

TITOLARE DEL DOCUMENTO:

AREN ELECTRIC POWER S.p.a.

Sede legale e amministrativa: Via Dell'Arrigoni, 308 – 47522 – Cesena (FC)
Codice Fiscale, P. IVA e numero di iscrizione al Registro delle Imprese di FC: 03803880404

COMUNI DI CANOSA DI PUGLIA (BT), LAVELLO,
MONTEMILONE e VENOSA (PZ)

LOCALITA' "LOCONIA"

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI **IMPIANTO EOLICO** **"CANOSA"**

REDAZIONE / PROGETTISTA:



Ing. Maurizio Casarella

Via S. Pertini n. 38 - 83059 Vallata (AV)
Ph. +39 3477049759 - Fax +39 082791532
mail: info@casarella.it

Iscritto all'Ordine degli Ingegneri di Avellino al n. 1586

TIMBRO E FIRMA PROGETTISTA:

TITOLO ELABORATO:

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

CODICE ELABORATO:

CANDC_GENR00500_00

FORMATO:

A4

Nr. EL.:

/

FASE:

**PROGETTO
DEFINITIVO**

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	Prima emissione	21/10/22	M.Casarella	E.Teodorani	S.Ulivi
01					
02					
03					
04					

SOMMARIO

1.	PREMESSA	2
2.	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	2
3.	RIFERIMENTI NORMATIVI	3
4.	INQUADRAMENTO NELLA CARTOGRAFIA PAI	4
5.	ANALISI IDROLOGICA	7
6.	COEFFICIENTE DI CRESCITA.....	7
7.	CURVA DI POSSIBILITÀ CLIMATICA.....	8
8.	INDIVIDUAZIONE DELLE INTERFERENZE.....	9
9.	VERIFICHE IDRAULICHE	12
10.	IL MODELLO DI CALCOLO.....	12
11.	DATI DI CALCOLO	15
12.	SISTEMA DI RACCOLTA DELLE ACQUE SULLA NUOVA VIABILITA'.....	16
13.	VERIFICA DELLE OPERE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO.....	17
14.	CONCLUSIONI	18

1. PREMESSA

La presente relazione idrologica e idraulica è parte integrante del progetto definitivo per la realizzazione del Parco Eolico ubicato in località Loconia nei comuni di Canosa di Puglia (BT), Lavello (PZ), Venosa (PZ) e Montemilone (PZ) nelle Provincie di Barletta-Andria-Trani e Potenza.

Rimandando alla successiva fase progettuale la redazione di uno studio idraulico di maggior dettaglio anche in funzione della dislocazione e dell'assetto definitivo delle opere in progetto, nel presente studio saranno effettuate tutte le analisi idrologiche necessarie per la stima delle portate di piena per tempi di ritorno 30, 100, 200 e 500 anni. Successivamente sarà effettuato il dimensionamento degli elementi costituenti il sistema di drenaggio delle viabilità a servizio del parco eolico.

Si procederà inoltre alla modellazione idraulica in moto permanente monodimensionale di quei tratti di reticolo idraulico interferenti con le opere in progetto per determinare eventuali criticità idrauliche al passaggio dalla piena stimata.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'impianto in progetto, come detto, è ubicato nei territori dei comuni di Canosa di Puglia (BT), Lavello (PZ), Venosa (PZ) e Montemilone (PZ) a Sud dell'abitato di Canosa di Puglia, a Nord dell'abitato di Venosa, a Ovest dell'abitato Lavello e a Est del centro abitato di Montemilone, in una zona pianeggiante o bassa collina con quote variabili tra i 120 e i 350 m s.l.m..

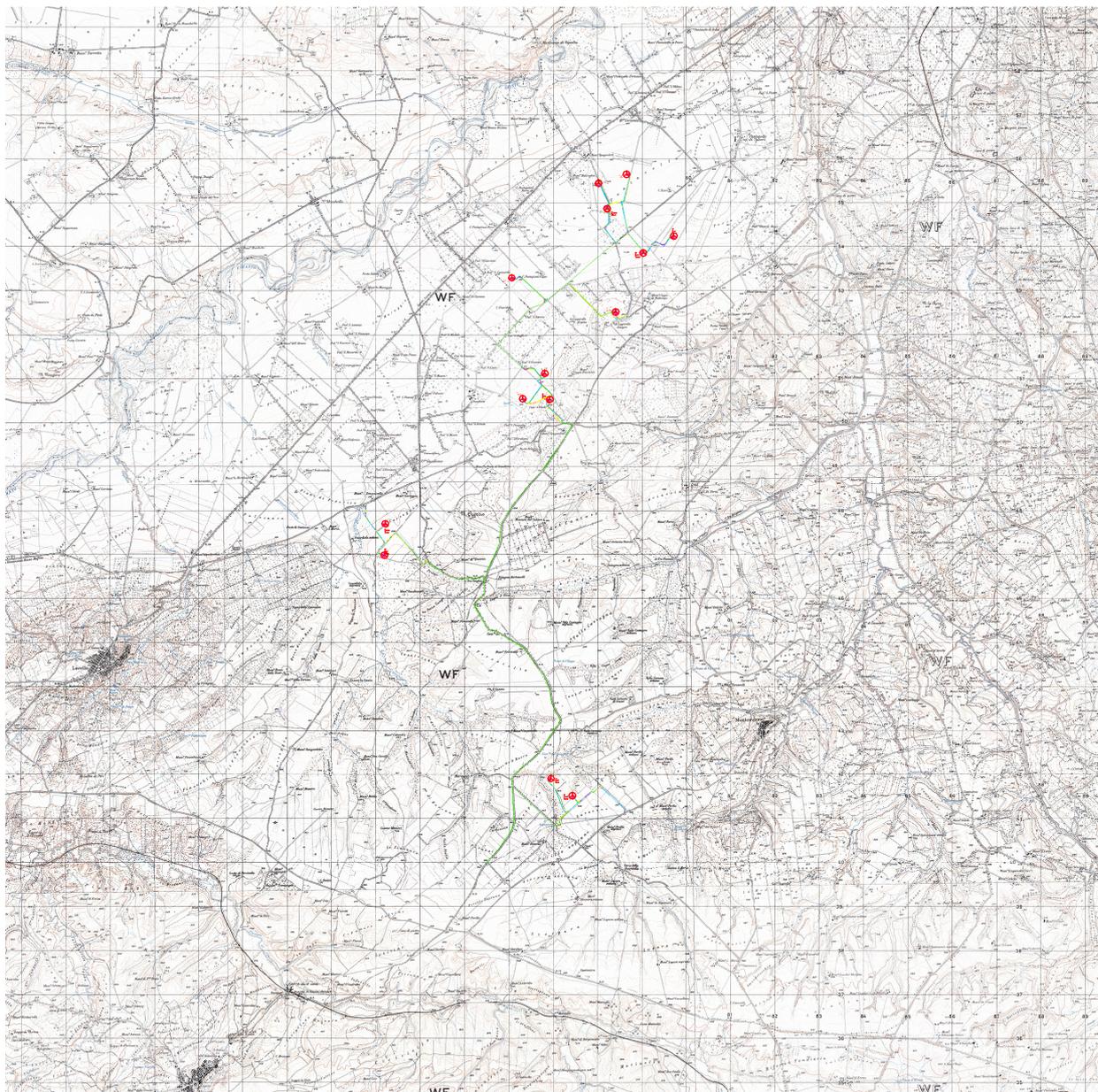


Fig. 1 - Inquadramento impianto su IGM

L'area dell'impianto è localizzata nella parte alta del bacino idrografico del fiume Ofanto e il principale corso d'acqua che la interessa è il T. Lampeggiano affluente del F. Ofanto.

Ricade nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, in cui a seguito della soppressione delle Autorità di Bacino Nazionali, Interregionali e Regionali ha confluito la ex Autorità di Bacino Interregionale della Puglia.

3. RIFERIMENTI NORMATIVI

I principali strumenti normativi assunti a riferimento sono:

- 1) Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 Norme in materia ambientale;

- 2) Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) redatto dalla ex Autorità di Bacino Interregionale della Puglia (confluita nell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale) approvato con Delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Puglia n. 39 del 30/11/2005. Le relative Norme Tecniche di Attuazione (NTA) del PAI, in relazione alle condizioni idrauliche, alla tutela dell'ambiente e alla prevenzione di presumibili effetti dannosi prodotti da interventi antropici, disciplinano le aree di cui agli artt. 6, 7, 8, 9 e 10. In particolare, le aree di cui sopra sono definite:
- Art.6: Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali;
 - Art. 7: aree ad alta pericolosità idraulica (AP);
 - Art. 8: aree a media pericolosità idraulica (MP);
 - Art. 9: aree a bassa pericolosità idraulica (BP);
 - Art. 10: fasce di pertinenza fluviale.

4. INQUADRAMENTO NELLA CARTOGRAFIA PAI

Il sito di intervento presenta una morfologia da bassa collina costituita da un'alternanza rilievi e zone pianeggianti, soggetti coltivazione di frumento, sui quali si distribuisce il reticolo idrografico minore costituito dal T. Lampeggiano e da piccoli affluenti.

