

Comuni di Volturino, Lucera, San Severo
Provincia di Foggia, Regione Puglia

GREEN ENERGY 5 S.R.L.

Sede legale: Corso Europa 13

MILANO (MI), 20122

PEC: green.energy5.srl@legalmail.it

Impianto Agrivoltaico "VOLTURINO 63.3"

VOLT63_3_37 – STUDIO DI COMPATIBILITA' DELLE OPERE AL PAI

IL TECNICO	IL PROPONENTE
INGEGNERE	GREEN ENERGY 5 S.R.L. Sede legale: Corso Europa 13 MILANO (MI), 20122 P. IVA 12767930964 PEC: green.energy5.srl@legalmail.it
Luca GIANANTONIO Ordine Ingegneri della Provincia di Taranto - n. 2703 lucagiana74@gmail.com	
RESPONSABILE TECNICO BELL FIX PLUS SRL	
Cosimo TOTARO Ordine Ingegneri della Provincia di Brindisi - n. 1718 elettrico@bellfixplus.it	



MAGGIO 2024

INDICE

1. PREMESSA	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL SITO DI IMPIANTO ED ELEMENTI DEL P.A.I.	7
3.1 ASTE N° "1" E "2"	11
3.2 ASTA N° "3"	13
3.3 ASTE N° "4", "5", "6"	14
3.4 ASTA N° "7"	15
4. INDIVIDUAZIONE DELLE FASCE DI ESONDAZIONE DEI RAMI DI RETICOLO INDAGATI	16
4.1 ASTE N° "1", "2"	19
4.2 ASTA N° "3"	44
4.3 ASTE N° "4", "5"	47
4.4 ASTE N° "6"	60
4.5 ASTA N° "7"	64
5. CONCLUSIONI	75

1. PREMESSA

La presente relazione descrive lo studio svolto per indagare la compatibilità rispetto alle disposizioni del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Regione Puglia del Progetto di impianto denominato "*Impianto Agrivoltaico Volturino 63.3*", della potenza di 74.360,16 kWp, in agro di Volturino nella Provincia di Foggia, realizzato con moduli fotovoltaici in silicio monocristallino aventi una potenza di picco di 630Wp.

La Società Proponente intende realizzare un impianto "agrivoltaico" nel Comune di Volturino (FG), ponendosi come obiettivo la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile coerentemente agli indirizzi stabiliti in ambito nazionale e internazionale volti alla riduzione delle emissioni dei gas serra ed alla promozione di un maggior contributo delle fonti energetiche rinnovabili alla produzione di elettricità nel relativo mercato italiano e comunitario e adottare anche soluzioni volte a preservare la continuità delle attività agricola e pastorale sul sito di installazione.

La vendita dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico sarà regolata da criteri di "market parity", ossia avrà gli stessi costi, se non più bassi, dell'energia prodotta dalle fonti tradizionali (petrolio, gas, carbone).

Ai sensi dell'art. 12 del D.Lgs. n. 387/2003 l'opera, rientrante negli "impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili", autorizzata tramite VIA ministeriale e Autorizzazione Unica regionale, è dichiarata di pubblica utilità, indifferibile ed urgente.

Tutta la progettazione è stata sviluppata utilizzando tecnologie ad oggi disponibili sul mercato europeo; considerando che la tecnologia fotovoltaica è in rapido sviluppo, dal momento della progettazione definitiva alla realizzazione potranno cambiare le tecnologie e le caratteristiche delle componenti principali (moduli fotovoltaici, inverter, inseguitori solari), ma resteranno invariate le caratteristiche complessive e principali dell'intero impianto in termini di potenza massima di produzione, occupazione del suolo e fabbricati.

Gli impianti "agrivoltaici" sono sostanzialmente degli impianti fotovoltaici che consentono di preservare la continuità dell'attività agricola/zootecnica sul sito di installazione, garantendo, al contempo, una buona produzione energetica da fonti rinnovabili.

Oltre a dare un contributo importante all'energia futura pulita, i parchi solari possono infatti fornire un rifugio per piante e animali. In contesti di abbandono e impoverimento delle terre i parchi solari possono avere un positivo impatto sulla diversità biologica. Sebbene i progetti di costruzione comportino un temporaneo disturbo della flora e della fauna esistenti, con gli impianti agrivoltaici c'è la possibilità di migliorare la qualità degli habitat per varie specie animali e vegetali e persino di crearne di nuovi.

In particolare, sono stati esaminati alcuni recenti studi americani che analizzano gli impatti dell'installazione di un impianto fotovoltaico sulle capacità di rigenerazione e di sviluppo dello strato di vegetazione presente al suolo.

L'obiettivo della società Proponente è quello di rendere fattibile e realistico il binomio tra energia rinnovabile e produzione agricola-zootecnica e quindi di valorizzazione del terreno individuato.

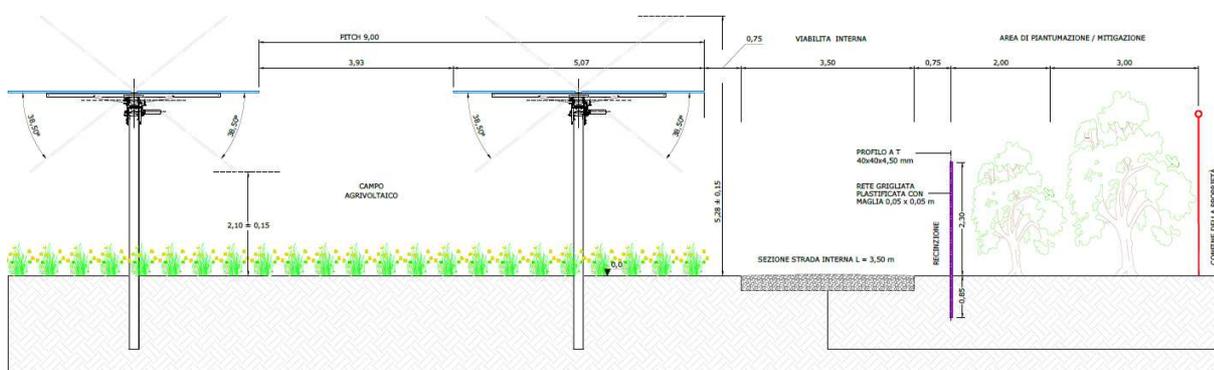
I punti focali del progetto "agrivoltaico" sono:

- 1) Mitigazione dell'impianto con una fascia perimetrale produttiva (oliveto)
- 2) Piantumazione di filari di piante officinali tra i trackers;
- 3) Apicoltura;

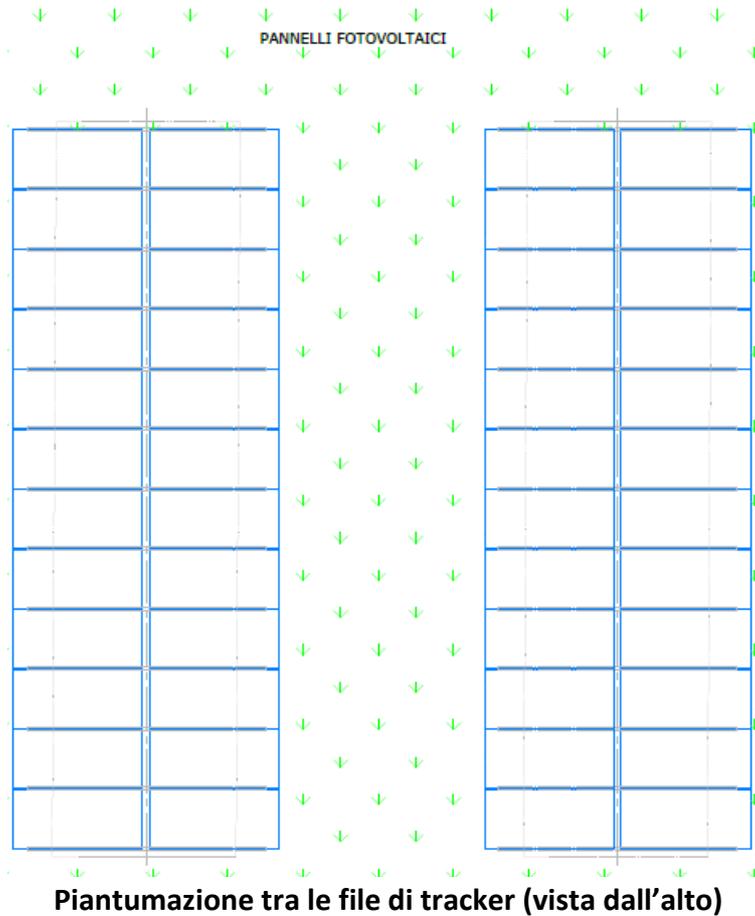
Di seguito vengono riportate le immagini esemplificative di tali proposte:



Mitigazione dell'impianto con oliveto



Piantumazione tra le file di tracker (vista frontale)



Esempi di apicoltura

Lo studio di compatibilità delle opere rispetto al P.A.I. si rende necessario nel rispetto delle disposizioni degli artt. 6 e 10 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano che sono dedicati alla salvaguardia delle condizioni di sicurezza idraulica degli alvei in modellamento attivo del reticolo idrografico insistente sul territorio e delle rispettive aree golenali e/o di pertinenza fluviale.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

In ragione dello sviluppo planimetrico delle opere previste in progetto risultano alcune potenziali interferenze tra le installazioni proposte ed il reticolo idrografico insistente sul sito; tali opere ricadono, pertanto, nell'ambito dell'applicazione degli **artt. 6 e 10 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico della Regione Puglia**; il PAI costituisce il Piano Stralcio del Piano di Bacino, ai sensi dall'articolo 17 comma 6 ter della Legge 18 maggio 1989, n. 183, ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo ricadente nel territorio di competenza della ex Autorità di Bacino della Puglia, oggi facente parte della Autorità Distrettuale dell'Appennino Meridionale con sede ad Avezzano.

Nell'art. 6 delle N.T.A. si legge quanto segue: *Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali - Comma 1. Al fine della salvaguardia dei corsi d'acqua, della limitazione del rischio idraulico e per consentire il libero deflusso delle acque, il PAI individua il reticolo idrografico in tutto il territorio di competenza, nonché l'insieme degli alvei fluviali in modellamento attivo e le aree golenali, ove vige il divieto assoluto di edificabilità.*

....

Comma 7. Per tutti gli interventi consentiti nelle aree di cui al comma 1 l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata. Detto studio è sempre richiesto per gli interventi di cui ai commi 2, 4 e 6. 8.

Comma 8. Quando il reticolo idrografico e l'alveo in modellamento attivo e le aree golenali non sono arealmente individuate nella cartografia in allegato e le condizioni morfologiche non ne consentano la loro individuazione, le norme si applicano alla porzione di terreno a distanza planimetrica, sia in destra che in sinistra, dall'asse del corso d'acqua, non inferiore a 75 m.

L'art. 10 delle N.T.A. prevede quanto segue: *Disciplina delle fasce di pertinenza fluviale –*

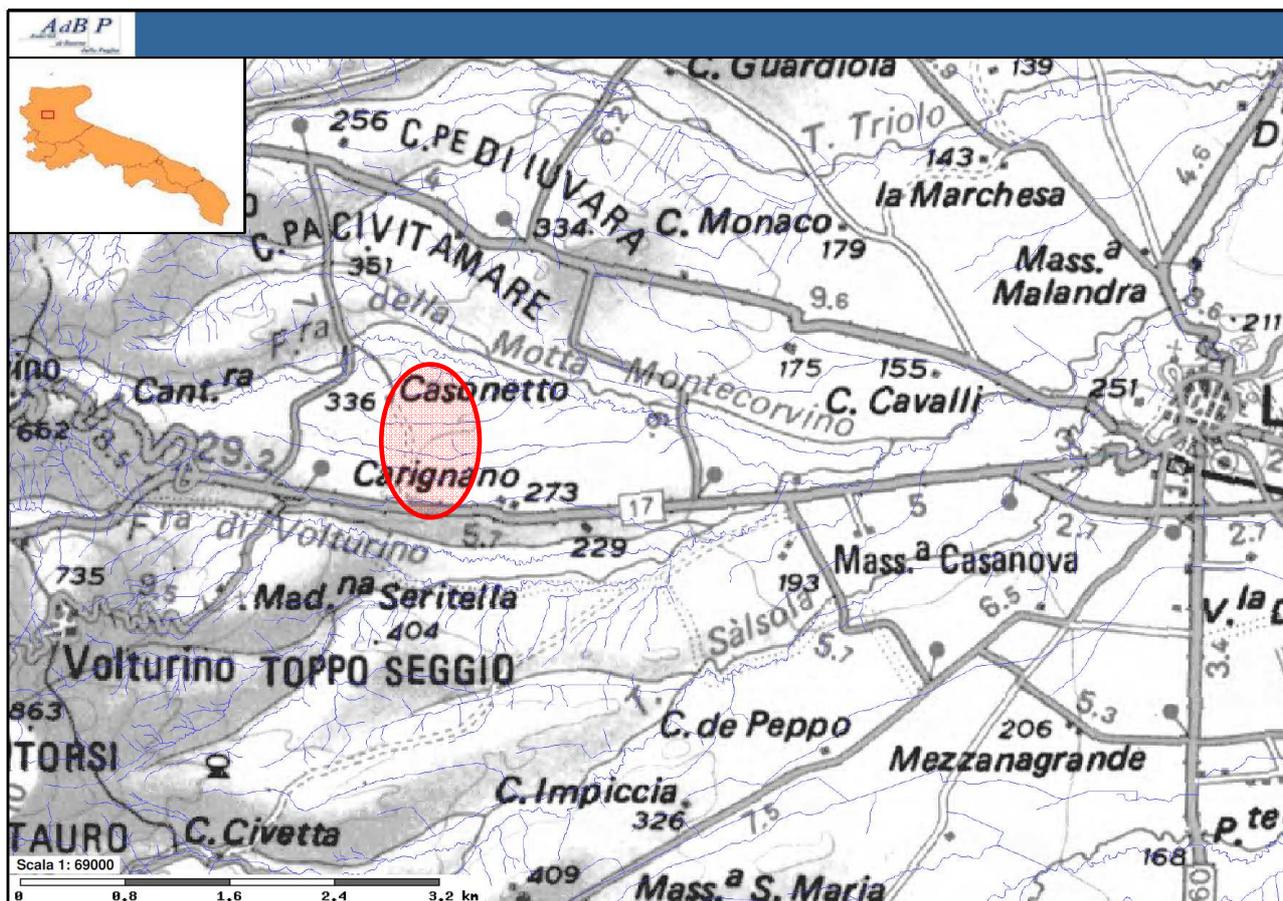
Comma 1. Ai fini della tutela e dell'adeguamento dell'assetto complessivo della rete idrografica, il PAI individua le fasce di pertinenza fluviale.

Comma 2. All'interno delle fasce di pertinenza fluviale sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, a condizione che venga preventivamente verificata la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica, come definita all'art. 36, sulla base di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica subordinato al parere favorevole dell'Autorità di Bacino.

Comma 3. Quando la fascia di pertinenza fluviale non è arealmente individuata nelle cartografie in allegato, le norme si applicano alla porzione di terreno contermina all'area golenale, come individuata all'art. 6 comma 8, di ampiezza comunque non inferiore a 75 m.

3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL SITO DI IMPIANTO ED ELEMENTI DEL P.A.I.

I lotti agricoli interessati dalle installazioni di Progetto si individuano lungo la direttrice che collega i centri abitati dei comuni di Volturino e di Lucera, in località Carignano, ad una quota di piano campagna approssimativamente compreso tra i 260 ed i 300 m s.l.m.



I lotti di Progetto si individuano ai piedi del Subappennino Dauno ed occupano la porzione più "a monte" della vallata solcata dal Torrente Salsola; il tragitto planimetrico del Salsola ha origine a Sud del centro abitato di Volturino (alle pendici del Monte Montetauro) e prosegue in direzione della costa Adriatica superando a Nord l'abitato di Lucera e sfociando nel Candelaro all'altezza di "ponte Petrosino". I lotti occupati dalle nuove installazioni agrivoltaiche sono ubicati in aree distanti dal tracciato del Torrente ma sono intersecati dal reticolo idrografico di ordine inferiore afferente il Salsola.

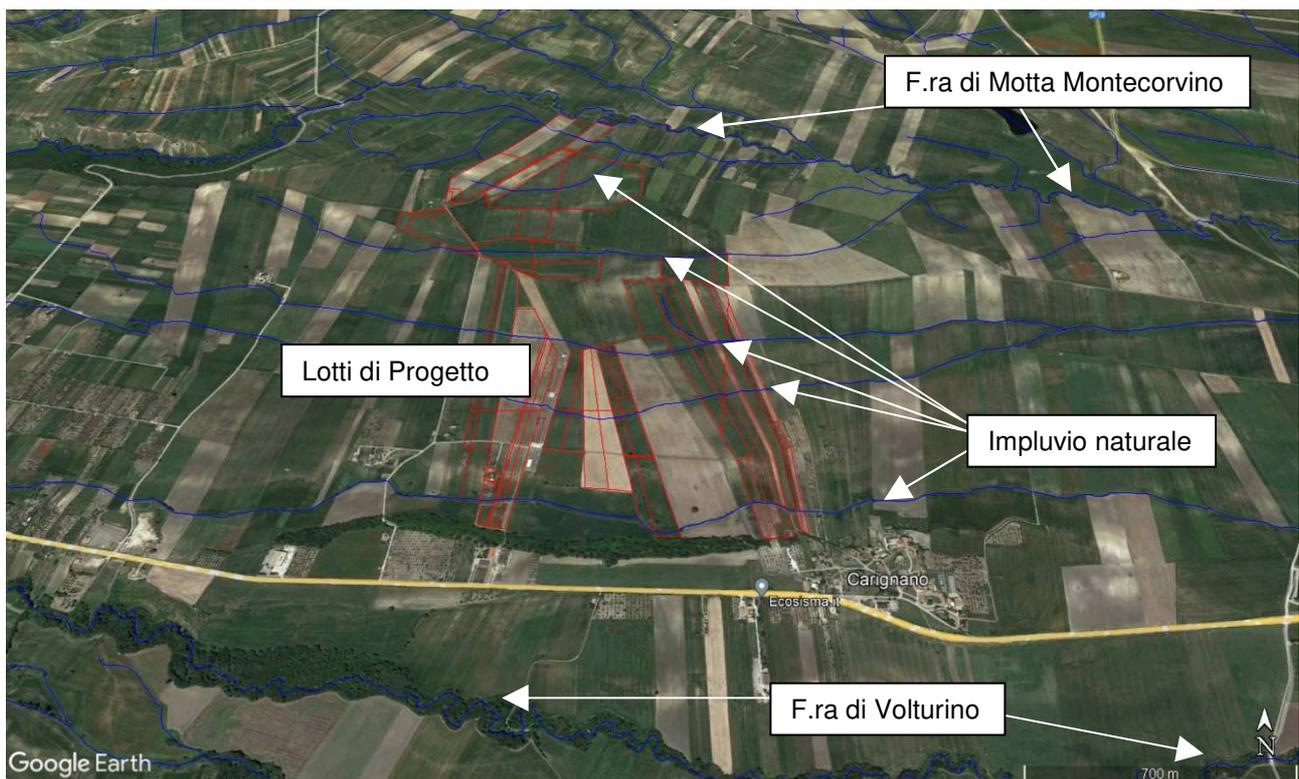
Il territorio, in questi luoghi, è diffusamente dedicato alla coltivazione di specie erbacee, i campi appaiono arati, parificati, privi di vegetazione ad alto fusto ed asperità morfologiche.

