2006.

4. METODO SCS PER LA DEFINIZIONE DELLE PORTATE AL COLMO

Per la stima delle portate al colmo dei bacini di superficie inferiore a 60km², si fa riferimento alla formula empirica del Soil Conservation Service Method, in base ai seguenti criteri:

- le precipitazioni intense vengono desunte dalla regionalizzazione VAPI;
- i tempi di corrivazione vengono valutati a partire dai parametri morfometrici definiti come specificato, secondo le espressioni empiriche più rispondenti alle tipologie dei bacini in esame;
- i coefficienti di deflusso derivano dall'analisi secondo il metodo SCS – Curve Number, raffrontato con i dati disponibili da studi pregressi e da eventuali misure idrologiche relative a eventi di piena storici.

Il metodo adotta le seguenti assunzioni:

- la durata D della pioggia netta è inferiore o uguale di 0,133 tc;
- la durata D è minore di 0,2 volte il tempo di crescita dell'onda di piena (tp).

In queste condizioni il valore al colmo della portata risulta:

$$Q_c = 0.28 R_o A / t_p \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

dove:

R_o = volume netto di pioggia per unità di superficie (mm);

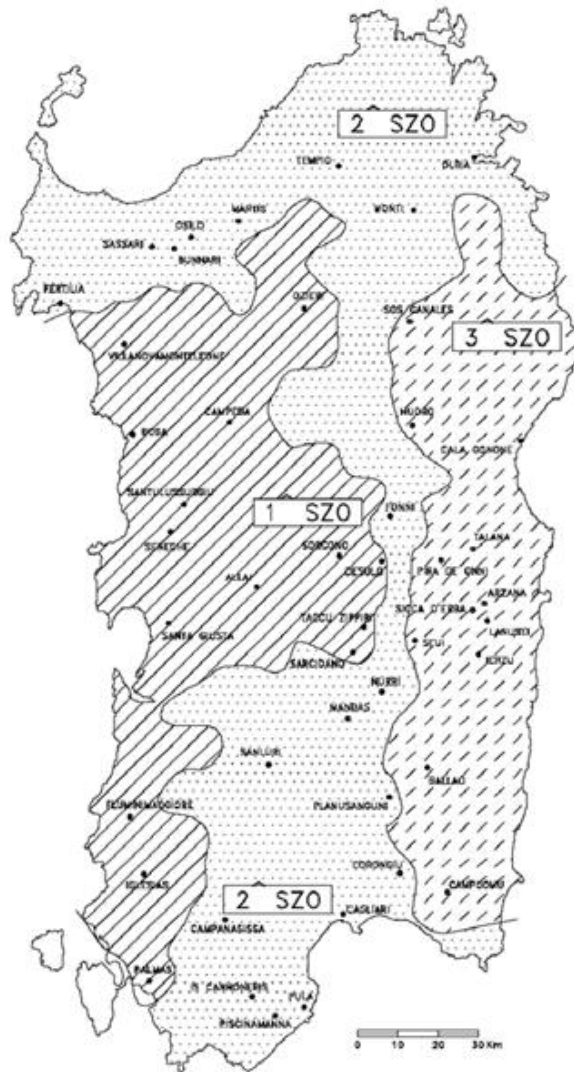
A = superficie del bacino (km²);

t_p = tempo di crescita dell'onda di piena (h).

Vengono nel seguito descritte le assunzioni e le metodologie di stima dei suddetti parametri.

5. CURVE SEGNALATRICI DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA IN SARDEGNA E VOLUME NETTO DI PIOGGIA PER UNITÀ DI SUPERFICIE

Per la definizione delle precipitazioni è innanzi tutto necessario definire la sottozona omogenea SZO della Regione Sardegna di appartenenza del bacino in esame, secondo la divisione riportata in figura seguente:



Divisione delle sottozone omogenee SZO della Regione Sardegna.

La pioggia indice $\mu(\tau)$ di durata τ (ovvero la media dei massimi annui delle piogge di durata τ) può essere espressa in forma monomia:

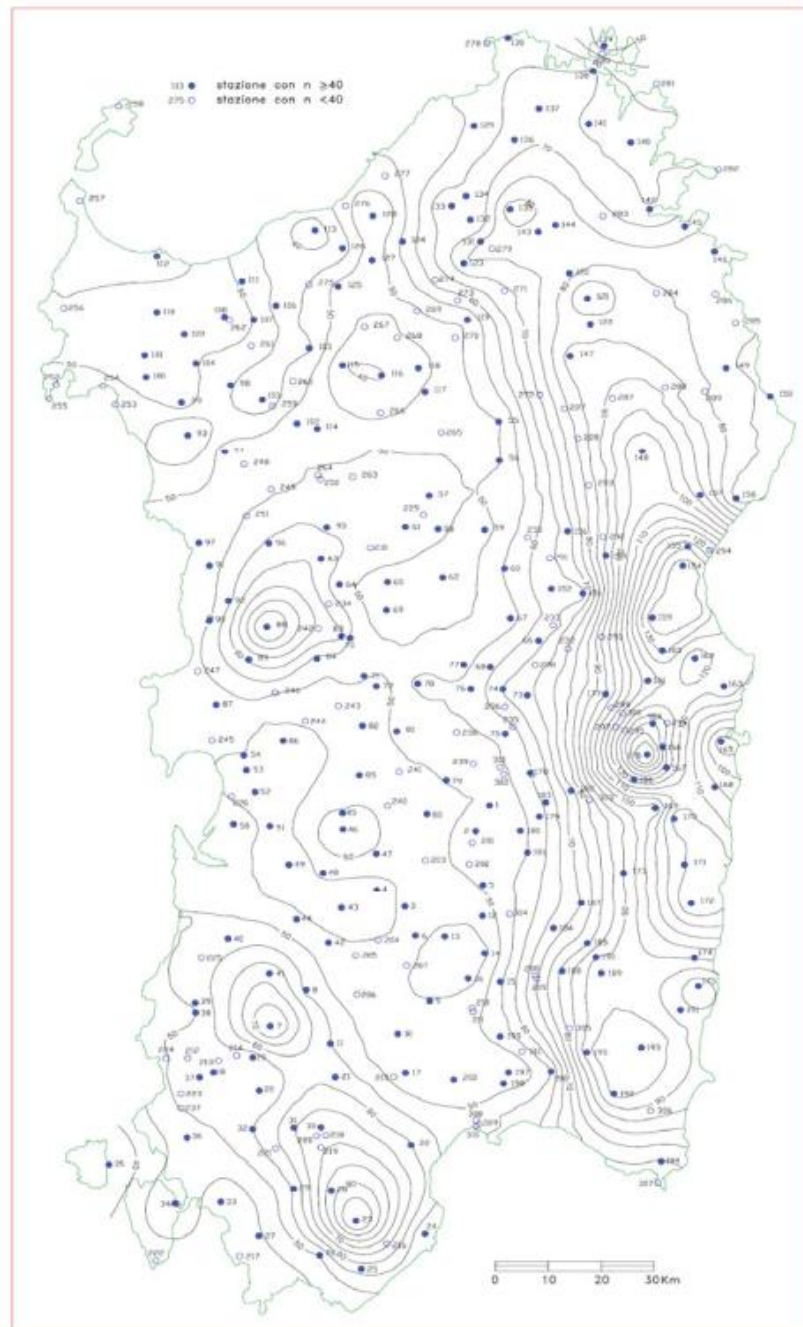
$$\mu(\tau) = a_1 \tau^{n_1}$$

dove i coefficienti a_1 e n_1 si possono determinare in funzione della pioggia indice giornaliera μ_g ,

$$a_1 = \mu_g / (0,88624^{n_1})$$

$$n_1 = -0,493 + 0,476 \text{Log}_{10} \mu_g,$$

La pioggia indice giornaliera μ_g viene stimata sulla base della carta delle isoiete.



Carta delle isoiete per identificare la pioggia indice giornaliera in mm

L'altezza di pioggia $hT(\tau)$ di durata τ con assegnato tempo di ritorno T in anni si ottiene moltiplicando la pioggia indice $\mu(\tau)$ per un coefficiente di crescita $KT(\tau) = a_2 \tau^{n_2}$:

$$hT(\tau) = \mu(\tau) KT(\tau) = (a_1 a_2) \tau^{(n_1+n_2)}$$

dove i coefficienti a_2 e n_2 si determinano con le seguenti relazioni, distinte per sottozona, per differenti T e τ

a) per tempi di ritorno $T \leq 10$ ANNI

$$\begin{aligned} \text{SZO 1} \quad a_2 &= 0,66105 + 0,85994 \text{Log}_{10} T; \\ n_2 &= -1,3558 \cdot 10^{-4} - 1,3660 \cdot 10^{-2} \text{Log}_{10} T; \\ \text{SZO 2} \quad a_2 &= 0,64767 + 0,89360 \text{Log}_{10} T; \\ n_2 &= -6,0189 \cdot 10^{-3} + 3,2950 \cdot 10^{-4} \text{Log}_{10} T; \\ \text{SZO 3} \quad a_2 &= 0,62408 + 0,95234 \text{Log}_{10} T; \\ n_2 &= -2,5392 \cdot 10^{-2} + 4,7188 \cdot 10^{-2} \text{Log}_{10} T; \end{aligned}$$

b) per tempi di ritorno $T > 10$ ANNI

$$\begin{aligned} \text{SZO 1} \quad a_2 &= 0,46378 + 1,0386 \text{Log}_{10} T \\ n_2 &= -0,18449 + 0,23032 \text{Log}_{10} T - 3,3330 \cdot 10^{-2} (\text{Log}_{10} T)^2 && \text{(per } \tau \leq 1 \text{ ora)} \\ n_2 &= -1,0563 \cdot 10^{-2} - 7,9034 \cdot 10^{-3} \text{Log}_{10} T && \text{(per } \tau > 1 \text{ ora)} \\ \text{SZO 2} \quad a_2 &= 0,44182 + 1,0817 \text{Log}_{10} T \\ n_2 &= -0,18676 + 0,24310 \text{Log}_{10} T - 3,5453 \cdot 10^{-2} (\text{Log}_{10} T)^2 && \text{(per } \tau \leq 1 \text{ ora)} \\ n_2 &= -5,6593 \cdot 10^{-3} - 4,0872 \cdot 10^{-3} \text{Log}_{10} T && \text{(per } \tau > 1 \text{ ora)} \\ \text{SZO 3} \quad a_2 &= 0,41273 + 1,1370 \text{Log}_{10} T \\ n_2 &= -0,19055 + 0,25937 \text{Log}_{10} T - 3,8160 \cdot 10^{-2} (\text{Log}_{10} T)^2 && \text{(per } \tau \leq 1 \text{ ora)} \\ n_2 &= 1,5878 \cdot 10^{-2} + 7,6250 \cdot 10^{-3} \text{Log}_{10} T && \text{(per } \tau > 1 \text{ ora)} \end{aligned}$$

La pioggia ottenuta viene quindi ragguagliata all'area tramite il parametro r , secondo la formulazione utilizzata nel VAPI, che fa riferimento al Flood Studies Report:

$$\begin{aligned} r &= 1 - (0,0394 A^{0.354}) d^{(-0.40+0.0208 \ln(4.6-\ln(A)))} \quad \text{per } A < 20 \text{ km}^2 \\ r &= 1 - (0,0394 A^{0.354}) d^{(-0.40+0.003832 (4.6-\ln(A)))} \quad \text{per } A > 20 \text{ km}^2 \end{aligned}$$

dove

d è la durata della precipitazione;

A è la superficie del bacino (espressa in km^2).

Assumendo che l'invaso per infiltrazione nel suolo in ogni istante sia proporzionale al valore massimo dello stesso e che la precipitazione efficace sia proporzionale all'afflusso meteorico, si ha la seguente equazione (USDA – SCS, 1986) per la definizione del volume netto di pioggia per unità di superficie R_o :

$$R_o = (h - 0,2 S)^2 / (h + 0,8 S) \text{ (mm)}$$

dove

h = precipitazione meteorica ragguagliata (mm);

S = valore massimo dell'invaso per infiltrazione (mm). Il valore S è calcolato dall'equazione:

$$S = 25((1000/CN) - 10) \text{ (mm)}$$

6. CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE E STIMA DEL TEMPO DI CRESCITA DELL'ONDA DI PIENA

La determinazione del valore del tempo di corrivazione per il calcolo della portata al colmo viene effettuata avvalendosi della formulazione SCS:

$$t_c = (((1000 / CN) - 9)^{0.7} \cdot (L \cdot 1000)^{0.8}) / (441 \cdot (i_b \cdot 100)^{0.5})$$

dove:

L = la lunghezza dell'asta principale; i_b = la pendenza di versante.

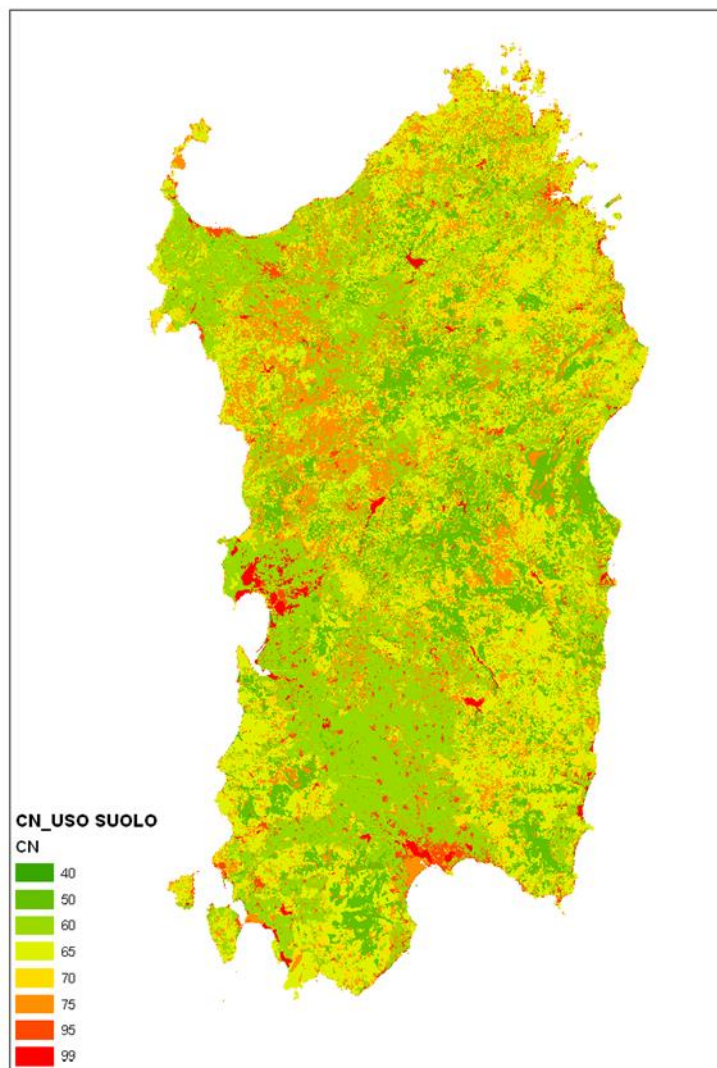
I valori del parametro di assorbimento CN da inserire nella formula, vengono determinati facendo riferimento alla carta del CN costruita sulla base delle informazioni sull'uso suolo, la litologia e la permeabilità a disposizione.

Nello specifico ad ogni tipologia di copertura del territorio è stato assegnato un valore di CN secondo la classificazione riportata in Tabella.

Descrizione	CN
1111 - TESSUTO RESIDENZIALE COMPATTO E DENSO	95
1112 - TESSUTO RESIDENZIALE RADO	95
1121 - TESSUTO RESIDENZIALE RADO E NUCLEIFORME	95
1122 - FABBRICATI RURALI	95
1211 - INSEDIAMENTO INDUSTRIALI/ARTIG. E COMM. E SPAZI ANNESSI	95
1212 - INSEDIAMENTO DI GRANDI IMPIANTI DI SERVIZI	95
1221 - RETI STRADALI E SPAZI ACCESSORI	95
1222 - RETI FERROVIARIE E SPAZI ANNESSI	95
1223 - GRANDI IMPIANTI DI CONCENTRAMENTO E SMISTAMENTO MERCI	99
1224 - IMPIANTI A SERVIZIO DELLE RETI DI DISTRIBUZIONE	95
123 - AREE PORTUALI	95
124 - AREE AEROPORTUALI ED ELIPORTI	95
131 - AREE ESTRATTIVE	75
1321 - DISCARICHE	75
1322 - DEPOSITI DI ROTTAMI A CIELO APERTO, CIMITERI DI AUTOVEICOLI	75
133 - CANTIERI	95
141 - AREE VERDI URBANE	70
1421 - AREE RICREATIVE E SPORTIVE	95
1422 - AREE ARCHEOLOGICHE	75
143 - CIMITERI	95
2111 - SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE	60
2112 - PRATI ARTIFICIALI	75
2121 - SEMINATIVI SEMPLICI E COLTURE ORTICOLE A PIENO CAMPO	60
2122 - RISAIE	99
2123 - VIVAI	70
2124 - COLTURE IN SERRA	75
221 - VIGNETI	60

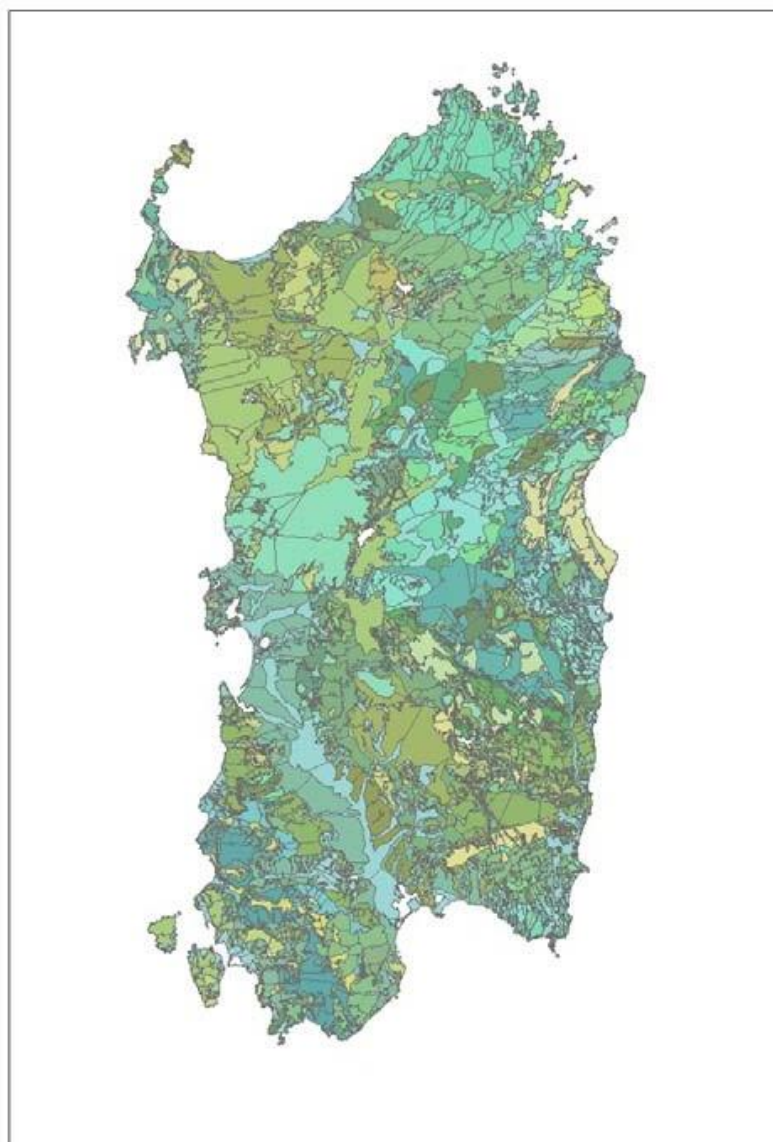
222 - FRUTTETI E FRUTTI MINORI	60
223 - OLIVETI	60
231 - PRATI STABILI	75
2411 - COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE ALL'OLIVO	60
2412 - COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE AL VIGNETO	99
2413 - COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE AD ALTRE COLTURE PERMANENTI	60
242 - SISTEMI CULTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI	60
243 - AREE PREV. OCCUPATE DA COLTURE AGRARIE CON PRESENZA DI SPAZI NATURALI IMPORTANTI	70
244 - AREE AGROFORESTALI	70
3111 - BOSCHI DI LATIFOGIE	50
31121 - PIOPPETI SALICETI EUCALITTETI	50
31122 - SUGHERETE	65
31123 - CASTAGNETI DA FRUTTO	50
31124 - ALTRO	50
3121 - BOSCHI DI CONIFERE	70
3122 - CONIFERE A RAPIDO ACCRESCIMENTO	70
313 - BOSCHI MISTI DI CONIFERE E LATIFOGIE	60
321 - AREE A PASCOLO NATURALE	75
3221 - CESPUGLIETI ED ARBUSTETI	65
3222 - FORMAZIONI DI RIPA NON ARBOREE	65
3231 - MACCHIA MEDITERRANEA	65
3232 - GARIGA	65
3241 - AREE A RICOLONIZZAZIONE NATURALE	70
3242 - AREE A RICOLONIZZAZIONE ARTIFICIALE	70
3311 - SPIAGGE DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M	40
3312 - AREE DUNALI NON COPERTE DA VEGETAZIONE DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M	40
3313 - AREE DUNALI COPERTE DA VEGETAZIONE DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M	40
3315 - LETTI DI TORRENTI DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M	99
332 - PARETI ROCCIOSE E FALESIE	75
333 - AREE CON VEGETAZIONE RADA > 5% E < 40%	75
411 - PALUDI INTERNE	99
421 - PALUDI SALMASTRE	99
422 - SALINE	75
423 - ZONE INTERTIDALI	99
5111 - FIUMI, TORRENTI E FOSSI	99
5112 - CANALI E IDROVIE	99
5121 - BACINI NATURALI	99
5122 - BACINI ARTIFICIALI	99
5211 - LAGUNE, LAGHI E STAGNI COSTIERI A PRODUZIONE ITTICA NATURALE	99
5212 - ACQUACOLTURE IN LAGUNE, LAGHI E STAGNI COSTIERI	99
522 - ESTUARI E DELTA	99
5231 - AREE MARINE A PRODUZ. ITTICA NATURALE	99
5232 - ACQUACOLTURE IN MARE LIBERO	99

La carta tematica costruita utilizzando questo tipo di informazione restituisce una visione d'insieme delle diverse risposte del suolo.