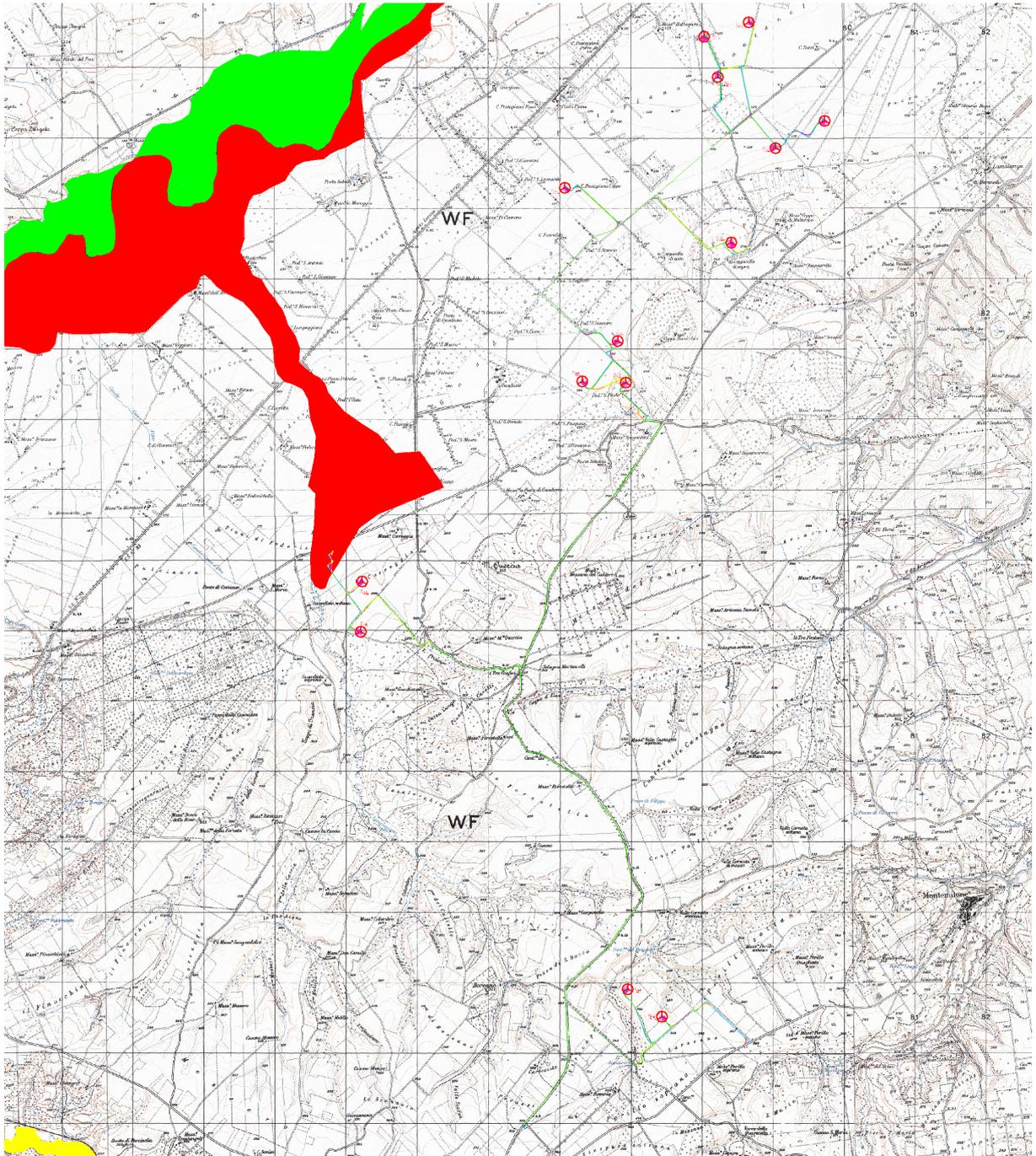
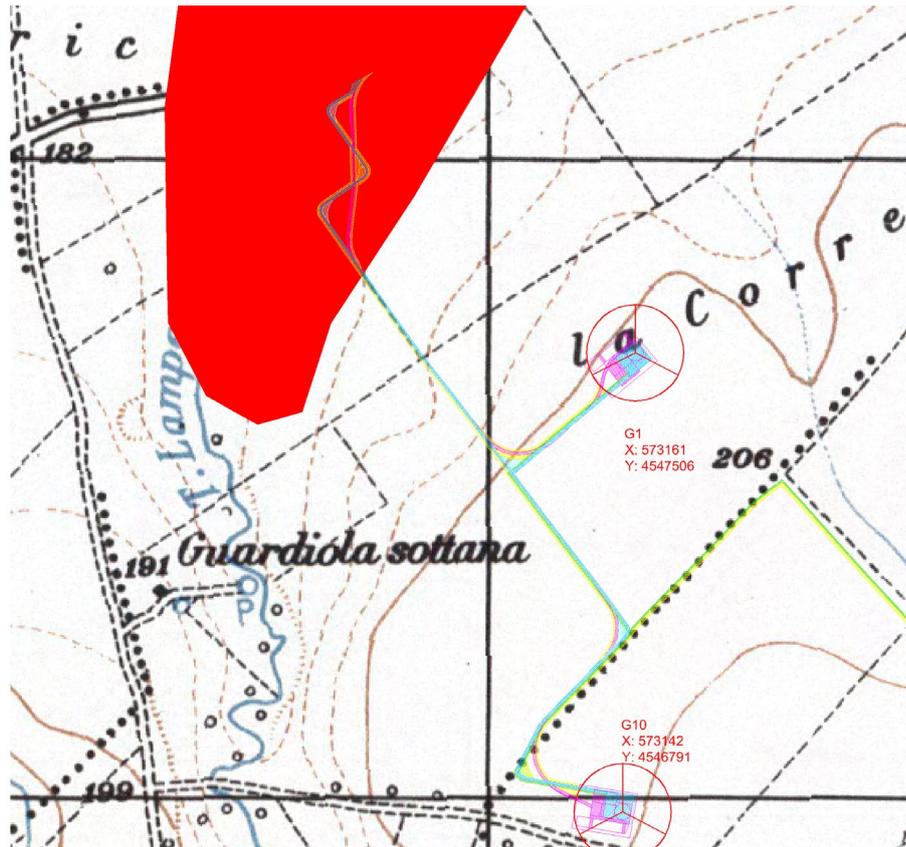
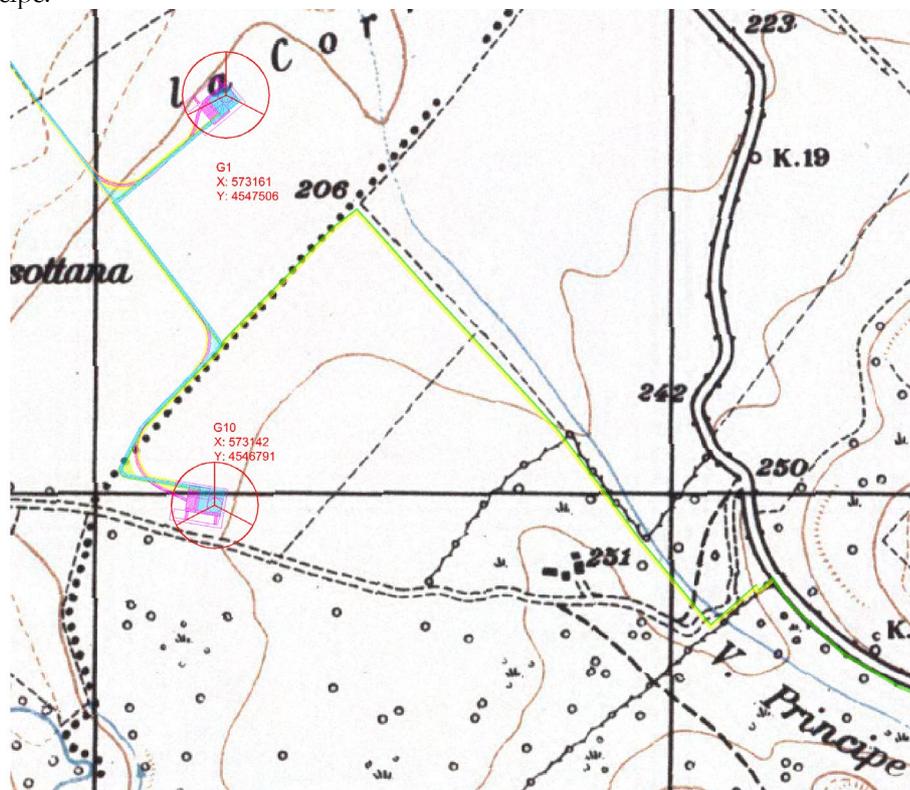


Fig. 2 - Inquadramento nella cartografia PAI

Dalla sovrapposizione con la cartografia del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) vigente risulta che il tratto iniziale della strada di accesso agli aerogeneratori G1 e G10 ricade in un'area inondabile del T. Lampeggiano classificata ad Alta Pericolosità Idraulica, come evidenziato nella fig. seguente.



Inoltre il cavidotto di collegamento agli aerogeneratori G1 e G10 ricade nella fascia di pertinenza fluviale del vallone Principe.



5. ANALISI IDROLOGICA

Il presente studio idrologico è finalizzato a valutare, su base probabilistica, le portate al colmo di piena che possono defluire, con preassegnata probabilità di superamento, negli impluvi interferenti con le opere del parco eolico nei comuni di Canosa di Puglia (BT), Lavello (PZ), Venosa (PZ) e Montemilone (PZ).

In particolare, sono stati determinati i valori Q_T delle portate al colmo di piena che possono essere superati, mediamente, una sola volta ogni T anni, essendo T il *periodo di ritorno* preso a riferimento.

La piena media annua, nelle sezioni di studio, è stata stimata attraverso l'utilizzo di un modello concettuale (formula razionale), sulla base della seguente equazione

$$Q = \frac{C^* \cdot K_A(t_r) \cdot I(t_r) \cdot A}{3.6} \quad (1)$$

in cui:

Q è la piena media annua espressa in mc/s;

C^* è il coefficiente di piena, così definito:

$$C^* = 0.09 + 0.47 (1 - pp)$$

con pp frazione ad elevata permeabilità del bacino (rapporto tra area ad elevata permeabilità e l'area complessiva del bacino);

K_A Fattore di Riduzione Areale: tiene conto, nel caso di bacini di grande estensione, del fatto che la precipitazione è un valore puntuale e quindi va opportunamente ridotta di un valore che dipende dall'estensione dell'area studiata e dalla durata dell'evento. Nel caso di studio è stato posto pari ad 1 in quanto i bacini oggetto di studio sono di limitata estensione.

t_r , in ore, è il tempo di ritardo del bacino, così definito:

$$t_r = 0.344 A^{0.5}, \text{ con } A \text{ superficie del bacino in km}^2;$$

$I(t_r)$, espressa in mm/h, è la intensità di precipitazione ottenuta come $h(t_r)/t_r$.

Il valore così ottenuto va moltiplicato per il Coefficiente di Crescita K_T (funzione del tempo di ritorno dell'evento espresso in anni)

$$Q_T = Q \cdot K_T \quad (2)$$

6. COEFFICIENTE DI CRESCITA

I valori del coefficiente di crescita K_T sono stati desunti dal rapporto sulla Valutazione delle Piene in Puglia (VAPI) redatto dal CNR-GNDCI [Copertino e Fiorentino, 1994] per il territorio di competenza del compartimento di Bari del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale.

Nell'ambito del suddetto studio, l'analisi di primo e secondo livello, basata sul modello statistico T.C.E.V. (Two Components Extreme Value – Rossi & al., 1984), ha portato alla suddivisione del territorio di

competenza del compartimento di Bari del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, in due zone omogenee di primo e secondo livello.

La prima include tutti i bacini compresi tra il fiume Ofanto a sud e il torrente Candelaro a nord la seconda include la restante parte del comprensorio.