Questa porzione di territorio risulta compresa tra le Fiumare "di Motta Montecorvino" e "di Volturino", le quali confluiscono tra loro a Ovest dell'abitato di Lucera e, più a valle, alimentano il

Torrente Sàlsola; la F.ra di Volturino, in prossimità di località Carignano e dei lotti di impianto, individua il tragitto del proprio alveo di magra in parallelismo rispetto allo sviluppo della Strada Statale n°17, a Sud rispetto alla carreggiata; la F.ra di Motta Montecorvino si sviluppa, sempre su una direttrice pressochè parallela, un paio di chilometri a Nord della S.S. n°17.

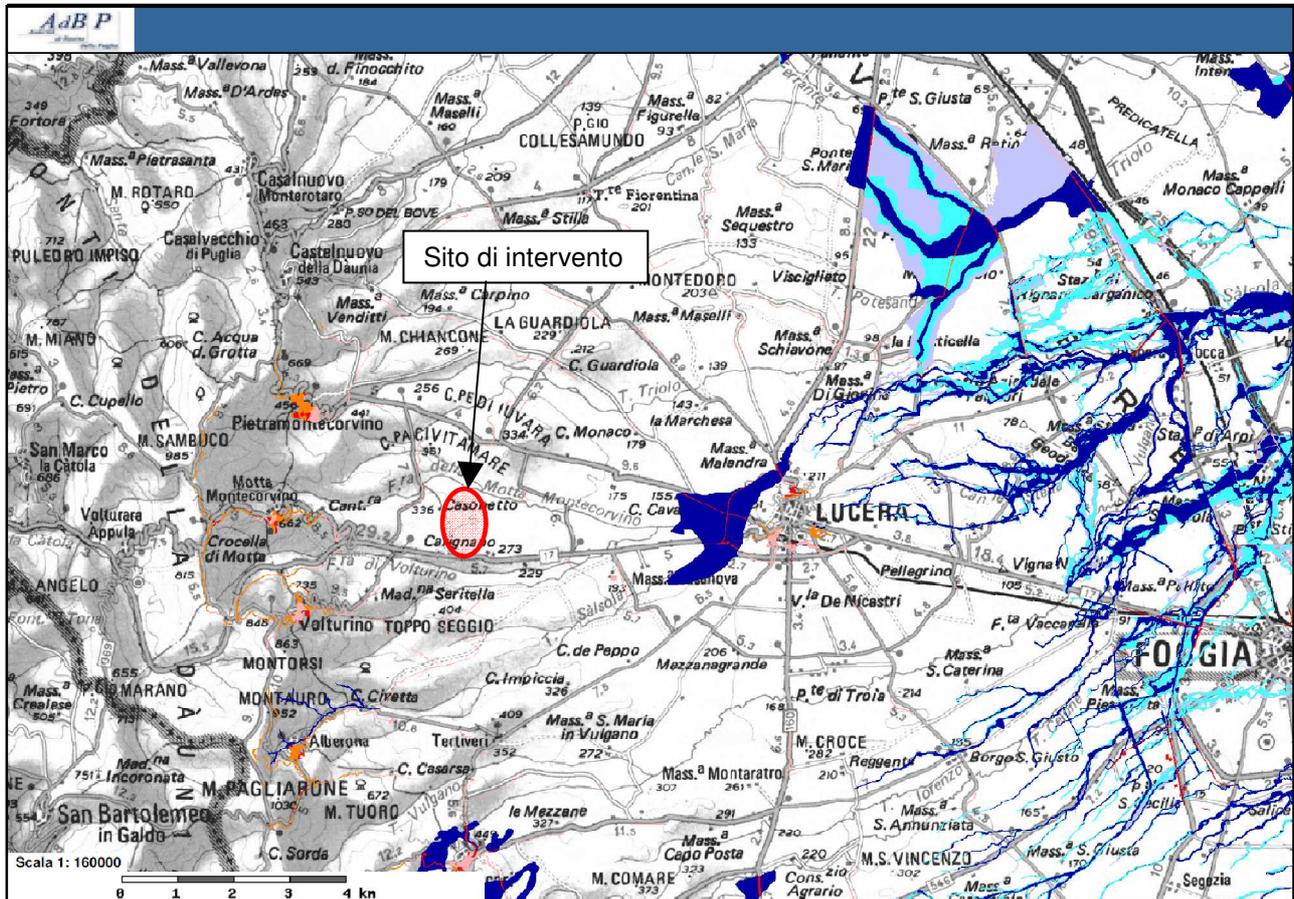
In generale il territorio, tipicamente collinare, risulta solcato da una fitta ramificazione di reticoli idrografici consistenti in fiumare, torrenti o semplici linee di impluvio naturale interessate o meno da canalizzazioni in terra di natura antropica; non si rileva la presenza di formazioni di natura carsica quali doline o recapiti finali di bacino endoreico ed in generale l'assetto dei versanti favorisce il deflusso superficiale delle acque verso valle, impedendo la formazione di zone di ristagno e/o accumulo; si rileva, ciononostante, la presenza di piccoli o piccolissimi invasi di raccolta acque piovane di origine antropica ad uso irriguo, anche se non risultano opere del genere nei lotti di impianto o in quelli immediatamente adiacenti.

La Carta Geomorfologica Regionale individua, nel territorio compreso tra gli alvei delle due Fiumare di Volturino e di Motta Montecorvino, la presenza di numerose aste idrografiche dal carattere saltuario i cui tragitti, come anticipato, intersecano i lotti oggetto di impianto:



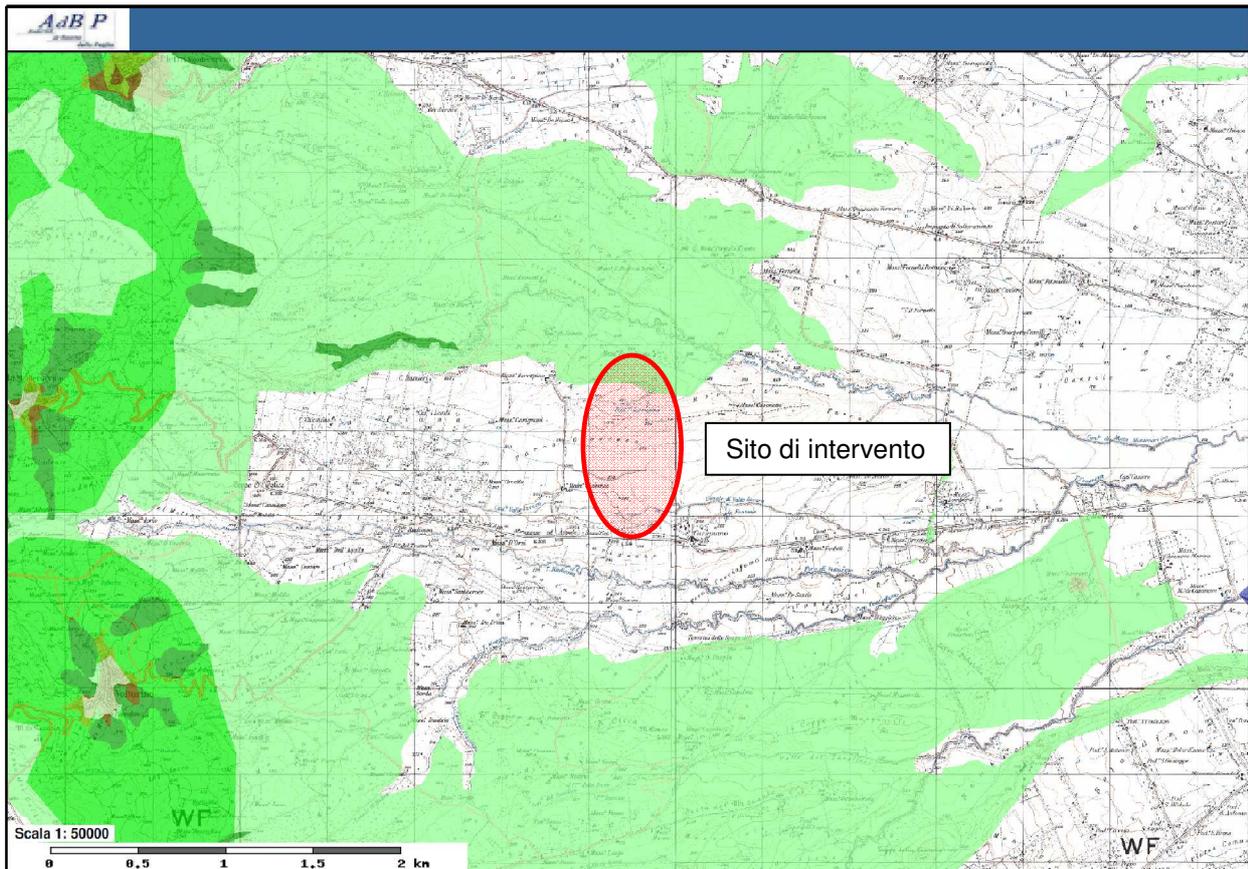
La cartografia di Piano non rileva alcuna interferenza tra le opere in progetto ed aree indicate a Pericolosità o a Rischio idraulico, tali criticità sono individuate nelle porzioni di territorio più a

valle, laddove le pendenze di piano campagna si “addolciscono” favorendo la probabilità di ampliamento delle aree interessate da deflussi superficiali e/o ristagni.

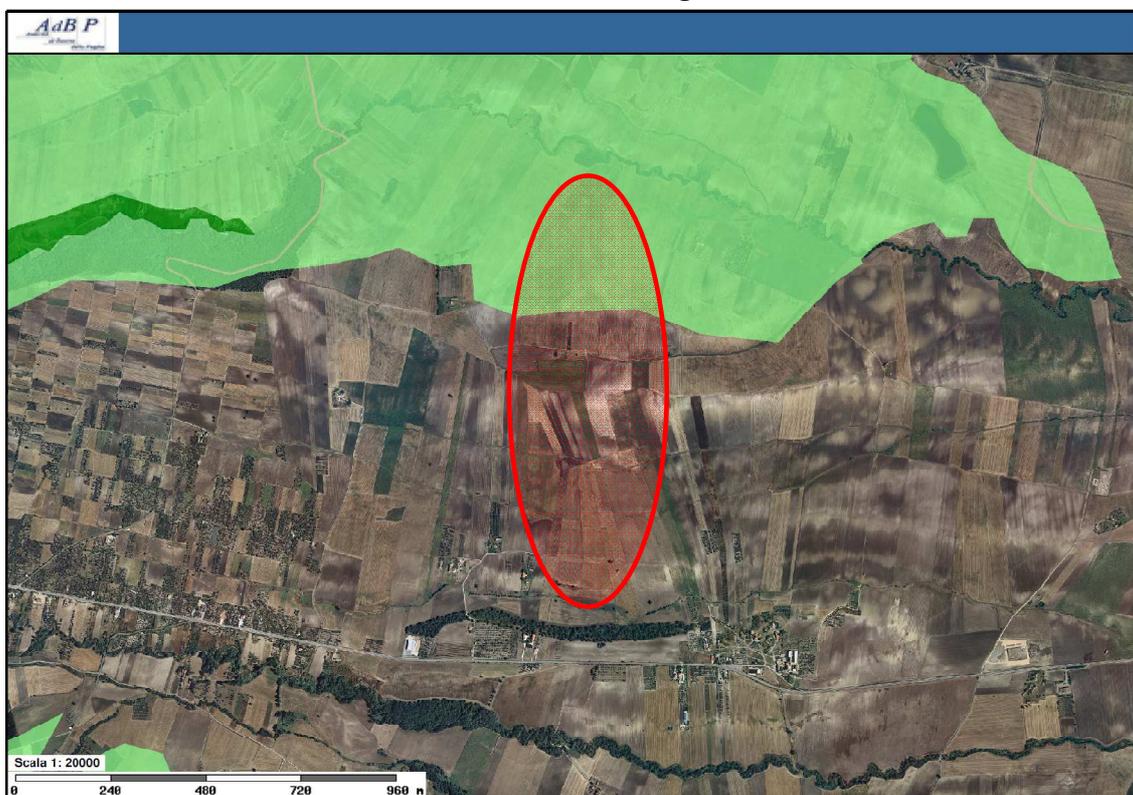


Carta della Pericolosità Idraulica e del Rischio Idraulico – Stralcio P.A.I.

Ad Ovest delle aree di intervento ma a notevole distanza da esse, si individuano alcune “perimetrazioni P.A.I.” per Rischio Idraulico; tali criticità interessano gli abitati di Motta Montecorvino e di Volturino nonché alcuni tronchi della viabilità pubblica e sono relative alla contemporaneità della presenza di condizioni particolari del reticolo idrografico insistente in loco e di attività e vite umane. A Est e sempre a notevole distanza, si individua la Pericolosità Idraulica associata alle condizioni di esondazione del Salsola ai piedi del colle su cui sorge Lucera. Il sito di impianto risulta interessato dalla presenza di una perimetrazione per Pericolosità Geomorfologica secondo la cartografia del P.A.I.; di seguito si riportano due immagini cartografiche (su IGM e su vista aerea) con le indicazioni della perimetrazione associata a tale criticità e della porzione di territorio che si vuole dedicare alle installazioni in Progetto:



Carta della Pericolosità Geomorfologica – Stralcio P.A.I.



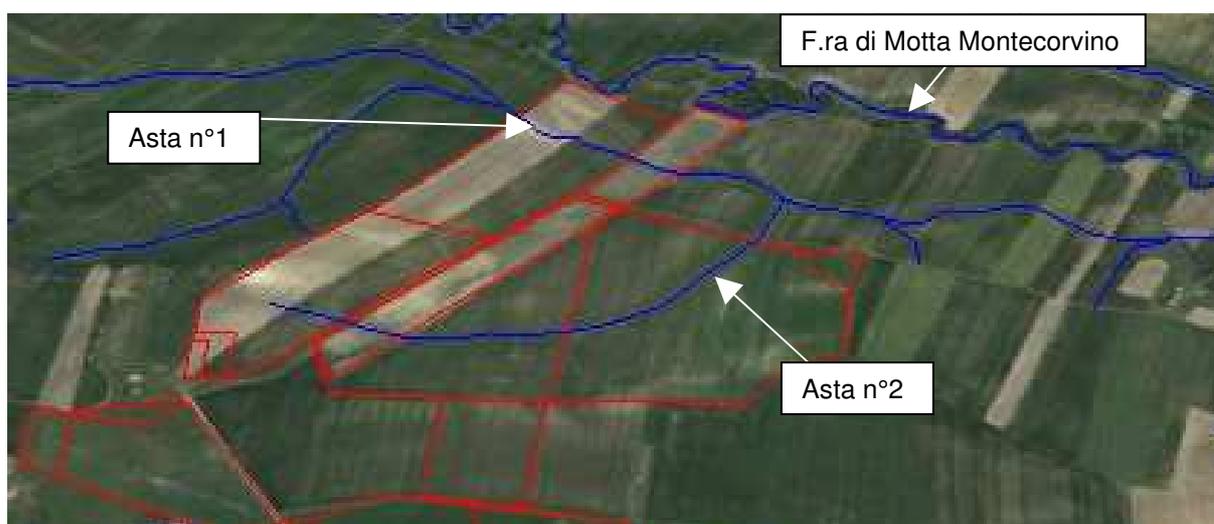
Per quanto riguarda la salvaguardia delle condizioni di sicurezza idraulica del territorio nonché del patrimonio acquifero in sito, i lotti agricoli coinvolti dal Progetto prevedono delle potenziali interferenze con le aree golenali e/o di pertinenza fluviale del reticolo minore individuato nella cartografia del P.A.I.

Nel dettaglio la cartografia indica la presenza di sette aste di reticolo idrografico che intersecano i terreni individuati per la installazione delle opere in Progetto. Tali interferenze coinvolgono, come detto, impluvi naturali dal carattere saltuario; il percorso planimetrico delle linee di impluvio appare sempre ben definito e privo di ostacoli trasversali al deflusso, sia naturali che artificiali; i recapiti finali delle aste indagate risultano essere i due canali (“di Motta Montecorvino” e “di Volturino”) tra i cui tracciati si collocano planimetricamente i lotti di impianto.

Procedendo da Nord verso Sud, si riscontrano in particolare:

3.1 ASTE N° “1” E “2”

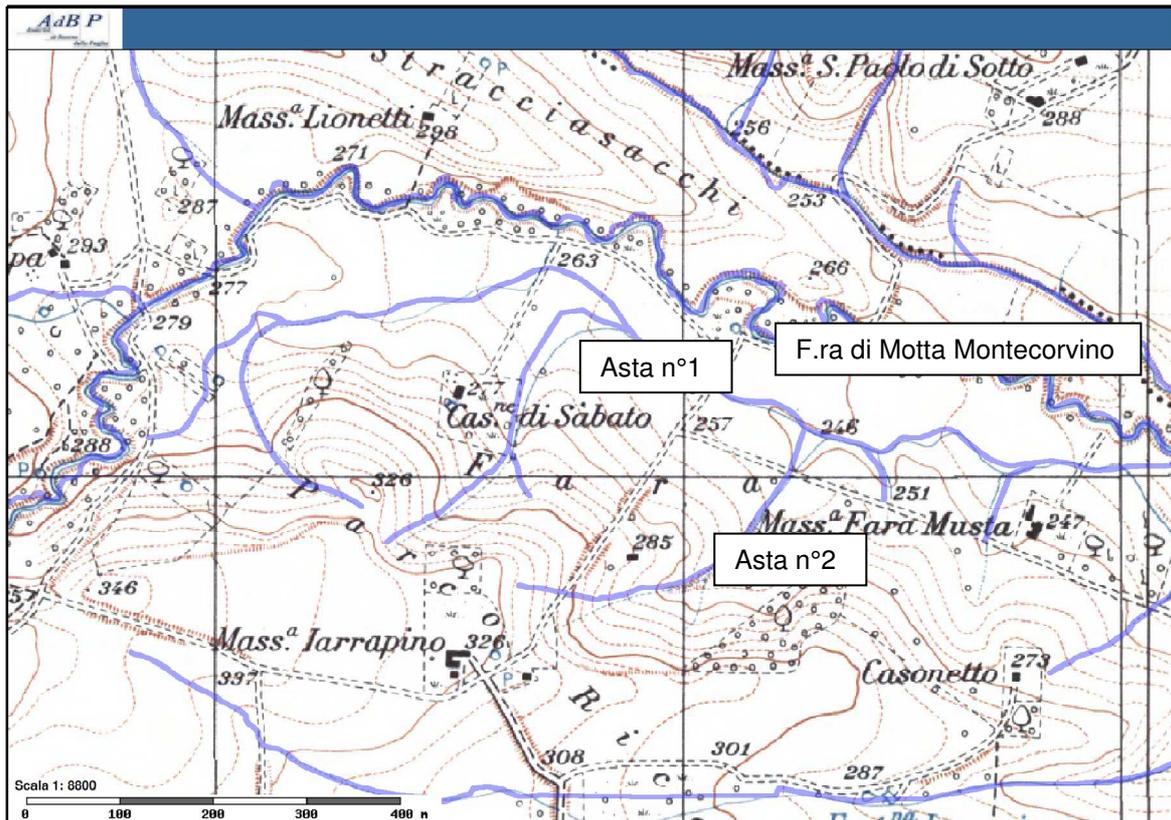
Le aste idrografiche “numerate” con i valori “1” e “2” in questa sede, risultano interferenti con i lotti di impianto e confluiscono poco a valle di essi in un'unica linea di impluvio:



La cartografia IGM in scala 1:25000 indica approssimativamente tali linee di impluvio senza assegnargli un nome proprio; la Carta Geomorfologica conferma sostanzialmente lo sviluppo planimetrico di questa porzione di reticolo. L'asta n° “1”, a valle di una ramificazione dai percorsi tortuosi, si sviluppa pressochè parallelamente alla direzione seguita dall'alveo del Canale di Motta Montecorvino (distante poco più di cento metri a Nord); l'asta n° “2” si sviluppa su una “collinetta” ad una quota di piano campagna molto superiore (una decina di metri) rispetto a quella relativa alla “1” e vi confluisce intersecandola perpendicolarmente; l'alveo di reticolo presenta un tracciato planimetrico, a valle della confluenza, ancora caratterizzato dalla direzione prevalente di deflusso

superficiale da Ovest verso Est, fino a confluire nel Canale di ordine superiore diverse centinaia di metri più a valle.