Carta del CN in funzione del solo Uso Suolo, sulla base dei dati Carta CORINE

Si è proceduto all'analisi delle informazioni presenti nella Carta geologica resa disponibile dalla Regione Sardegna, al fine di ottenere fattori correttivi per il calcolo definitivo dei valori di CN a scala regionale. Lo strato cartografico presenta più di sessanta diverse classi geologiche.



Carta geologica della Sardegna

Ogni classe è stata indagata e, in considerazione degli aspetti geologici preminenti e delle caratteristiche di permeabilità proprie di ogni classe, sono stati stimati i coefficienti di variazione da attribuire ad ogni tipo litologico.

I coefficienti di variazione del Curve Number vengono assunti nell'intervallo di valori (- 5, +15); un coefficiente di variazione pari a - 5 è tipico dei terreni incoerenti ad elevata capacità di infiltrazione: ne sono un esempio i depositi detritici, come il tipo "Ghiaie, sabbie, limi ed argille sabbiose di origine alluvionale, eolica e litorale"; al contrario un valore del coefficiente di variazione pari a + 15 è proprio delle rocce con strutture cristalline compatte e poco permeabili, come il tipo "Metarioliti e metariodaciti con fenocristalli da millimetrici a decimetrici di kfs; quarziti, metarenarie, metaconglomerati poligenici con elementi di metavulcaniti, metaepiclastiti, metagrovacche. (Ordoviciano medio)".

La tavola di variazione del Curve Number che si è infine desunta viene riportata in forma completa di seguito:

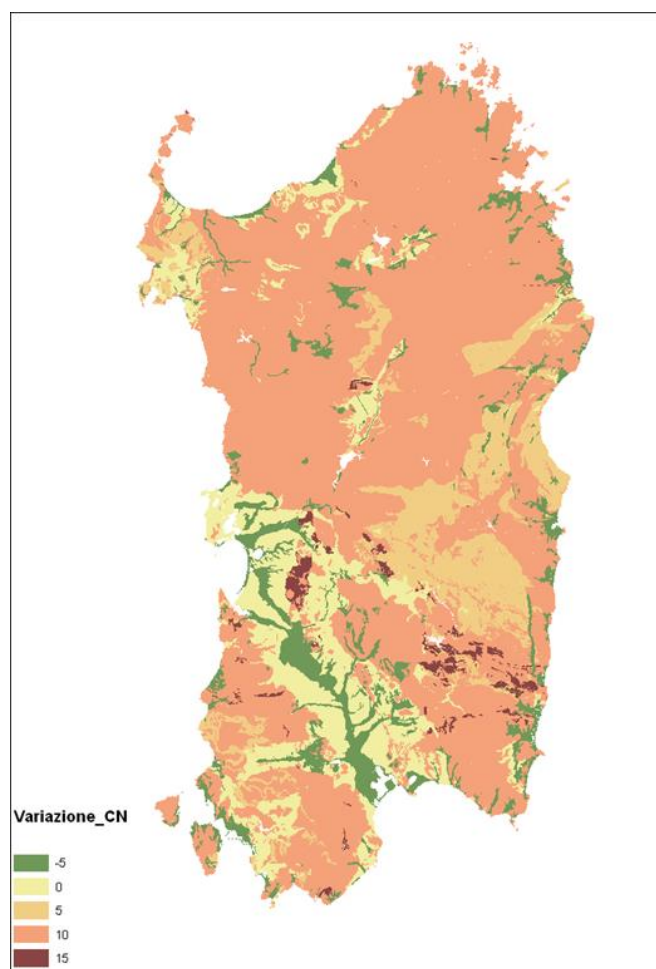
	☑ CN
Alternanza di metarenarie, quarziti e filladi (47b). Metarenarie e filladi a bt (47a). Successioni terrigene prevalentemente attribuite al Cambriano-Ordoviciano inf. e subordinatamente all'Ordoviciano sup. e al Devoniano-Carbonifero inf.)	5
Alternanza di quarziti, metarenarie, metapeliti e metasiltiti, metaconglomerati e breccie; olistoliti e olistostromi della successione siluro-devoniana. (Carbonifero inf.)	10
Andesiti, andesiti basaltiche e rari basalti ad affinità tholeiitica e calcalcalina, talora brecciati in colate, cupole di ristagno; lave andesitiche e dacitiche in cupole e filoni; andesiti, basalti andesitici e latiti ad affinità da calcalcalina a	10
Anfiboliti con relitti di paragenesi eclogitiche. (Precambriano)	15
Anfiboliti e anfiboliti ultramafiche con relitti di paragenesi granulitiche. (Precambriano)	15
Arenarie di San Vito e Formazione di Solanas: metarenarie micacee e quarziti alternate a metapeliti e rari metaconglomerati, con piste ed impronte di Meduse e Acritarchi; nella parte alta metapeliti viola, nere e verdastre, quarziti e metaconglomerati	10
Arenarie eoliche wurmiane (2c); Conglomerati, arenarie e biocalcareni di spiaggia (2b); Conglomerati, sabbie, argille più o meno cementate (2a).	0
Arenarie marnose, siltiti, calcareniti sublitorali (9d). (Serravalliano med.- sup.) Marne e marne arenacee epibatiali (9c). (Langhiano med.-sup.-Serravalliano inf.) Marne arenacee e siltose, arenarie, conglomerati, calcareniti e sabbie silicee sublitorali	10
Argille rosso violacee, arenarie quarzoso-micacee e conglomerati di piana alluvionale, con intercalazioni di calcari silicizzati. (Permiano sup.-Trias medio p.p) Conglomerati, arenarie, breccie vulcaniche, calcari con selci lacustri e lenti di antra	10
Basalti alcalini e transizionali, trachibasalti, andesiti basaltiche e basalti subalcalini, intercalati, alla base, da depositi di tipo fluvio lacustri (5b). (Pliocene-Pleistocene) Trachiti, trachiti fonolitiche, fonoliti, fonoliti tefritiche e tefriti	10
Conglomerati a matrice argillosa e arenarie di derivazione alluvionale (8d). Calcarivacuolari e brecciati sopratidali e intertidali; calcari microcristallini di ambiente evaporitico, marne e calcari organogeni sublitorali (8c). (Messiniano) Calcari e ar	0
Conglomerati e arenarie continentali con banchi di selce, tufiti, tufi pomiceo (10f). (Burdigagliano) Arenarie, conglomerati, tufiti più o meno arenacee, calcari sublitorali (10e) Calcari selciosi, siltiti, arenarie e conglomerati fluviali con interca	0
Conglomerati, arenarie ed argille derivanti dallo smantellamento di sedimenti miocenici (Formazione di Samassi) (3b); Sabbie carbonatiche e siltiti argillose (3a).	0
Conglomerati, arenarie marnose, marne e calcareniti sublitorali (Plioc. inf.)	0
Dolomie, dolomie marnose e marne con gessi e argille. (Trias sup) Depositi carbonatici di piattaforma: calcari dolomitici e dolomie arenacee, calcari e calcari marnosi con rare intercalazioni gessose, circolatori e transizionali. (Trias medio)	10
Filoni a composizione prevalentemente basaltica e comenditica. (Oligocene sup.- Miocene inf. medio)	10
Filoni a composizione trachibasaltica, alcalibasaltica e hawaistica. (Pliocene-Pleistocene)	10
Filoni principali di porfidi granitici e ammassi di micrograniti, principali filoni aplitici e pegmatitiche. (Carbonifero sup.- Permiano)	10
Filoni principali di quarzo. (Carbonifero sup. Permiano)	10
Formazione di Cabitza: argilloscisti, metarenarie, metacalcari nodulari, metasiltiti con rare lenti calcaree. (Cambriano inf.- Ordoviciano)	10
Formazione di Dorgali: dolomie, dolomie arenacee, calcari dolomitici, da litorali a circa litorali; conglomerati, arenarie quarzose, siltiti ed argille fluvio-deltizi con livelli lignitiferi (Dogger-Malm)	5
Formazione di Gonnese (Metallifero Auct.): metacalcari e metadolomie; metadolomie e metacalcari stromatolitici. (Cambriano inf.)	5
Formazione di Nebida (Formazione delle Arenarie Auct.): metarenarie a cemento carbonatico, metadolomie, metacalcari oolitici e micritici; arenarie siltose con rare intercalazioni di calcari (63c). (Cambriano inf.) Filladi e metarenarie, talvolta con i	10
Formazione di Serra Tonnai: metavulcaniti intermedie o raramente basiche, metagrovacche vulcaniche; Formazione di Manixeddu: metaepiclastiti, metaconglomerati a prevalenti elementi di vulcaniti acide. Formazione di M.te Corte Cerbos: metaroliti, metac	5
Ghiaie, sabbie, limi ed argille sabbiose di origine alluvionale, eolica e litorale.	-5
Granitoidi a crd. (Carbonifero sup.-Permiano)	10
Granitoidi foliati, principalmente granodioriti tonalitiche fino a tonaliti. (Carbonifero sup.-Permiano)	10

	2 CN
Granodioriti tonalitiche. (Carbonifero sup.-Permiano)	10
Granodioriti, monzogranitiche equigranulari. (Carbonifero sup.-Permiano)	10
Granodioriti, monzogranitiche inequigranulari. (Carbonifero sup.-Permiano)	10
Leucograniti a grt. (Carbonifero sup.-Permiano)	10
Leucograniti equigranulari. (Carbonifero sup.-Permiano)	10
Marmi grigi, raramente dolomitici, con alternanze filladiche, localmente fossiliferi. (Devoniano)	5
Metacalcari nodulari. (Devoniano) Metacalcari a graptoliti. (Siluriano-Devoniano inf.)	10
Metacalcari nodulari; sottili alternanze di metacalcari e metasiltiti (49b). (Devoniano inf. medio-Tournaisiano inf.) Marmi talvolta dolomitici e calcescisti (49a). (Devoniano- Carbonifero inf.)	10
Metaconglomerati, metarosi, metesiltiti, metagrovacche, con intercalazioni di metabasiti alcaline;metacalcareniti e metacalcari fossiliferi spesso silicizzati. (Caradoc-Ashgill)	10
Metagabbri alcalini (45b). (Carbonifero inf.)Filladi scure carboniose, metasiltiti, quarziti nere con rare e sottili intercalazioni di marmi (45a). (Devoniano)	10
Metapeliti scure carboniose, nella parte inferiore livelli di quarziti nere a graptoliti; nelle partesuperiore metacalcari nodulari. (Siluriano inf.-Devoniano inf.)	5
Metapeliti scure carboniose; nella parte inferiore quarziti nere a graptoliti. (Siluriano inf.)	15
Metarenarie , quarziti, filladi, metaconglomerati ad elementi di liditi, olistoliti e olistostromi della successione siluro-devoniana e ordoviciana, e metavulcaniti basiche alcaline, talora a pillow.(Carbonifero inf.)	10
Metarioliti e metariodaciti con fenocristalli da millimetrici a decimetrici di kfs; alla base sono presenti quarziti, metarenarie, metaconglomerati poligenici con elementi di metavulcaniti, metaepiclastiti,metagrovacche. (Ordoviciano medio)	15
Metasiltiti e metarenarie con intercalazioni di metavulcaniti basiche e metatufi; metaconglomerati con olistoliti di calcari e dolomie cambriani, metasiltiti e metarenarie rosso-violacee di piana da alluvionale a costiera. (Caradoc-Ashgill)	10
Metavulcaniti acide, intermedie e basiche e metaepiclastiti. (Ordoviciano medio)	10
Micascisti e paragneiss a grt+/-oligoclasio. (Paleozoico)	10
Migmatiti leucocratiche, nebuliti, magmatiti, gneiss, talora con lenti a silcati di calcio. (Precambriano)	10
Monzograniti equigranulari (28b). Monzograniti inequigranulari (28a). (Carbonifero sup.-Permiano)	10
Ortogneiss granodioritici e granitici. (Ordoviciano medio)	10
Ortogneiss granodioritici e monzogranitici. (Precambriano)	10
Ortogneiss granodioritici. (Ordoviciano medio)	15
Paragneiss, micascisti a grt+/-st+/-ky e quarziti in facies anfibolitica di pressione intermedia, miloniti di variabile grado metamorfico tra la facies anfibolitica e quella degli scisti verdi. (Paleo-zoico)	10
Paragneiss, micascisti e quarziti in facies anfibolitica di pressione intermedia con sovrainprontadi alta temperatura.(Paleozoico)	10
Porfidi grigi: metariodaciti e metadaciti massive, spesso porfiriche, metatufi e metatufiti; metavulcanitiriolitiche metatufiti e metaepiclastiti; metaconglomerati poligenici grossolani, con clasti di metarioliti. (Ordoviciano medio)	15
Principali corpi filoniani a composizione prevalentemente basaltica ad affinita calcalcina e subordinatamente shoshonitica. (Carbonifero sup.- Permiano)	10
Rioliti e riodaciti in espandimenti ignimbrici e colate, porfidi in ammassi subvulcanici, lave, brecceandesitiche, subordinati espandimenti dacitici; rioliti alcaline in espandimenti ignimbrici.(Carbonifero sup.-Permiano sup.- Trias inf.)	10
Rioliti e riodaciti, daciti porfiriche vetrose e bollose. (Pliocene)	15
Rioliti, riodaciti, daciti e subordinatamente comenditi, in espandimenti ignimbrici, cupole diristagno e rare colate a cui si associano prodotti freatomagmatici; talora livelli epiclastici intercalati. (Oligocene sup.-Miocene inf. medio)	10

Sardegna occidentale: depositi carbonatici di piattaforma: calcari, calcari dolomitici, calcarioolitici e calcari bioclastici, sublitorali; alla base marne e calcari marnosi paralici (17b). (Berriasiano-Albiano inf.) Sardegna orientale: depositi carbo	5
Sardegna occidentale: depositi carbonatici di piattaforma: calcari, marne e calcareniti glauconitiche sublitorali e localmente calcari lacustri (16b). (Cenomaniano-Campaniano) Sardegna orientale: depositi carbonatici di piattaforma: calcari marnosi e	10

	Δ CN
Sardegna occidentale: depositi carbonatici di piattaforma: dolomie e calcari dolomitici, calcarioolitici, calcari ad oncoidi, calcari selciferi, calcari micritici, calcari marnosi e marne; alla sommità dolomie e calcari dolomitici scuri lacustri (18b)	5
Sardegna orientale: calcari, calcari maenosi e marne argillose sublitorali (14b). Arenarie e conglomerati poligenici più o meno quarzosi fluvio-deltizi (14a). (Ypresiano-Luteziano inf.)	10
Sieniti sodiche. (Carbonifero sup.-Permiano)	10
Sulcis e Trexenta: calcari litorali e transizionali, calcari marnosi, marne e argille continentali e paralico-transizionali con depositi di carbone; alla base sono presenti, arenarie e conglomerati di piana alluvionale. (Paleocene sup.-Eocene inf. m)	0
Tonaliti (33b). Gabbri e masse gabbro-tonalitiche (33a). (Carbonifero sup.-Permiano)	10

Utilizzando la tabella sopra riportata è stata realizzata una carta tematica che restituisce visivamente la distribuzione dei fattori correttivi Δ CN.



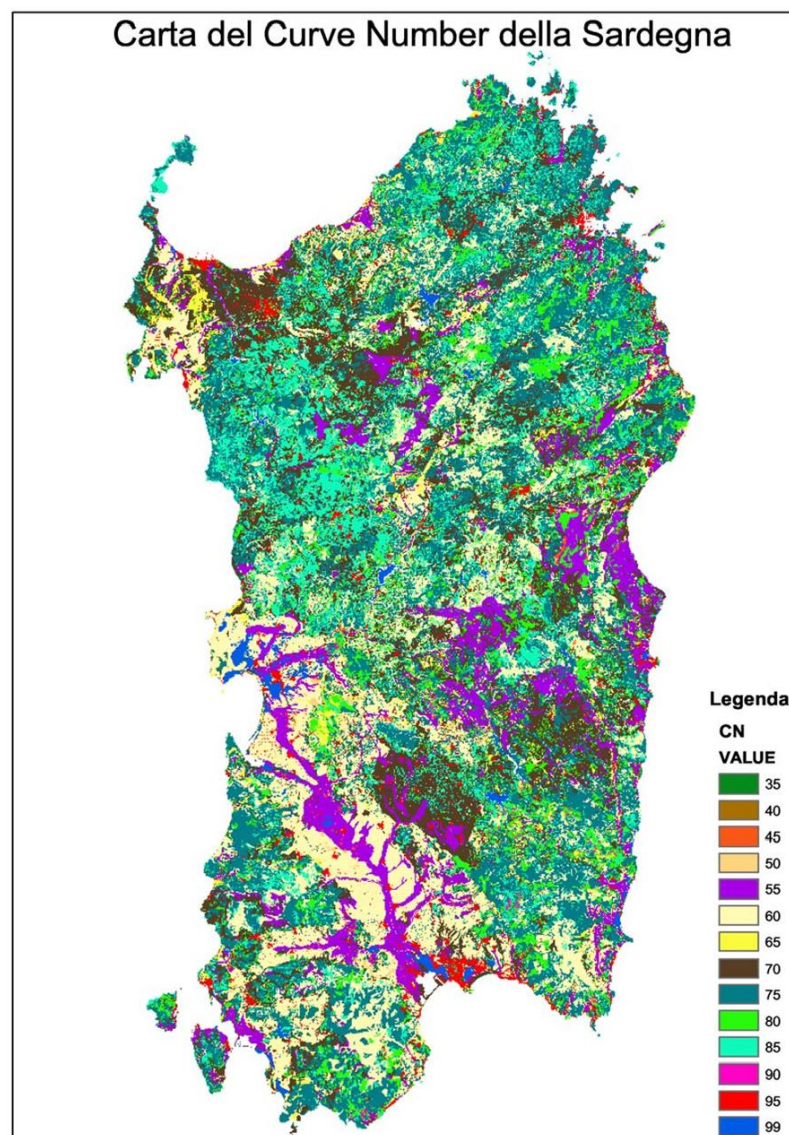
Carta di variazione del CN derivante dalla stima di permeabilità del terreno desunta dalla carta geologica

In ultima istanza i valori di Curve Number associati attraverso le caratteristiche dell'uso del suolo (CORINE) sono stati corretti considerando i fattori di variazione derivanti dall'analisi delle informazioni geologiche.