I bacini oggetto di studio, ricadono nella prima zona omogenea, i cui il coefficiente di crescita può essere valutato con la seguente espressione:

$$K_T = -0.5648 + 0.415 \cdot \ln T \quad (3)$$

i valori del coefficiente di crescita per periodi di ritorno più significativi e calcolati con la suddetta formula sono riportati nella tabella seguente:

	Tempo di Ritorno T (anni)								
	2	5	10	20	30	50	100	200	500
K_T	0.91	1.26	1.53	1.81	1.98	2.19	2.48	2.77	3.15

Tab. 1 – Coefficiente di crescita K_T

7. CURVA DI POSSIBILITÀ CLIMATICA

Nell'ambito del suddetto rapporto VAPI, l'analisi di terzo livello, basata sull'analisi di regressione delle precipitazioni di diversa durata con la quota, ha portato alla individuazione, per il territorio di competenza del compartimento di Bari, di 4 aree pluviometriche omogenee, per ognuna delle quali è stata proposta una curva di possibilità climatica.

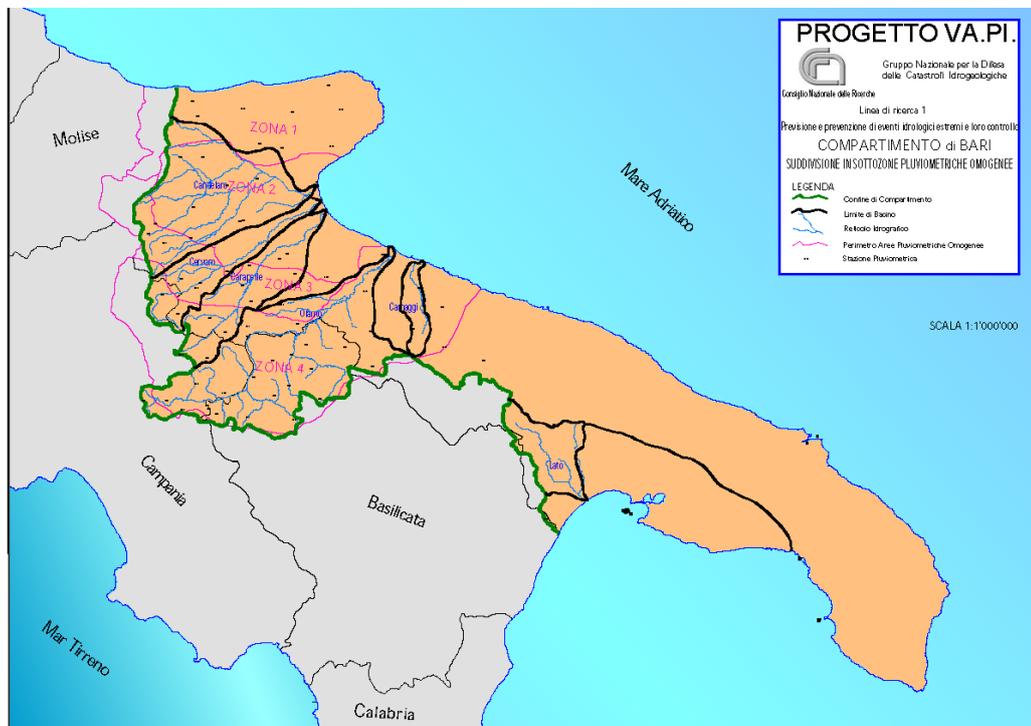


Fig. 3 – Zone pluviometriche omogenee tratte dal VAPI

L'area oggetto di studio, ricade nella zona pluviometrica omogenea n. 4, e la curva di possibilità climatica proposta è la seguente:

$$h_t = 24.70 \times t^{0.256} \quad (4)$$

8. INDIVIDUAZIONE DELLE INTERFERENZE

Dall'analisi delle interferenze delle opere in progetto con il reticolo idrografico sono state individuate le sezioni di calcolo delle portate e i relativi bacini sottesi. In particolare sono state riscontrate le interferenze riassunte nella seguente tabella:

Nuova viabilità di accesso agli aerogeneratori G1 e G10	il tratto iniziale della strada di accesso agli aerogeneratori G1 e G10 ricade in un un'area inondabile del T. Lampeggiano classificata ad Alta Pericolosità Idraulica.
Cavidotto di accesso agli aerogeneratori G1 e G10	Il cavidotto di collegamento agli aerogeneratori G1 e G10 ricade all'interno della fascia di pertinenza fluviale di un reticolo idrografico minore denominato vallone Principe e riportato sulla carta IGM 1:25000.

Tab. 2 – Interferenze con il reticolo idrografico

In funzione delle sopracitate interferenze è stato delimitato il solo bacino idrografico del V. Principe come riportati nella seguente figura.

		A	tr	htr	Itr	pp	C*	Q	K(T=30)	Q(T=30)	K(T=50)	Q(T=50)	K(T=100)	Q(T=100)	K(T=200)	Q(T=200)
		<i>Kmq</i>	<i>ore</i>	<i>mm</i>	<i>mm/b</i>			<i>mc/s</i>		<i>mc/s</i>		<i>mc/s</i>		<i>mc/s</i>		<i>mc/s</i>
BACINO 1	SEZ 1	1,5	0,42	19,80	46,99	0,70	0,23	4,52	1,98	9,0	2,19	9,9	2,48	11,2	2,77	12,5
BACINO 1	SEZ 2	1,05	0,35	18,91	53,66	0,70	0,23	3,62	1,98	7,2	2,19	7,9	2,48	9,0	2,77	10,0

Tab. 3 - Stima delle max portata al colmo di piena per assegnati periodi di ritorno.

9. VERIFICHE IDRAULICHE

Nei successivi paragrafi sono riportati i risultati delle modellazioni idrauliche in moto permanente monodimensionale effettuate per il tratto del vallone Principe che affianca il cavidotto in progetto, per le portate di piena precedentemente stimate con tempo di ritorno 30 e 200 anni.

Per quanto riguarda l'interferenza del tratto di strada di collegamento agli aerogeneratori G1 e G10 ricadente in area ad Alta Pericolosità Idraulica, non si ritiene necessario effettuare ulteriori analisi e simulazioni idrauliche essendo già state studiate nella redazione del PAI e definite le aree inondabili nella perimetrazione dell'Autorità di Bacino riportata in precedenza.

La strada in progetto corre in senso longitudinale alla direzione della corrente ed è realizzata a raso per cui non costituisce assolutamente ostacolo al deflusso della piena né tantomeno va sottrarre volumi alla laminazione. Al fine di garantire il principio dell'invarianza idraulica, la sede stradale sarà realizzata con pavimentazione in misto granulometrico stabilizzato con legante naturale dello spessore di 10 cm posizionata sopra un vespaio in pietrame dello spessore di 40 cm, che, comunque, lo spessore finale potrà essere modificato localmente in sede di Progettazione Esecutiva. Inoltre la sezione stradale sarà dotata di fossi laterali per il deflusso e lo smaltimento delle acque meteoriche.

È stato poi effettuato il dimensionamento del sistema di raccolta e smaltimento delle acque di deflusso superficiale della nuova viabilità di progetto.

Non si è proceduto ad effettuare alcuna verifica per i punti di interferenza del cavidotto con il reticolo idrografico in quanto essendo il cavidotto interrato sarà posizionato ad una profondità tale da non interferire con il regime idraulico dei corsi d'acqua attraversati. Inoltre, per quanto possibile, gli attraversamenti saranno eseguiti mediante Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC).

Anche per le strade e piazzole provvisorie, non si è proceduto ad effettuare verifiche, in quanto si tratta di opere temporanee di durata molto breve necessarie solo alla realizzazione delle opere definitive ed eseguite per lo più in periodi asciutti. Ad ogni modo per scongiurare ogni pericolo verranno comunque eseguiti a protezione piccoli fossi di guardia.

10. IL MODELLO DI CALCOLO

Le modellazioni idrauliche sono state effettuate utilizzando il codice di calcolo HEC - RAS (River Analysis System) implementato presso l'Hydrologic Engineering Center (HEC) dell'U.S. Army Corps of Engineers, che permette il tracciamento dei profili di corrente in moto permanente gradualmente variato in canali aperti con contorni fissi.

Il calcolo del profilo di corrente in condizioni di moto permanente fra due sezioni successive è effettuato mediante la soluzione dell'equazione dell'energia:

$$Z_1 + Y_1 + \frac{\alpha \cdot V_1^2}{2 \cdot g} = Z_2 + Y_2 + \frac{\alpha \cdot V_2^2}{2 \cdot g} + h_e \quad (5)$$

dove

Z è la quota del fondo del canale;

Y il tirante idrico in corrispondenza delle sezioni di studio;

α è un coefficiente che tiene conto della distribuzione non uniforme della velocità dell'acqua;

V è la velocità media della corrente;

g l'accelerazione di gravità;

h_e è la perdita di carico tra le sezioni i e i+1.