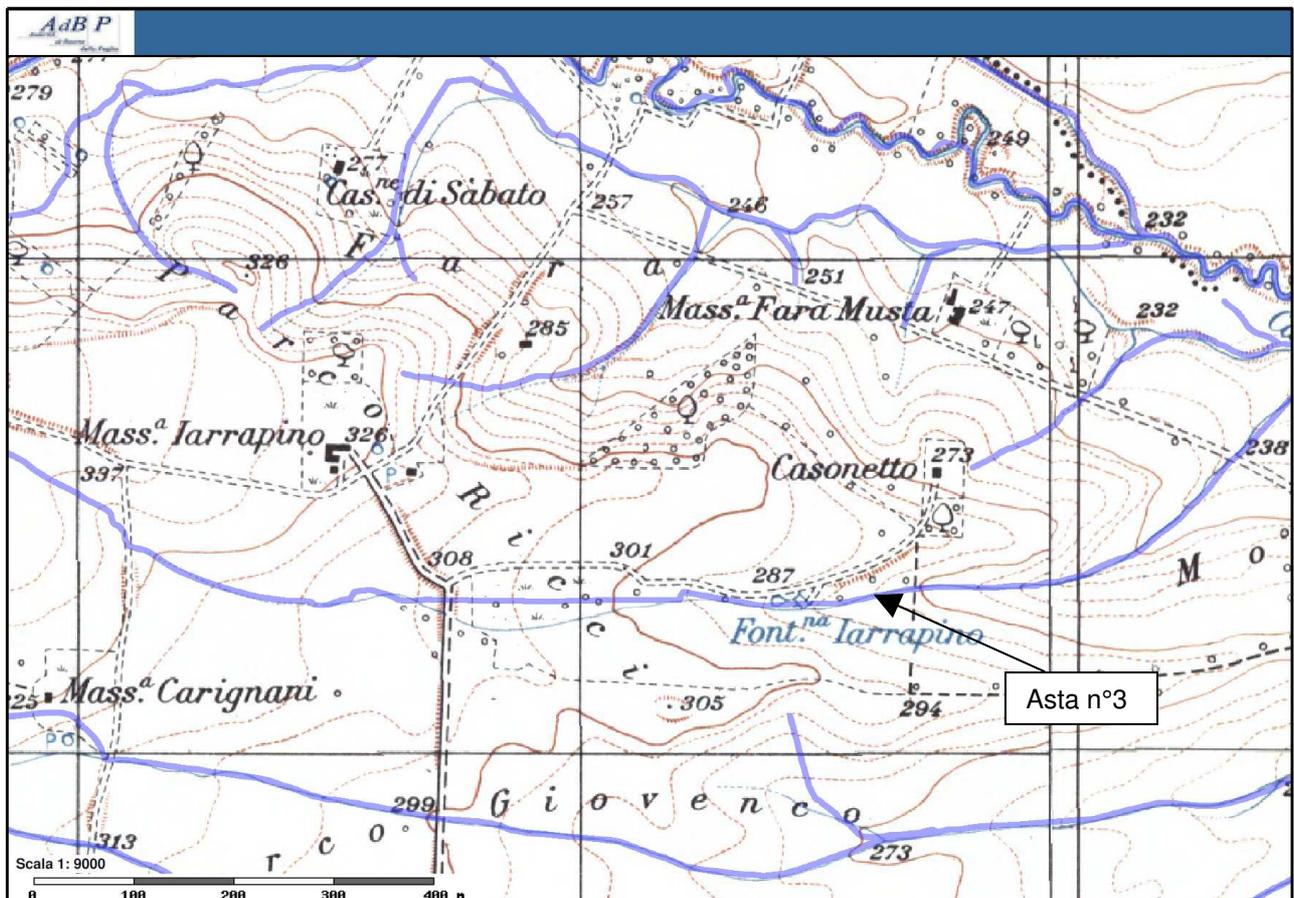
La carta IGM 1:25000 permette, grazie alla analisi grafica delle isoipse, di apprezzare la morfologia di piano campagna che, localmente presenta un andamento piuttosto articolato con versanti acclivi (anche "fortemente") ad evidenziare la azione erosiva prodotta nel tempo dall'impluvio principale (l'attuale Canale di Motta Montecorvino) di questa porzione di reticolo idrografico:



Come detto in precedenza e come si vedrà nel seguito, le porzioni di lotto agricolo da dedicare alle nuove opere di Progetto hanno distanza minima dal Canale di Motta Montecorvino pari a 160 metri lineari e la Carta IGM individua anche quei segni grafici ("barbette") caratteristici dei confini areali della golena dell'impluvio; pertanto da disposizioni di norma non si individuano potenziali interferenze con le fasce di pertinenza fluviale associabili a tale ramo di reticolo. Nella indagine idraulica si è provveduto a valutare gli effetti delle sole onde di piena critica che investono le aste idrografiche indicate in questa sede con i numeri "1" e "2", al fine di dimostrare come il layout di Progetto escluda dalle sedi di impianto quelle porzioni di lotto interessate dai deflussi associabili alle propagazioni di onda critica nei tronchi interferenti con i lotti di impianto. **Nessuna installazione di Progetto è stata prevista nelle aree poste in sinistra idraulica rispetto al tracciato dell'asta idrografica indicata con il n° "1".**

3.2 ASTA N° "3"

L'asta idrografica n° "3" si sviluppa da Ovest verso Est su un tragitto piuttosto rettilineo; il percorso planimetrico dell'alveo di magra è approssimato con una certa fedeltà da un fosso con fondo e sponde in terra, di origine antropica, utile al drenaggio delle piene ordinarie. A valle della zona di interferenza con i lotti di Progetto, il tracciato principale della linea di impluvio devia verso Nord/Est ovvero verso il proprio recapito finale nel Canale di Motta Montecorvino:



Tale ramo di reticolo risulta individuato sia nella cartografia IGM sia nell'aggiornamento cartografico rappresentato dalla Carta Geomorfologica che lo riproduce praticamente tal quale; anche in questo caso la IGM non riporta una denominazione specifica per l'impluvio naturale, salvo indicare la presenza di una fontana storica lungo il suo tracciato.

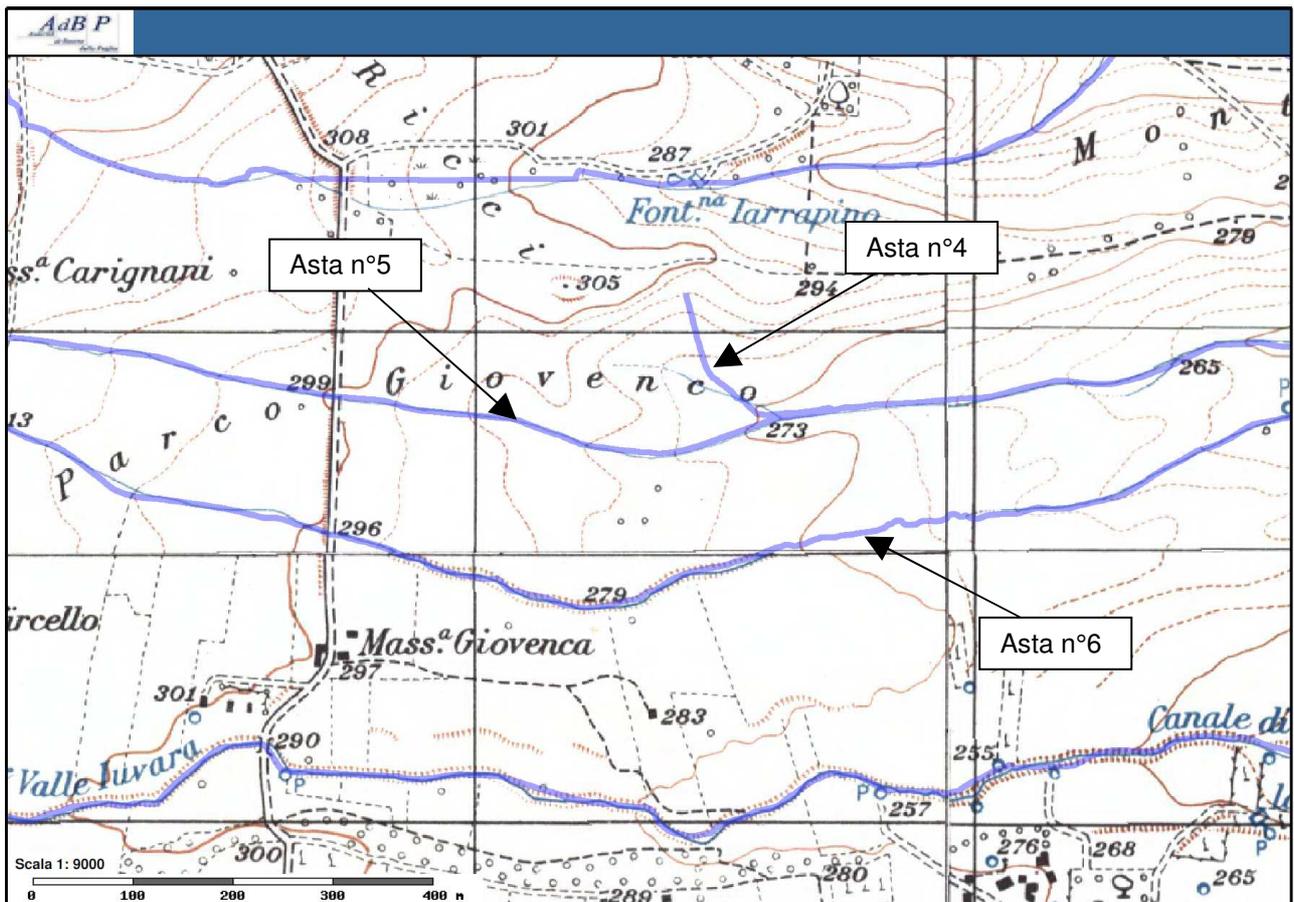
Il versante solcato dall'asta "3" appare meno articolato dal punto di vista altimetrico, mostrando una pendenza piuttosto regolare e la assenza di particolari asperità, anche solo locali, del piano campagna.

3.3 ASTE N° "4", "5", "6"

L'asta indicata con il numero "4" consiste in un breve ramo confluyente nella "5"; il suo tracciato ha una lunghezza di circa 300 m e la indicazione planimetrica della IGM diverge abbastanza da quella della Carta Geomorfologica.

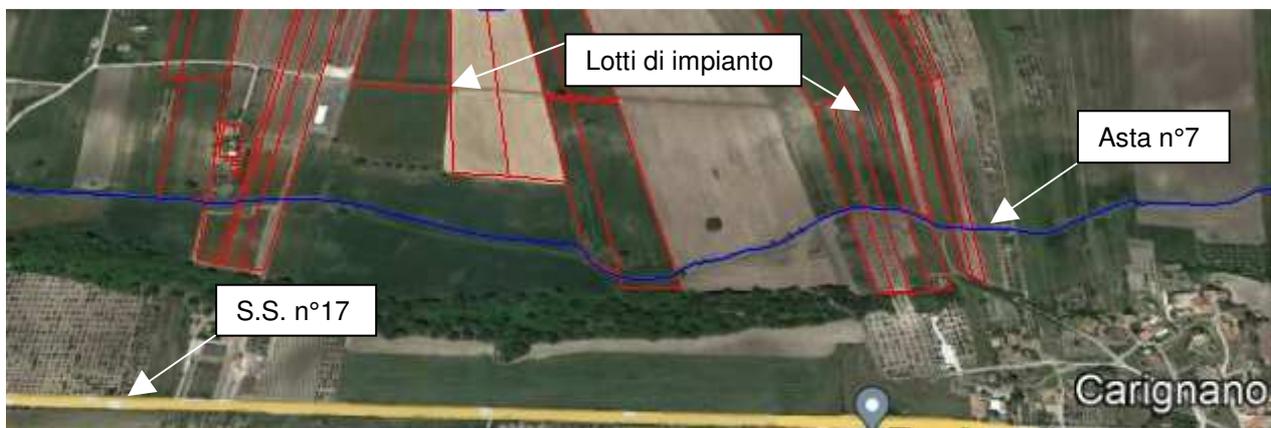


Le aste idrografiche n° "5" e n° "6" sono individuate nella Carta IGM scala 1:25000 quali linee di impluvio naturale confluenti, alcune centinaia di metri a valle del sito di impianto, in un unico ramo di reticolo che assume la denominazione di "Fosso Acqua Salsa"; il tronco di asta n° 6 interferente con i lotti di Progetto è anche "marcato" dalla presenza di "barbette" sulle due sponde laterali ma, ciononostante, non si rileva una chiara ed evidente "linea di cresta" tra i tracciati dei due rami di reticolo, come confermato dalle isoipse della carta che, per un lungo tronco di alveo, risultano quasi rettificatae.

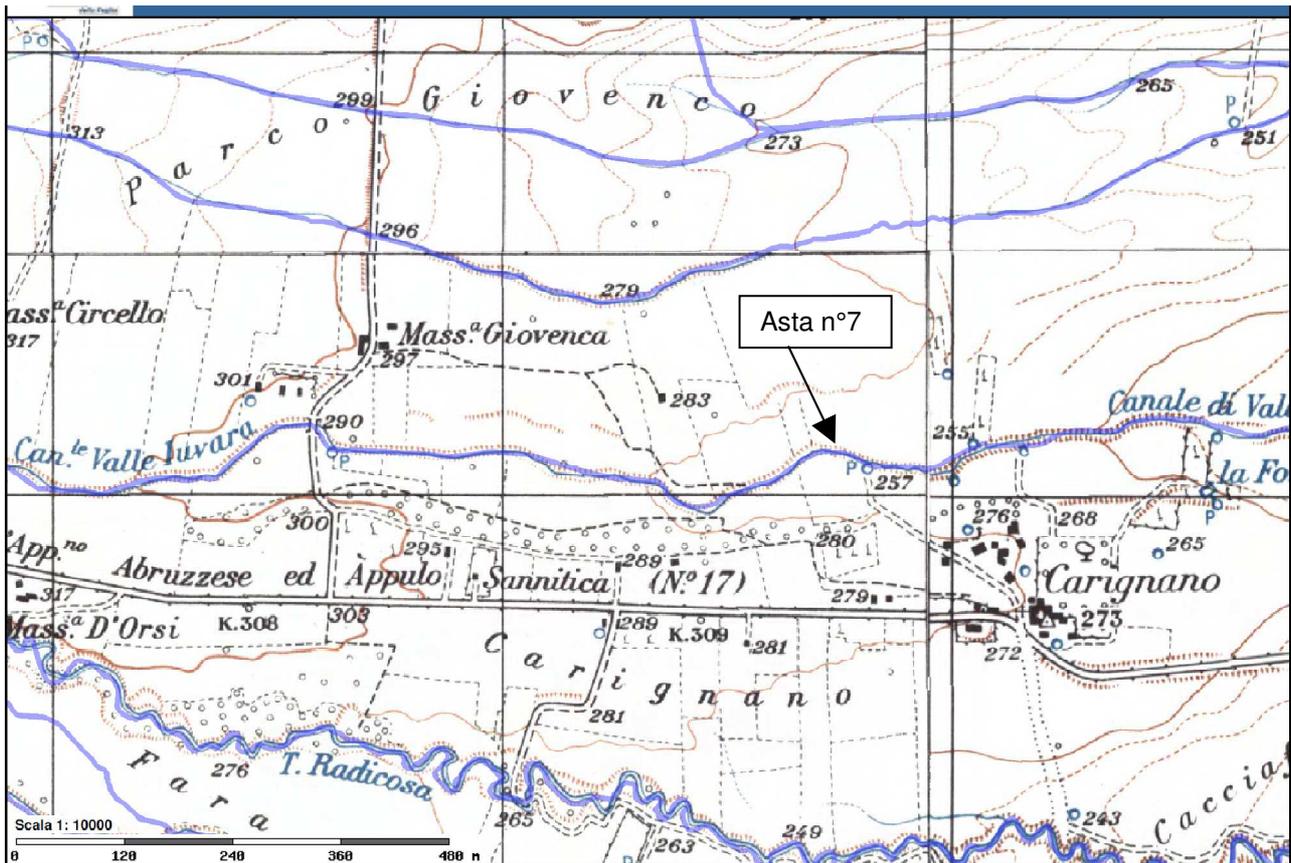


3.4 ASTA N° "7"

L'asta idrografica n° "7" scorre anch'essa lungo un tragitto pseudo-rettilineo da Ovest verso Est e lambisce il confine meridionale del sito di installazione agrivoltaica (intersecando alcuni lotti di Progetto); il tragitto dell'alveo di magra è marcato da un fosso in terra e si frappona tra le aree di impianto ed il percorso della Strada Statale n° 17. Nessuna installazione di Progetto è stata prevista nelle aree poste in destra idraulica rispetto al tracciato dell'asta idrografica n° "7".