Nel procedimento di calcolo GIS è stata imposta la somma algebrica tra i codici di CN elaborati per il solo uso suolo ed i termini correttivi ΔCN .

Il prodotto finale è la "Carta del Curve Number per la Regione Sardegna" in formato raster con maglia 10 X 10 metri.

Dalle analisi svolte, l'informazione fornita dalla carta di permeabilità risulta essere coerente con l'interpretazione delle classi geologiche.



Carta del Curve Number per la Regione Sardegna

Per ogni sottobacino viene quindi incrociato in ambiente GIS il tematismo della carta dei CN con quello della perimetrazione dell'area in esame e definito il valore di CN da utilizzare. La stima del tempo di crescita dell'onda di piena è invece ricavata con la seguente formula:

$$t_p = D/2 + t_{lag}$$

dove:

D = durata della pioggia (h);

t_{lag} = intervallo di tempo tra il centroide della pioggia e il colmo (h).

Si assume quindi

$$D = 0,133 t_c; t_{lag} = 0,6 t_c$$

$$t_p = 0,133 / 2 t_c + 0,6 t_c$$

7. CALCOLO DELLA PORTATA AL COLMO DI PIENA

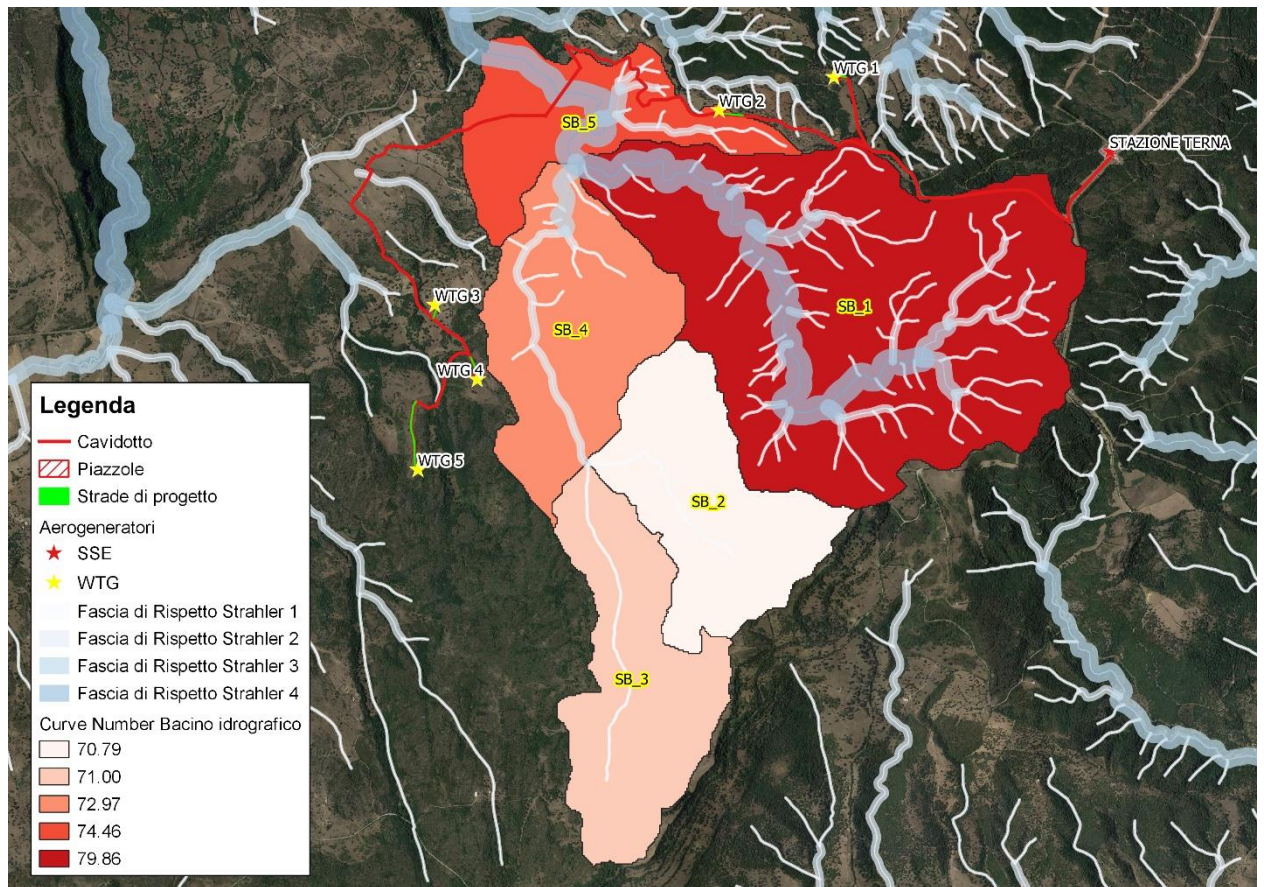
Di seguito si riporta, in forma tabellare, il calcolo della portata avente tempi di ritorno 50, 100, 200 e 500 anni. Si evidenzia che:

- Il bacino ha dimensioni inferiori a 60 km², per cui si può fare riferimento alla formula empirica del Soil Conservation Service Method.
- Per il Curve Number si è considerato il medio pesato sull'intero bacino.
- Per il calcolo di a_2 e n_2 si è considerata la sottozona SZO 1, in cui ricade l'area in esame, per tempo di ritorno maggiore di 10 anni.

Sottobacino	Area (km ²)	CN
SB_1	4.2918	79.86
SB_2	1.3403	70.79
SB_3	1.4246	71
SB_4	1.4711	72.97
SB_5	1.0335	74.46

Caratteristiche bacino	
Area (km ²)	9.561
L asta principale (km)	6.33
Pendenza i_b	5.0%
CN medio pesato	75.62
μ_g	45
tc (ore)	3.06
tp	1.86
S	80.58
r	0.94
a_1	19.96
n_1	0.29

T (anni)	a_2	n_2	hT(t)	Ro	Qc
50	2.23	0.11	69.91	21.54	29.27
100	2.54	0.14	82.65	30.09	40.89
200	2.85	0.17	95.58	39.45	53.61
500	3.27	0.19	112.56	52.55	71.40



Bacino idrografico.

8. CONCLUSIONI MODELLAZIONE IDROLOGICA

Sulla base della portata al colmo di piena per tempo di ritorno 500 anni (corrispondente alla condizione più gravosa), pari a 71.40 m³/s, definita nel presente studio idrologico, sono state seguite dalle modellazioni e valutazioni idrauliche dei rami di rete idrografica potenzialmente soggette a criticità, ed il tutto è stato svolto in condizioni di moto stazionario. Per lo svolgimento della modellazione idraulica è stato utilizzato il software HEC- RAS River Analysis System.

9. MODELLAZIONE IDRAULICA

Dai risultati dell'analisi monodimensionale si osserva come gli alvei attualmente esistenti risultano adeguati al trasporto della portata avente tempo di ritorno 500 anni, pari a $71.40 \text{ m}^3/\text{s}$. A vantaggio di sicurezza è stata comunque prevista, per un tratto di lunghezza 350 m, la posa dei cavidotti con perforazione teleguidata (Trivellazione Orizzontale Teleguidata" T.O.C.) fino ad una profondità pari a 2 metri al di sotto del fondo alveo. La lunghezza del tratto in T.O.C. è anche superiore alla fascia di 150 m complessivi prevista per l'ordine gerarchico 4 dal comma 1 dell'art. 30ter delle N.T.A. del PAI.

Al fine di poter stimare l'eventuale fenomeno di escavazione si è fatto riferimento alla letteratura in materia di trasporto solido, in particolare "Sistemazione dei corsi d'acqua" di De Peppo et al. (2018). Dall'analisi condotta la profondità d'asportazione media, che raggiunge un valore massimo di 1.61 m, risulta inferiore alla profondità di posa in opera dei cavidotti, che verrà realizzata comunque a non meno di 2 m dall'attuale fondo dell'alveo.

Dall'analisi delle fasce di cui al comma 1 dell'art. 30ter delle N.T.A. del PAI inoltre non emerge alcuna sovrapposizione con gli aerogeneratori, le relative piazzole e le strade di progetto.

10. METODOLOGIA APPLICATA PER LE MODELLAZIONI E VALUTAZIONI IDRAULICHE

Come innanzi accennato, la modellazione e valutazione idraulica dei tratti interessati nel presente studio, è stata condotta con il software HEC – RAS River Analysis System, dell’US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center. Il rilievo topografico rispetto al quale sono state condotte le verifiche idrauliche e sono state definite le aree esondabili a seguito della modellazione idraulica eseguita è rappresentato dal Modello Digitale di Elevazione del terreno (DEM) con celle 10x10 metri, reso disponibile dalla sezione di Pisa dell’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia per l’intero territorio Nazionale (Tarquini et al. 2007).

L’analisi in condizioni di moto stazionario monodimensionale è stata effettuata modellando le situazioni attualmente esistenti. Per ciascun tratto il lavoro è stato articolato nelle seguenti fasi:

- Inserimento dei dati della geometria;
- Inserimento dei dati della portata;
- Svolgimento dei calcoli idraulici;
- Controllo dei risultati, conseguente integrazione dei dati di input ove necessario, correzione di questi ultimi e, ricalcolo del modello.

La prima fase, inserimento dati geometrici, ha riguardato innanzitutto il disegno dell’asta in esame tramite l’inserimento delle coordinate dei vertici. Si è quindi passati all’inserimento dei dati delle sezioni trasversali, con numerazione crescente da valle verso monte. Per le varie sezioni sono stati inseriti tutti i dati necessari al programma per l’elaborazione del modello. Per i coefficienti di Manning’s si è tenuto conto di una situazione abbastanza sfavorevole.

Non è stato necessario inserire le aree a flusso nullo (Ineffective Flow Areas), finalizzate a poter definire aree, all’interno delle sezioni trasversali, che contengono acqua non attivamente convogliata, quindi zone in cui l’acqua “ristagna” e quindi la sua velocità, nella direzione del flusso, è relativamente bassa. Sono stati inoltre inseriti nel modello idraulico, dove presenti, gli attraversamenti. Terminato l’inserimento dei dati geometrici si è passati alla definizione dei dati relativi al moto permanente. È stato scelto un unico profilo da calcolare, quello relativo ad un tempo di ritorno di 500 anni, corrispondente al valore di portata ottenuto dallo studio idrologico. Il passaggio successivo è quello che riguarda le condizioni al contorno. Queste sono necessarie per stabilire il livello del pelo libero dell’acqua all’estremità del sistema (A monte e/o a valle). In un regime di corrente lenta, la condizione al contorno necessaria è quella di valle (Non risente di ciò che accade a monte), in caso di corrente veloce la condizione necessaria è quella di monte (Non risente di ciò che accade a valle). Se invece viene effettuato il caso in regime di flusso misto, come nel nostro caso, allora le condizioni al contorno devono essere immesse per entrambe le estremità del sistema. In particolare, in assenza di confluenze con altri tratti, si è considerata l’altezza critica, in questo caso non è necessario immettere nessuna ulteriore informazione, il programma calcolerà automaticamente l’altezza critica per ogni profilo e la userà come condizione al contorno. Per il calcolo del profilo di moto permanente è stata utilizzata l’opzione mixed. Effettuato il calcolo vengono visualizzati i risultati, sia in modo grafico che sotto forma tabellare, riportati in allegato alla presente relazione.

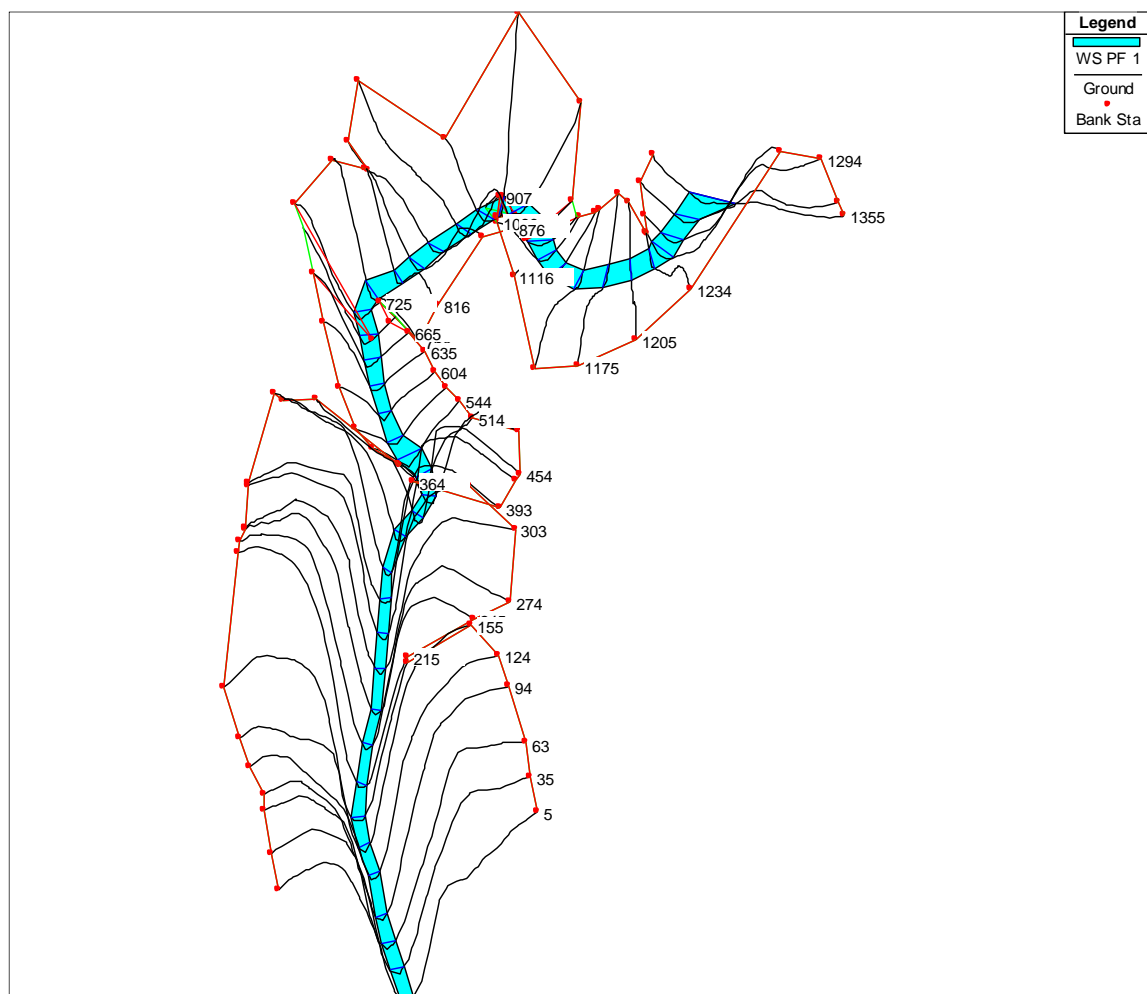
11. PLANIMETRIE CON INDICAZIONE DELLE AREE DI INTERESSE

Nel presente paragrafo si riportano i rilievi topografici con una rappresentazione planimetrica dei tratti investigati con una indicazione delle aree interessate dalla portata avente tempo di ritorno 500 anni. Tali mappe sono il risultato della modellazione in condizioni di moto stazionario monodimensionale. Per le modellazioni si è utilizzato il software HEC – RAS River Analysis System, dell'US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center.