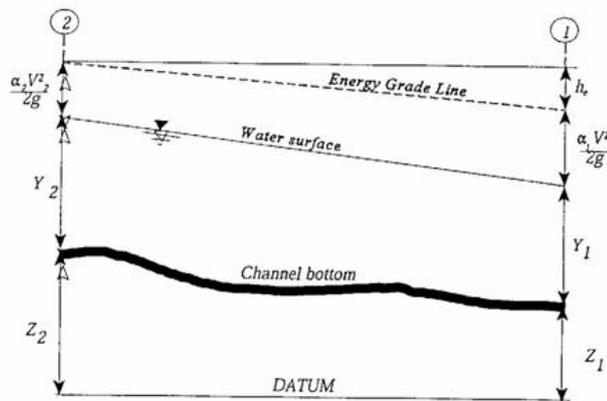


Fig. 5 - Rappresentazione dei termini presenti nell'equazione dell'energia

Tutti i fenomeni che producono una transizione corrente lenta - corrente veloce e viceversa, quali variazioni di pendenza, costrizioni associate alla presenza di un ponte, confluenze, ecc., vengono invece simulati applicando l'equazione dei momenti:

$$\frac{\beta_2 \cdot Q_2^2}{g \cdot A_2} + A_2 \cdot \bar{Y}_2 + \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot L \cdot S_0 - \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot L \cdot S_f = \frac{\beta_1 \cdot Q_1^2}{g \cdot A_1} + A_1 \cdot \bar{Y}_1 \quad (6)$$

dove:

Q = portata

A = area bagnata

L = distanza fra le sezioni 1 e 2 misurata lungo la direzione X

β = coefficiente di ragguglio che tiene conto delle variazioni nella distribuzione della velocità in canali irregolari (permette di modellare il problema in termini di soli valori medi di V)

S_0 = pendenza del canale

$\overline{S_f}$ = cadente piezometrica

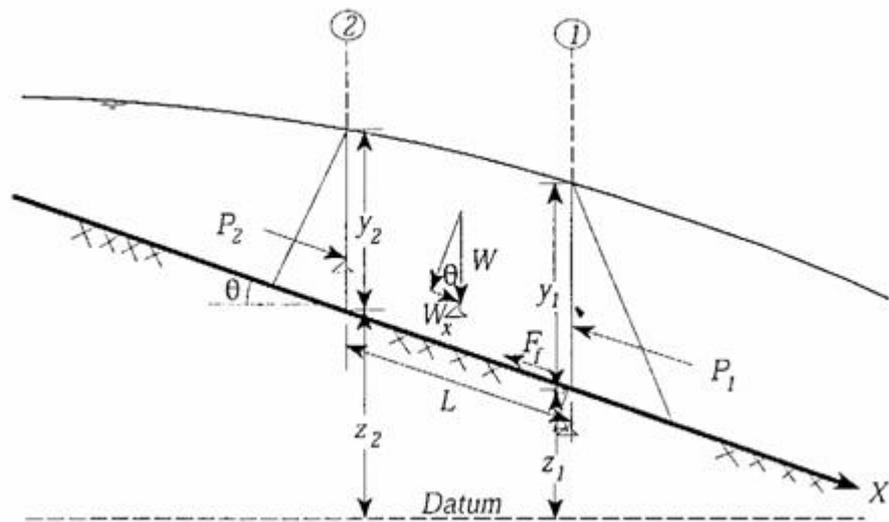


Fig. 6 - Applicazione dell'equazione dei momenti

Il metodo di risoluzione, adottato dal modello HEC-RAS, per l'equazione di continuità dell'energia applicata al moto permanente gradualmente variato, richiede l'assunzione che la perdita di carico in una sezione sia la stessa che si avrebbe in moto uniforme a parità di sezione e velocità dell'acqua.

Nel modello HEC-RAS tali perdite di carico vengono valutate attraverso l'applicazione della formula del moto uniforme di Manning:

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S_f^{\frac{1}{2}} \quad (7)$$

dove

V è la velocità media della corrente nella sezione in (m/s)

n è il coefficiente di scabrezza

R il raggio idraulico della sezione bagnata in (m)

Sf la pendenza della linea piezometrica dovuta alle perdite di carico distribuite lungo l'alveo.

L'equazione (7) combinata con la (5) consente la determinazione del profilo idrico della corrente una volta note la geometria e la scabrezza dell'alveo e le condizioni al contorno.

11. DATI DI CALCOLO

Le elaborazioni, come detto, sono state effettuate in corrispondenza della portata trentennale e duecentennale.

Relativamente al coefficiente di scabrezza, n di Manning, si è fatto ricorso a tabelle disponibili in letteratura tecnica che riportano il valore di n associato a varie categorie di alveo, in particolare si è fatto riferimento ai dati proposti da CHOW V. T., 1959,

Valori dei coefficienti di scabrezza di Manning, n s/m^{1/3}, relativi ad alvei naturali
(*Open-Channel Hydraulics*, CHOW V. T., 1959)

Type of Channel and Description	Minimum	Normal	Maximum
<i>A. Natural streams</i>			
1. Main Channels			
a. Clean, straight, full, no riffs, or deep pools	0.025	0.030	0.033
b. Same as above, but more stones and weeds	0.030	0.035	0.040
c. Clean, winding, some pools and shoals	0.033	0.040	0.045
d. Same as above, but some weeds and stones	0.035	0.045	0.050
e. Same as above, lower stages, more ineffective slopes and sections	0.040	0.048	0.055
f. Same as "d" but more stones	0.045	0.050	0.060
g. Sluggish reaches, weedy, deep pools	0.050	0.070	0.080
h. Very weedy reaches, deep pools, or floodways with heavystands of timber and brush	0.070	0.100	0.150
2. Flood Plains			
a. Pasture no brush			
1. Short grass	0.025	0.030	0.035
2. High grass	0.030	0.035	0.050
b. Cultivated areas			
1. No crop	0.020	0.030	0.040
2. Mature row crops	0.025	0.035	0.045
3. Mature field crops	0.030	0.040	0.050
c. Brush			
1. Scattered brush, heavy weeds	0.035	0.050	0.070
2. Light brush and trees, in winter	0.035	0.050	0.060
3. Light brush and trees, in summer	0.040	0.060	0.080
4. Medium to dense brush, in winter	0.045	0.070	0.110
5. Medium to dense brush, in summer	0.070	0.100	0.160
d. Trees			
1. Cleared land with tree stumps, no sprouts	0.030	0.040	0.050
2. Same as above, but heavy sprouts	0.050	0.060	0.080
3. Heavystand of timber, few down trees, little undergrowth, flow below branches	0.080	0.100	0.120
4. Same as above, but with flow into branches	0.100	0.120	0.160
5. Dense willows, summer, straight	0.110	0.150	0.110
3. Mountain streams, no vegetation in channel, banks usually steep, with trees and brush on banks submerged			
a. Bottom: gravels, cobbles, and few boulders	0.030	0.040	0.050
b. Bottom: cobbles with large boulders	0.040	0.050	0.070

L'autore propone per alvei naturali di pianura non vegetati, rettilinei e corrente regolare, valori di n pari 0.025.

Per le condizioni al contorno si è imposta altezza di moto uniforme nella sezione di monte e di valle.

12. SISTEMA DI RACCOLTA DELLE ACQUE SULLA NUOVA VIABILITA'

Le nuove strade interne al parco eolico non saranno asfaltate pertanto non influenzano in modo apprezzabile la permeabilità dell'area e di conseguenza non si hanno aumenti di apporti idrici nei corsi d'acqua esistenti. Ad ogni modo viene comunque proposto un sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche che possono interferire con la piattaforma stradale. Il sistema di raccolta delle acque meteoriche delle viabilità è costituito da fossi di guardia e cunette in terra e tombini circolari in polietilene.

Si riportano le sezioni tipo delle strade con indicate le opere idrauliche.

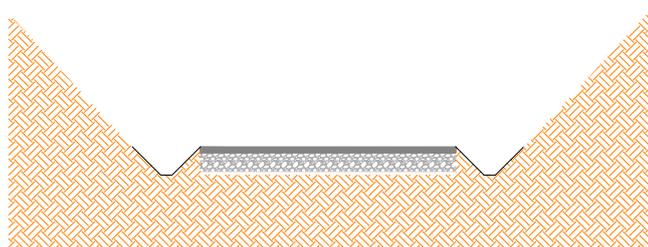


Fig. 7 - Sezione tipo tratto in trincea



Fig. 8 - Sezione tipo tratto in rilevato

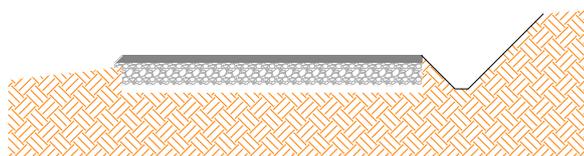
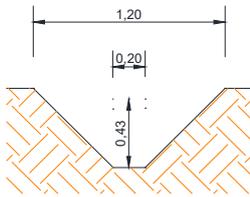


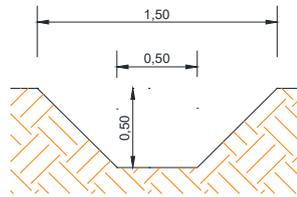
Fig. 9 - Sezione tipo tratto a mezza costa

Per le opere idrauliche sono state adottate le seguenti sezioni:

SEZIONE FOSSO
TIPO 1



SEZIONE FOSSO
TIPO 2



SEZIONE FOSSO
TIPO 3

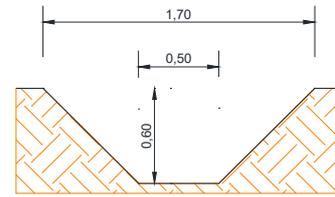


Fig. 10 - Sezioni fossi

SEZIONE TOMBINO
D 1000 mm

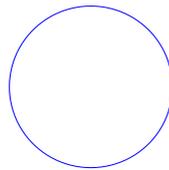


Fig. 11 - Sezioni tombini

13. VERIFICA DELLE OPERE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO

Le verifiche idrauliche dei fossi e dei tombini sono state effettuate in relazione ai valori di portata al colmo di piena ricavati con le metodologie esposte in precedenza in corrispondenza di un tempo di ritorno di 30 anni. Mentre le verifiche dello scolare sono state effettuate per la portata con tempo di ritorno 200 anni.

Si è provveduto alla verifica idraulica della sezione trapezia dei fossi e della sezione circolare dei tombini secondo la schematizzazione idrodinamica di moto uniforme utilizzando la formulazione di Gauckler-Strickler:

$$Q = K_s \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}} \cdot \sigma \quad (8)$$

con:

σ = area della sezione;

K_s = coefficiente di scabrezza;

R = raggio idraulico;

i = pendenza longitudinale del canale.

La formula precedente, nota la geometria della sezione, ci permette di valutare il tirante idrico in condizioni di moto uniforme in corrispondenza di un preassegnato valore della portata.

Il valore del coefficiente di scabrezza utilizzato, è pari a $45 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per le sezioni in terra e $65 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per le sezioni dei tombini.

14. CONCLUSIONI

I risultati ottenuti sono riportati nelle tabelle e grafici allegati. Dalla modellazione idraulica in moto permanente si evince che le portate di piena, sia per $T=30$ anni che per $T=200$ anni, non vanno ad interferire con il tracciato del cavidotto di collegamento agli aerogeneratori G1 e G10, nel tratto che costeggia l'alveo del vallone Principe.