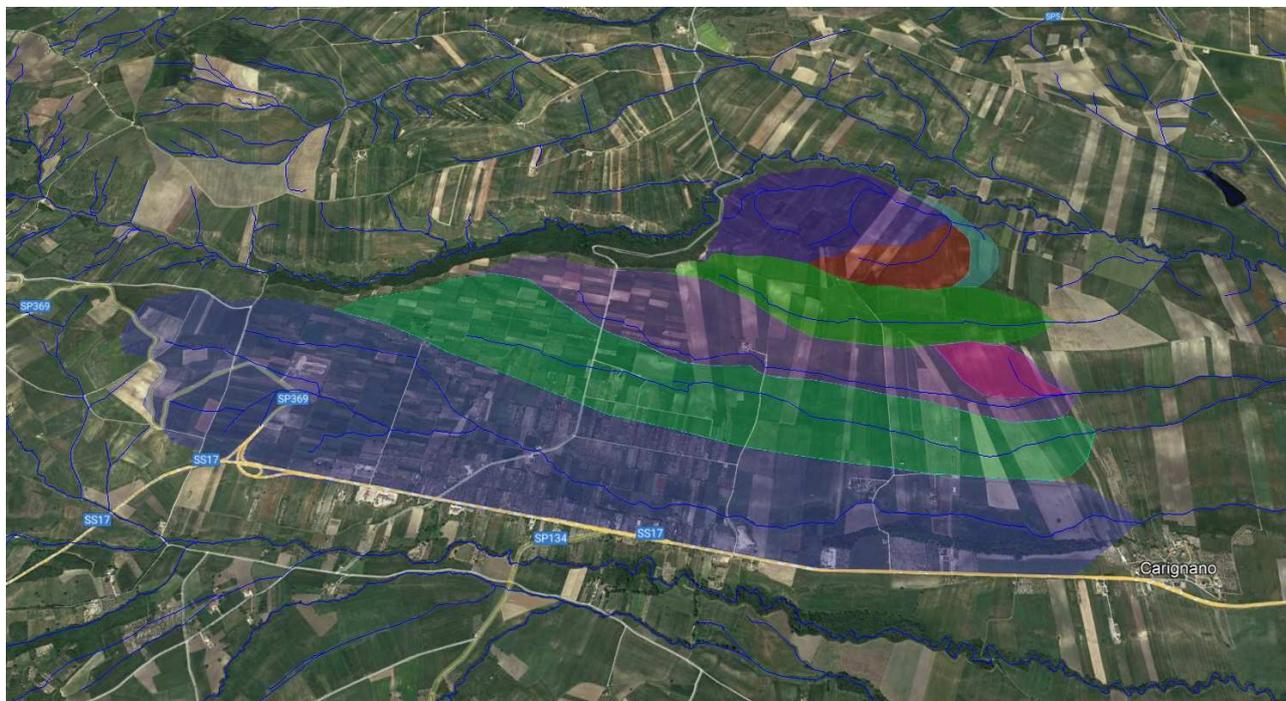
La Carta IGM individua tale ramo di reticolo con il nome di “Canale Valle Iuvara”; si tratta dell’impluvio dallo sviluppo e, di conseguenza, dal bacino scolante drenato più ampio tra i sette indagati in questa sede. A Sud del tracciato viario della S.S. n°17 si individua il percorso del Torrente Radicosa, così come denominato nella Carta IGM 1:25000 la quale però, nelle sezioni più a valle, gli assegna il nome di “Fara di Volturino”. Le installazioni di Progetto interesseranno porzioni di lotti agricoli poste a distanze minime superiori ai 600 metri dall’alveo della Fara di Volturino.



4. INDIVIDUAZIONE DELLE FASCE DI ESONDAZIONE DEI RAMI DI RETICOLO INDAGATI

Nelle Relazioni Idrologica e Idraulica si forniscono una indagine del territorio interessato dalle opere proposte in questa sede, una descrizione del regime idraulico caratteristico del sito e del reticolo idrografico che vi insiste nonché la quantificazione dei relativi valori di portata idrica di origine meteorica per piena critica (massima intensità e tempo di ritorno pari a 30, 200 e 500 anni); tali punte di portata sono da porre alla base di una procedura di simulazione idrodinamica di flusso in alveo che consenta di individuare le aree di espansione delle onde di piena lungo il tracciato dei singoli tronchi di reticolo indagati; convenzionalmente si associa la fascia di territorio interessata dai deflussi dovuti all’onda di piena “trentennale” alla condizione di Alta Pericolosità Idraulica, così come da definizione nelle N.T.A. del P.A.I.; si hanno a seguire le condizioni di Media e di Bassa

Pericolosità associabili alle fasce di esondazione duecentennale e cinquecentennale. **Le opere previste in Progetto coinvolgono porzioni di lotti agricoli non interferenti con le fasce di esondazione cinquecentennali desunte nella presente indagine.**



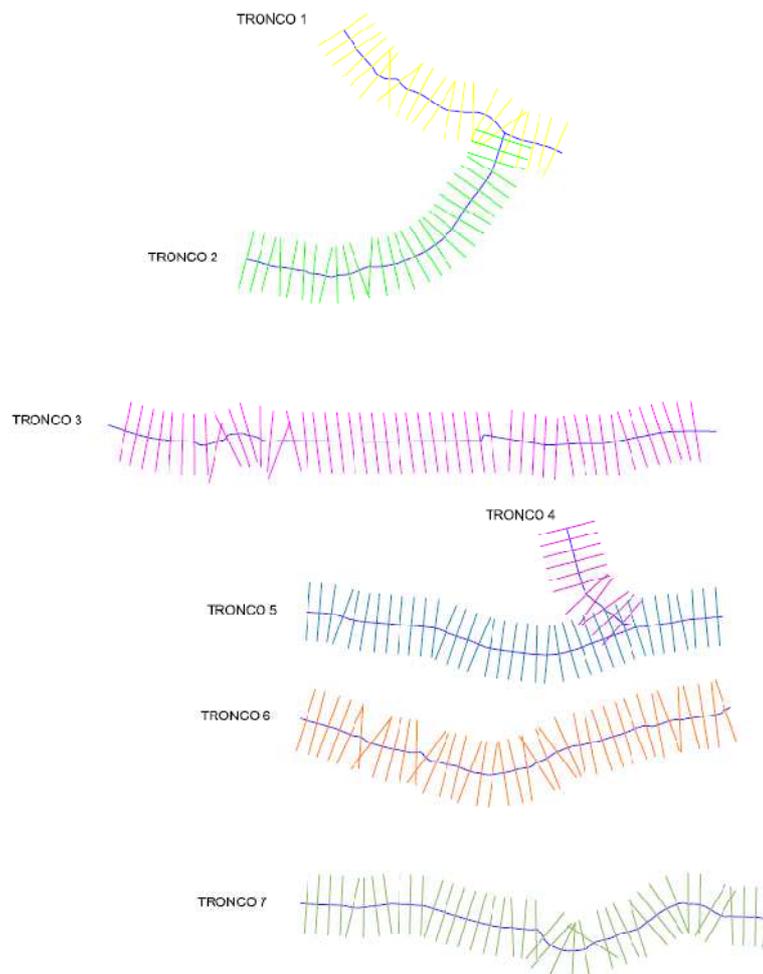
Micro-bacino scolanti afferenti i sette tronchi di reticolo indagati

Il presente caso di studio è stato trattato operando una simulazione di flusso in condizioni di moto monodimensionale che consente di individuare, sezione per sezione, la quota di pelo libero della corrente idrica relativa alla portata considerata; in definitiva la simulazione fornisce il "tirante" della corrente idrica dal quale è possibile risalire, in un modello digitale del piano campagna, alla "impronta superficiale" del deflusso idrico concentrato lungo la sede di alveo, ovvero la fascia di esondazione d'alveo di quel tronco per quel valore di punta di portata idrica.

La simulazione idrodinamica monodimensionale del flusso in alveo associato a fenomeni di piena che investono l'area in esame è stata effettuata mediante l'utilizzo del software HEC-RAS, considerando la condizione di regime permanente per le correnti idriche. La geometria di alveo in cui avviene il deflusso concentrato è stata descritta dopo aver individuato la sezione di chiusura di ogni singolo tronco di ramo di reticolo da sottoporre a simulazione ed uno sviluppo sufficiente di tronco d'asta rispetto alla interferenza con i lotti in progetto; il tragitto dell'alveo e le condizioni plano-altimetriche del piano campagna sono state descritte in Hec Ras, sezione per sezione, sulla scorta del Modello Digitale del Terreno (DTM 8x8) messo a disposizione in formato vettoriale dal Sistema Informativo Territoriale della Regione Puglia ed elaborato in "ambiente GIS". Le sezioni previste per la verifica sono distanziate l'una l'altra di circa 30 metri lineari.

Per quanto concerne il coefficiente di scabrezza di Manning utilizzato nella simulazione idrodinamica per descrivere la condizione del piano campagna nelle aree di deflusso, in ragione dello stato vegetativo in sito e considerando che il dettaglio del DTM non consente di descrivere le sezioni dei fossi in terra che, in questo caso di studio, hanno dimensioni ridotte, si è previsto l'utilizzo del valore "0.03" sia per le aree golenali sia per la sede d'alveo.

Per avviare il processo di calcolo del software è necessario fornire al programma le condizioni al contorno (Boundary Reach Condition) caratteristiche del caso di studio. Le condizioni imposte in questa sede consistono nelle informazioni riguardanti la pendenza di corrente ("Normal Depth") nel tratto di monte ovvero sia a monte che nel tratto di valle; in definitiva le caratteristiche della corrente (Flow Regime) sono state definite in accordo con la tipologia di alveo in esame e con la tipologia di profili idrici forniti dalla elaborazione; difatti le simulazioni sono state effettuate considerando un regime di corrente "supercritica" (corrente veloce) ovvero in regime "misto" laddove le condizioni di moto (velocità calcolata dal software per la corrente e numero di Froude) e la morfologia d'alveo suggerivano l'una oppure l'altra soluzione; in ogni caso i risultati ritenuti validi sono sempre stati quelli relativi ad altezze di tirante maggiore, a vantaggio di sicurezza.



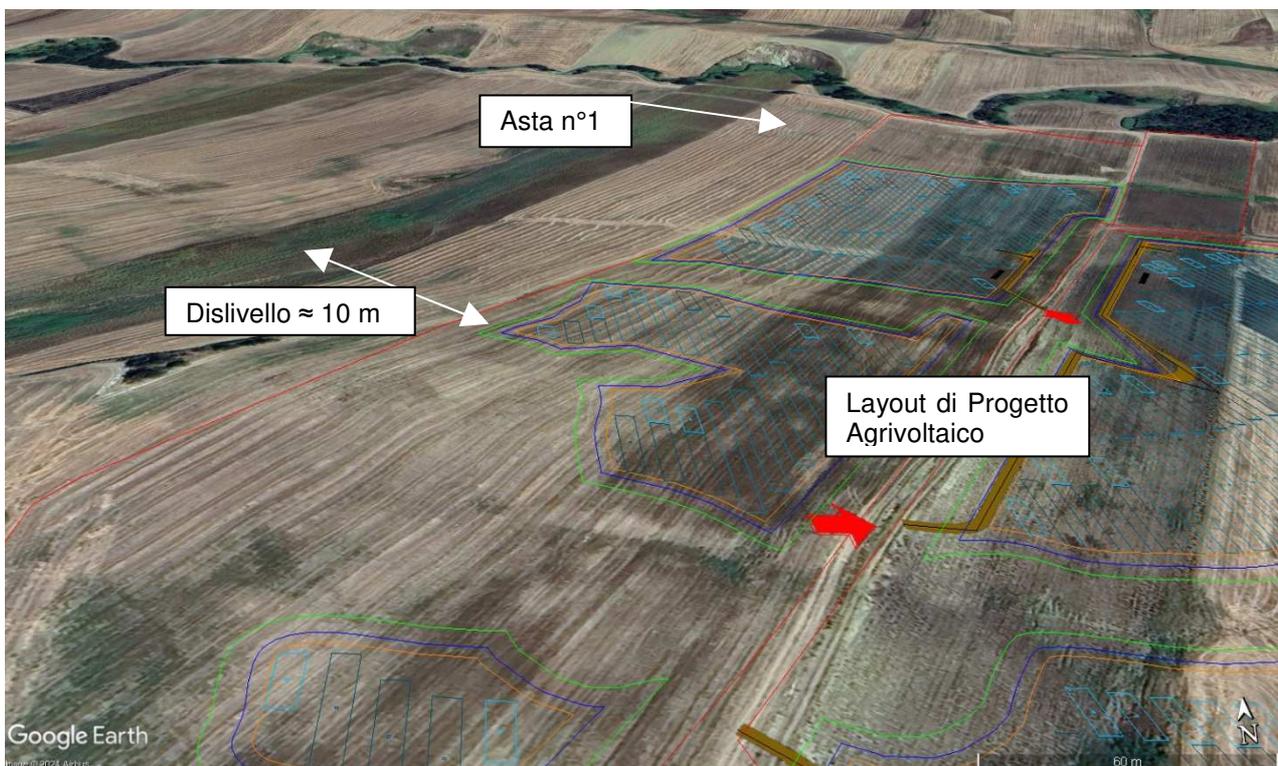
Layout planimetrico dei tronchi di reticolo indagati e delle sezioni di verifica di flusso in alveo

Il presente caso di studio contempla bacini scolanti dell'ordine di un chilometro quadrato, solo l'asta n° “7” risulta drenare, alla sezione di chiusura imposta in questa sede di indagine, una superficie scolante di poco inferiore a 4 Km². Le pendenze longitudinali dei versanti risultano piuttosto marcate e le sedi di alveo appaiono abbastanza evidenti; pertanto risultano correnti piuttosto veloci e conseguenti valori di tirante di pelo libero relativi all'onda di piena duecentennale poco differenti dai tiranti relativi all'onda cinquecentennale; la risultanza grafica delle fasce di esondazione si traduce in una fascia per onda di piena duecentennale praticamente identica (se non visualizzata “a grandissima scala”) alla impronta della fascia cinquecentennale.

Di seguito si descrivono i risultati delle simulazioni svolte caso per caso:

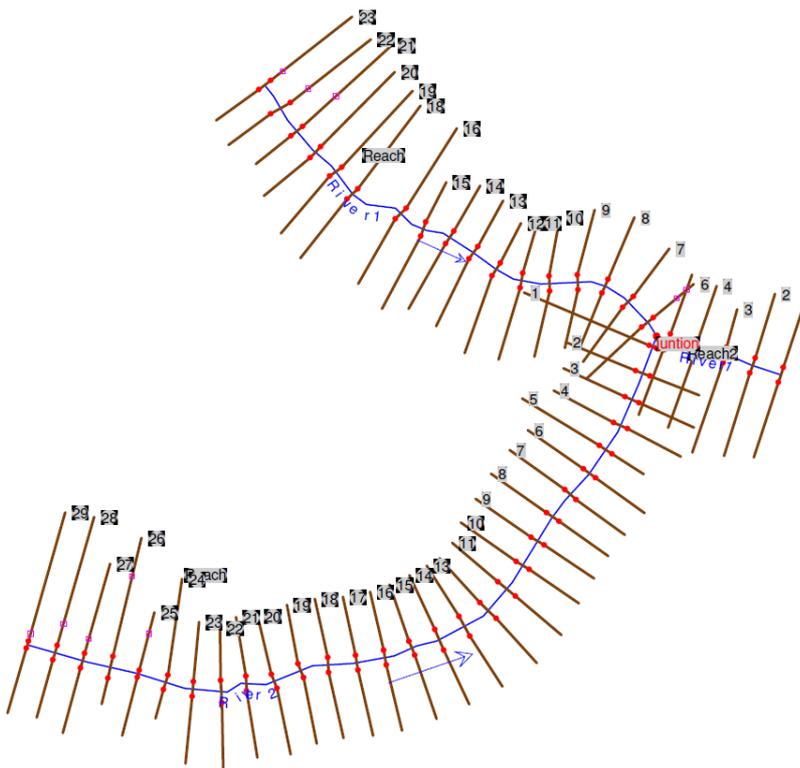
4.1 ASTE N° “1”, “2”

L'impianto naturale individuato come “Asta n° 1” ha origine da un reticolo ramificato e dallo sviluppo articolato, curvilineo, in accordo con la altimetria di piano campagna; si rileva che un tronco di tale ramificazione assume un tracciato posto a distanza planimetrica ridotta (alcune decine di metri) rispetto alle opere di recinzione perimetrale previste in Progetto; ciononostante si rileva anche che le sedi di impianto sorgono su un piano campagna caratterizzato da quote altimetriche notevolmente superiori (dell'ordine di alcuni metri) rispetto alla sede di scorrimento dell'alveo di tale tronco d'asta idrografica.



Per quanto visto si è considerato che, in questo tronco di alveo indagato, esistono quelle evidenze morfologiche richiamate dal comma “8” dell'art. 6 delle N.T.A. del P.A.I.: *Quando il reticolo*

idrografico e l'alveo in modellamento attivo e le aree golenali non sono arealmente individuate nella cartografia in allegato e le condizioni morfologiche non ne consentano la loro individuazione.....; nel presente caso le condizioni morfologiche scongiurano la possibilità che le aree golenali ovvero anche le fasce di pertinenza fluviale di tale tronco di asta idrografica, considerati anche gli esigui valori di punta di portata critica calcolati, possano estendersi sul territorio fino a raggiungere le sedi di Progetto, pertanto ci si è limitati ad indagare il tronco di impluvio più a valle, laddove non è più possibile considerare valide tali evidenze.