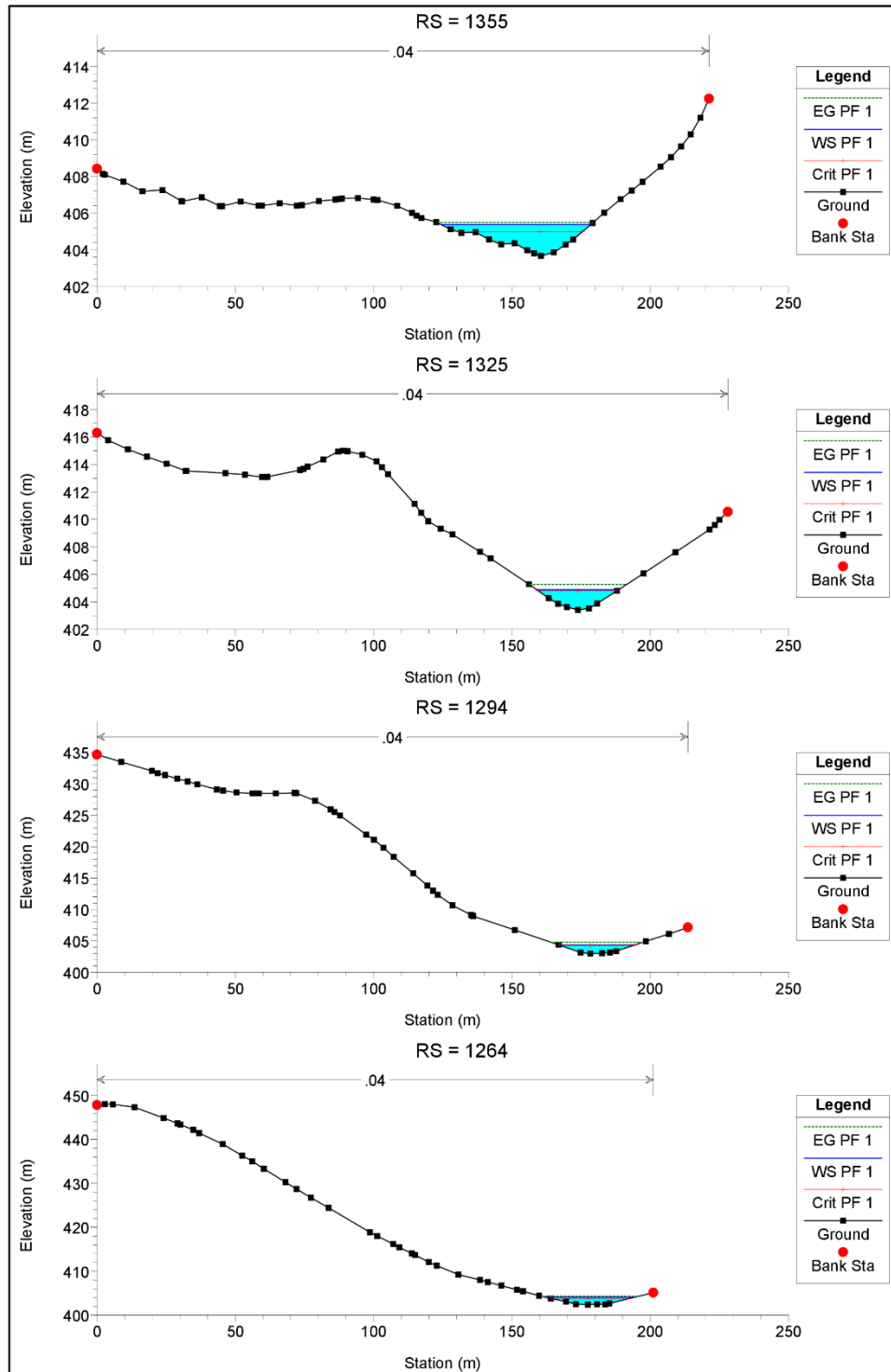
Vengono inoltre riportati gli output della modellazione monodimensionale, ovvero:

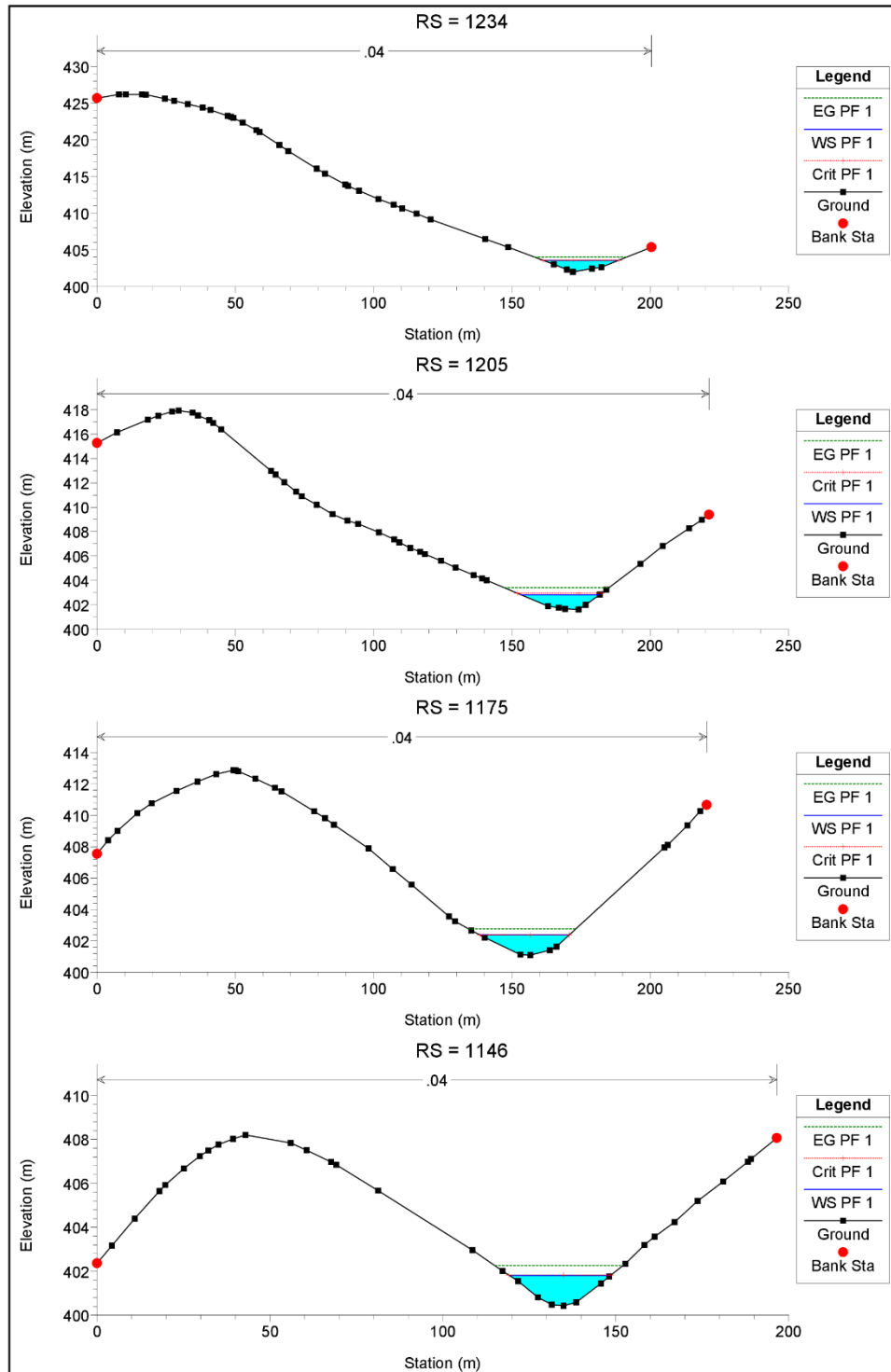
- rappresentazioni 3D per ogni tratto investigato con indicazione delle aree interessate dalla portata transitante;
- sezioni trasversali per ogni profilo investigato con indicazione del tirante idrico all'interno delle stesse;
- tabelle di output riepilogative dei risultati per ogni profilo;
- tabelle di dettaglio relative alle singole sezioni trasversali.

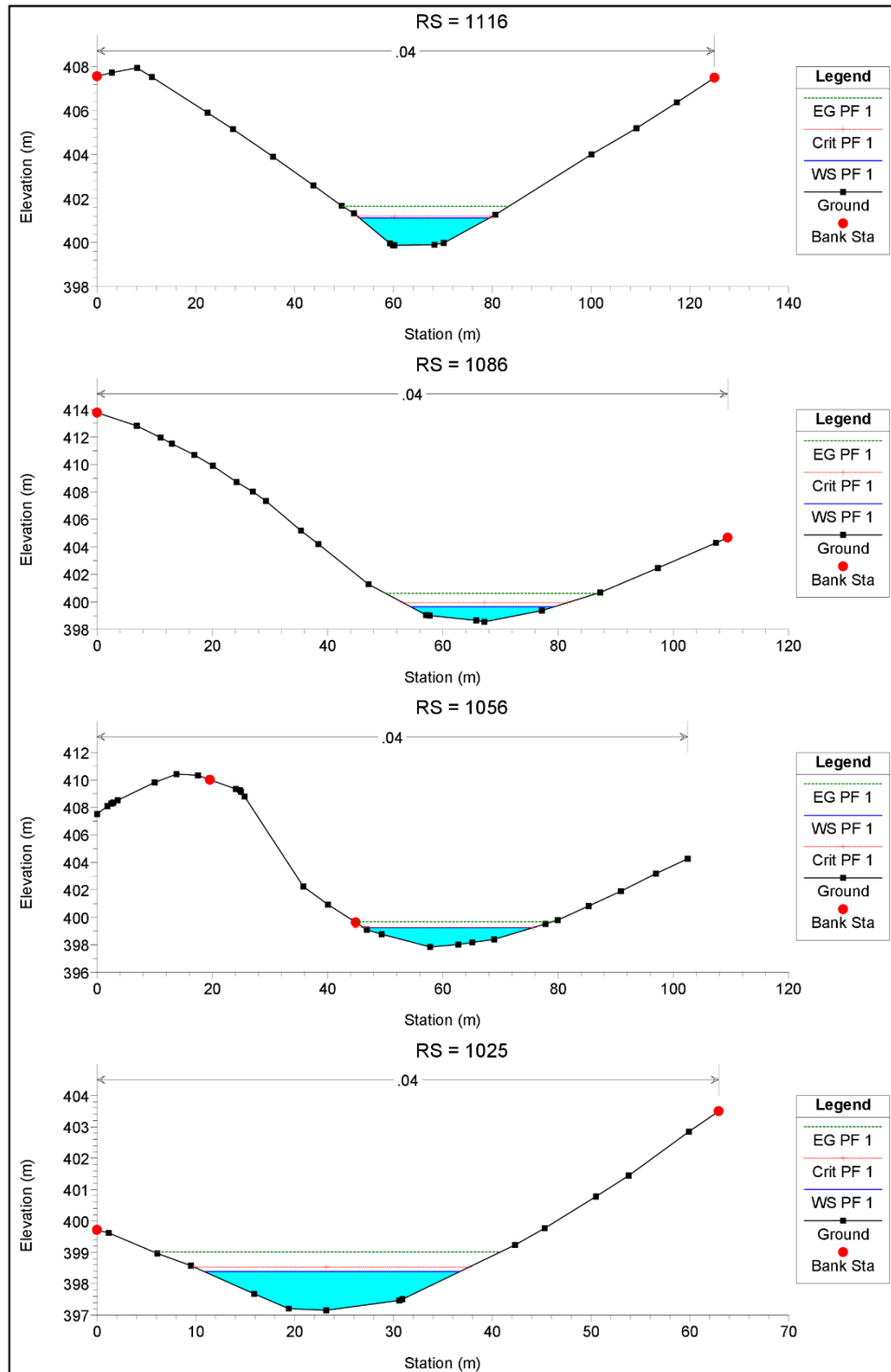
Dai risultati dell'analisi monodimensionale si osserva come gli alvei attualmente esistenti risultano adeguati al trasporto della portata avente tempo di ritorno 500 anni, pari a $71.40 \text{ m}^3/\text{s}$. A vantaggi di sicurezza è stata comunque prevista, per un tratto di lunghezza 350 m, la posa dei cavidotti con perforazione teleguidata (Trivellazione Orizzontale Teleguidata" T.O.C.) fino ad una profondità pari a 2 metri al di sotto del fondo alveo. La lunghezza del tratto in T.O.C. è anche superiore alla fascia di 150 m complessivi prevista per l'ordine gerarchico 4 dal comma 1 dell'art. 30ter delle N.T.A. del PAI.