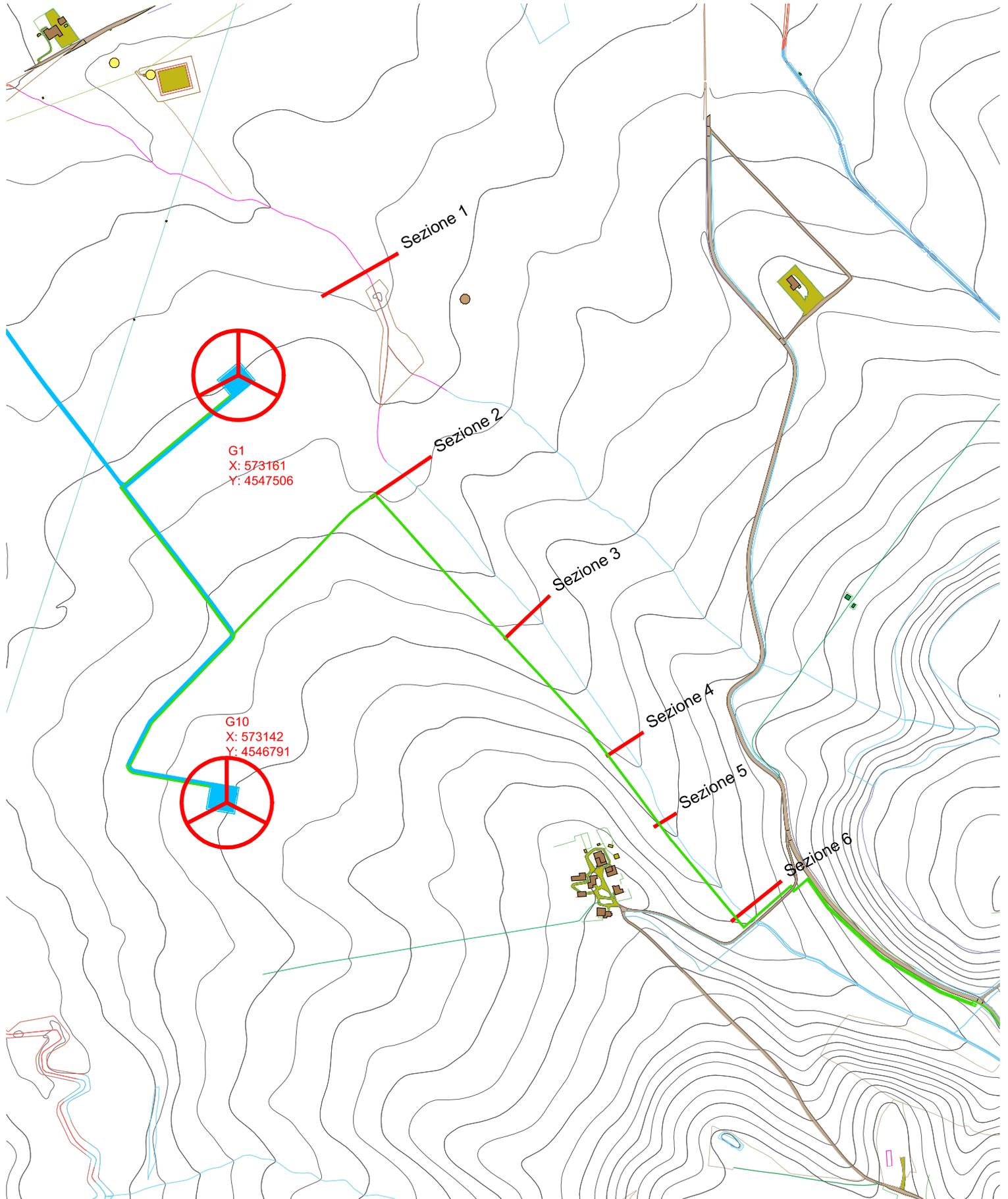
Dalle verifiche in moto uniforme risulta che le cunette e i tombini sono sufficienti a smaltire le portate di piena con periodo di ritorno 30 anni.

RISULTATI DELLE VERIFICHE DEI FOSSI E DEI TOMBINI.

		A	tr	htr	Itr	pp	C*	Q	K(T=30)	Q(T=30)	b	B	h	Diametro	i	K	Hdefl	Velocità
		<i>Kmq</i>	<i>ore</i>	<i>mm</i>	<i>mm/h</i>			<i>mc/s</i>		<i>mc/s</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>%</i>	<i>m1/3/sec</i>	<i>m</i>	<i>m/sec</i>
STRADA DI ACCESSO ALLE TORRI G1 E G10	Tratto A-B	0,007	0,03	9,96	346,04	0,70	0,23	0,16	1,98	0,31	0,20	1,20	0,50		4,20	45,00	0,04	0,85
	Tratto B-C	0,009	0,03	10,28	315,15	0,70	0,23	0,18	1,98	0,36	0,20	1,20	0,50		1,80	45,00	0,05	0,68
	Tratto D-C	0,065	0,09	13,25	151,04	0,70	0,23	0,63	1,98	1,25	0,20	1,20	0,50		3,00	45,00	0,13	1,40
	TOMBINO 1	0,074	0,09	13,47	143,93	0,70	0,23	0,68	1,98	1,61				1,00	1,00	65,00	0,70	2,70
	Tratto F-E	0,049	0,08	12,78	167,78	0,70	0,23	0,53	1,98	1,04	0,20	1,20	0,50		1,70	45,00	0,13	1,00
	Tratto F-G	0,149	0,13	14,73	110,94	0,70	0,23	1,06	1,98	2,10	0,20	1,20	0,50		0,10	45,00	0,45	0,50
	Tratto H-G	0,01	0,03	10,42	303,04	0,70	0,23	0,19	1,98	0,39	0,20	1,20	0,50		0,04	45,00	0,12	0,90
	TOMBINO 2	0,159	0,14	14,85	108,29	0,70	0,23	1,10	1,98	2,19				1,00	2,00	65,00	0,71	3,90
STRADA DI ACCESSO ALLE TORRI G11 E G14	Tratto A-B	0,055	0,08	12,97	160,72	0,75	0,21	0,51	1,98	1,01	0,50	1,50	0,50		1,60	45,00	0,49	2,30
	Tratto C-D	0,01	0,03	10,42	303,04	0,75	0,21	0,17	1,98	0,35	0,20	1,20	0,50		1,10	45,00	0,41	1,53
	Tratto E-I	0,061	0,08	13,14	154,65	0,75	0,21	0,54	1,98	1,08	0,50	1,50	0,50		1,00	45,00	0,31	2,31
	Tratto I-L	0,051	0,08	12,84	165,30	0,75	0,21	0,49	1,98	0,96	0,50	1,50	0,50		1,00	45,00	0,31	2,31
	TOMBINO 1	0,112	0,12	14,20	123,36	0,75	0,21	0,80	1,98	1,58				1,00	2,00	65,00	0,54	3,71

	Tratto L-F	0,04	0,07	12,45	180,94	0,75	0,21	0,42	1,98	0,83	0,50	1,50	0,50		1,80	45,00	0,41	2,23
	Tratto M-F	0,048	0,08	12,74	169,07	0,75	0,21	0,47	1,98	0,93	0,50	1,50	0,50		1,50	45,00	0,45	2,14
	TOMBINO 2	0,088	0,10	13,77	134,94	0,75	0,21	0,68	1,98	1,36				1,00	2,00	65,00	0,48	3,60
	Tratto M-G	0,127	0,12	14,43	117,73	0,75	0,21	0,86	1,98	1,71	0,50	1,70	0,60		1,50	45,00	0,64	2,50
	Tratto H-G	0,115	0,12	14,25	122,16	0,75	0,21	0,81	1,98	1,60	0,50	1,70	0,60		1,60	45,00	0,61	2,50
	TOMBINO 3	0,242	0,17	15,67	92,62	0,75	0,21	1,29	1,98	2,56				1,00	2,00	65,00	0,82	3,80
STRADA DI ACCESSO ALLA TORRE G8	Tratto A-B	0,016	0,04	11,07	254,43	0,70	0,23	0,26	1,98	0,52	0,20	1,20	0,50		1,60	45,00	0,43	1,80
STRADA DI ACCESSO ALLE TORRI G7 E G9	Tratto A-B	0,002	0,02	8,48	551,46	0,70	0,23	0,07	1,98	0,14	0,20	1,20	0,50		1,20	45,00	0,25	1,20
	Tratto C-D	0,002	0,02	8,48	551,46	0,70	0,23	0,07	1,98	0,14	0,20	1,20	0,50		1,40	45,00	0,24	1,30
	Tratto D-E	0,041	0,07	12,49	179,28	0,70	0,23	0,47	1,98	0,93	0,50	150,00	0,50		1,10	45,00	0,49	1,90
	Tratto F-E	0,032	0,06	12,10	196,60	0,70	0,23	0,40	1,98	0,80	0,50	150,00	0,50		1,10	45,00	0,45	1,80
	TOMBINO 1	0,073	0,09	13,45	144,66	0,70	0,23	0,68	1,98	1,34				1,00	1,50	65,00	0,47	3,60
	Tratto F-G	0,042	0,07	12,53	177,68	0,70	0,23	0,48	1,98	0,95	0,50	150,00	0,50		1,10	45,00	0,49	1,90
	Tratto H-G	0,026	0,06	11,78	212,39	0,70	0,23	0,35	1,98	0,70	0,50	150,00	0,50		1,00	45,00	0,43	1,70

	TOMBINO 2	0,068	0,09	13,32	148,53	0,70	0,23	0,65	1,98	1,28				1,00	1,00	65,00	0,46	3,50
	Tratto I-L	0,002	0,02	8,48	551,46	0,70	0,23	0,07	1,98	0,14	0,20	1,20	0,50		1,00	45,00	0,26	1,15
	Tratto M-N	0,07	0,09	13,37	146,93	0,70	0,23	0,66	1,98	1,31	5,00	1,70	6,00		1,70	45,00	0,52	2,55
	Tratto O-P	0,027	0,06	11,84	209,43	0,70	0,23	0,36	1,98	0,72	0,20	1,20	0,50		1,70	45,00	0,49	2,10
STRADA DI ACCESSO ALLA TORRE G6	Tratto A-B	0,002	0,02	8,48	551,46	0,70	0,23	0,07	1,98	0,14	0,20	1,20	0,50		1,00	45,00	0,26	1,14
	Tratto B-C	0,016	0,04	11,07	254,43	0,70	0,23	0,26	1,98	0,52	0,20	1,20	0,50		1,00	45,00	0,35	1,34
	Tratto D-E	0,002	0,02	8,48	551,46	0,70	0,23	0,07	1,98	0,14	0,20	1,20	0,50		1,00	45,00	0,26	1,14
	Tratto F-G	0,002	0,02	8,48	551,46	0,70	0,23	0,07	1,98	0,14	0,20	1,20	0,50		1,00	45,00	0,26	1,14
STRADA DI ACCESSO ALLA TORRI G12 E G13	Tratto A-B	0,002	0,02	8,48	551,46	0,75	0,21	0,06	1,98	0,13	0,20	1,20	0,50		1,00	45,00	0,23	1,28
	Tratto B-C	0,053	0,08	12,91	162,95	0,75	0,21	0,50	1,98	0,99	0,50	1,70	0,60		1,00	45,00	0,51	3,87
	Tratto D-E	0,002	0,02	8,48	551,46	0,75	0,21	0,06	1,98	0,13	0,20	1,20	0,50		1,00	45,00	0,23	1,28
	Tratto F-G	0,002	0,02	8,48	551,46	0,75	0,21	0,06	1,98	0,13	0,20	1,20	0,50		1,00	45,00	0,23	1,28