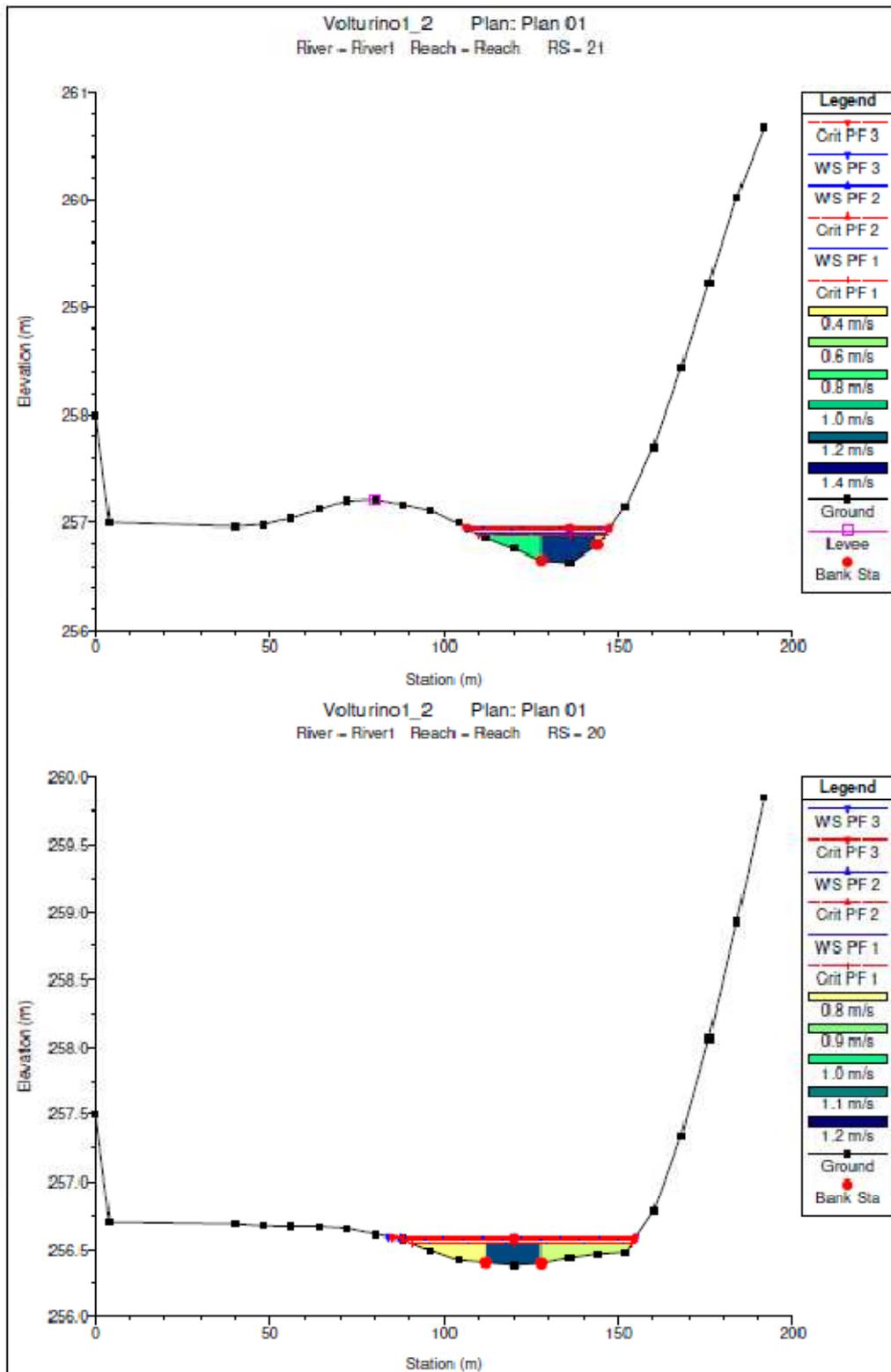


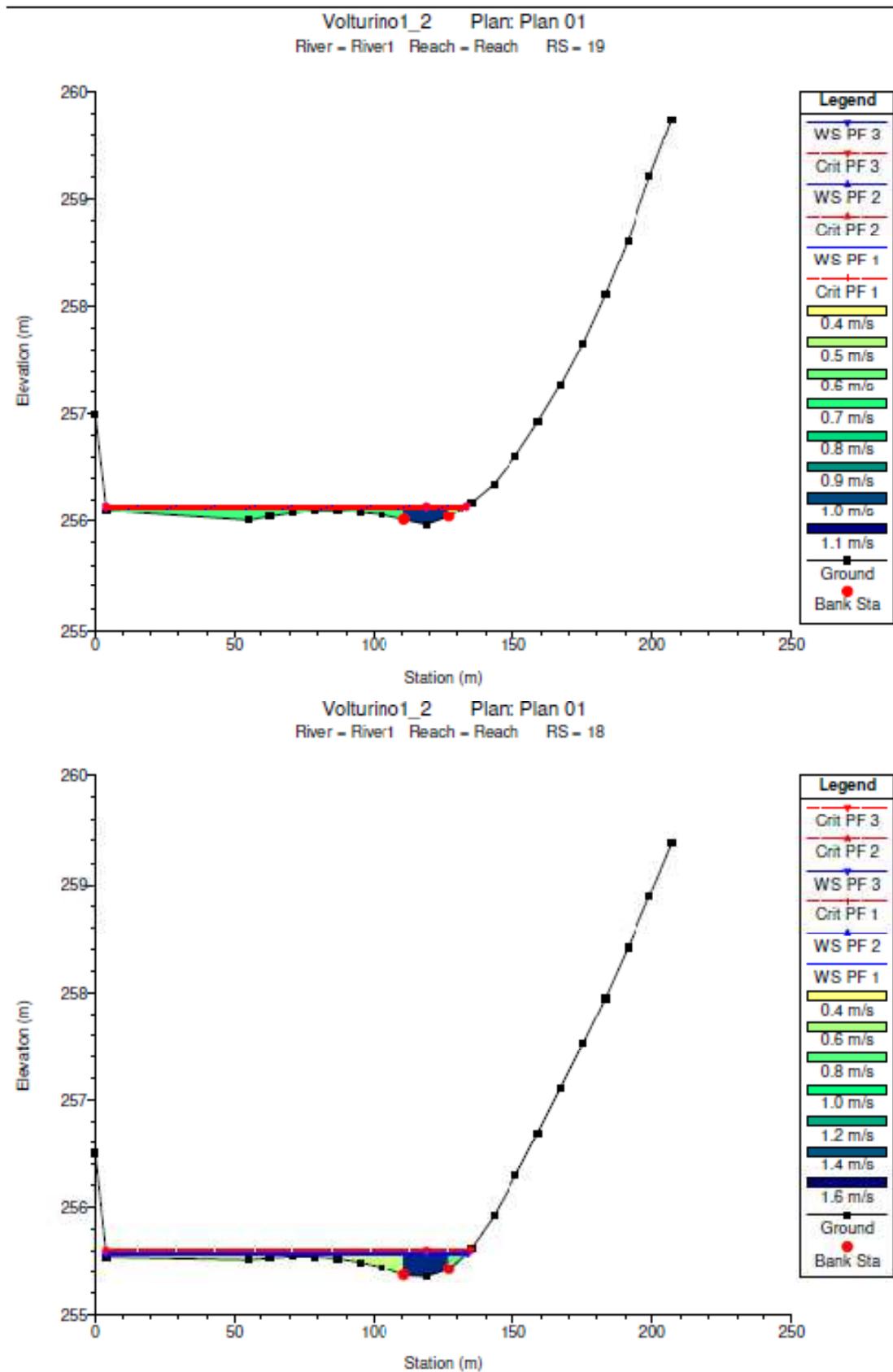
L'alveo del tronco di asta n° "1", descritto tramite il DTM 8x8 del SIT Puglia, appare "confinato" in destra idraulica dal piede di una sorta di terrapieno, una condizione locale del piano campagna che vede aumentare velocemente la propria quota allontanandosi dal tracciato d'alveo. Il tracciato dell'asta "2" si sviluppa partendo dalla cima di tale "collinetta" per circa 700 m, fino alla confluenza nella n° "1", lungo un versante piuttosto scosceso ed in un alveo ben definite. Date le differenze morfologiche dei due alvei di deflusso, conseguono correnti fluide caratterizzate da un numero

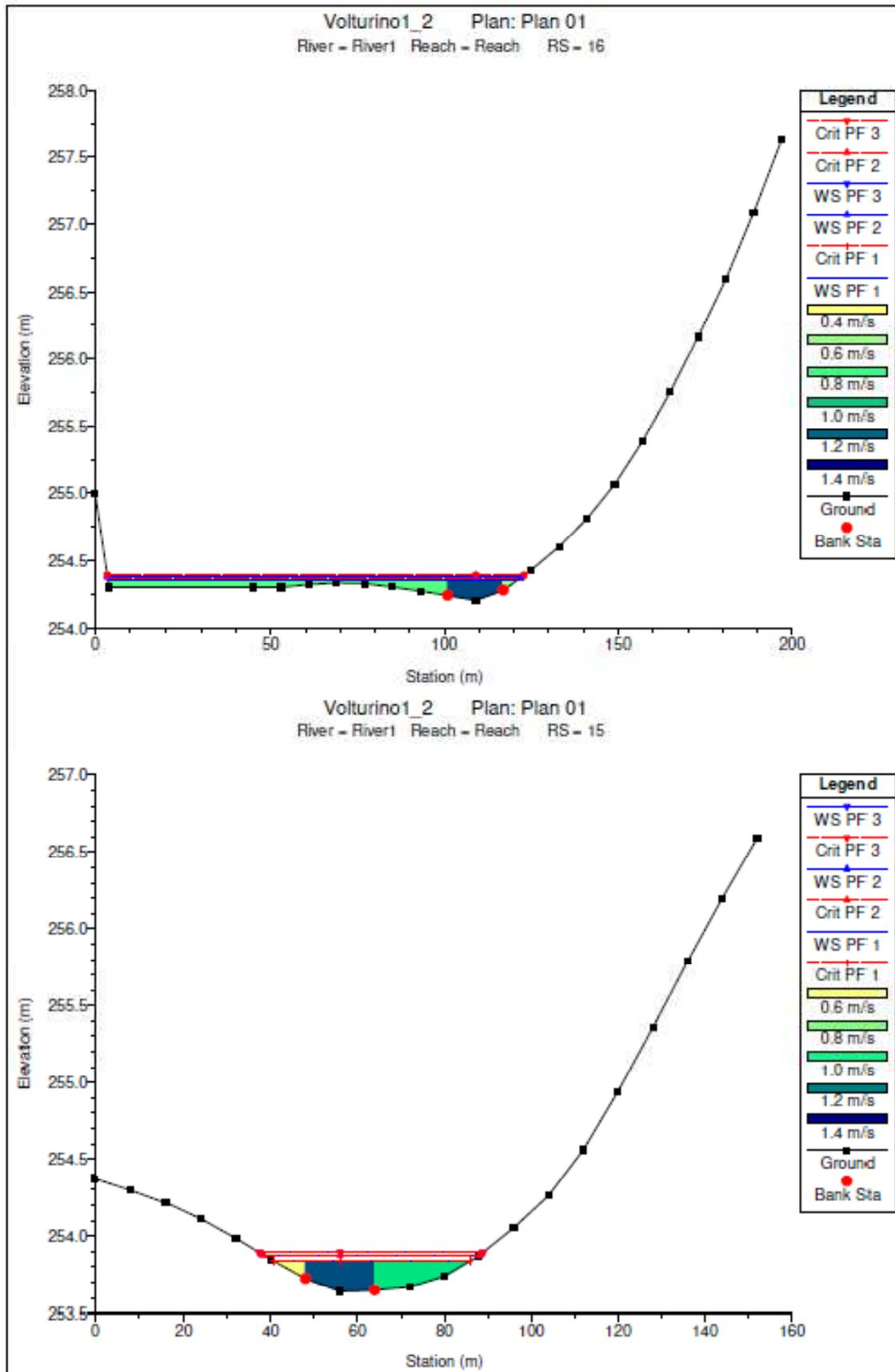
di Froude che "fluttua" intorno al valore unitario nelle sezioni di verifica dell'asta "1" mentre resta costantemente maggiore dell'unità nelle sezioni dell'asta "2", ed ovviamente le relative differenze di velocità media della corrente nelle rispettive sezioni.

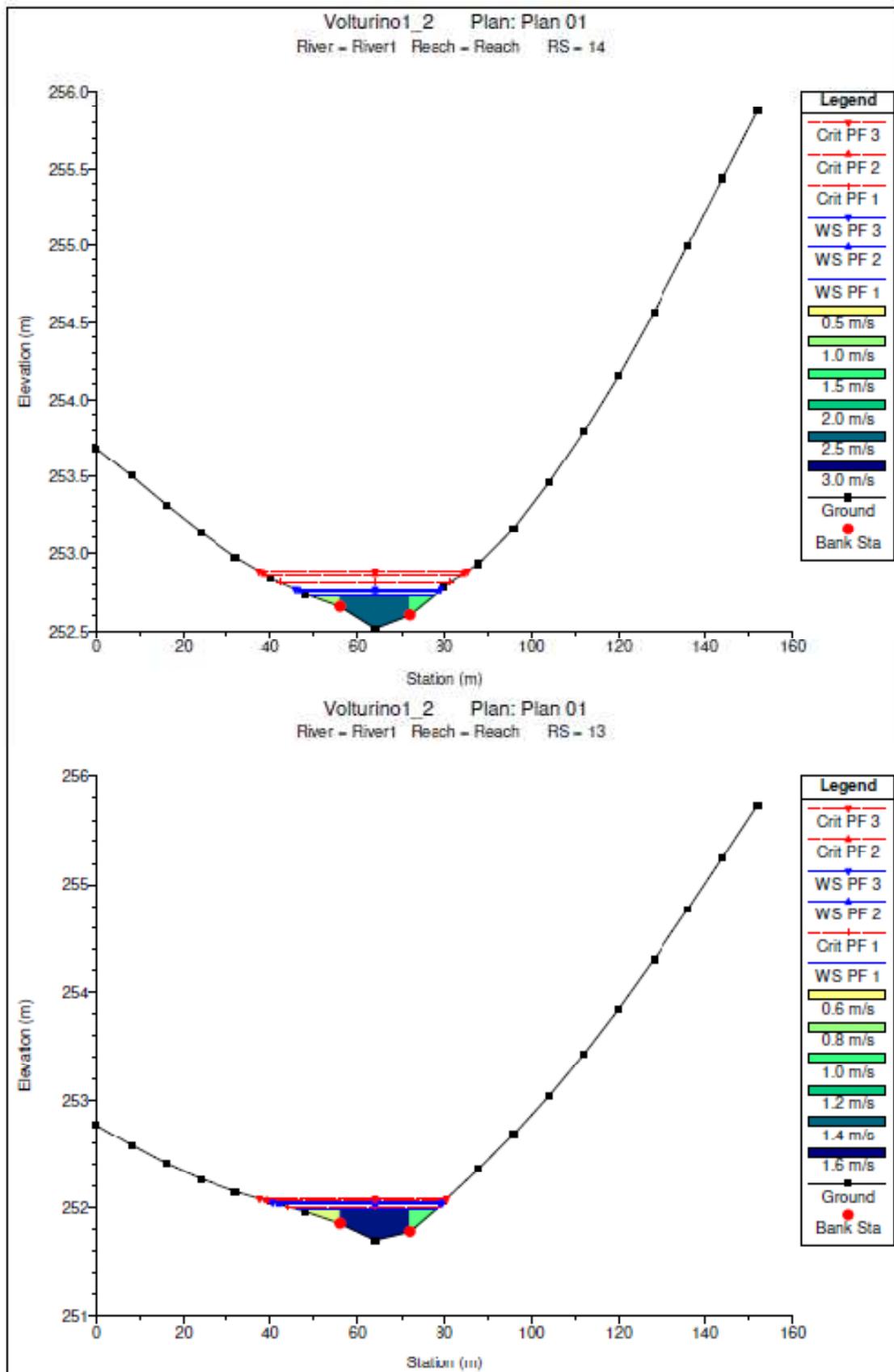
Le quote del tirante di pelo libero individuate nelle sezioni di verifica dell'asta "1" in conseguenza del passaggio delle onde di piena pluricentennale (differenze medie di circa un centimetro tra l'onda duecentennale e quella cinquecentennale) non superano mai il valore di venti centimetri nelle sezioni di verifica a monte della confluenza con la "2" e la zona golenale in destra idraulica appare in genere maggiormente confinata dal versante rispetto a quella in sinistra idraulica. Il tirante nelle sezioni di verifica dell'asta "2" risulta ancora più ridotto, come era prevedibile dati i valori di punta di portata più bassi e la pendenza longitudinal del versante più marcata rispetto all'alveo dell'asta "1". A valle della confluenza il tirante aumenta fino a circa 40 cm per ridursi

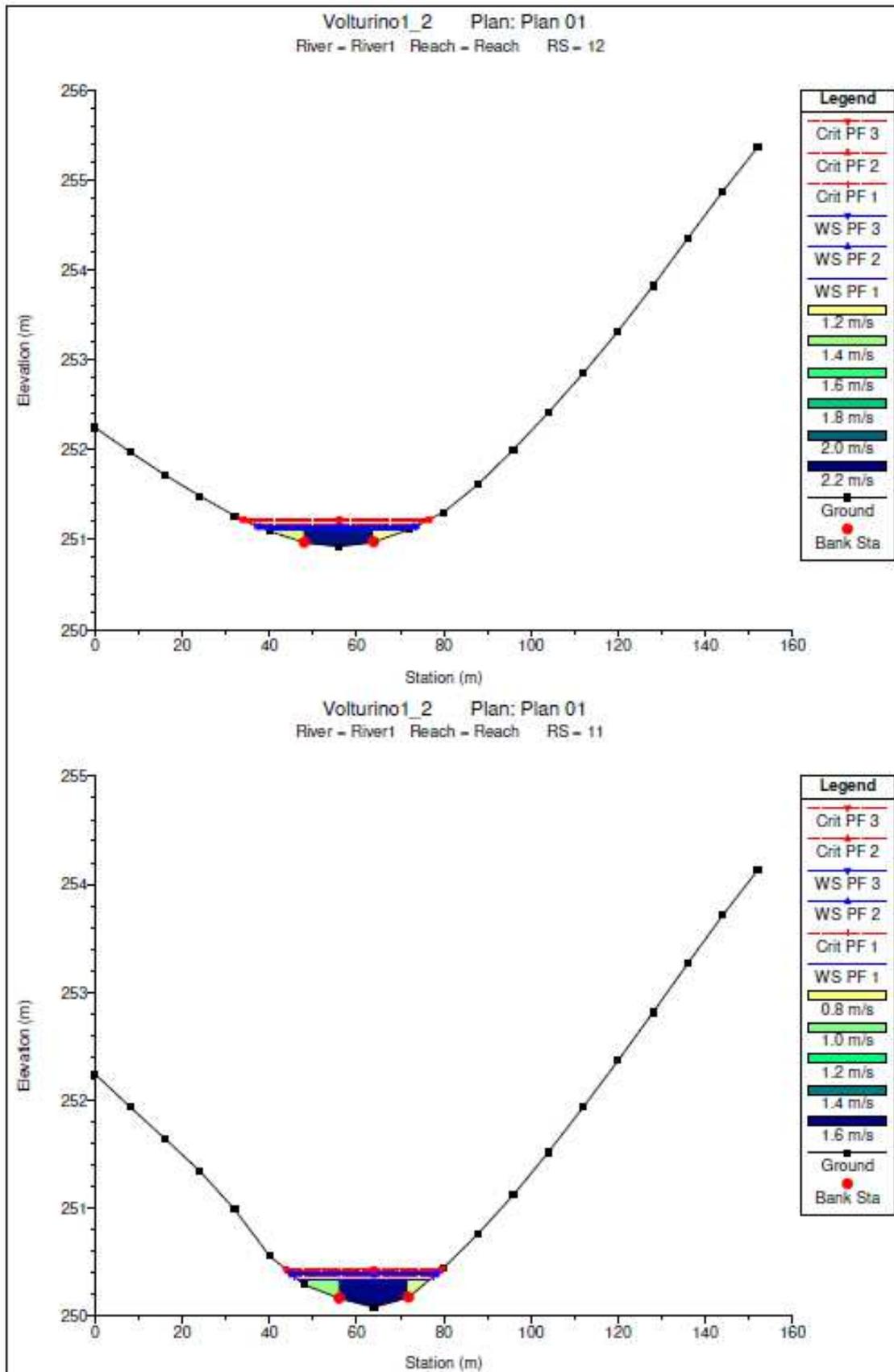
progressivamente nelle sezioni più a valle. Di seguito si riportano le immagini delle sezioni di verifica idrodinamica ed una vista "3D" del sistema:

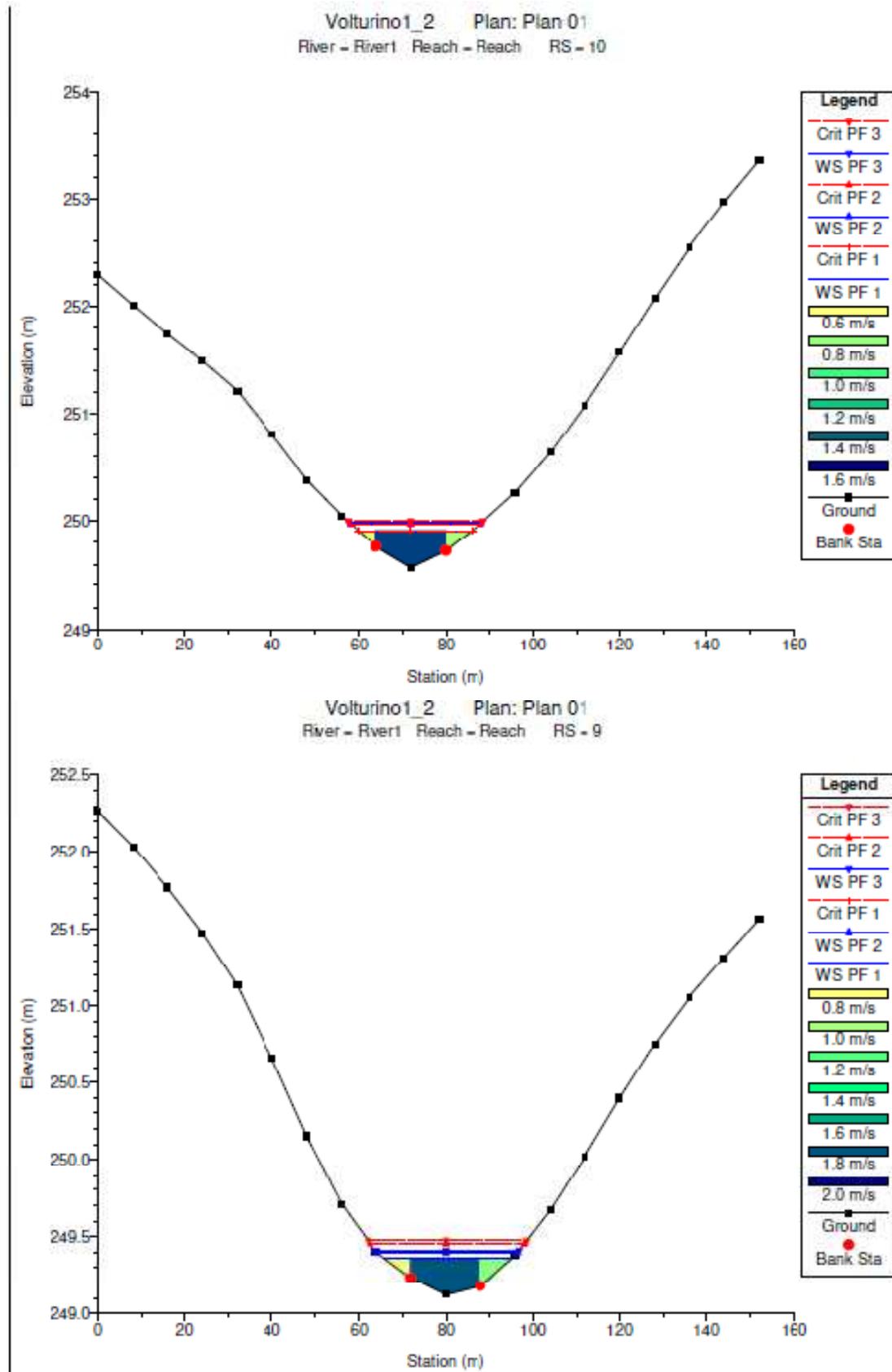


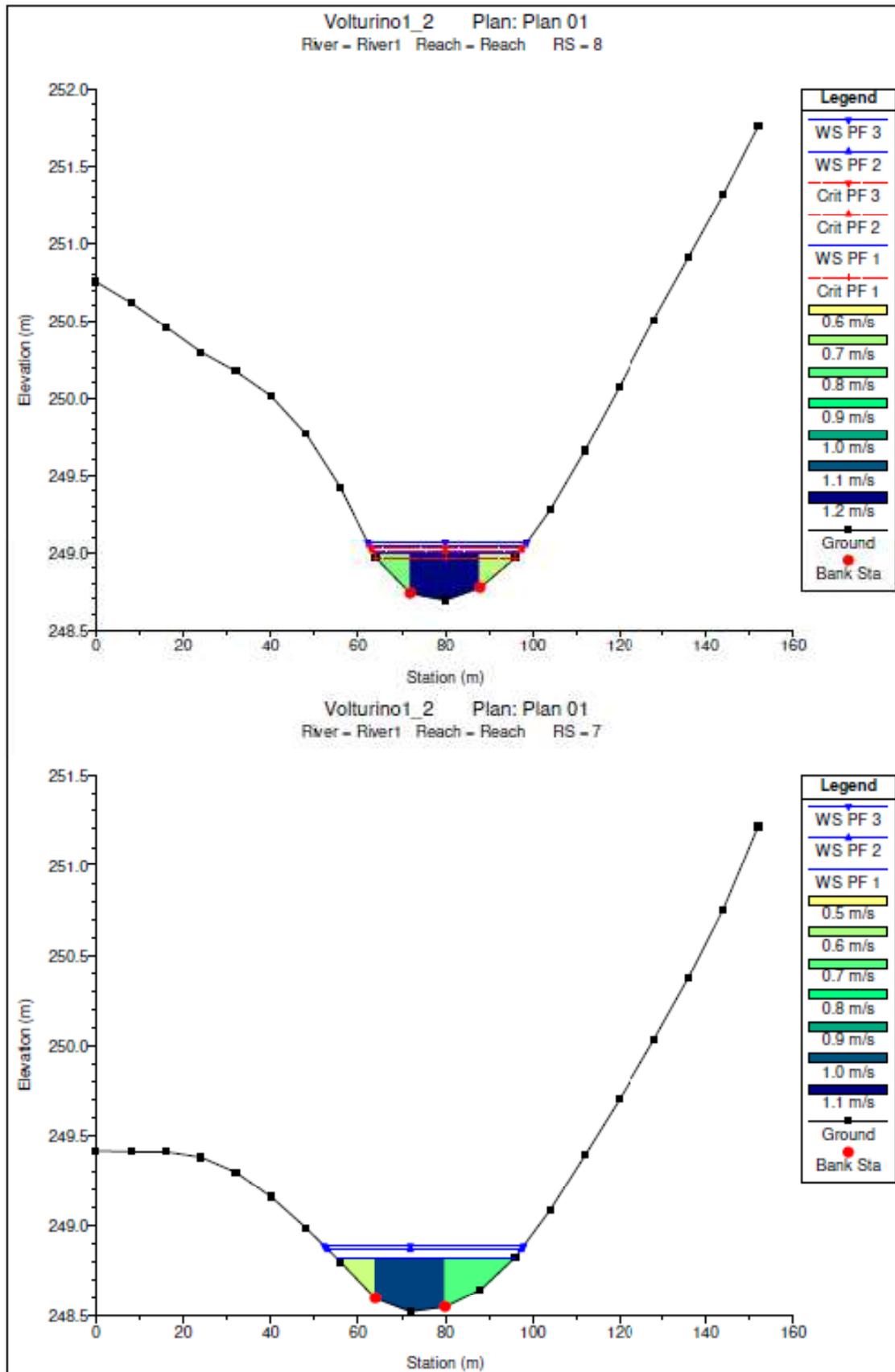


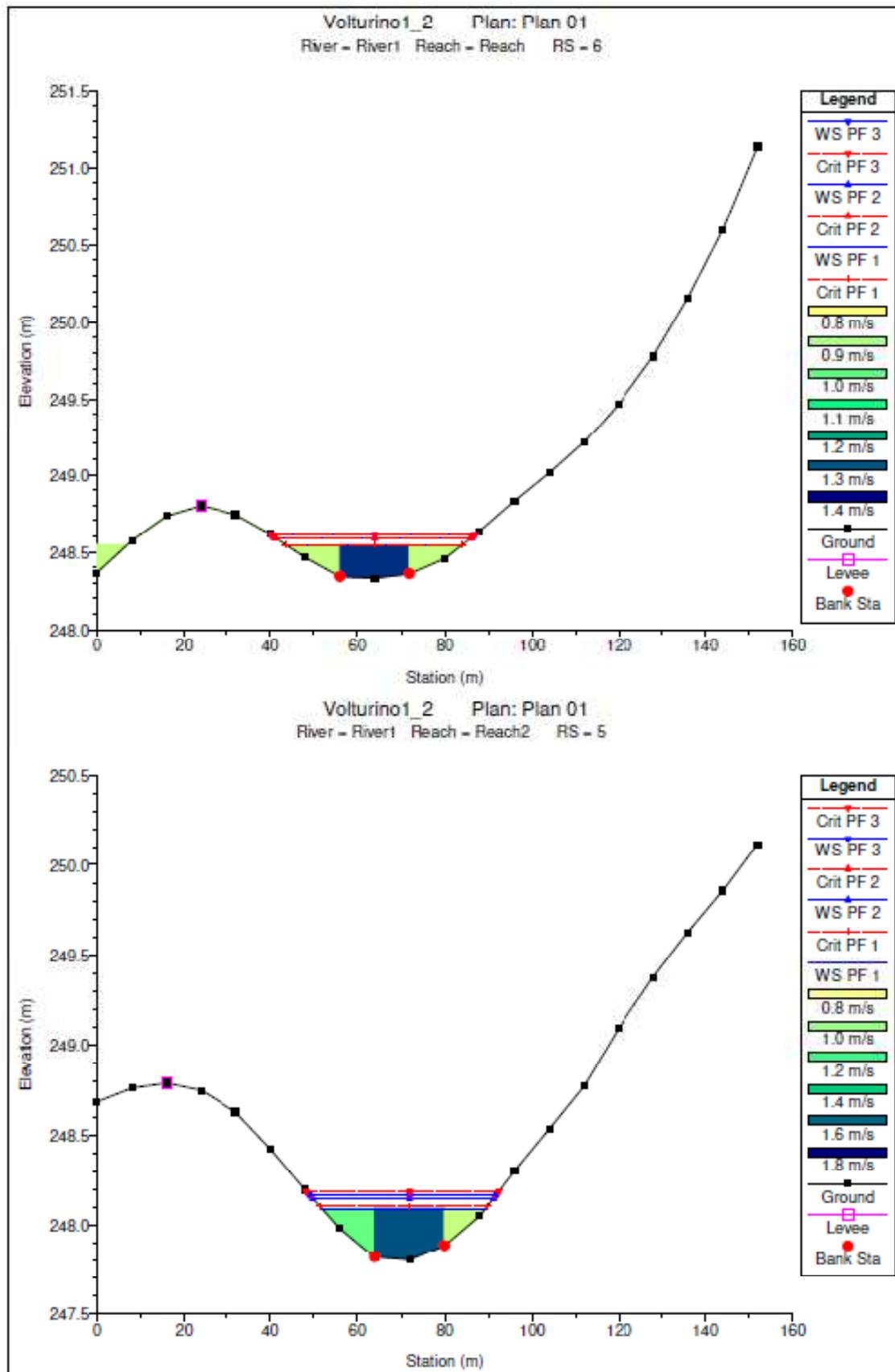


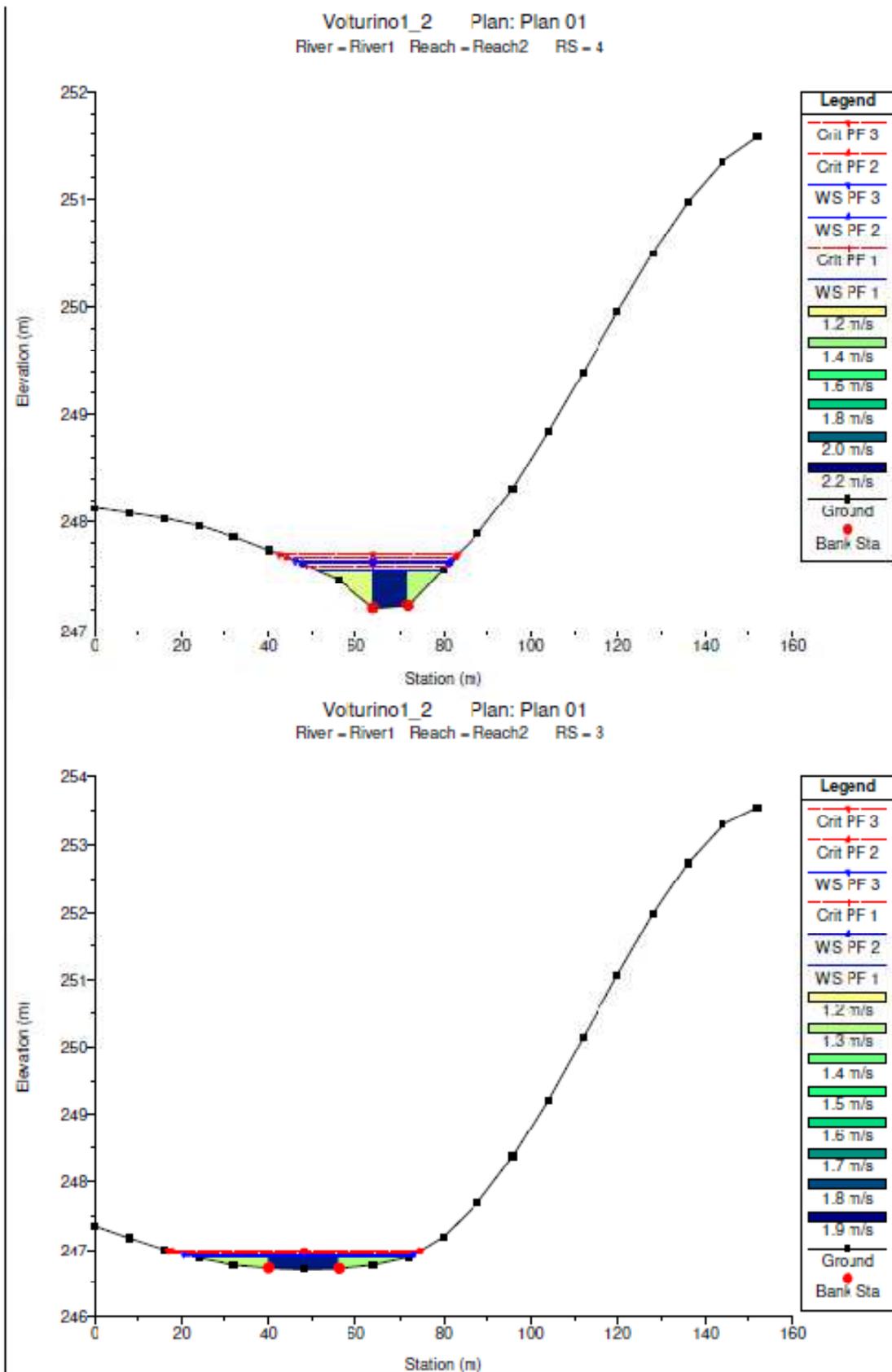


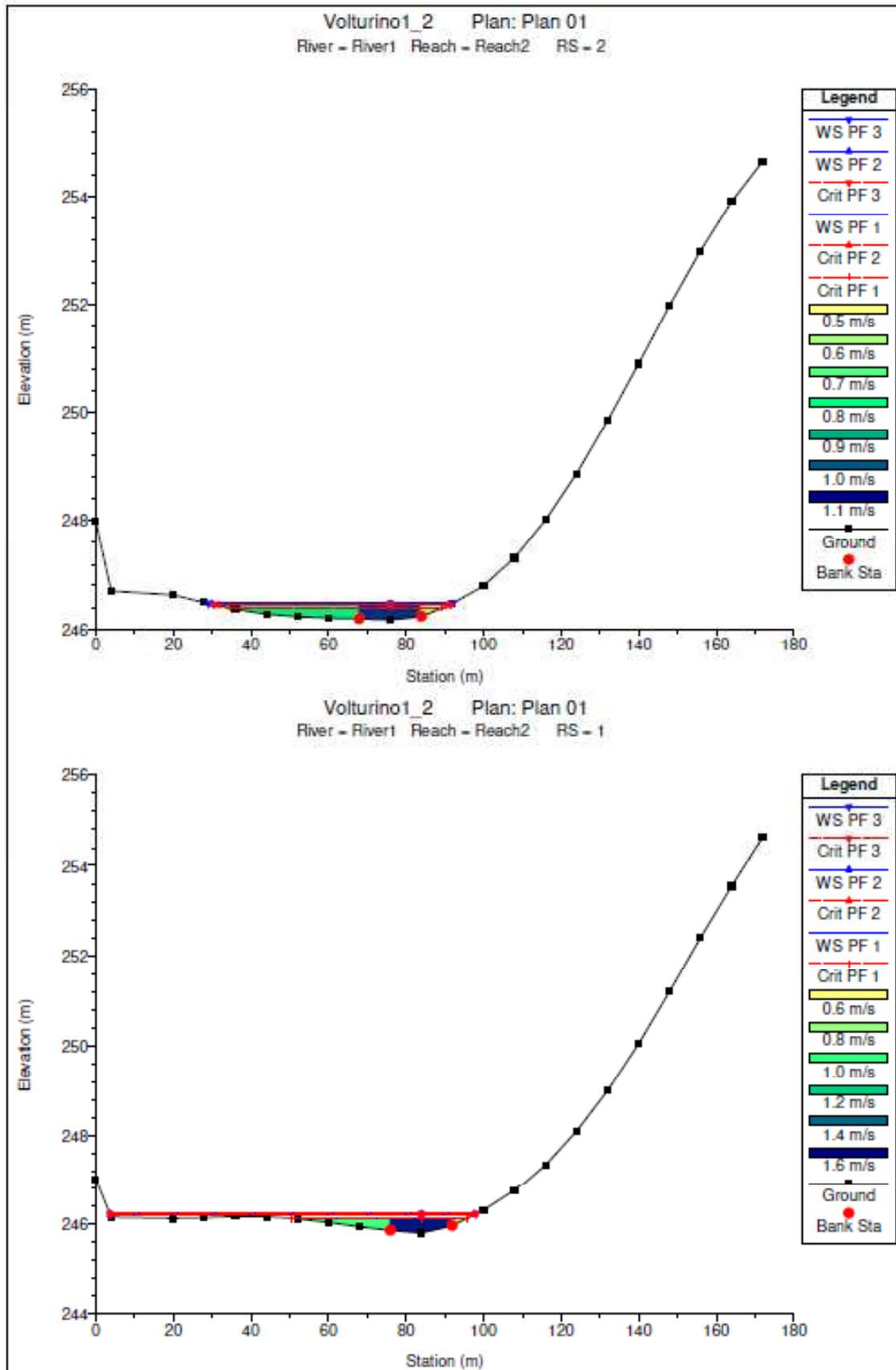