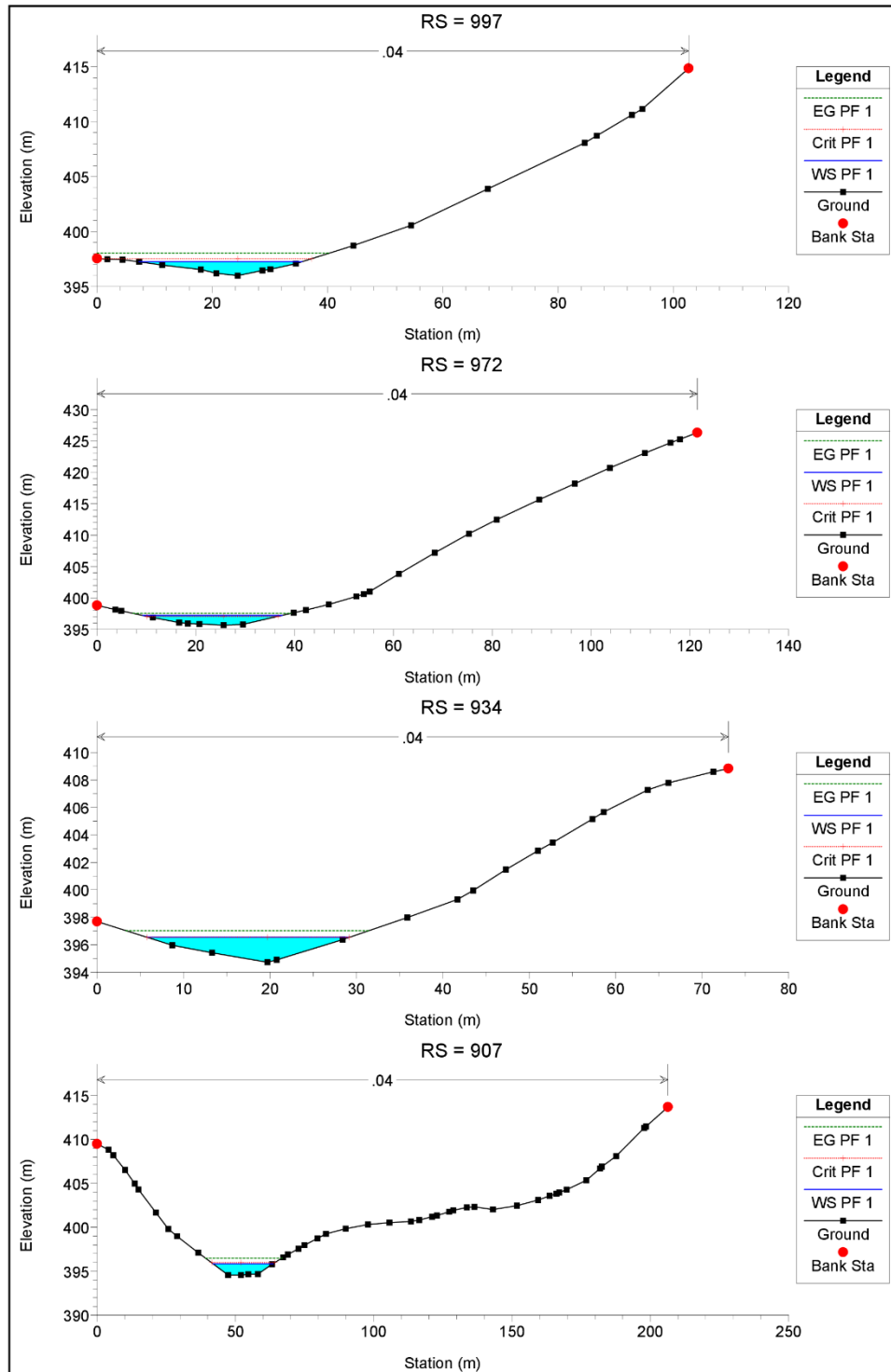


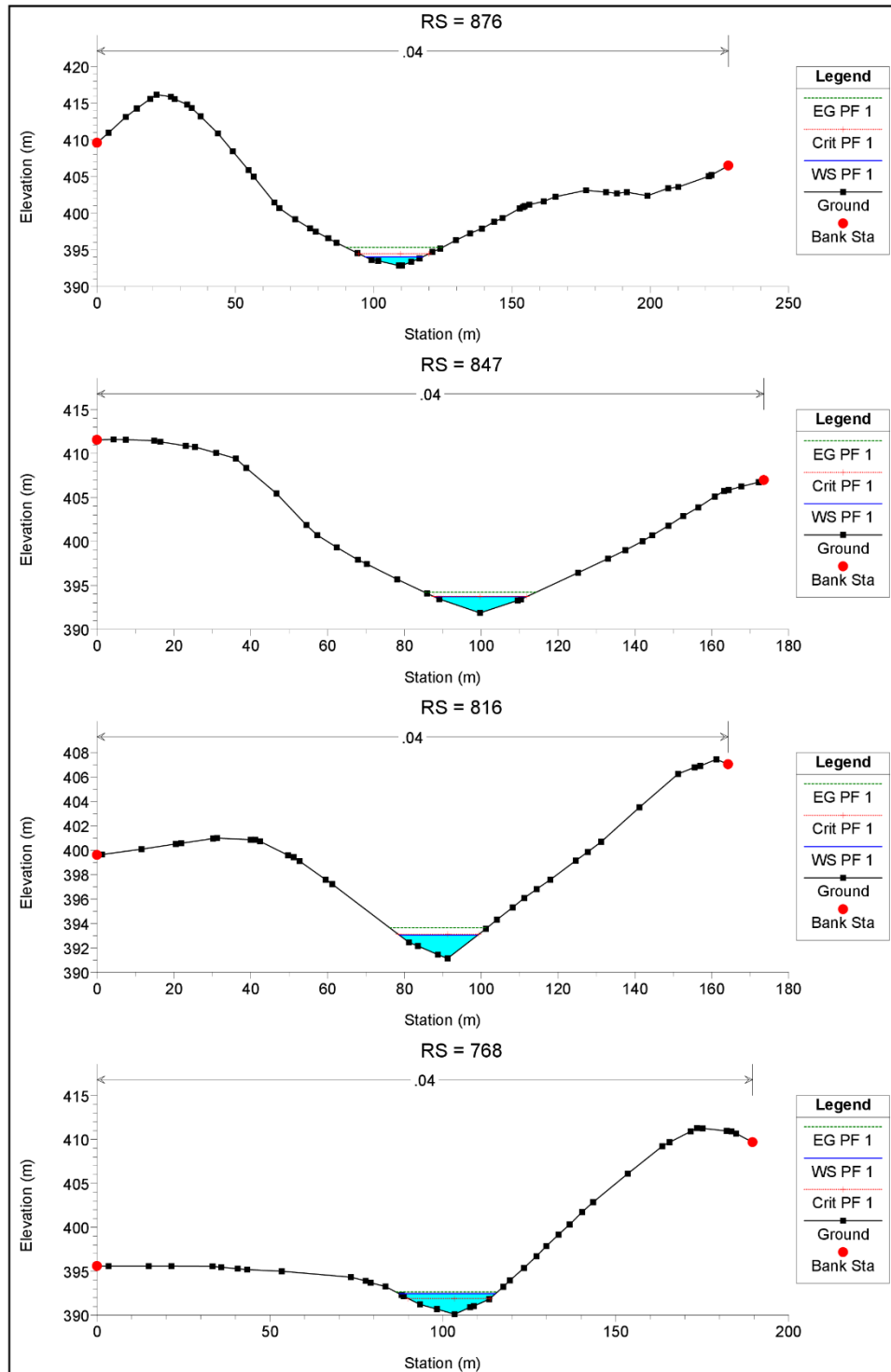
Rappresentazione 3D

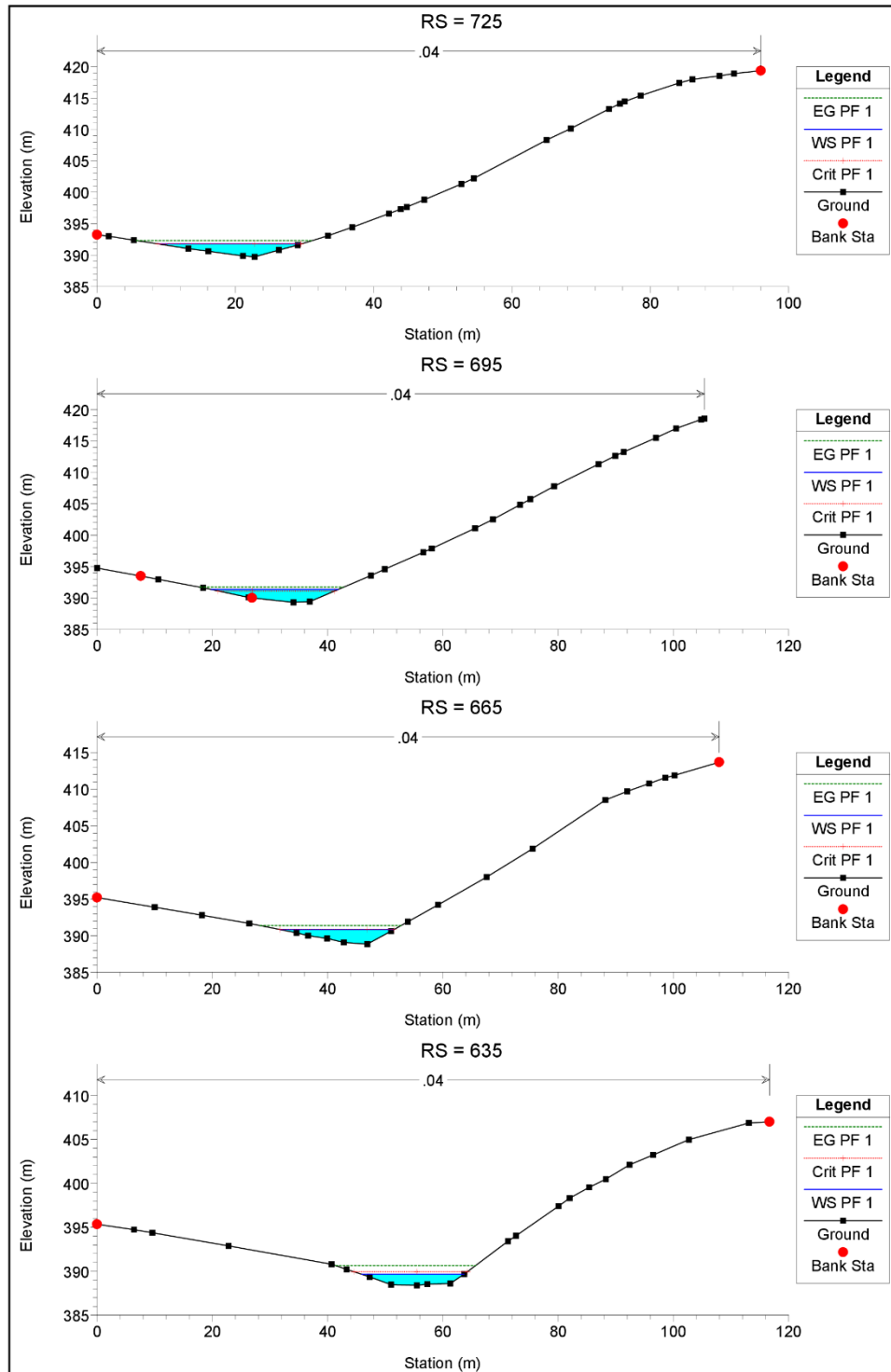


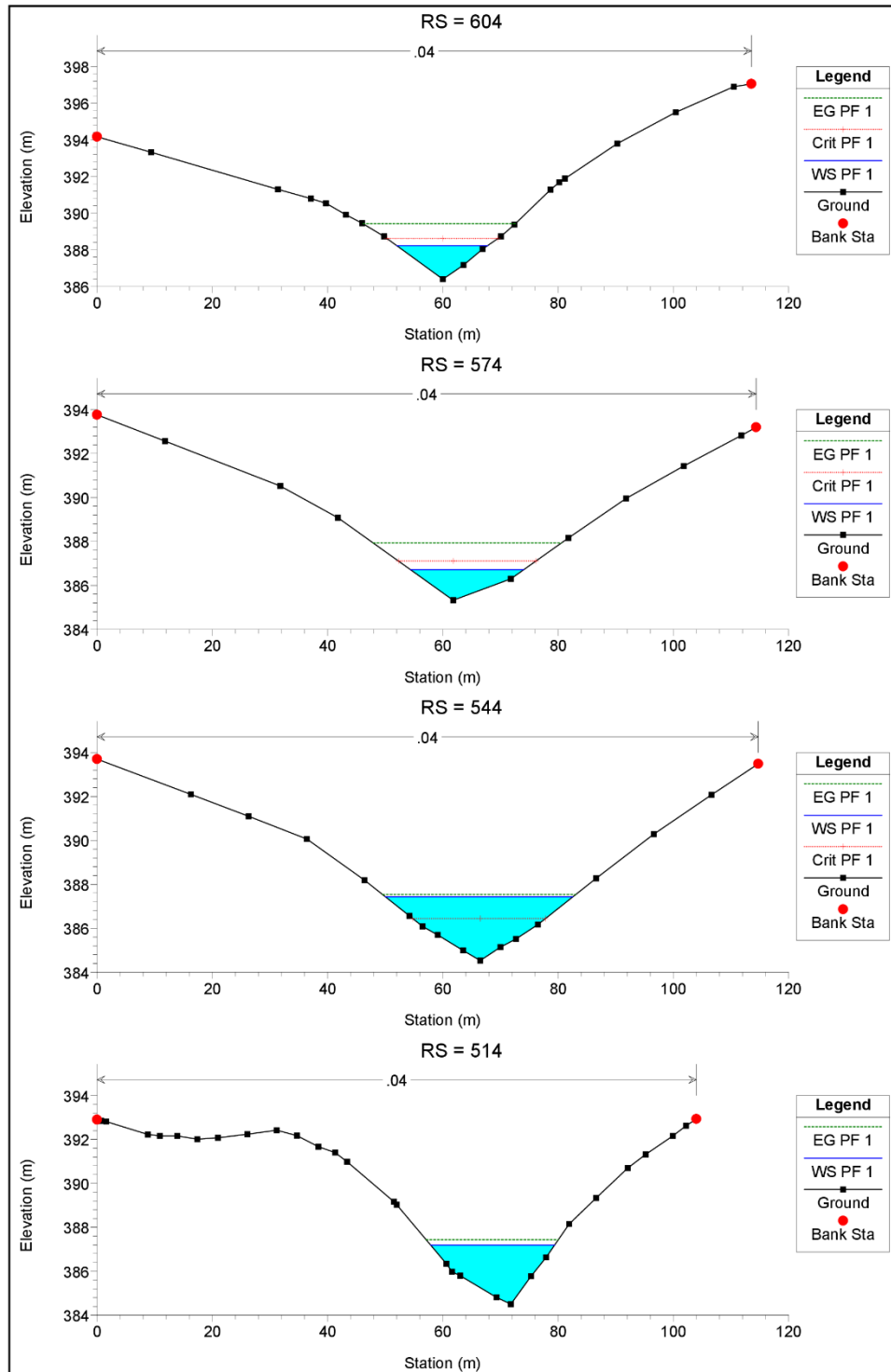


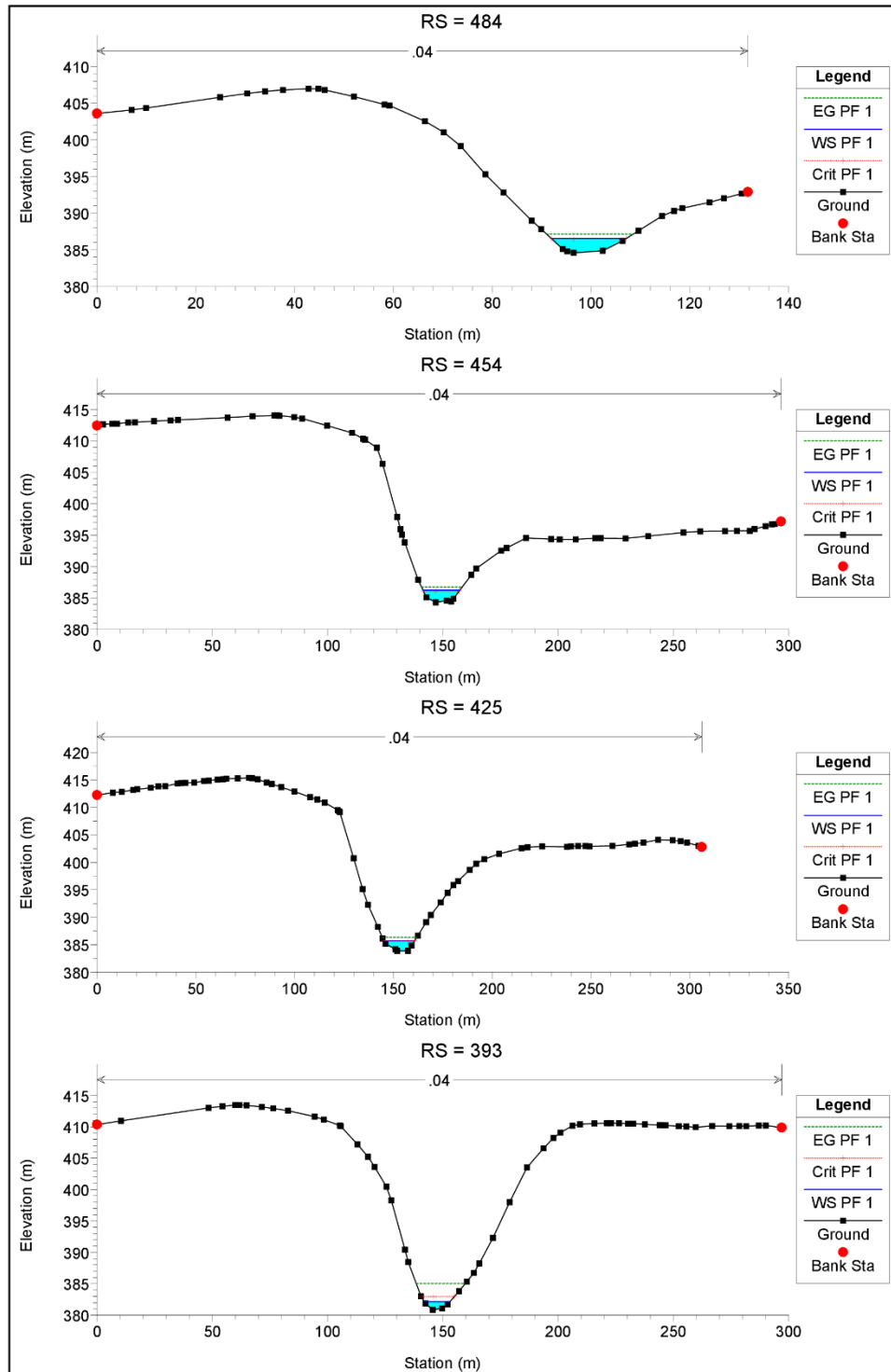


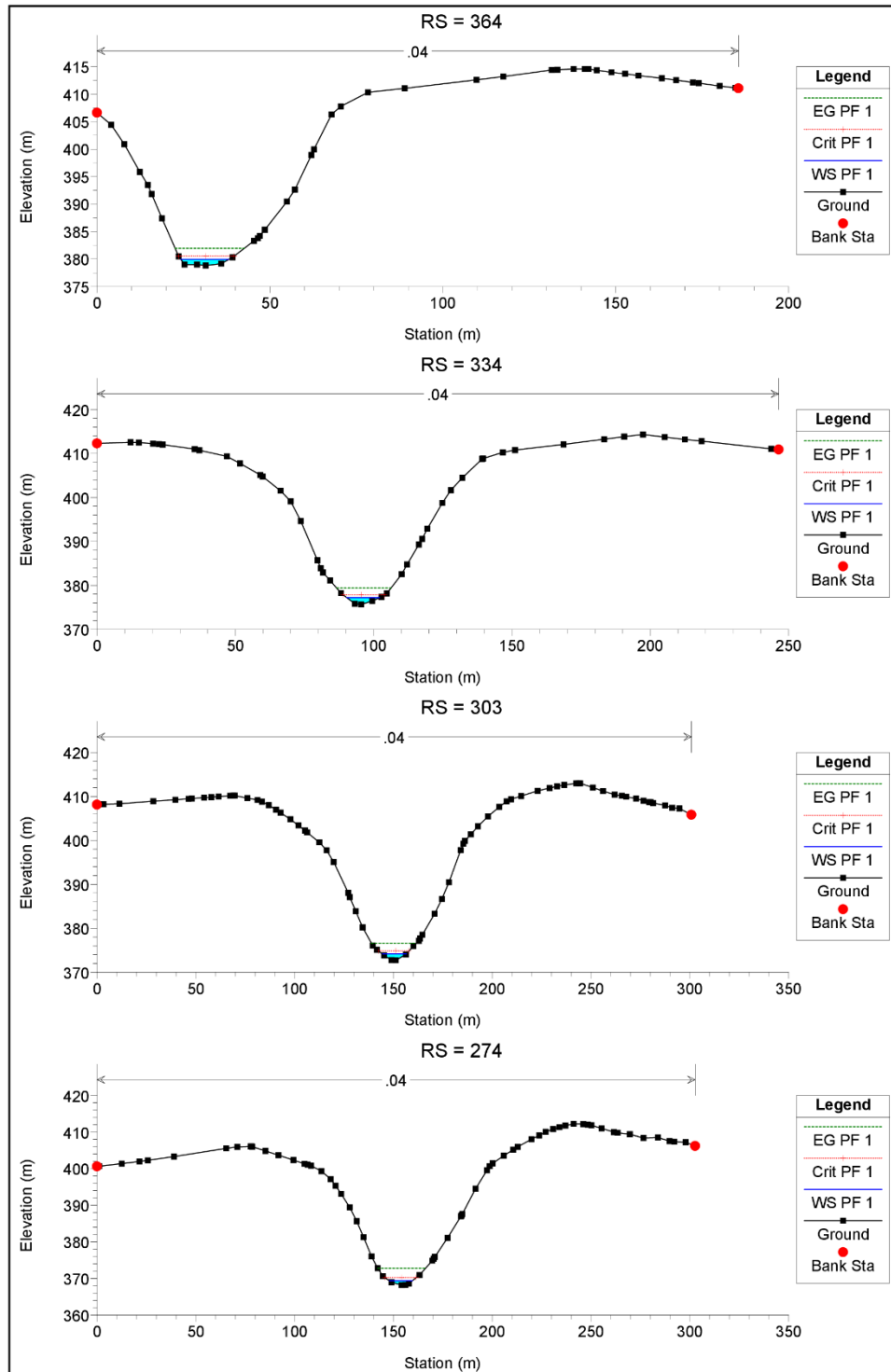


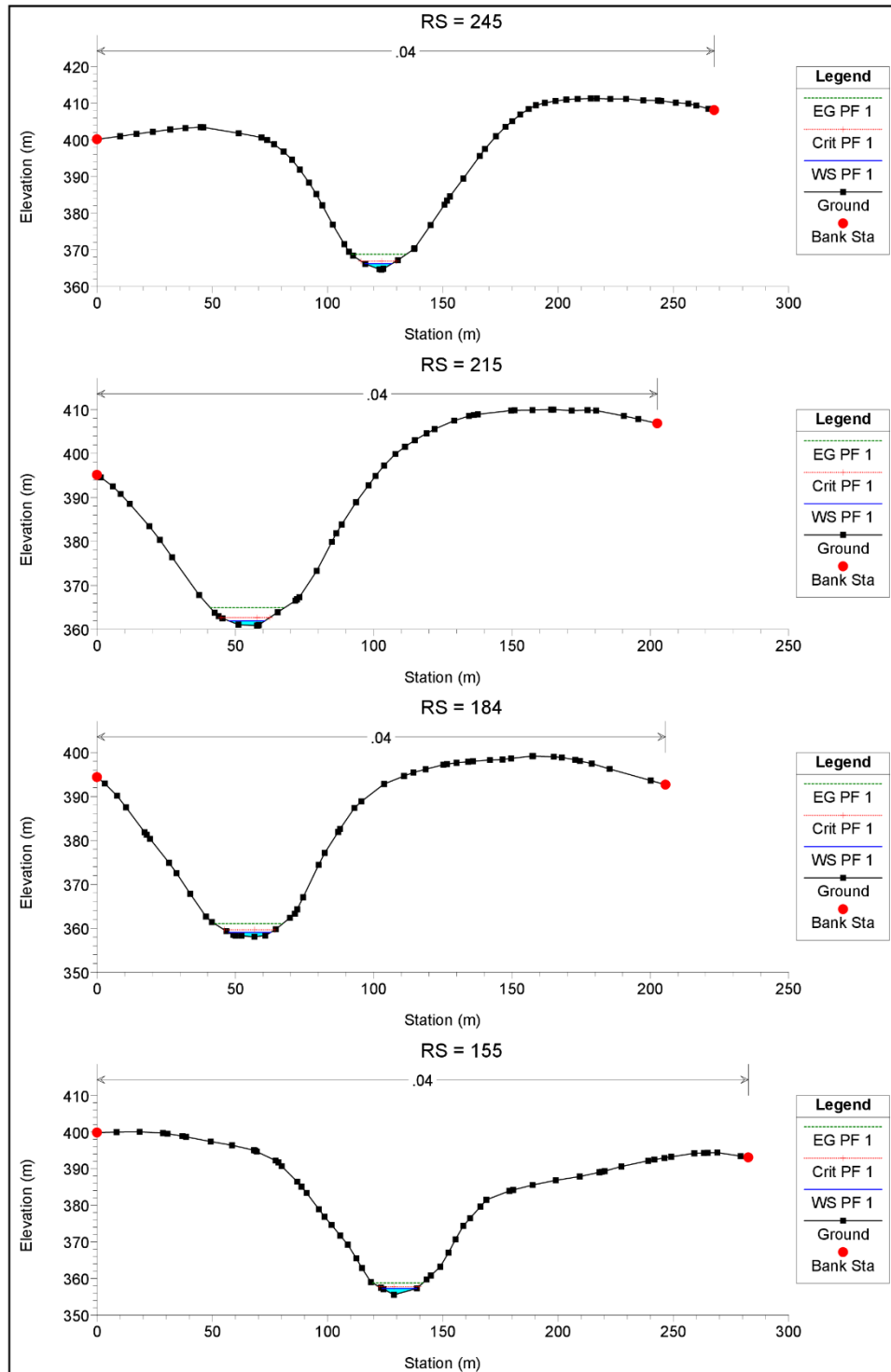


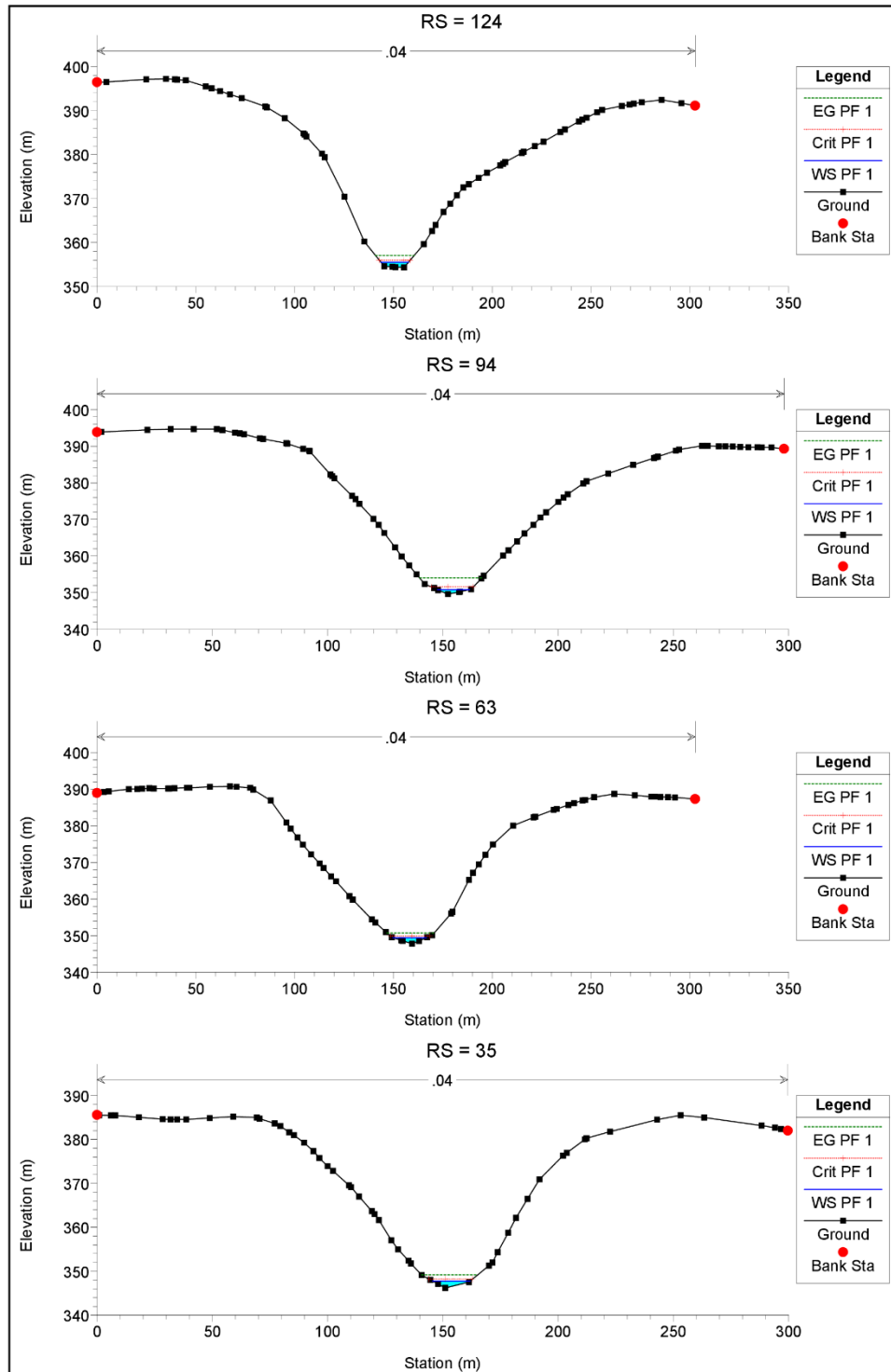


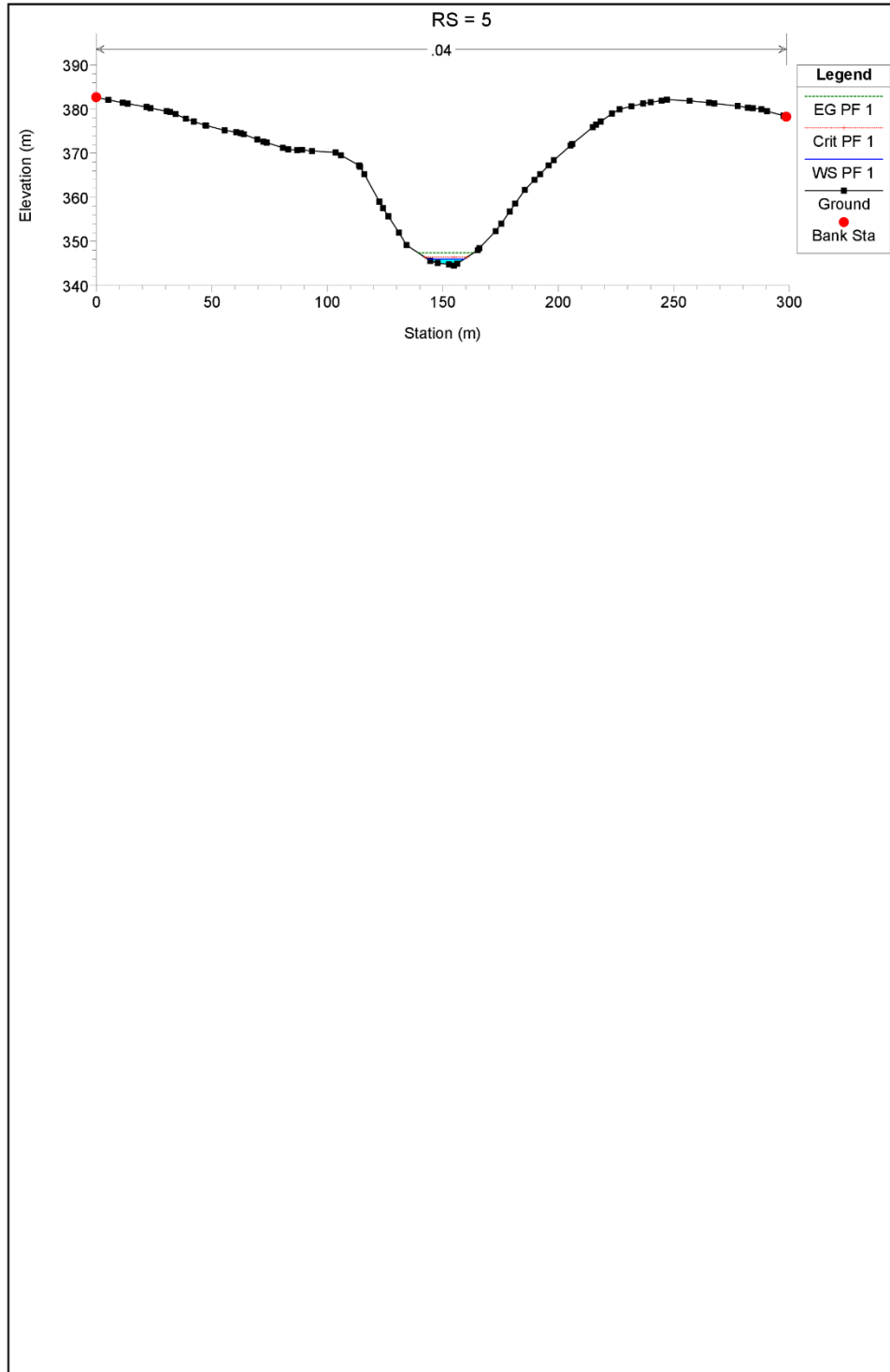












Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 1355 Profile: PF 1

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	405.50				
Vel Head (m)	0.11	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	405.38	Reach Len. (m)	29.30	29.30	29.30
Crit W.S. (m)	404.99	Flow Area (m2)		48.04	
E.G. Slope (m/m)	0.004168	Area (m2)		48.04	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	54.22	Top Width (m)		54.22	
Vel Total (m/s)	1.49	Avg. Vel. (m/s)		1.49	
Max Chl Dpth (m)	1.71	Hydr. Depth (m)		0.89	
Conv. Total (m3/s)	1105.9	Conv. (m3/s)		1105.9	
Length Wtd. (m)	29.30	Wetted Per. (m)		54.38	
Min Ch El (m)	403.67	Shear (N/m2)		36.12	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		53.67	
Frctn Loss (m)	0.20	Cum Volume (1000 m3)		26.03	1.42
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)		27.42	1.34

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 1325 Profile: PF 1

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	405.27				
Vel Head (m)	0.38	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	404.89	Reach Len. (m)	30.80	30.80	30.80
Crit W.S. (m)	404.83	Flow Area (m2)		26.29	
E.G. Slope (m/m)	0.013953	Area (m2)		26.29	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	29.65	Top Width (m)		29.65	
Vel Total (m/s)	2.72	Avg. Vel. (m/s)		2.72	
Max Chl Dpth (m)	1.47	Hydr. Depth (m)		0.89	
Conv. Total (m3/s)	604.5	Conv. (m3/s)		604.5	
Length Wtd. (m)	30.80	Wetted Per. (m)		29.82	
Min Ch El (m)	403.42	Shear (N/m2)		120.66	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		327.65	
Frctn Loss (m)	0.47	Cum Volume (1000 m3)		24.94	1.42
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)		26.19	1.34

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 1294 Profile: PF 1

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	404.79				
Vel Head (m)	0.45	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	404.34	Reach Len. (m)	29.90	29.90	29.90
Crit W.S. (m)	404.34	Flow Area (m2)		24.09	
E.G. Slope (m/m)	0.016746	Area (m2)		24.09	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	27.29	Top Width (m)		27.29	
Vel Total (m/s)	2.96	Avg. Vel. (m/s)		2.96	
Max Chl Dpth (m)	1.40	Hydr. Depth (m)		0.88	
Conv. Total (m3/s)	551.7	Conv. (m3/s)		551.7	
Length Wtd. (m)	29.90	Wetted Per. (m)		27.47	
Min Ch El (m)	402.94	Shear (N/m2)		144.00	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		426.78	
Frctn Loss (m)	0.28	Cum Volume (1000 m3)		24.17	1.42
C & E Loss (m)	0.07	Cum SA (1000 m2)		25.31	1.34

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 1264 Profile: PF 1

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	404.33				
Vel Head (m)	0.21	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	404.11	Reach Len. (m)	30.40	30.40	30.40
Crit W.S. (m)	403.75	Flow Area (m2)		34.94	
E.G. Slope (m/m)	0.006101	Area (m2)		34.94	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 1264 Profile: PF 1 (Continued)

Top Width (m)	32.40	Top Width (m)		32.40	
Vel Total (m/s)	2.04	Avg. Vel. (m/s)		2.04	
Max Chl Dpth (m)	1.72	Hydr. Depth (m)		1.08	
Conv. Total (m3/s)	914.1	Conv. (m3/s)		914.1	
Length Wtd. (m)	30.40	Wetted Per. (m)		32.64	
Min Ch El (m)	402.39	Shear (N/m2)		64.05	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		130.90	
Frctn Loss (m)	0.29	Cum Volume (1000 m3)		23.29	1.42
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)		24.42	1.34

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 1234 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	404.01	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.44	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	403.57	Reach Len. (m)	28.70	28.70	28.70
Crit W.S. (m)	403.57	Flow Area (m2)		24.20	
E.G. Slope (m/m)	0.016558	Area (m2)		24.20	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	27.36	Top Width (m)		27.36	
Vel Total (m/s)	2.95	Avg. Vel. (m/s)		2.95	
Max Chl Dpth (m)	1.57	Hydr. Depth (m)		0.88	
Conv. Total (m3/s)	554.9	Conv. (m3/s)		554.9	
Length Wtd. (m)	28.70	Wetted Per. (m)		27.56	
Min Ch El (m)	402.00	Shear (N/m2)		142.60	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		420.67	
Frctn Loss (m)	0.59	Cum Volume (1000 m3)		22.39	1.42
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)		23.51	1.34

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 1205 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	403.41	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.57	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	402.84	Reach Len. (m)	30.00	30.00	30.00
Crit W.S. (m)	402.97	Flow Area (m2)		21.34	
E.G. Slope (m/m)	0.026392	Area (m2)		21.34	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	28.39	Top Width (m)		28.39	
Vel Total (m/s)	3.35	Avg. Vel. (m/s)		3.35	
Max Chl Dpth (m)	1.20	Hydr. Depth (m)		0.75	
Conv. Total (m3/s)	439.5	Conv. (m3/s)		439.5	
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)		28.54	
Min Ch El (m)	401.64	Shear (N/m2)		193.53	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		647.56	
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)		21.73	1.42
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)		22.71	1.34

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 1175 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	402.78	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.40	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	402.38	Reach Len. (m)	28.90	28.90	28.90
Crit W.S. (m)	402.38	Flow Area (m2)		25.44	
E.G. Slope (m/m)	0.017402	Area (m2)		25.44	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	32.29	Top Width (m)		32.29	
Vel Total (m/s)	2.81	Avg. Vel. (m/s)		2.81	
Max Chl Dpth (m)	1.28	Hydr. Depth (m)		0.79	
Conv. Total (m3/s)	541.2	Conv. (m3/s)		541.2	
Length Wtd. (m)	28.90	Wetted Per. (m)		32.42	
Min Ch El (m)	401.10	Shear (N/m2)		133.94	

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 1175 Profile: PF 1 (Continued)

Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		375.84	
Frctn Loss (m)	0.52	Cum Volume (1000 m3)		21.03	1.42
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)		21.80	1.34

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 1146 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	402.26	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.45	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	401.81	Reach Len. (m)	30.50	30.50	30.50
Crit W.S. (m)	401.83	Flow Area (m2)		24.03	
E.G. Slope (m/m)	0.018376	Area (m2)		24.03	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	29.10	Top Width (m)		29.10	
Vel Total (m/s)	2.97	Avg. Vel. (m/s)		2.97	
Max Chl Dpth (m)	1.38	Hydr. Depth (m)		0.83	
Conv. Total (m3/s)	526.7	Conv. (m3/s)		526.7	
Length Wtd. (m)	30.50	Wetted Per. (m)		29.26	
Min Ch El (m)	400.43	Shear (N/m2)		147.98	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		439.79	
Frctn Loss (m)	0.60	Cum Volume (1000 m3)		20.32	1.42
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)		20.92	1.34

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 1116 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	401.65	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.54	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	401.11	Reach Len. (m)	30.10	30.10	30.10