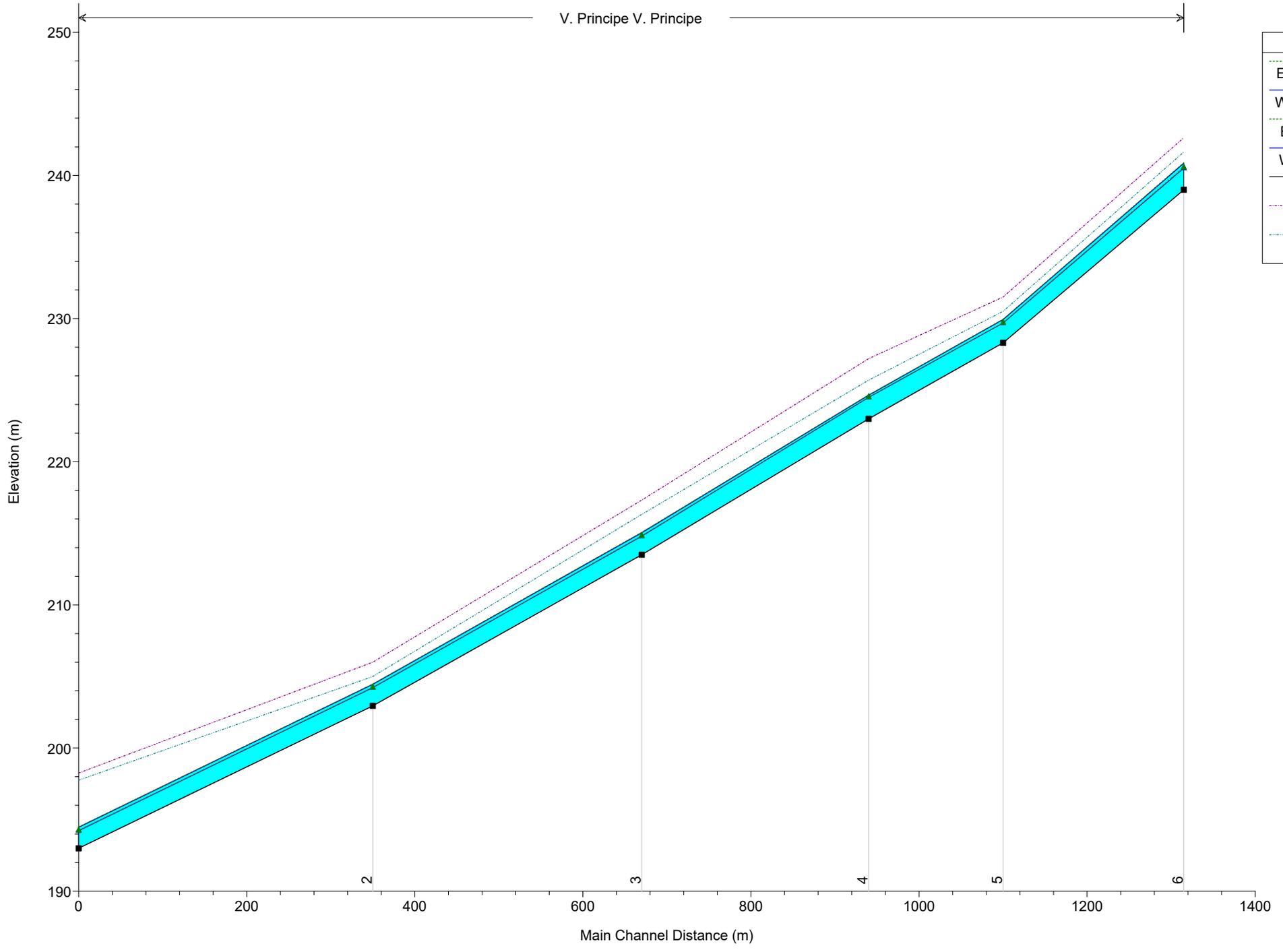


HEC-RAS Plan: Canosa River: V. Principe Reach: V. Principe

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Length Chnl (m)	Min Ch El (m)	LOB Elev (m)	ROB Elev (m)	W.S. Elev (m)	Max Chl Dpth (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Froude # Chl	Shear Total (N/m2)
V. Principe	1	T = 200 anni	12.50		193.00	198.25	197.75	194.47	1.47	193.59	194.49	0.030059	0.73	0.22	316.68
V. Principe	1	T = 30 anni	9.00		193.00	198.25	197.75	194.23	1.23	193.48	194.25	0.030044	0.66	0.22	273.53
V. Principe	2	T = 200 anni	12.50	350.00	202.95	206.00	205.00	204.45	1.50		204.48	0.027099	0.68	0.21	277.12
V. Principe	2	T = 30 anni	9.00	350.00	202.95	206.00	205.00	204.22	1.27	203.45	204.24	0.027143	0.62	0.20	241.12
V. Principe	3	T = 200 anni	10.00	320.00	213.50	217.32	216.32	215.04	1.54		215.07	0.043900	0.80	0.26	397.94
V. Principe	3	T = 30 anni	7.20	320.00	213.50	217.32	216.32	214.80	1.30		214.82	0.043709	0.74	0.25	360.20
V. Principe	4	T = 200 anni	10.00	270.00	223.00	227.20	225.70	224.65	1.65		224.66	0.029312	0.49	0.20	172.59
V. Principe	4	T = 30 anni	7.20	270.00	223.00	227.20	225.70	224.50	1.50		224.51	0.029952	0.46	0.20	156.68
V. Principe	5	T = 200 anni	10.00	160.00	228.31	231.51	230.51	229.93	1.62		229.96	0.037553	0.66	0.24	291.70
V. Principe	5	T = 30 anni	7.20	160.00	228.31	231.51	230.51	229.69	1.38		229.71	0.035333	0.64	0.23	274.11
V. Principe	6	T = 200 anni	10.00	215.00	239.00	242.64	241.64	240.85	1.85	240.11	240.89	0.072689	0.89	0.32	532.80
V. Principe	6	T = 30 anni	7.20	215.00	239.00	242.64	241.64	240.51	1.51	239.98	240.56	0.077779	0.95	0.33	603.64