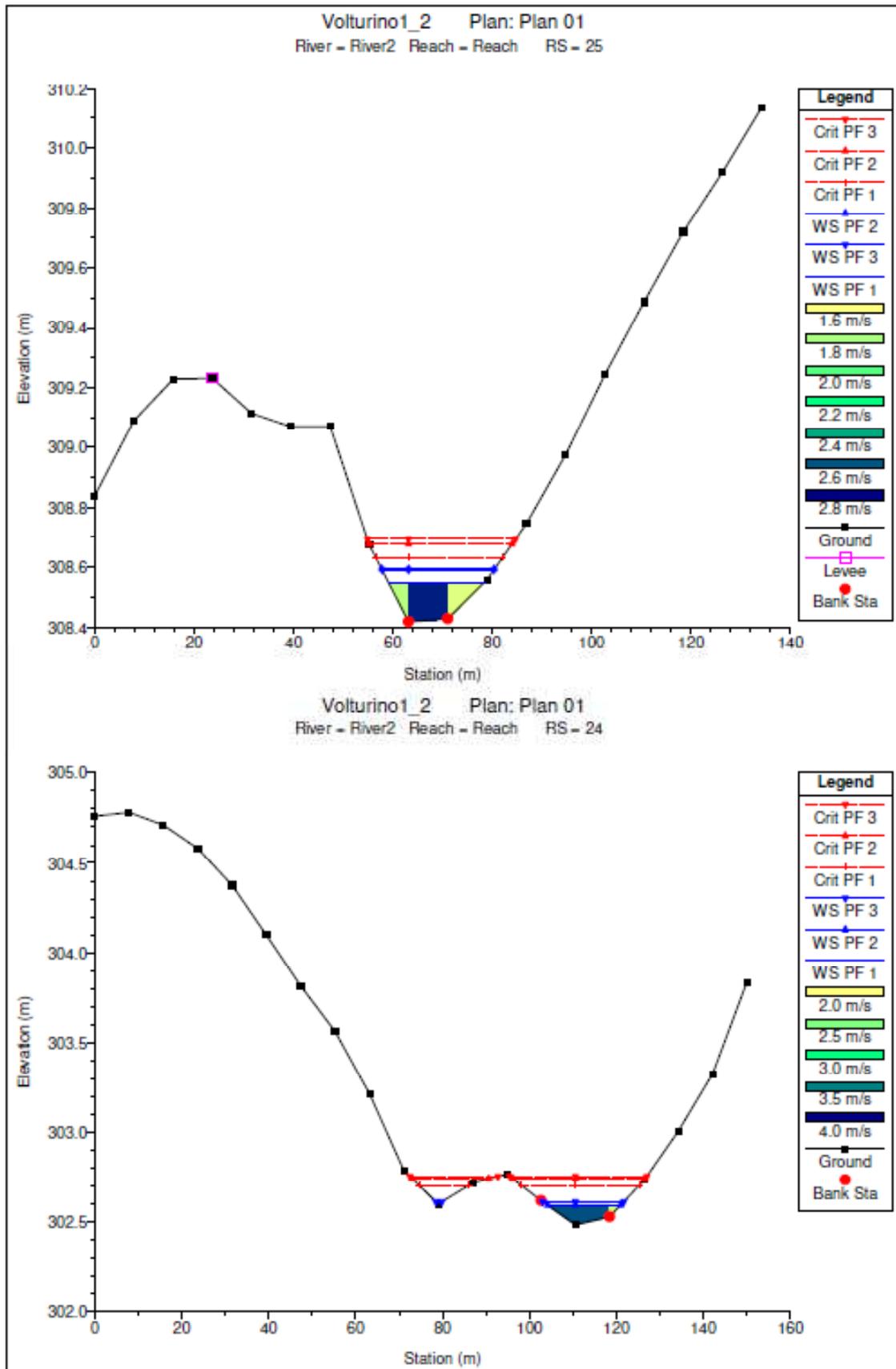


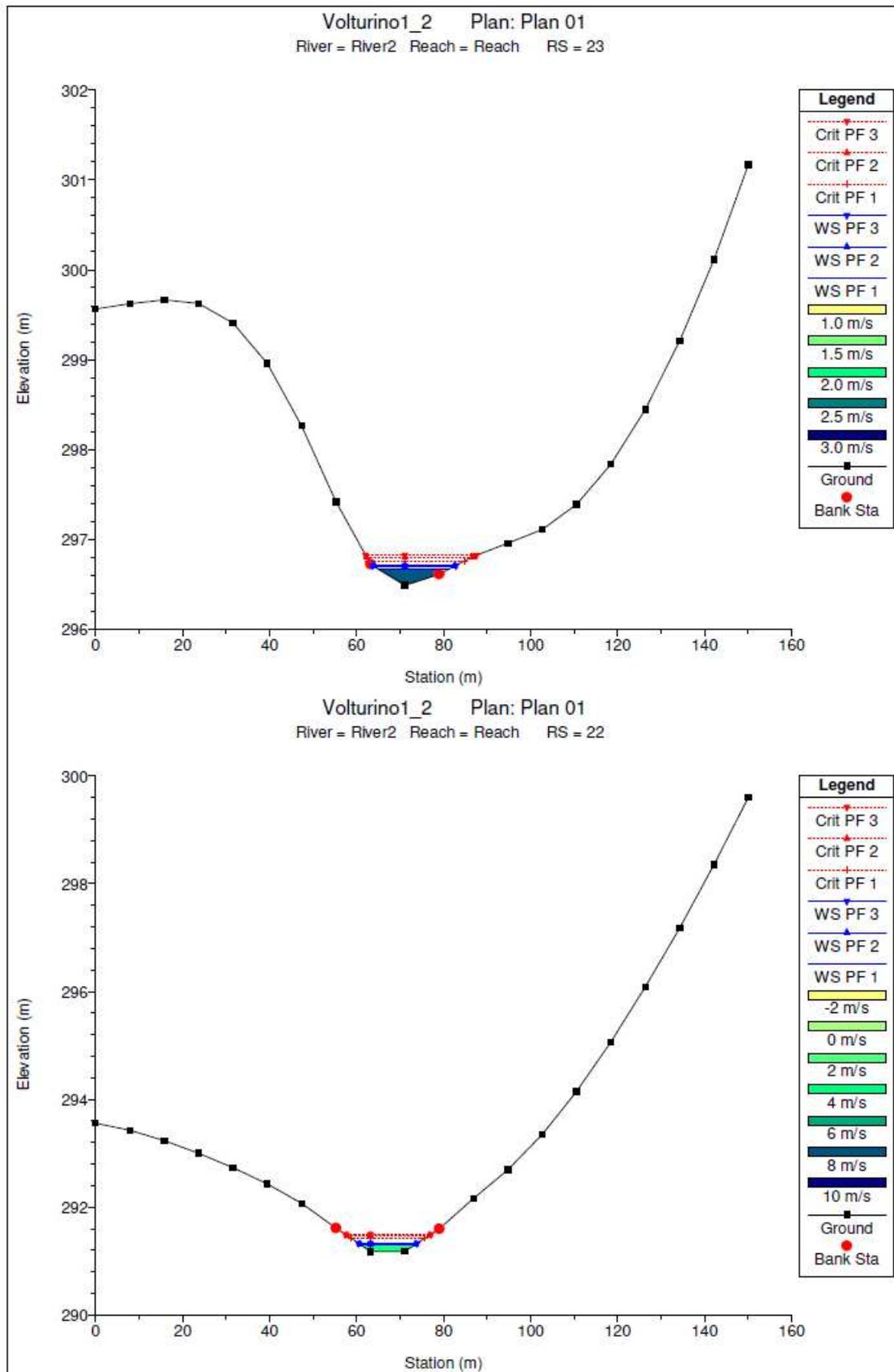


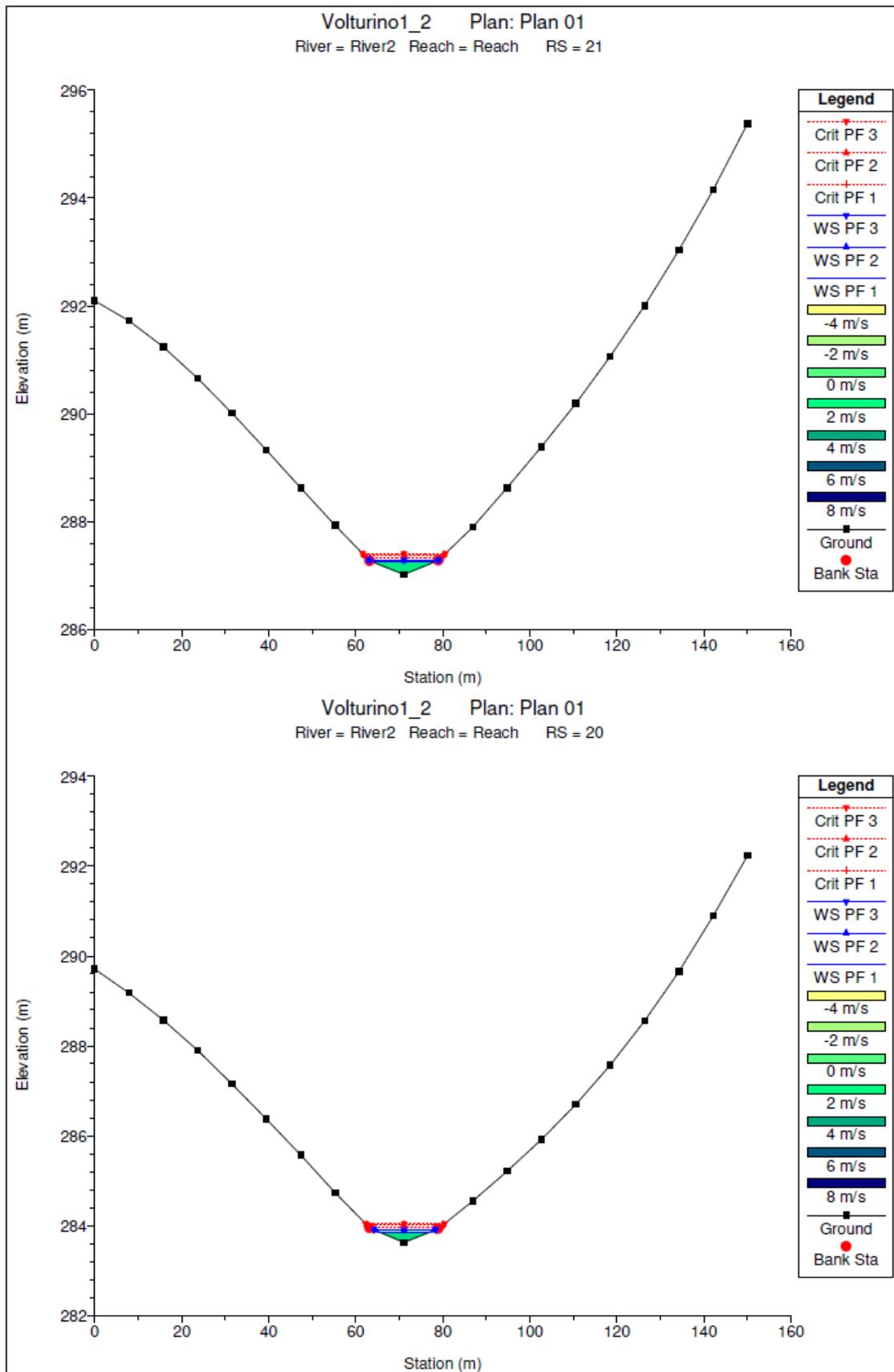


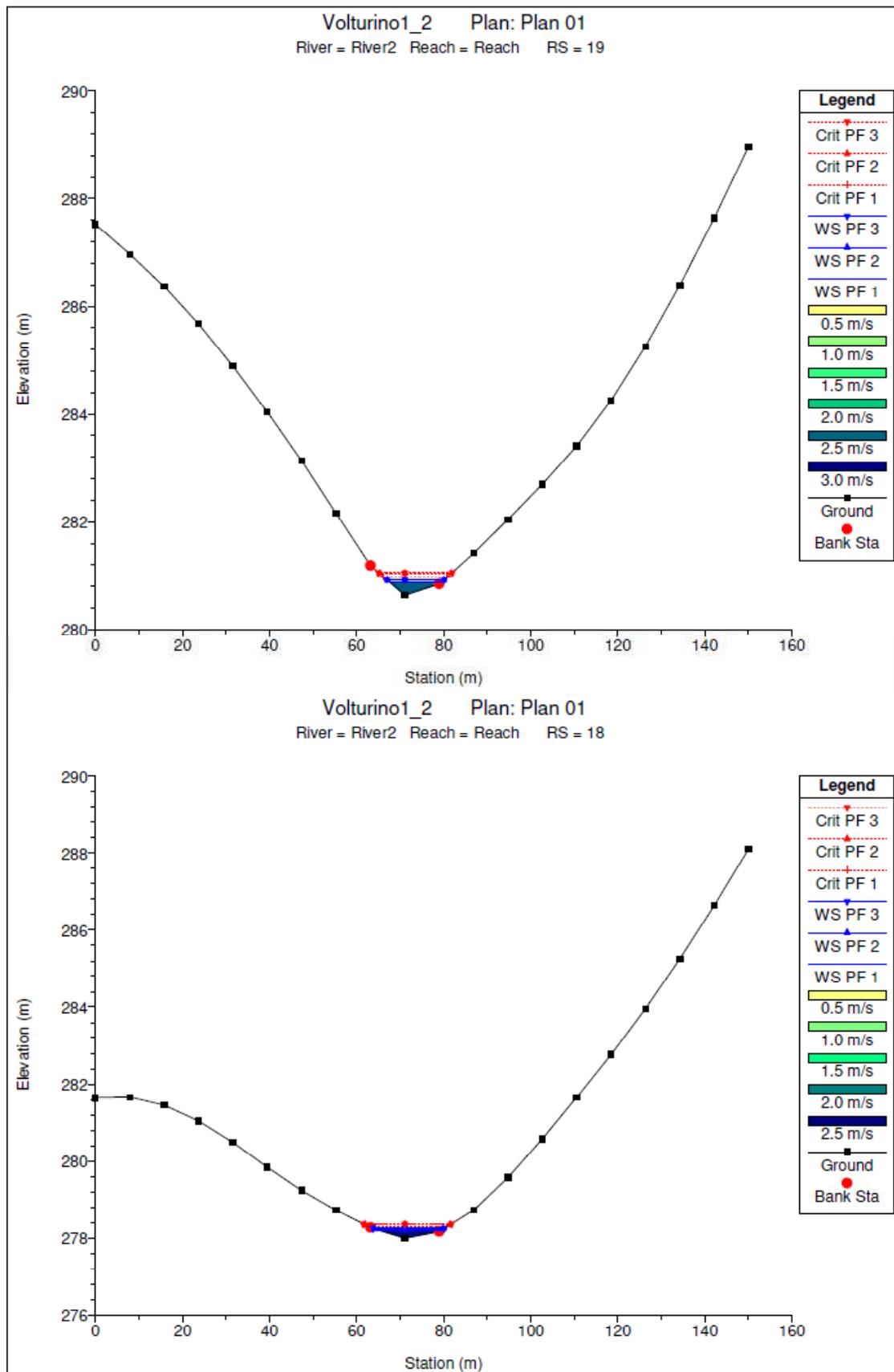


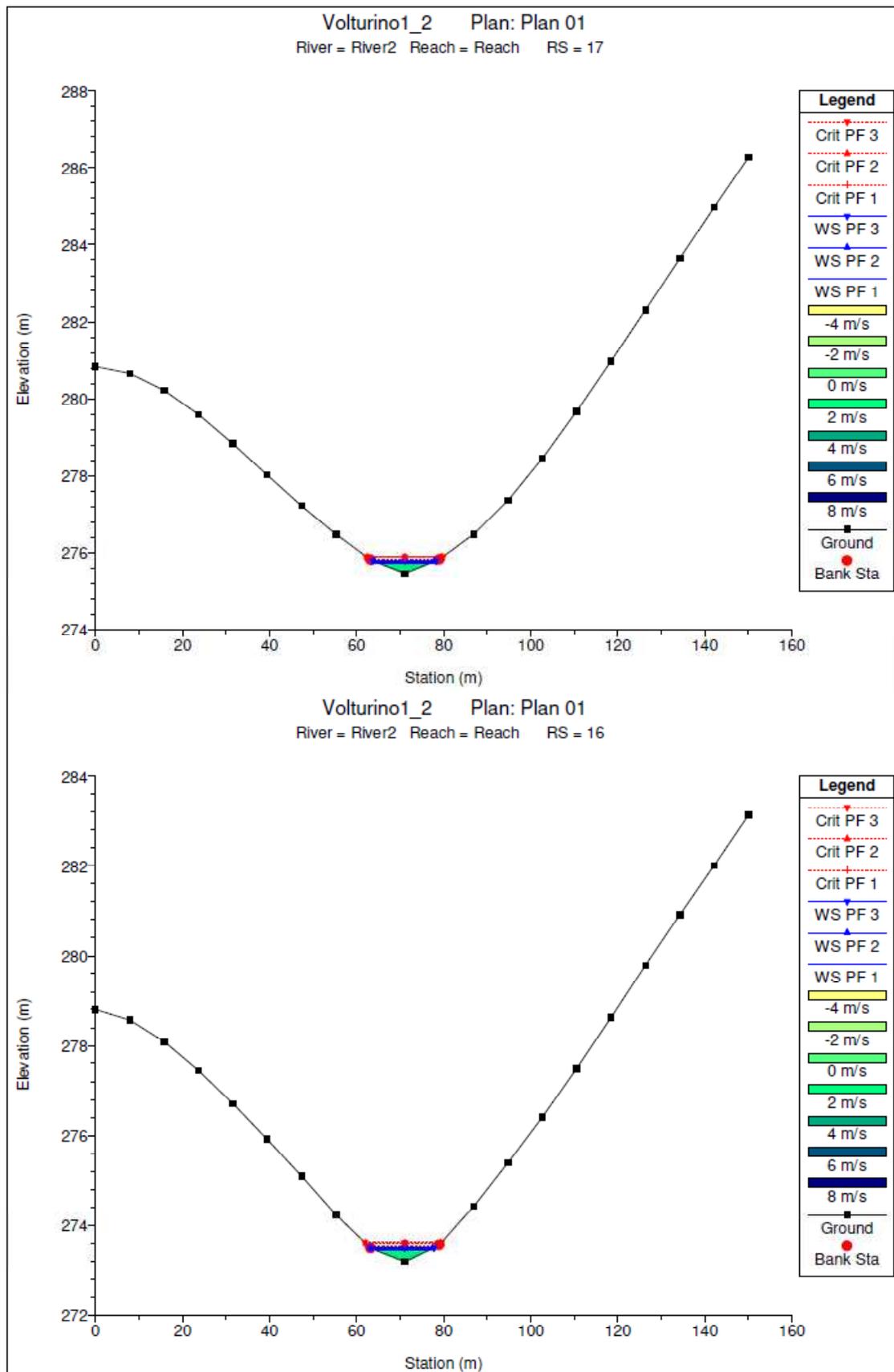