Crit W.S. (m)	401.19	Flow Area (m2)		22.04	
E.G. Slope (m/m)	0.021384	Area (m2)		22.04	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	26.23	Top Width (m)		26.23	
Vel Total (m/s)	3.24	Avg. Vel. (m/s)		3.24	
Max Chl Dpth (m)	1.24	Hydr. Depth (m)		0.84	
Conv. Total (m3/s)	488.3	Conv. (m3/s)		488.3	
Length Wtd. (m)	30.10	Wetted Per. (m)		26.42	
Min Ch El (m)	399.87	Shear (N/m2)		174.94	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		566.77	
Frctn Loss (m)	0.98	Cum Volume (1000 m3)		19.61	1.42
C & E Loss (m)	0.05	Cum SA (1000 m2)		20.07	1.34

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 1086 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	400.63	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.99	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	399.64	Reach Len. (m)	29.50	29.50	29.50
Crit W.S. (m)	399.95	Flow Area (m2)		16.24	
E.G. Slope (m/m)	0.054830	Area (m2)		16.24	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	24.81	Top Width (m)		24.81	
Vel Total (m/s)	4.40	Avg. Vel. (m/s)		4.40	
Max Chl Dpth (m)	1.09	Hydr. Depth (m)		0.65	
Conv. Total (m3/s)	304.9	Conv. (m3/s)		304.9	
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)		24.94	
Min Ch El (m)	398.55	Shear (N/m2)		350.07	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		1539.44	
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)		19.04	1.42
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)		19.30	1.34

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 1056 Profile: PF 1

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	399.68				
Vel Head (m)	0.43	Wt. n-Val.			0.040
W.S. Elev (m)	399.25	Reach Len. (m)	30.80	30.80	30.80
Crit W.S. (m)	399.25	Flow Area (m2)			24.67
E.G. Slope (m/m)	0.017104	Area (m2)			24.67
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)			71.40
Top Width (m)	29.47	Top Width (m)			29.47
Vel Total (m/s)	2.89	Avg. Vel. (m/s)			2.89
Max Chl Dpth (m)	1.41	Hydr. Depth (m)			0.84
Conv. Total (m3/s)	545.9	Conv. (m3/s)			545.9
Length Wtd. (m)	30.80	Wetted Per. (m)			29.64
Min Ch El (m)	399.63	Shear (N/m2)			139.65
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)			404.10
Frctn Loss (m)	0.65	Cum Volume (1000 m3)		18.80	1.06
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)		18.94	0.91

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 1025 Profile: PF 1

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	399.01				
Vel Head (m)	0.62	Wt. n-Val.			0.040
W.S. Elev (m)	398.39	Reach Len. (m)	28.20	28.20	28.20
Crit W.S. (m)	398.54	Flow Area (m2)			20.48
E.G. Slope (m/m)	0.026768	Area (m2)			20.48
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)			71.40
Top Width (m)	25.86	Top Width (m)			25.86
Vel Total (m/s)	3.49	Avg. Vel. (m/s)			3.49
Max Chl Dpth (m)	1.23	Hydr. Depth (m)			0.79
Conv. Total (m3/s)	436.4	Conv. (m3/s)			436.4
Length Wtd. (m)	28.20	Wetted Per. (m)			26.01
Min Ch El (m)	397.16	Shear (N/m2)			206.62
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)			720.45
Frctn Loss (m)	0.96	Cum Volume (1000 m3)		18.48	0.68
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)		18.54	0.45

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 997 Profile: PF 1

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	398.04				
Vel Head (m)	0.78	Wt. n-Val.			0.040
W.S. Elev (m)	397.25	Reach Len. (m)	25.00	25.00	25.00
Crit W.S. (m)	397.52	Flow Area (m2)			18.22
E.G. Slope (m/m)	0.044560	Area (m2)			18.22
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)			71.40
Top Width (m)	28.36	Top Width (m)			28.36
Vel Total (m/s)	3.92	Avg. Vel. (m/s)			3.92
Max Chl Dpth (m)	1.26	Hydr. Depth (m)			0.64
Conv. Total (m3/s)	338.2	Conv. (m3/s)			338.2
Length Wtd. (m)	25.00	Wetted Per. (m)			28.48
Min Ch El (m)	395.99	Shear (N/m2)			279.57
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)			1095.47
Frctn Loss (m)	0.33	Cum Volume (1000 m3)		17.94	0.68
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)		17.77	0.45

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 972 Profile: PF 1

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	397.55				
Vel Head (m)	0.33	Wt. n-Val.			0.040
W.S. Elev (m)	397.22	Reach Len. (m)	38.70	38.70	38.70
Crit W.S. (m)	397.07	Flow Area (m2)			28.14
E.G. Slope (m/m)	0.010454	Area (m2)			28.14
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)			71.40

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 972 Profile: PF 1 (Continued)

Top Width (m)	28.23	Top Width (m)		28.23	
Vel Total (m/s)	2.54	Avg. Vel. (m/s)		2.54	
Max Chl Dpth (m)	1.56	Hydr. Depth (m)		1.00	
Conv. Total (m3/s)	698.3	Conv. (m3/s)		698.3	
Length Wtd. (m)	38.70	Wetted Per. (m)		28.46	
Min Ch El (m)	395.66	Shear (N/m2)		101.37	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		257.19	
Frctn Loss (m)	0.50	Cum Volume (1000 m3)		17.36	0.68
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)		17.07	0.45

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 934 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	397.04	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.49	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	396.54	Reach Len. (m)	27.00	27.00	27.00
Crit W.S. (m)	396.54	Flow Area (m2)		22.92	
E.G. Slope (m/m)	0.016197	Area (m2)		22.92	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	23.36	Top Width (m)		23.36	
Vel Total (m/s)	3.11	Avg. Vel. (m/s)		3.11	
Max Chl Dpth (m)	1.81	Hydr. Depth (m)		0.98	
Conv. Total (m3/s)	561.0	Conv. (m3/s)		561.0	
Length Wtd. (m)	27.00	Wetted Per. (m)		23.66	
Min Ch El (m)	394.73	Shear (N/m2)		153.87	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		479.29	
Frctn Loss (m)	0.52	Cum Volume (1000 m3)		16.37	0.68
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)		16.07	0.45

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 907 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	396.50	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.65	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	395.85	Reach Len. (m)	30.20	30.20	30.20
Crit W.S. (m)	395.98	Flow Area (m2)		19.96	
E.G. Slope (m/m)	0.023151	Area (m2)		19.96	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	21.60	Top Width (m)		21.60	
Vel Total (m/s)	3.58	Avg. Vel. (m/s)		3.58	
Max Chl Dpth (m)	1.29	Hydr. Depth (m)		0.92	
Conv. Total (m3/s)	469.3	Conv. (m3/s)		469.3	
Length Wtd. (m)	30.20	Wetted Per. (m)		21.87	
Min Ch El (m)	394.56	Shear (N/m2)		207.12	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		741.07	
Frctn Loss (m)	1.11	Cum Volume (1000 m3)		15.79	0.68
C & E Loss (m)	0.06	Cum SA (1000 m2)		15.46	0.45

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 876 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	395.33	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.27	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	394.06	Reach Len. (m)	29.30	29.30	29.30
Crit W.S. (m)	394.46	Flow Area (m2)		14.29	
E.G. Slope (m/m)	0.067136	Area (m2)		14.29	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	20.92	Top Width (m)		20.92	
Vel Total (m/s)	5.00	Avg. Vel. (m/s)		5.00	
Max Chl Dpth (m)	1.21	Hydr. Depth (m)		0.68	
Conv. Total (m3/s)	275.6	Conv. (m3/s)		275.6	
Length Wtd. (m)	29.30	Wetted Per. (m)		21.09	
Min Ch El (m)	392.85	Shear (N/m2)		446.07	

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 876 Profile: PF 1 (Continued)

Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		2229.04	
Frctn Loss (m)	0.88	Cum Volume (1000 m3)		15.27	0.68
C & E Loss (m)	0.23	Cum SA (1000 m2)		14.82	0.45