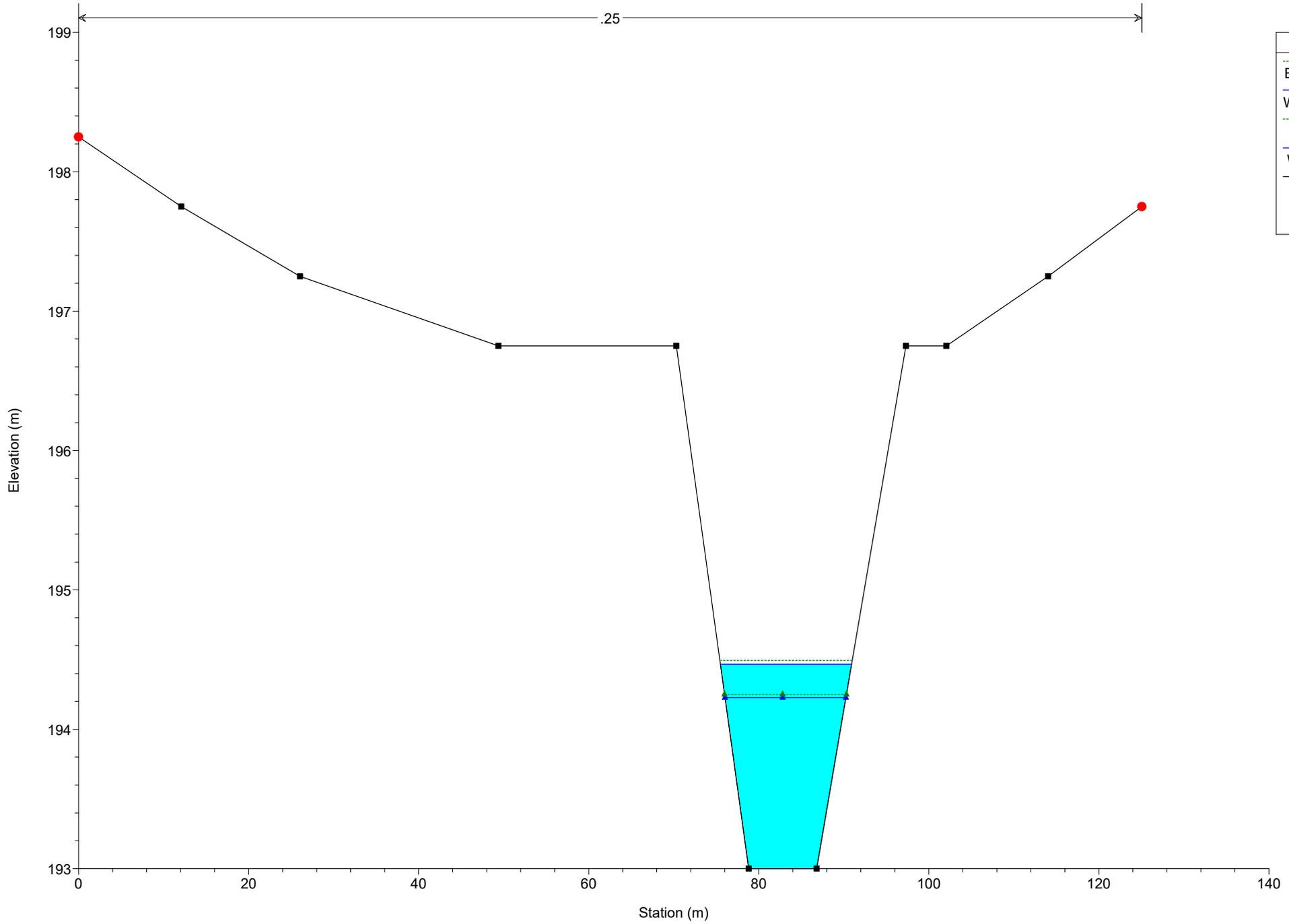
CANOSA Plan: Canosa

V. Principe V. Principe



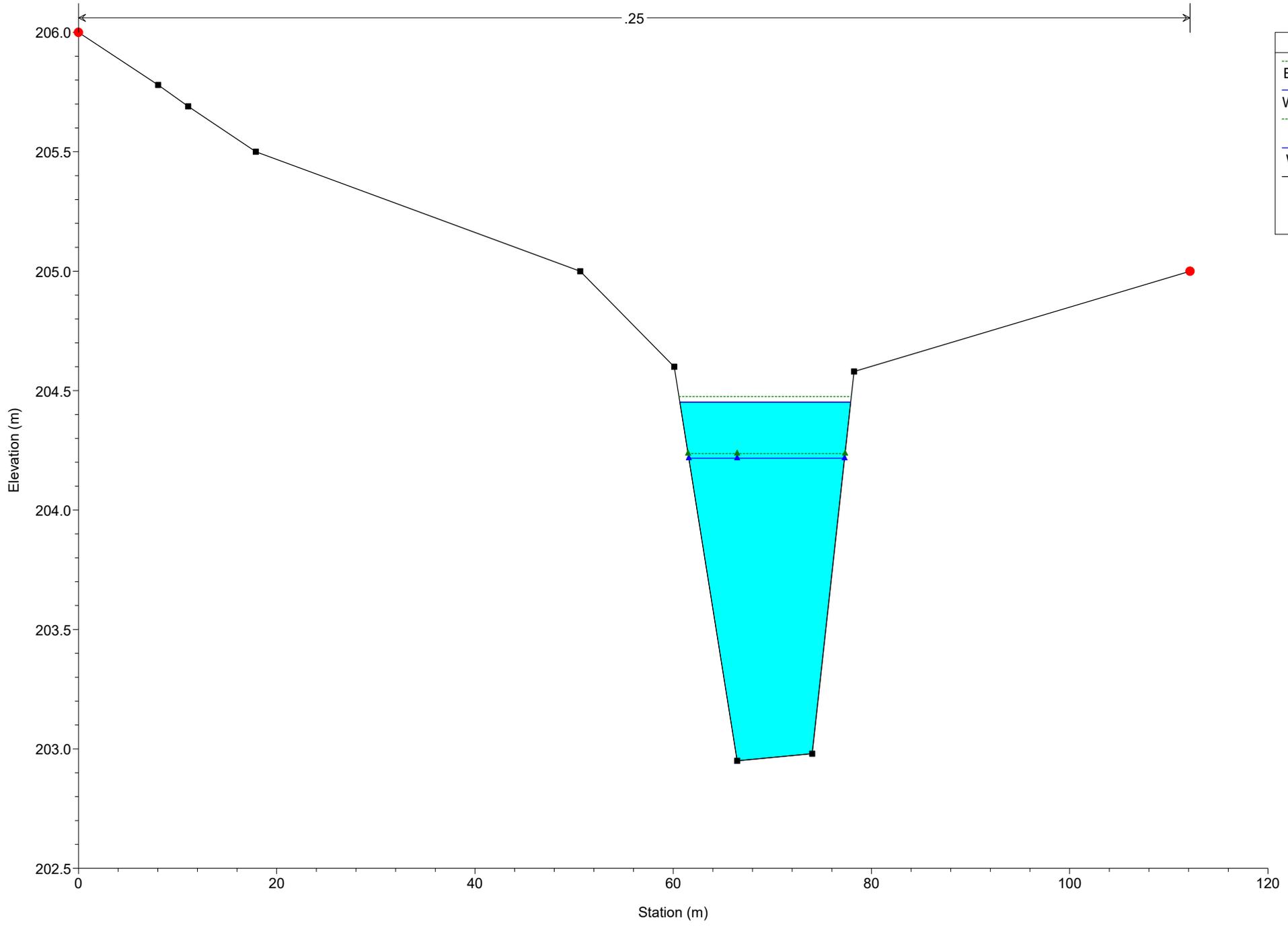
Legend	
EG T = 200 anni	(Dotted green line)
WS T = 200 anni	(Dashed blue line)
EG T = 30 anni	(Dotted green line with triangle)
WS T = 30 anni	(Dashed blue line with triangle)
Ground	(Black line with square)
LOB	(Dotted purple line)
ROB	(Dotted cyan line)

CANOSA Plan: Canosa
River = V. Principe Reach = V. Principe RS = 1



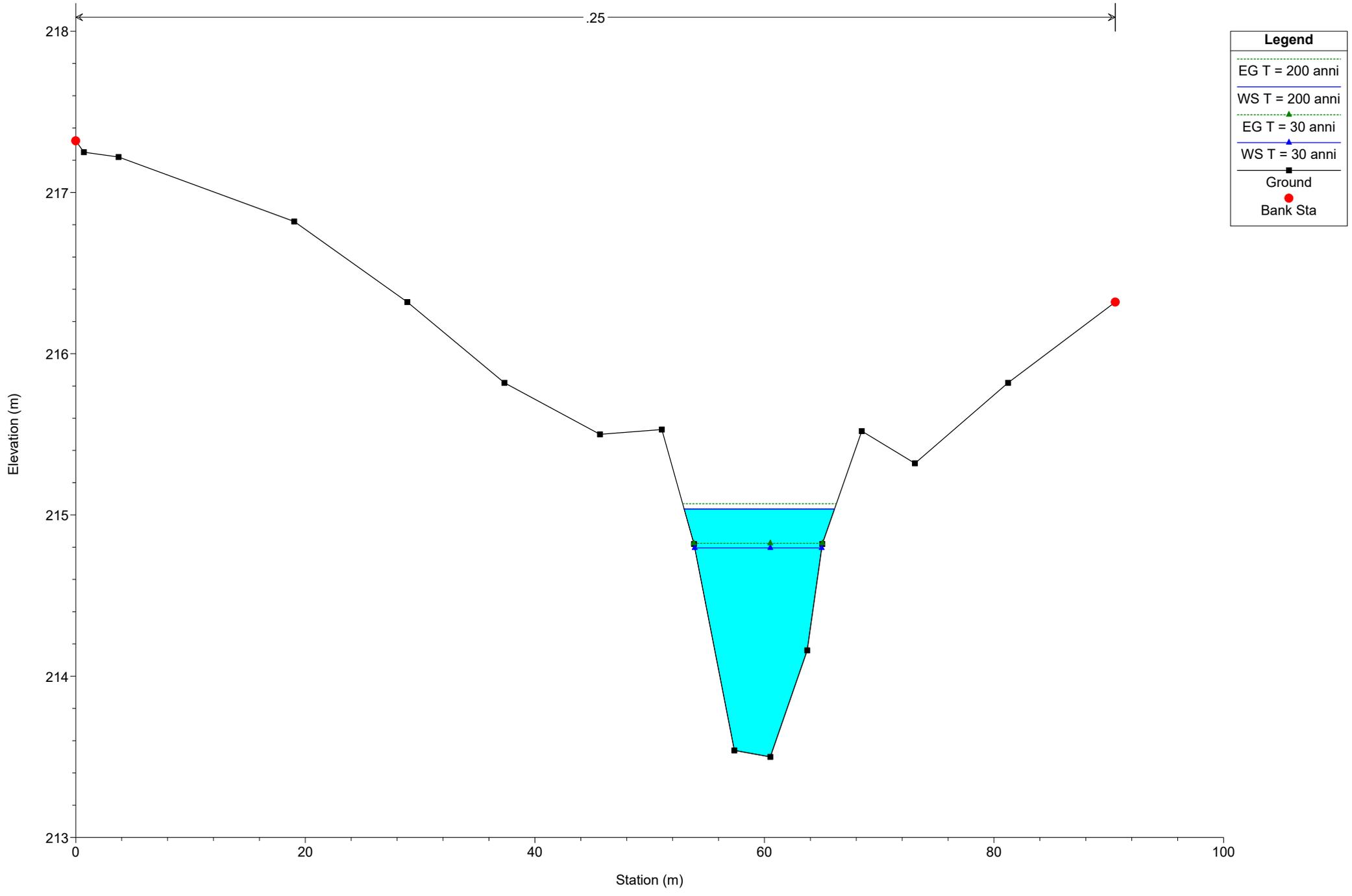
Legend	
EG T = 200 anni	
WS T = 200 anni	
EG T = 30 anni	
WS T = 30 anni	
Ground	
Bank Sta	