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 847 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	394.22	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.50	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	393.72	Reach Len. (m)	31.00	31.00	31.00
Crit W.S. (m)	393.73	Flow Area (m2)		22.81	
E.G. Slope (m/m)	0.016969	Area (m2)		22.81	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	23.93	Top Width (m)		23.93	
Vel Total (m/s)	3.13	Avg. Vel. (m/s)		3.13	
Max Chl Dpth (m)	1.84	Hydr. Depth (m)		0.95	
Conv. Total (m3/s)	548.1	Conv. (m3/s)		548.1	
Length Wtd. (m)	31.00	Wetted Per. (m)		24.22	
Min Ch El (m)	391.88	Shear (N/m2)		156.76	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		490.60	
Frctn Loss (m)	0.56	Cum Volume (1000 m3)		14.73	0.68
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)		14.16	0.45

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 816 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	393.65	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.61	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	393.04	Reach Len. (m)	48.10	48.10	48.10
Crit W.S. (m)	393.11	Flow Area (m2)		20.61	
E.G. Slope (m/m)	0.019240	Area (m2)		20.61	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	20.27	Top Width (m)		20.27	
Vel Total (m/s)	3.46	Avg. Vel. (m/s)		3.46	
Max Chl Dpth (m)	1.90	Hydr. Depth (m)		1.02	
Conv. Total (m3/s)	514.8	Conv. (m3/s)		514.8	
Length Wtd. (m)	48.10	Wetted Per. (m)		20.65	
Min Ch El (m)	391.14	Shear (N/m2)		188.34	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		652.32	
Frctn Loss (m)	0.35	Cum Volume (1000 m3)		14.06	0.68
C & E Loss (m)	0.10	Cum SA (1000 m2)		13.48	0.45

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 768 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	392.64	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.19	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	392.46	Reach Len. (m)	43.00	43.00	43.00
Crit W.S. (m)	391.91	Flow Area (m2)		37.12	
E.G. Slope (m/m)	0.004126	Area (m2)		37.12	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	27.88	Top Width (m)		27.88	
Vel Total (m/s)	1.92	Avg. Vel. (m/s)		1.92	
Max Chl Dpth (m)	2.35	Hydr. Depth (m)		1.33	
Conv. Total (m3/s)	1111.6	Conv. (m3/s)		1111.6	
Length Wtd. (m)	43.00	Wetted Per. (m)		28.32	
Min Ch El (m)	390.11	Shear (N/m2)		53.04	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		102.00	
Frctn Loss (m)	0.31	Cum Volume (1000 m3)		12.67	0.68
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)		12.32	0.45

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 725 Profile: PF 1

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	392.30				
Vel Head (m)	0.53	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	391.76	Reach Len. (m)	30.30	30.30	30.30
Crit W.S. (m)	391.76	Flow Area (m2)		22.05	
E.G. Slope (m/m)	0.015843	Area (m2)		22.05	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	20.66	Top Width (m)		20.66	
Vel Total (m/s)	3.24	Avg. Vel. (m/s)		3.24	
Max Chl Dpth (m)	2.04	Hydr. Depth (m)		1.07	
Conv. Total (m3/s)	567.3	Conv. (m3/s)		567.3	
Length Wtd. (m)	30.30	Wetted Per. (m)		21.12	
Min Ch El (m)	389.72	Shear (N/m2)		162.19	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		525.19	
Frctn Loss (m)	0.32	Cum Volume (1000 m3)		11.40	0.68
C & E Loss (m)	0.05	Cum SA (1000 m2)		11.28	0.45

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 695 Profile: PF 1

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	391.72				
Vel Head (m)	0.37	Wt. n-Val.		0.040	0.040
W.S. Elev (m)	391.35	Reach Len. (m)	30.20	30.20	30.20
Crit W.S. (m)	391.11	Flow Area (m2)		4.90	22.50
E.G. Slope (m/m)	0.007567	Area (m2)		4.90	22.50
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		8.23	63.17
Top Width (m)	22.03	Top Width (m)		7.11	14.93
Vel Total (m/s)	2.61	Avg. Vel. (m/s)		1.68	2.81
Max Chl Dpth (m)	2.04	Hydr. Depth (m)		0.69	1.51
Conv. Total (m3/s)	820.8	Conv. (m3/s)		94.6	726.2
Length Wtd. (m)	30.20	Wetted Per. (m)		7.23	15.34
Min Ch El (m)	390.02	Shear (N/m2)		50.33	108.86
Alpha	1.08	Stream Power (N/m s)		84.48	305.64
Frctn Loss (m)	0.32	Cum Volume (1000 m3)		10.99	0.34
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)		10.86	0.23

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 665 Profile: PF 1

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	391.38				
Vel Head (m)	0.55	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	390.83	Reach Len. (m)	29.60	29.60	29.60
Crit W.S. (m)	390.83	Flow Area (m2)		21.71	
E.G. Slope (m/m)	0.015816	Area (m2)		21.71	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	19.74	Top Width (m)		19.74	
Vel Total (m/s)	3.29	Avg. Vel. (m/s)		3.29	
Max Chl Dpth (m)	1.97	Hydr. Depth (m)		1.10	
Conv. Total (m3/s)	567.7	Conv. (m3/s)		567.7	
Length Wtd. (m)	29.60	Wetted Per. (m)		20.30	
Min Ch El (m)	388.86	Shear (N/m2)		165.91	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		545.59	
Frctn Loss (m)	0.68	Cum Volume (1000 m3)		10.59	
C & E Loss (m)	0.05	Cum SA (1000 m2)		10.45	

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 635 Profile: PF 1

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	390.65				
Vel Head (m)	1.00	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	389.65	Reach Len. (m)	30.50	30.50	30.50
Crit W.S. (m)	389.95	Flow Area (m2)		16.09	
E.G. Slope (m/m)	0.036846	Area (m2)		16.09	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 635 Profile: PF 1 (Continued)

Top Width (m)	17.74	Top Width (m)		17.74	
Vel Total (m/s)	4.44	Avg. Vel. (m/s)		4.44	
Max Chl Dpth (m)	1.26	Hydr. Depth (m)		0.91	
Conv. Total (m3/s)	372.0	Conv. (m3/s)		372.0	
Length Wtd. (m)	30.50	Wetted Per. (m)		18.10	
Min Ch El (m)	388.39	Shear (N/m2)		321.26	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		1425.47	
Frctn Loss (m)	1.20	Cum Volume (1000 m3)		10.03	
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)		9.90	

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 604 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	389.43	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.19	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	388.24	Reach Len. (m)	30.50	30.50	30.50
Crit W.S. (m)	388.62	Flow Area (m2)		14.77	
E.G. Slope (m/m)	0.042446	Area (m2)		14.77	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	15.81	Top Width (m)		15.81	
Vel Total (m/s)	4.83	Avg. Vel. (m/s)		4.83	
Max Chl Dpth (m)	1.84	Hydr. Depth (m)		0.93	
Conv. Total (m3/s)	346.6	Conv. (m3/s)		346.6	
Length Wtd. (m)	30.50	Wetted Per. (m)		16.24	
Min Ch El (m)	386.40	Shear (N/m2)		378.55	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		1830.21	
Frctn Loss (m)	1.50	Cum Volume (1000 m3)		9.56	
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)		9.38	

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 574 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	387.93	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.22	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	386.72	Reach Len. (m)	29.90	29.90	29.90
Crit W.S. (m)	387.11	Flow Area (m2)		14.62	
E.G. Slope (m/m)	0.057375	Area (m2)		14.62	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	19.64	Top Width (m)		19.64	
Vel Total (m/s)	4.88	Avg. Vel. (m/s)		4.88	
Max Chl Dpth (m)	1.39	Hydr. Depth (m)		0.74	
Conv. Total (m3/s)	298.1	Conv. (m3/s)		298.1	
Length Wtd. (m)	29.90	Wetted Per. (m)		19.86	
Min Ch El (m)	385.33	Shear (N/m2)		414.32	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		2023.21	
Frctn Loss (m)	0.10	Cum Volume (1000 m3)		9.11	
C & E Loss (m)	0.05	Cum SA (1000 m2)		8.84	

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 544 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	387.54	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.10	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	387.43	Reach Len. (m)	30.20	30.20	30.20
Crit W.S. (m)	386.45	Flow Area (m2)		50.13	
E.G. Slope (m/m)	0.001861	Area (m2)		50.13	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	32.50	Top Width (m)		32.50	
Vel Total (m/s)	1.42	Avg. Vel. (m/s)		1.42	
Max Chl Dpth (m)	2.89	Hydr. Depth (m)		1.54	
Conv. Total (m3/s)	1655.1	Conv. (m3/s)		1655.1	
Length Wtd. (m)	30.20	Wetted Per. (m)		33.02	
Min Ch El (m)	384.54	Shear (N/m2)		27.70	

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 544 Profile: PF 1 (Continued)

Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		39.46	
Frctn Loss (m)	0.08	Cum Volume (1000 m3)		8.14	
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)		8.06	

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 514 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	387.44	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.25	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	387.19	Reach Len. (m)	29.70	29.70	29.70
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		32.33	
E.G. Slope (m/m)	0.004742	Area (m2)		32.33	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	21.48	Top Width (m)		21.48	
Vel Total (m/s)	2.21	Avg. Vel. (m/s)		2.21	
Max Chl Dpth (m)	2.69	Hydr. Depth (m)		1.50	
Conv. Total (m3/s)	1036.9	Conv. (m3/s)		1036.9	
Length Wtd. (m)	29.70	Wetted Per. (m)		22.25	
Min Ch El (m)	384.50	Shear (N/m2)		67.57	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		149.24	
Frctn Loss (m)	0.23	Cum Volume (1000 m3)		6.90	
C & E Loss (m)	0.04	Cum SA (1000 m2)		7.25	

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 484 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	387.17	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.64	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	386.53	Reach Len. (m)	30.00	30.00	30.00
Crit W.S. (m)	386.51	Flow Area (m2)		20.22	
E.G. Slope (m/m)	0.014529	Area (m2)		20.22	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	15.17	Top Width (m)		15.17	
Vel Total (m/s)	3.53	Avg. Vel. (m/s)		3.53	
Max Chl Dpth (m)	1.93	Hydr. Depth (m)		1.33	
Conv. Total (m3/s)	592.4	Conv. (m3/s)		592.4	
Length Wtd. (m)	30.00	Wetted Per. (m)		15.94	
Min Ch El (m)	384.60	Shear (N/m2)		180.76	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		638.39	
Frctn Loss (m)	0.38	Cum Volume (1000 m3)		6.12	
C & E Loss (m)	0.04	Cum SA (1000 m2)		6.70	

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 454 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	386.76	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.51	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	386.24	Reach Len. (m)	29.40	29.40	29.40
Crit W.S. (m)	386.08	Flow Area (m2)		22.53	
E.G. Slope (m/m)	0.010917	Area (m2)		22.53	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	15.96	Top Width (m)		15.96	
Vel Total (m/s)	3.17	Avg. Vel. (m/s)		3.17	
Max Chl Dpth (m)	1.94	Hydr. Depth (m)		1.41	
Conv. Total (m3/s)	683.4	Conv. (m3/s)		683.4	
Length Wtd. (m)	29.40	Wetted Per. (m)		16.85	
Min Ch El (m)	384.30	Shear (N/m2)		143.11	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		453.64	
Frctn Loss (m)	0.38	Cum Volume (1000 m3)		5.47	
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)		6.24	

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 425 Profile: PF 1

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	386.36				
Vel Head (m)	0.65	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	385.71	Reach Len. (m)	32.10	32.10	32.10
Crit W.S. (m)	385.71	Flow Area (m2)		20.03	
E.G. Slope (m/m)	0.015478	Area (m2)		20.03	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	15.55	Top Width (m)		15.55	
Vel Total (m/s)	3.56	Avg. Vel. (m/s)		3.56	
Max Chl Dpth (m)	1.82	Hydr. Depth (m)		1.29	
Conv. Total (m3/s)	573.9	Conv. (m3/s)		573.9	
Length Wtd. (m)	32.10	Wetted Per. (m)		16.32	
Min Ch El (m)	383.89	Shear (N/m2)		186.25	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		663.95	
Frctn Loss (m)	1.07	Cum Volume (1000 m3)		4.85	
C & E Loss (m)	0.23	Cum SA (1000 m2)		5.77	

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 393 Profile: PF 1

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	385.06				
Vel Head (m)	2.91	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	382.16	Reach Len. (m)	28.60	28.60	28.60
Crit W.S. (m)	382.95	Flow Area (m2)		9.46	
E.G. Slope (m/m)	0.118984	Area (m2)		9.46	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	11.13	Top Width (m)		11.13	
Vel Total (m/s)	7.55	Avg. Vel. (m/s)		7.55	
Max Chl Dpth (m)	1.31	Hydr. Depth (m)		0.85	
Conv. Total (m3/s)	207.0	Conv. (m3/s)		207.0	
Length Wtd. (m)	28.60	Wetted Per. (m)		11.55	
Min Ch El (m)	380.85	Shear (N/m2)		955.62	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		7213.66	
Frctn Loss (m)	2.87	Cum Volume (1000 m3)		4.38	
C & E Loss (m)	0.27	Cum SA (1000 m2)		5.35	

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 364 Profile: PF 1

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	381.92				
Vel Head (m)	2.01	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	379.91	Reach Len. (m)	30.30	30.30	30.30
Crit W.S. (m)	380.51	Flow Area (m2)		11.37	
E.G. Slope (m/m)	0.085790	Area (m2)		11.37	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	13.81	Top Width (m)		13.81	
Vel Total (m/s)	6.28	Avg. Vel. (m/s)		6.28	
Max Chl Dpth (m)	1.09	Hydr. Depth (m)		0.82	
Conv. Total (m3/s)	243.8	Conv. (m3/s)		243.8	
Length Wtd. (m)	30.30	Wetted Per. (m)		14.31	
Min Ch El (m)	378.82	Shear (N/m2)		668.25	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		4196.90	
Frctn Loss (m)	2.52	Cum Volume (1000 m3)		4.08	
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)		4.99	

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 334 Profile: PF 1

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	379.39				
Vel Head (m)	2.19	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	377.20	Reach Len. (m)	30.60	30.60	30.60
Crit W.S. (m)	377.86	Flow Area (m2)		10.90	
E.G. Slope (m/m)	0.080618	Area (m2)		10.90	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 334 Profile: PF 1 (Continued)

Top Width (m)	11.78	Top Width (m)		11.78	
Vel Total (m/s)	6.55	Avg. Vel. (m/s)		6.55	
Max Chl Dpth (m)	1.54	Hydr. Depth (m)		0.92	
Conv. Total (m3/s)	251.5	Conv. (m3/s)		251.5	
Length Wtd. (m)	30.60	Wetted Per. (m)		12.28	
Min Ch El (m)	375.66	Shear (N/m2)		701.26	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		4595.44	
Frctn Loss (m)	2.74	Cum Volume (1000 m3)		3.74	
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)		4.60	

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 303 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	376.62	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	2.45	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	374.16	Reach Len. (m)	29.20	29.20	29.20
Crit W.S. (m)	374.87	Flow Area (m2)		10.30	
E.G. Slope (m/m)	0.100204	Area (m2)		10.30	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	12.16	Top Width (m)		12.16	
Vel Total (m/s)	6.93	Avg. Vel. (m/s)		6.93	
Max Chl Dpth (m)	1.41	Hydr. Depth (m)		0.85	
Conv. Total (m3/s)	225.6	Conv. (m3/s)		225.6	
Length Wtd. (m)	29.20	Wetted Per. (m)		12.56	
Min Ch El (m)	372.75	Shear (N/m2)		805.86	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		5587.54	
Frctn Loss (m)	3.68	Cum Volume (1000 m3)		3.42	
C & E Loss (m)	0.10	Cum SA (1000 m2)		4.23	

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 274 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	372.84	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	3.44	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	369.40	Reach Len. (m)	29.20	29.20	29.20
Crit W.S. (m)	370.24	Flow Area (m2)		8.70	
E.G. Slope (m/m)	0.163245	Area (m2)		8.70	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	11.55	Top Width (m)		11.55	
Vel Total (m/s)	8.21	Avg. Vel. (m/s)		8.21	
Max Chl Dpth (m)	1.18	Hydr. Depth (m)		0.75	
Conv. Total (m3/s)	176.7	Conv. (m3/s)		176.7	
Length Wtd. (m)	29.20	Wetted Per. (m)		11.87	
Min Ch El (m)	368.22	Shear (N/m2)		1172.71	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		9625.88	
Frctn Loss (m)	3.79	Cum Volume (1000 m3)		3.14	
C & E Loss (m)	0.25	Cum SA (1000 m2)		3.89	

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 245 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	368.80	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	2.60	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	366.20	Reach Len. (m)	30.40	30.40	30.40
Crit W.S. (m)	366.93	Flow Area (m2)		10.00	
E.G. Slope (m/m)	0.105612	Area (m2)		10.00	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	11.67	Top Width (m)		11.67	
Vel Total (m/s)	7.14	Avg. Vel. (m/s)		7.14	
Max Chl Dpth (m)	1.56	Hydr. Depth (m)		0.86	
Conv. Total (m3/s)	219.7	Conv. (m3/s)		219.7	
Length Wtd. (m)	30.40	Wetted Per. (m)		12.13	
Min Ch El (m)	364.64	Shear (N/m2)		853.56	

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 245 Profile: PF 1 (Continued)

Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		6095.82	
Frctn Loss (m)	3.82	Cum Volume (1000 m3)		2.87	
C & E Loss (m)	0.04	Cum SA (1000 m2)		3.55	

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 215 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	364.94	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	3.03	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	361.91	Reach Len. (m)	30.80	30.80	30.80
Crit W.S. (m)	362.67	Flow Area (m2)		9.27	
E.G. Slope (m/m)	0.151938	Area (m2)		9.27	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	12.88	Top Width (m)		12.88	
Vel Total (m/s)	7.71	Avg. Vel. (m/s)		7.71	
Max Chl Dpth (m)	1.05	Hydr. Depth (m)		0.72	
Conv. Total (m3/s)	183.2	Conv. (m3/s)		183.2	
Length Wtd. (m)	30.80	Wetted Per. (m)		13.18	
Min Ch El (m)	360.86	Shear (N/m2)		1047.59	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		8071.88	
Frctn Loss (m)	3.57	Cum Volume (1000 m3)		2.57	
C & E Loss (m)	0.33	Cum SA (1000 m2)		3.18	

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 184 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	361.05	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.94	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	359.10	Reach Len. (m)	29.40	29.40	29.40
Crit W.S. (m)	359.68	Flow Area (m2)		11.57	
E.G. Slope (m/m)	0.091142	Area (m2)		11.57	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	15.36	Top Width (m)		15.36	
Vel Total (m/s)	6.17	Avg. Vel. (m/s)		6.17	
Max Chl Dpth (m)	1.02	Hydr. Depth (m)		0.75	
Conv. Total (m3/s)	236.5	Conv. (m3/s)		236.5	
Length Wtd. (m)	29.40	Wetted Per. (m)		15.65	
Min Ch El (m)	358.08	Shear (N/m2)		660.86	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		4078.41	
Frctn Loss (m)	2.10	Cum Volume (1000 m3)		2.25	
C & E Loss (m)	0.14	Cum SA (1000 m2)		2.74	

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 155 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	358.81	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.48	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	357.33	Reach Len. (m)	30.80	30.80	30.80
Crit W.S. (m)	357.79	Flow Area (m2)		13.25	
E.G. Slope (m/m)	0.057374	Area (m2)		13.25	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	15.08	Top Width (m)		15.08	
Vel Total (m/s)	5.39	Avg. Vel. (m/s)		5.39	
Max Chl Dpth (m)	1.75	Hydr. Depth (m)		0.88	
Conv. Total (m3/s)	298.1	Conv. (m3/s)		298.1	
Length Wtd. (m)	30.80	Wetted Per. (m)		15.52	
Min Ch El (m)	355.58	Shear (N/m2)		480.27	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		2587.92	
Frctn Loss (m)	1.74	Cum Volume (1000 m3)		1.89	
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)		2.29	

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 124 Profile: PF 1

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	357.06				
Vel Head (m)	1.53	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	355.53	Reach Len. (m)	30.20	30.20	30.20
Crit W.S. (m)	356.01	Flow Area (m2)		13.02	
E.G. Slope (m/m)	0.055662	Area (m2)		13.02	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	13.97	Top Width (m)		13.97	
Vel Total (m/s)	5.48	Avg. Vel. (m/s)		5.48	
Max Chl Dpth (m)	1.21	Hydr. Depth (m)		0.93	
Conv. Total (m3/s)	302.6	Conv. (m3/s)		302.6	
Length Wtd. (m)	30.20	Wetted Per. (m)		14.52	
Min Ch El (m)	354.32	Shear (N/m2)		489.40	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		2683.97	
Frctn Loss (m)	2.81	Cum Volume (1000 m3)		1.48	
C & E Loss (m)	0.17	Cum SA (1000 m2)		1.85	

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 94 Profile: PF 1

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	354.08				
Vel Head (m)	3.22	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	350.86	Reach Len. (m)	30.70	30.70	30.70
Crit W.S. (m)	351.60	Flow Area (m2)		8.98	
E.G. Slope (m/m)	0.186807	Area (m2)		8.98	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	13.98	Top Width (m)		13.98	
Vel Total (m/s)	7.95	Avg. Vel. (m/s)		7.95	
Max Chl Dpth (m)	1.26	Hydr. Depth (m)		0.64	
Conv. Total (m3/s)	165.2	Conv. (m3/s)		165.2	
Length Wtd. (m)	30.70	Wetted Per. (m)		14.23	
Min Ch El (m)	349.60	Shear (N/m2)		1156.09	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		9190.81	
Frctn Loss (m)	2.77	Cum Volume (1000 m3)		1.15	
C & E Loss (m)	0.58	Cum SA (1000 m2)		1.42	

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 63 Profile: PF 1

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	350.74				
Vel Head (m)	1.29	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	349.44	Reach Len. (m)	27.50	27.50	27.50
Crit W.S. (m)	349.85	Flow Area (m2)		14.17	
E.G. Slope (m/m)	0.052872	Area (m2)		14.17	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	16.95	Top Width (m)		16.95	
Vel Total (m/s)	5.04	Avg. Vel. (m/s)		5.04	
Max Chl Dpth (m)	1.61	Hydr. Depth (m)		0.84	
Conv. Total (m3/s)	310.5	Conv. (m3/s)		310.5	
Length Wtd. (m)	27.50	Wetted Per. (m)		17.26	
Min Ch El (m)	347.83	Shear (N/m2)		425.57	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		2144.56	
Frctn Loss (m)	1.54	Cum Volume (1000 m3)		0.79	
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)		0.95	

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 35 Profile: PF 1

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	349.19				
Vel Head (m)	1.42	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	347.77	Reach Len. (m)	30.70	30.70	30.70
Crit W.S. (m)	348.21	Flow Area (m2)		13.52	
E.G. Slope (m/m)	0.059071	Area (m2)		13.52	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 35 Profile: PF 1 (Continued)

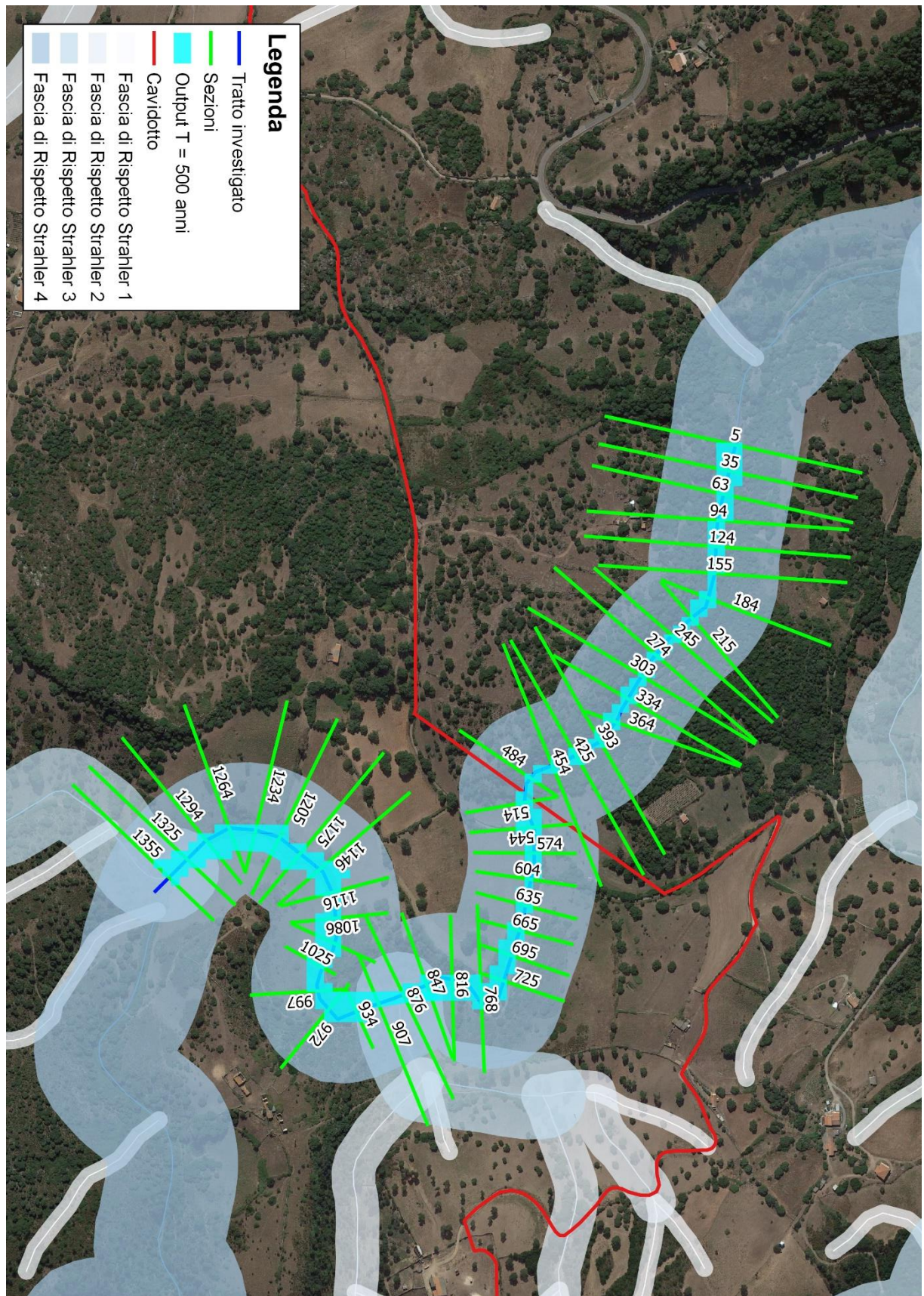
Top Width (m)	16.33	Top Width (m)	16.33
Vel Total (m/s)	5.28	Avg. Vel. (m/s)	5.28
Max Chl Dpth (m)	1.56	Hydr. Depth (m)	0.83
Conv. Total (m3/s)	293.8	Conv. (m3/s)	293.8
Length Wtd. (m)	30.70	Wetted Per. (m)	16.68
Min Ch El (m)	346.21	Shear (N/m2)	469.41
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	2479.05
Frctn Loss (m)	1.79	Cum Volume (1000 m3)	0.41
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	0.49

Plan: Plan 01 River 1 Reach 1 RS: 5 Profile: PF 1

E.G. Elev (m)	347.40	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.44	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	345.97	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	346.41	Flow Area (m2)		13.45	
E.G. Slope (m/m)	0.057328	Area (m2)		13.45	
Q Total (m3/s)	71.40	Flow (m3/s)		71.40	
Top Width (m)	15.75	Top Width (m)		15.75	
Vel Total (m/s)	5.31	Avg. Vel. (m/s)		5.31	
Max Chl Dpth (m)	1.47	Hydr. Depth (m)		0.85	
Conv. Total (m3/s)	298.2	Conv. (m3/s)		298.2	
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)		16.11	
Min Ch El (m)	344.50	Shear (N/m2)		469.37	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)		2491.10	
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)			

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: River 1 Reach: Reach 1 Profile: PF 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Reach 1	1355	PF 1	71.40	403.67	405.38	404.99	405.50	0.004168	1.49	48.04	54.22	0.50
Reach 1	1325	PF 1	71.40	403.42	404.89	404.83	405.27	0.013953	2.72	26.29	29.65	0.92
Reach 1	1294	PF 1	71.40	402.94	404.34	404.34	404.79	0.016746	2.96	24.09	27.29	1.01
Reach 1	1264	PF 1	71.40	402.39	404.11	403.75	404.33	0.006101	2.04	34.94	32.40	0.63
Reach 1	1234	PF 1	71.40	402.00	403.57	403.57	404.01	0.016558	2.95	24.20	27.36	1.00
Reach 1	1205	PF 1	71.40	401.64	402.84	402.97	403.41	0.026392	3.35	21.34	28.39	1.23
Reach 1	1175	PF 1	71.40	401.10	402.38	402.38	402.78	0.017402	2.81	25.44	32.29	1.01
Reach 1	1146	PF 1	71.40	400.43	401.81	401.83	402.26	0.018376	2.97	24.03	29.10	1.04
Reach 1	1116	PF 1	71.40	399.87	401.11	401.19	401.65	0.021384	3.24	22.04	26.23	1.13
Reach 1	1086	PF 1	71.40	398.55	399.64	399.95	400.63	0.054830	4.40	16.24	24.81	1.74
Reach 1	1056	PF 1	71.40	399.63	399.25	399.25	399.68	0.017104		24.67	29.47	0.00
Reach 1	1025	PF 1	71.40	397.16	398.39	398.54	399.01	0.026768	3.49	20.48	25.86	1.25
Reach 1	997	PF 1	71.40	395.99	397.25	397.52	398.04	0.044560	3.92	18.22	28.36	1.56
Reach 1	972	PF 1	71.40	395.66	397.22	397.07	397.55	0.010454	2.54	28.14	28.23	0.81
Reach 1	934	PF 1	71.40	394.73	396.54	396.54	397.04	0.016197	3.11	22.92	23.36	1.00
Reach 1	907	PF 1	71.40	394.56	395.85	395.98	396.50	0.023151	3.58	19.96	21.60	1.19
Reach 1	876	PF 1	71.40	392.85	394.06	394.46	395.33	0.067136	5.00	14.29	20.92	1.93
Reach 1	847	PF 1	71.40	391.88	393.72	393.73	394.22	0.016969	3.13	22.81	23.93	1.02
Reach 1	816	PF 1	71.40	391.14	393.04	393.11	393.65	0.019240	3.46	20.61	20.27	1.10
Reach 1	768	PF 1	71.40	390.11	392.46	391.91	392.64	0.004126	1.92	37.12	27.88	0.53
Reach 1	725	PF 1	71.40	389.72	391.76	391.76	392.30	0.015843	3.24	22.05	20.66	1.00
Reach 1	695	PF 1	71.40	390.02	391.35	391.11	391.72	0.007567	1.68	27.40	22.03	0.65
Reach 1	665	PF 1	71.40	388.86	390.83	390.83	391.38	0.015816	3.29	21.71	19.74	1.00
Reach 1	635	PF 1	71.40	388.39	389.65	389.95	390.65	0.036846	4.44	16.09	17.74	1.49
Reach 1	604	PF 1	71.40	386.40	388.24	388.62	389.43	0.042446	4.83	14.77	15.81	1.60
Reach 1	574	PF 1	71.40	385.33	386.72	387.11	387.93	0.057375	4.88	14.62	19.64	1.81
Reach 1	544	PF 1	71.40	384.54	387.43	386.45	387.54	0.001861	1.42	50.13	32.50	0.37
Reach 1	514	PF 1	71.40	384.50	387.19		387.44	0.004742	2.21	32.33	21.48	0.57
Reach 1	484	PF 1	71.40	384.60	386.53	386.51	387.17	0.014529	3.53	20.22	15.17	0.98
Reach 1	454	PF 1	71.40	384.30	386.24	386.08	386.76	0.010917	3.17	22.53	15.96	0.85
Reach 1	425	PF 1	71.40	383.89	385.71	385.71	386.36	0.015478	3.56	20.03	15.55	1.00
Reach 1	393	PF 1	71.40	380.85	382.16	382.95	385.06	0.118984	7.55	9.46	11.13	2.61
Reach 1	364	PF 1	71.40	378.82	379.91	380.51	381.92	0.085790	6.28	11.37	13.81	2.21
Reach 1	334	PF 1	71.40	375.66	377.20	377.86	379.39	0.080618	6.55	10.90	11.78	2.18
Reach 1	303	PF 1	71.40	372.75	374.16	374.87	376.62	0.100204	6.93	10.30	12.16	2.41
Reach 1	274	PF 1	71.40	368.22	369.40	370.24	372.84	0.163245	8.21	8.70	11.55	3.02
Reach 1	245	PF 1	71.40	364.64	366.20	366.93	368.80	0.105612	7.14	10.00	11.67	2.46
Reach 1	215	PF 1	71.40	360.86	361.91	362.67	364.94	0.151938	7.71	9.27	12.88	2.90
Reach 1	184	PF 1	71.40	358.08	359.10	359.68	361.05	0.091142	6.17	11.57	15.36	2.27
Reach 1	155	PF 1	71.40	355.58	357.33	357.79	358.81	0.057374	5.39	13.25	15.08	1.84
Reach 1	124	PF 1	71.40	354.32	355.53	356.01	357.06	0.055662	5.48	13.02	13.97	1.81
Reach 1	94	PF 1	71.40	349.60	350.86	351.60	354.08	0.186807	7.95	8.98	13.98	3.17
Reach 1	63	PF 1	71.40	347.83	349.44	349.85	350.74	0.052872	5.04	14.17	16.95	1.76
Reach 1	35	PF 1	71.40	346.21	347.77	348.21	349.19	0.059071	5.28	13.52	16.33	1.85
Reach 1	5	PF 1	71.40	344.50	345.97	346.41	347.40	0.057328	5.31	13.45	15.75	1.83



Planimetria con individuazione delle sezioni e delle aree potenzialmente interessate dalla portata avente $tr = 500$ anni.

12. VALUTAZIONE DELL'ESCAVAZIONE E DEL TRASPORTO SOLIDO

Al fine di poter stimare l'eventuale fenomeno di escavazione si è fatto riferimento alla letteratura in materia di trasporto solido, in particolare "Sistemazione dei corsi d'acqua" di De Peppo et al. (2018). Tale indagine è finalizzata a valutare se la profondità di esportazione del terreno, per effetto dell'azione erosiva della corrente, possa raggiungere la profondità di posa dei cavidotti. Dall'analisi condotta lungo gli otto canali oggetto d'indagine la profondità d'asportazione media, che raggiunge un valore massimo di 0.42 m, risulta sempre inferiore alla profondità di posa in opera dei cavidotti, che verrà realizzata comunque a non meno di 2 m dall'attuale fondo dell'alveo.

Il tratto esaminato è caratterizzato dai seguenti parametri:

- Pendenza: $i = 0.080$
- Tirante idrico: $h = 1.52$ m
- Raggio idraulico: $R_H = 0.88$ m
- Peso specifico acqua: $\gamma_w = 9810$ N/m³
- Densità acqua: $\rho_w = 1000$ kg/m³

Materiale costitutivo dell'alveo avente dimensioni

- Diametro del granulo: $d = 15$ mm = 0.015 m;
- Peso specifico materiale: $\gamma_s = 26000$ N/m³
- Densità materiale: $\rho_s = 2651.36$ kg/m³
- Coefficiente di Strickler: $k_s = 1/0.04 = 25$ m^{1/3}/s

La tensione tangenziale τ è:

- $\tau = \gamma_w R_H i = 918.12$ N/m²

Tensione tangenziale critica dalla formula di Shield (Moto incipiente del granulo) τ_{cr} è:

- $\tau_{cr} = 0.06 (\gamma_s - \gamma_w) d = 14.57$ N/m²

La condizione di stabilità del fondo risulta quando $\tau_{cr} \geq \tau$, ossia quando la tensione tangenziale critica è maggiore o uguale a quella di moto incipiente esercitata dalla corrente. Quindi essendo $\tau > \tau_{cr}$ può esserci moto per le particelle analizzate.

La portata liquida q (in massa) è:

- $q = \rho_w k_s h^{2/3} i^{1/2} h = 14156.9$ kg / (s, m)

Posta la velocità d'attrito

- $v^* = (\tau_{cr}/\rho_w)^{1/2} = (14.57/9810)^{1/2} = 0.04$

Dalla relazione di Shield si calcola la portata solida ed il volume solido:

- $q_s = q \times 10 [(\tau - \tau_{cr}) / \tau_{cr}] \times [\gamma_w / (\gamma_s - \gamma_w)] \times i \times \emptyset Re^* = 25532.68$ kg / (s, m)
dove: $\emptyset Re^* = \tau_{cr} / (\gamma_s - \gamma_w) d = 0.06$
- $V_s = q_s / \rho_s = 9.630$ m³

considerando la larghezza della sola parte di sezione costituente l'alveo pari a circa 6 m, la profondità d'asportazione media è di circa $h = 1.61$ m. L'attraversamento in sotterraneo avverrà comunque a non meno di 2 m dall'attuale fondo dell'alveo.

13. CONCLUSIONI MODELLAZIONE IDRAULICA

Dai risultati dell'analisi monodimensionale si osserva come gli alvei attualmente esistenti risultano adeguati al trasporto della portata avente tempo di ritorno 500 anni, pari a 71.40 m³/s. A vantaggio di sicurezza è stata comunque prevista, per un tratto di lunghezza 350 m, la posa dei cavidotti con perforazione teleguidata (Trivellazione Orizzontale Teleguidata" T.O.C.) fino ad una profondità pari a 2 metri al di sotto del fondo alveo. La lunghezza del tratto in T.O.C. è anche superiore alla fascia di 150 m complessivi prevista per l'ordine gerarchico 4 dal comma 1 dell'art. 30ter delle N.T.A. del PAI.

Al fine di poter stimare l'eventuale fenomeno di escavazione si è fatto riferimento alla letteratura in materia di trasporto solido, in particolare "Sistemazione dei corsi d'acqua" di De Peppo et al. (2018). Dall'analisi condotta la profondità d'asportazione media, che raggiunge un valore massimo di 1.61 m, risulta inferiore alla profondità di posa in opera dei cavidotti, che verrà realizzata comunque a non meno di 2 m dall'attuale fondo dell'alveo.

Dall'analisi delle fasce di cui al comma 1 dell'art. 30ter delle N.T.A. del PAI inoltre non emerge alcuna sovrapposizione con gli aerogeneratori, le relative piazzole e le strade di progetto.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- De Peppo, L., Datei, C., Salandin, P. (2018). "Sistemazione dei corsi d'acqua." *Progetto Libreria*, Edizione 11.
- Tarquini S., Isola I., Favalli M., Battistini A. (2007). "TINITALY, a digital elevation model of Italy with a 10 m-cell size (Version 1.0) [Data set]." *Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV)*. <https://doi.org/10.13127/TINITALY/1.0>.