CANOSA Plan: Canosa
River = V. Principe Reach = V. Principe RS = 2

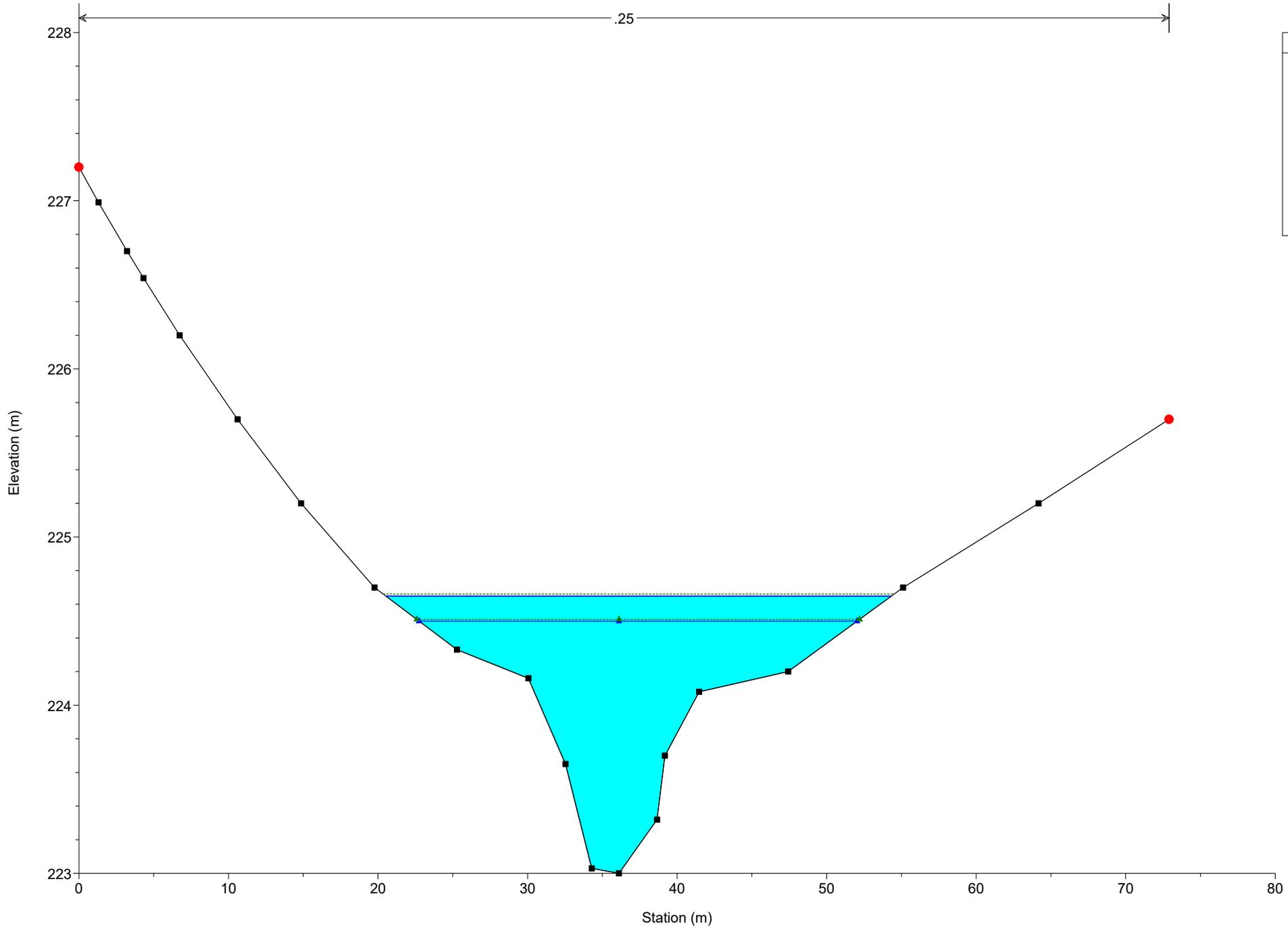


Legend	
EG T = 200 anni	(dashed green line)
WS T = 200 anni	(dotted green line)
EG T = 30 anni	(dotted blue line)
WS T = 30 anni	(solid blue line)
Ground	(solid black line)
Bank Sta	(red dot)

CANOSA Plan: Canosa
River = V. Principe Reach = V. Principe RS = 3

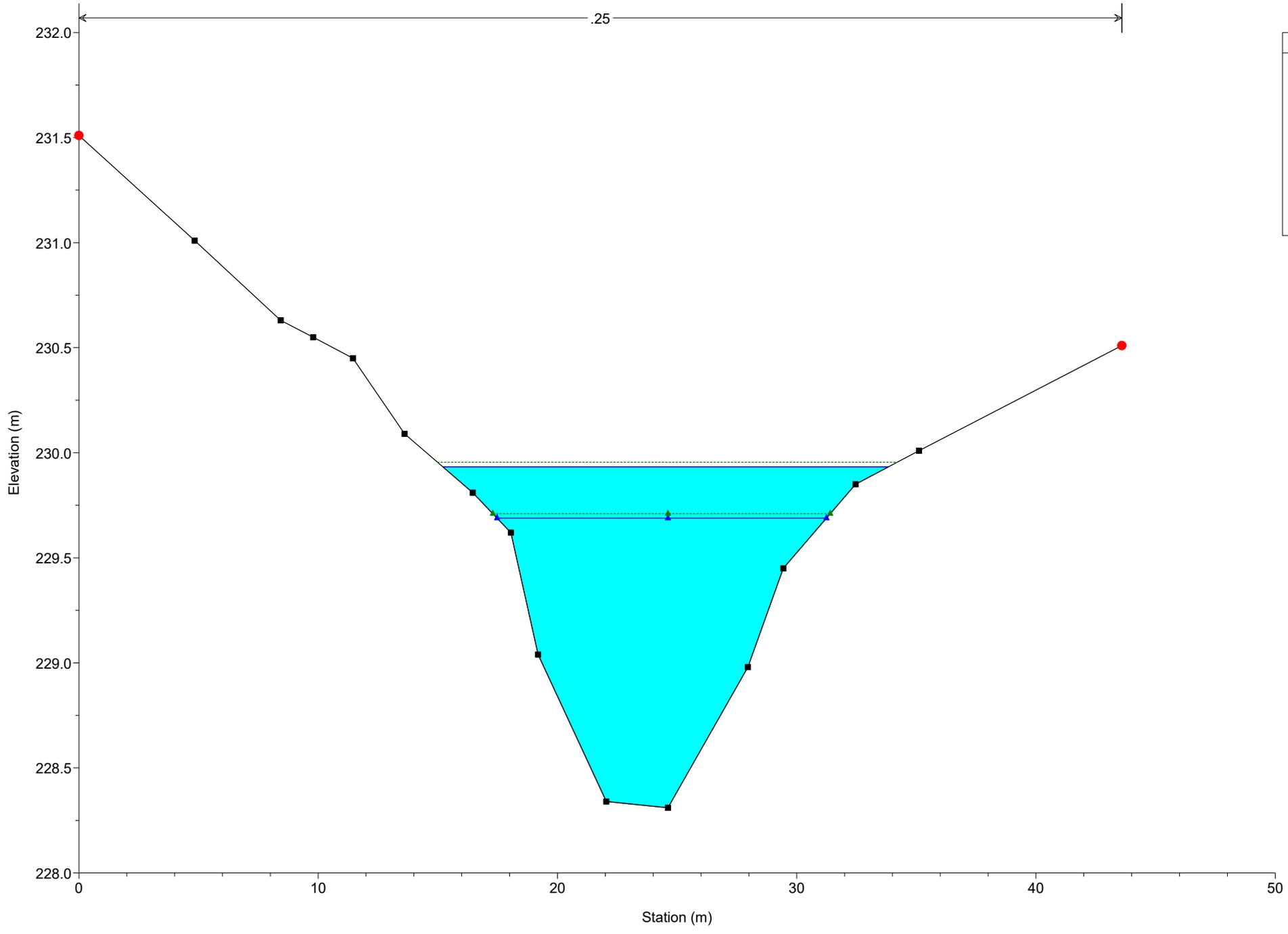


CANOSA Plan: Canosa
River = V. Principe Reach = V. Principe RS = 4



Legend	
— (dashed green)	EG T = 200 anni
— (solid blue)	WS T = 200 anni
— (dotted green)	EG T = 30 anni
— (solid blue)	WS T = 30 anni
— (solid black)	Ground
• (red)	Bank Sta

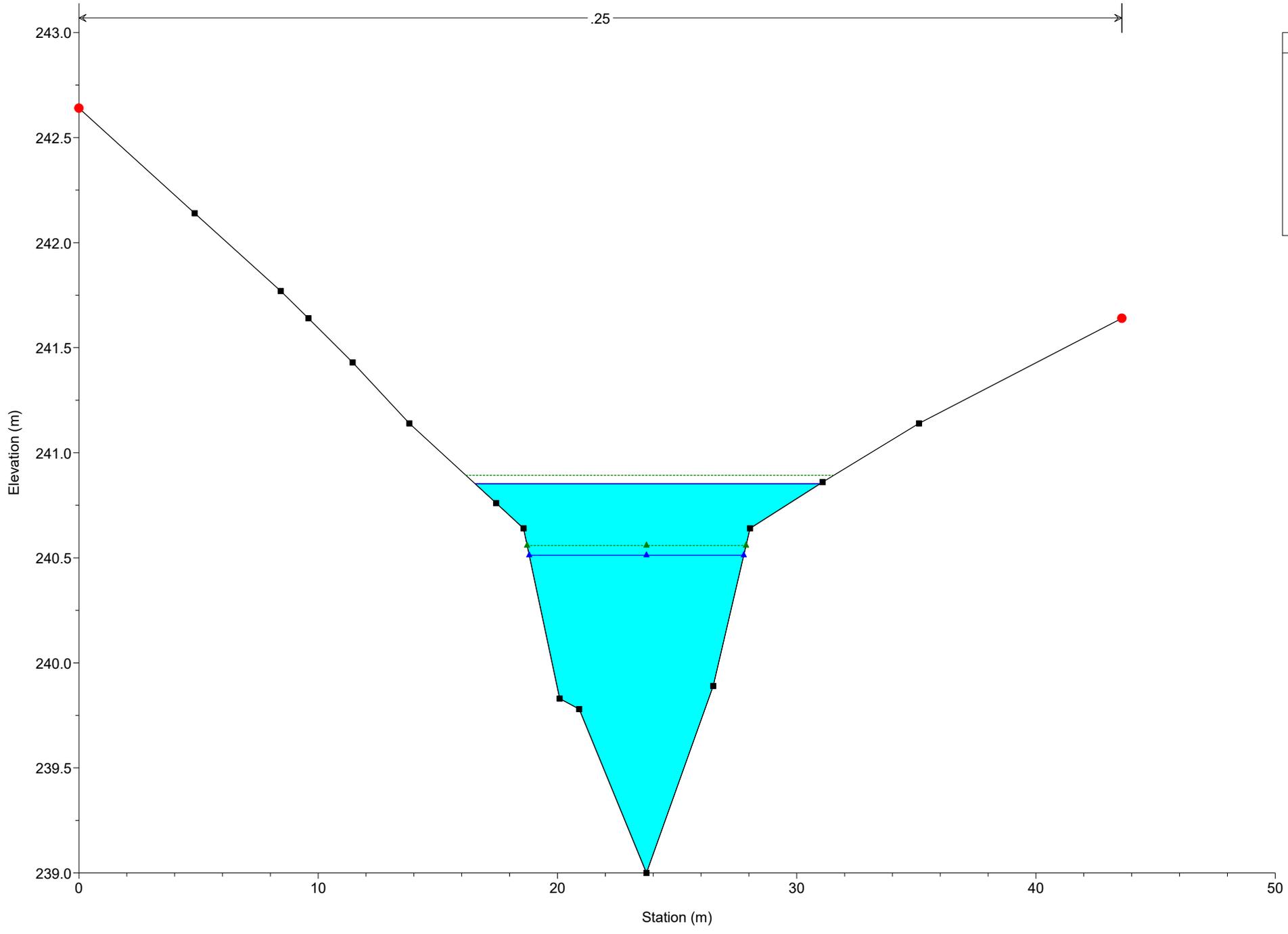
CANOSA Plan: Canosa
River = V. Principe Reach = V. Principe RS = 5



CANOSA Plan: Canosa

River = V. Principe Reach = V. Principe RS = 6

.25



Legend	
EG T = 200 anni	
WS T = 200 anni	
EG T = 30 anni	
WS T = 30 anni	
Ground	
Bank Sta	