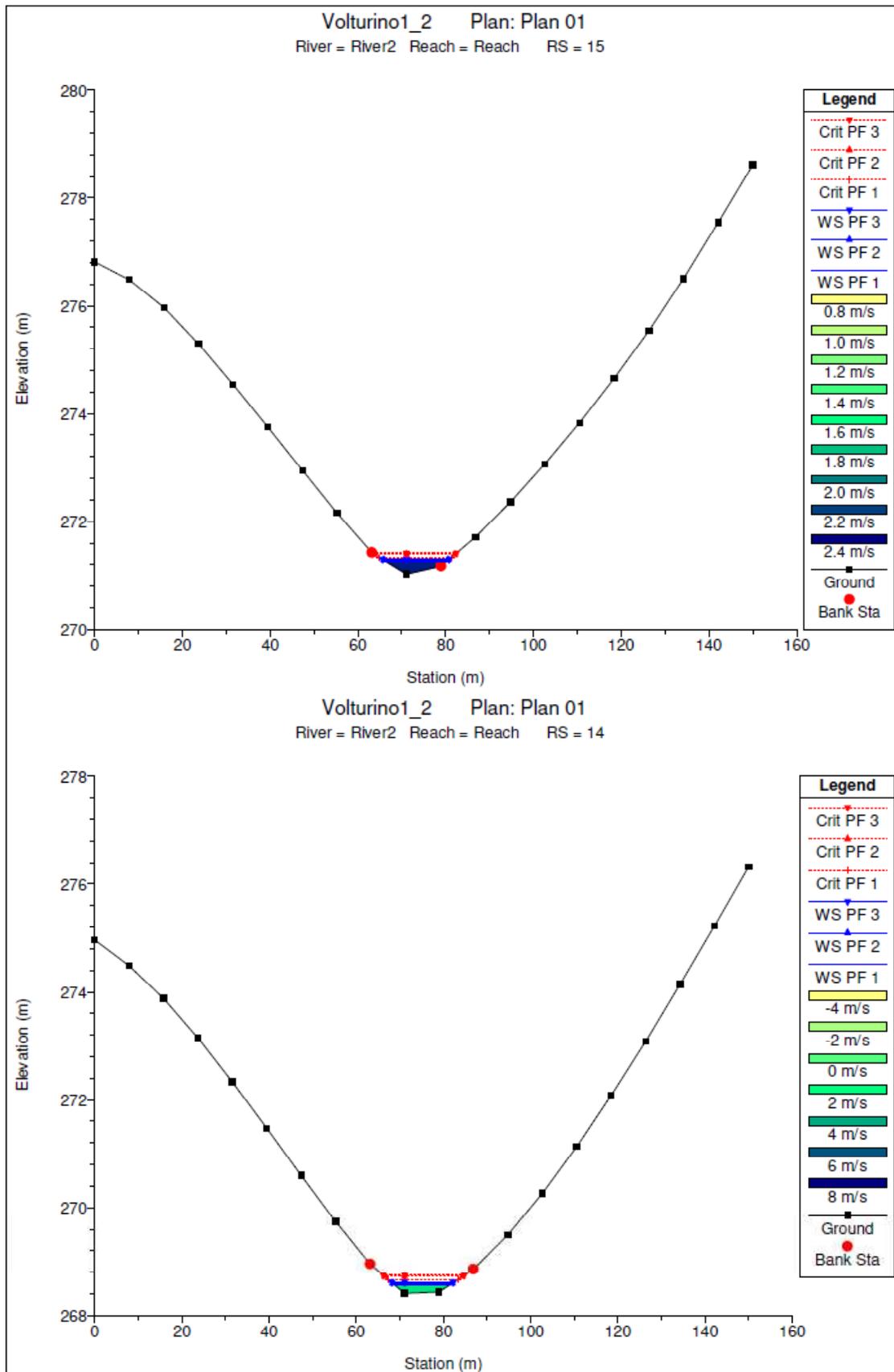


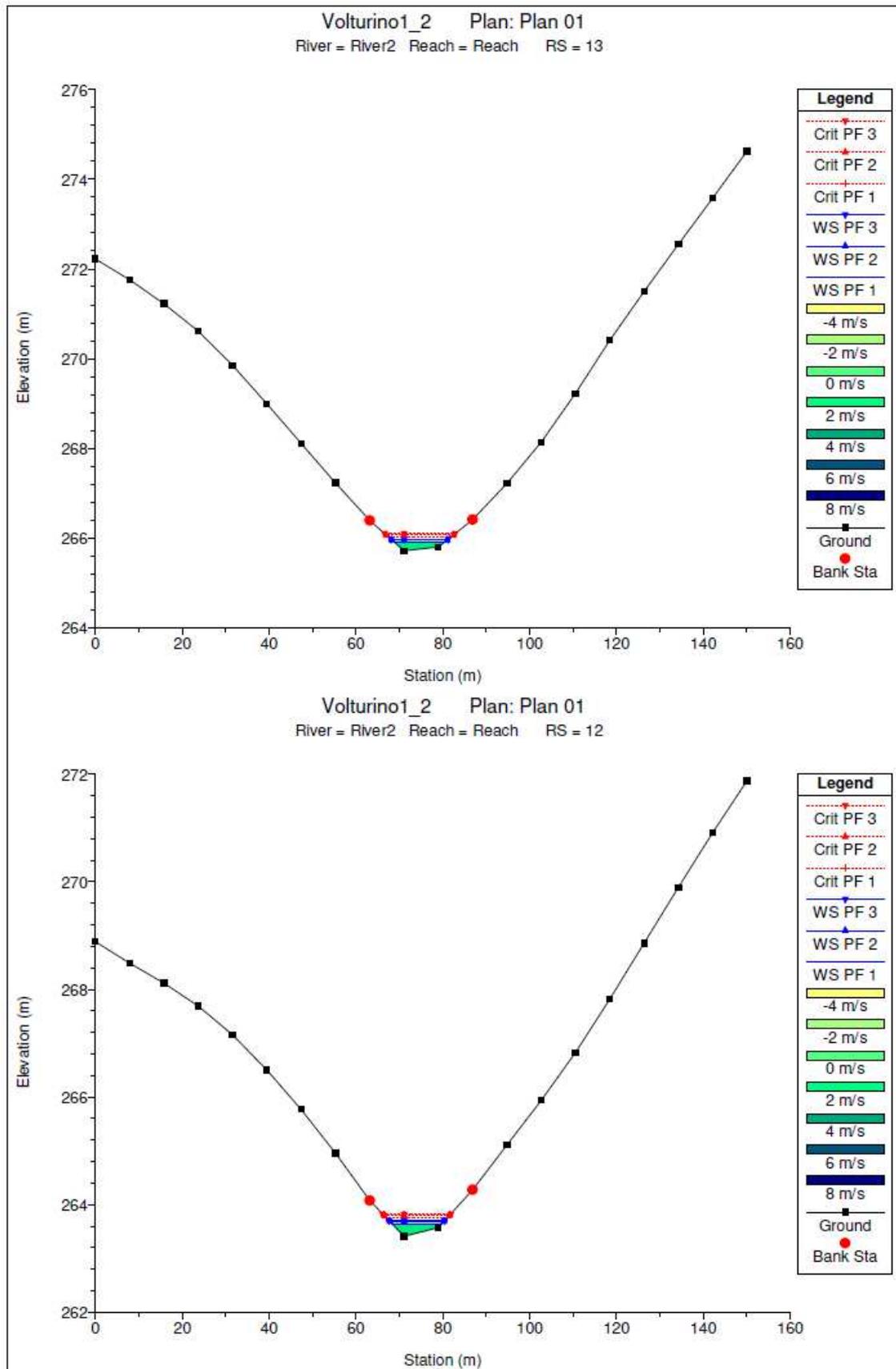


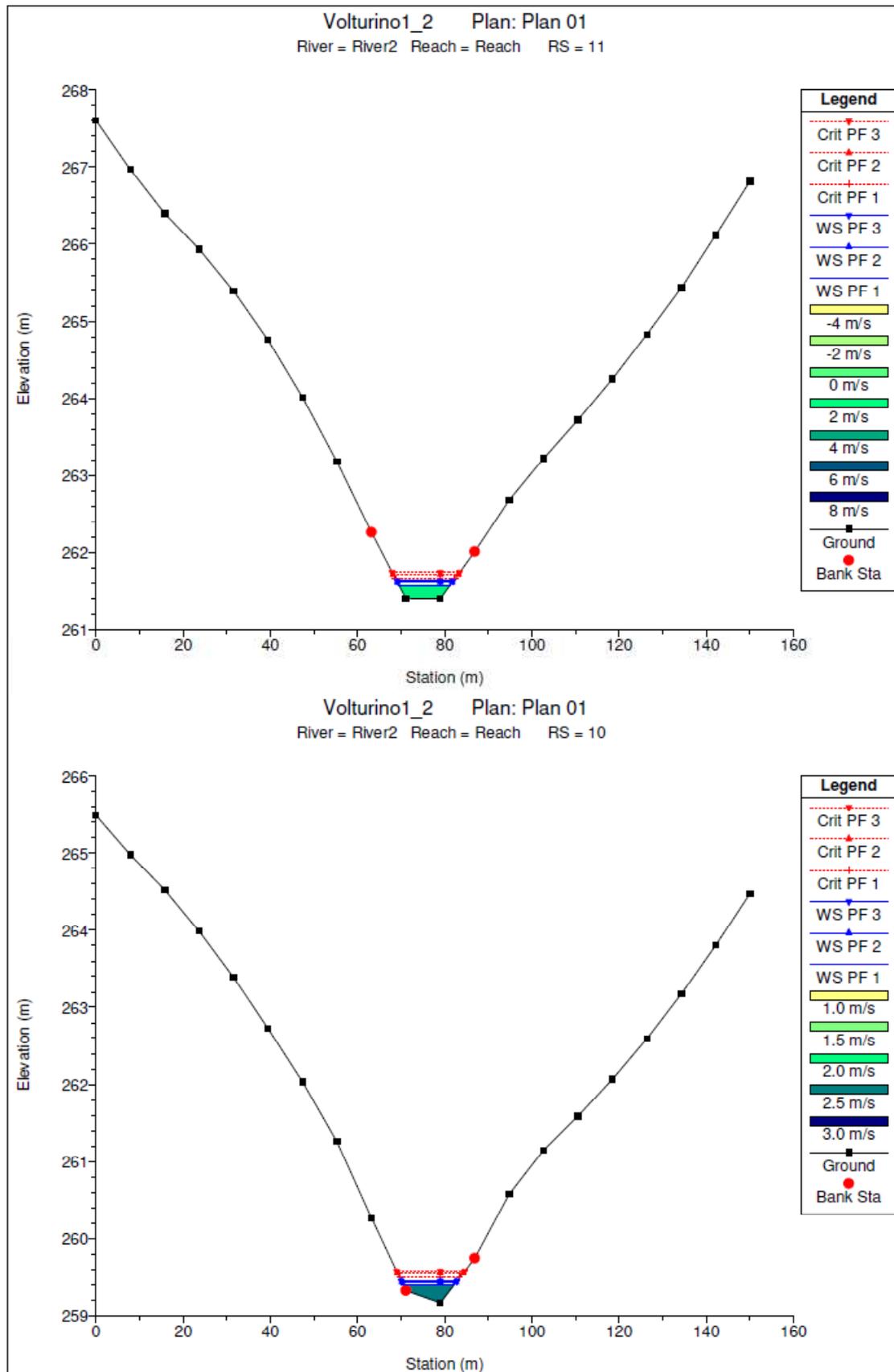


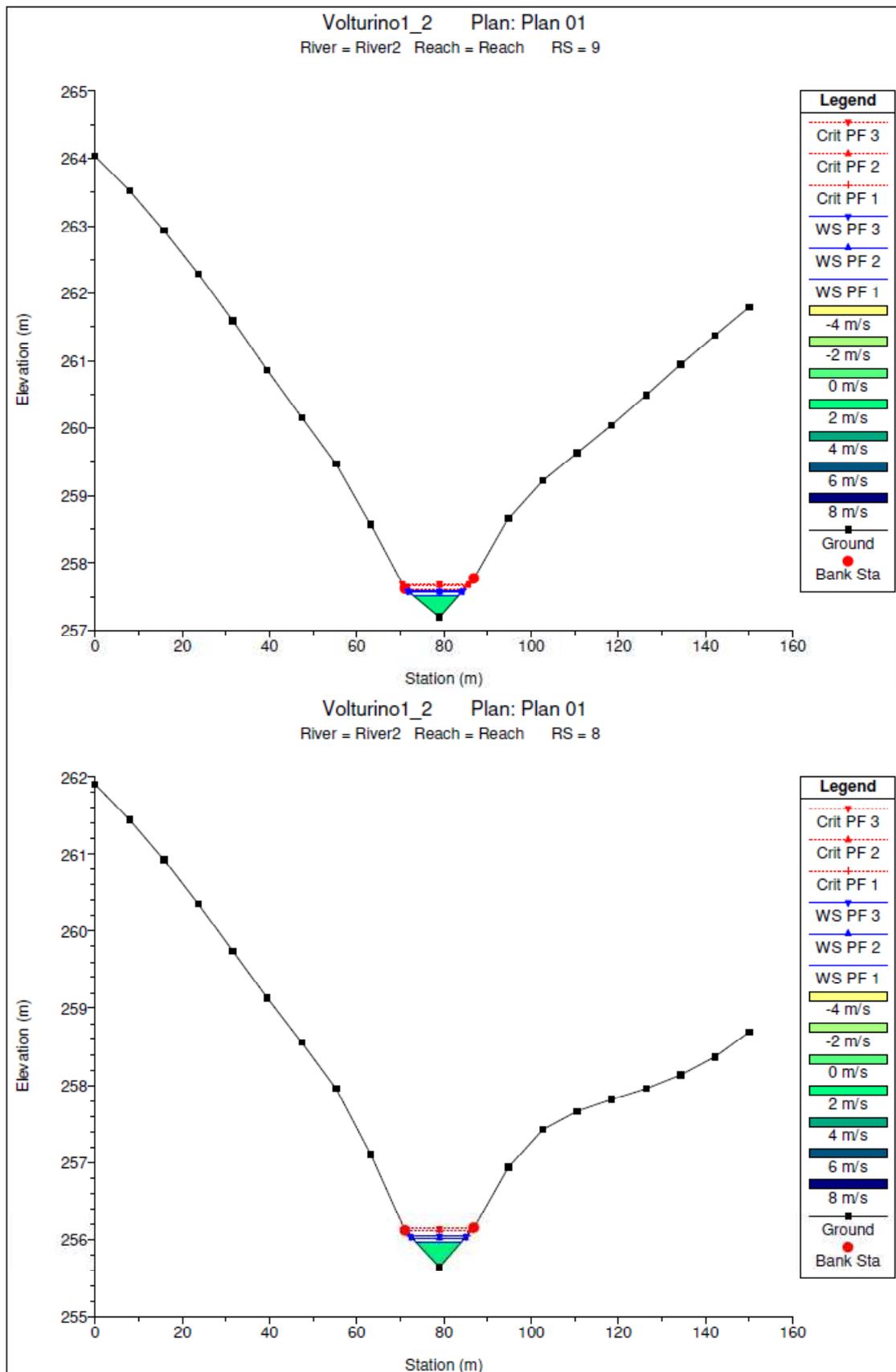


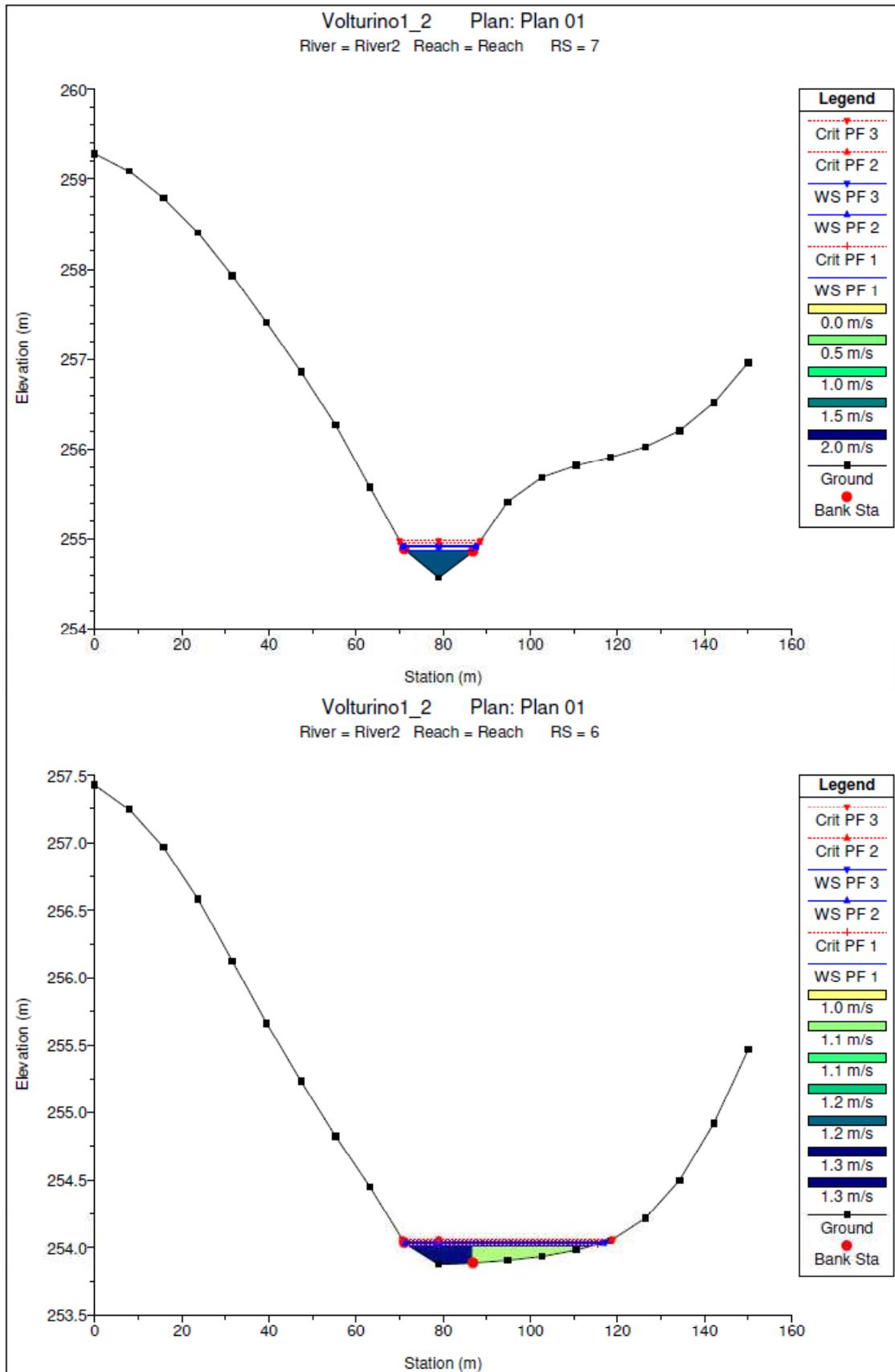


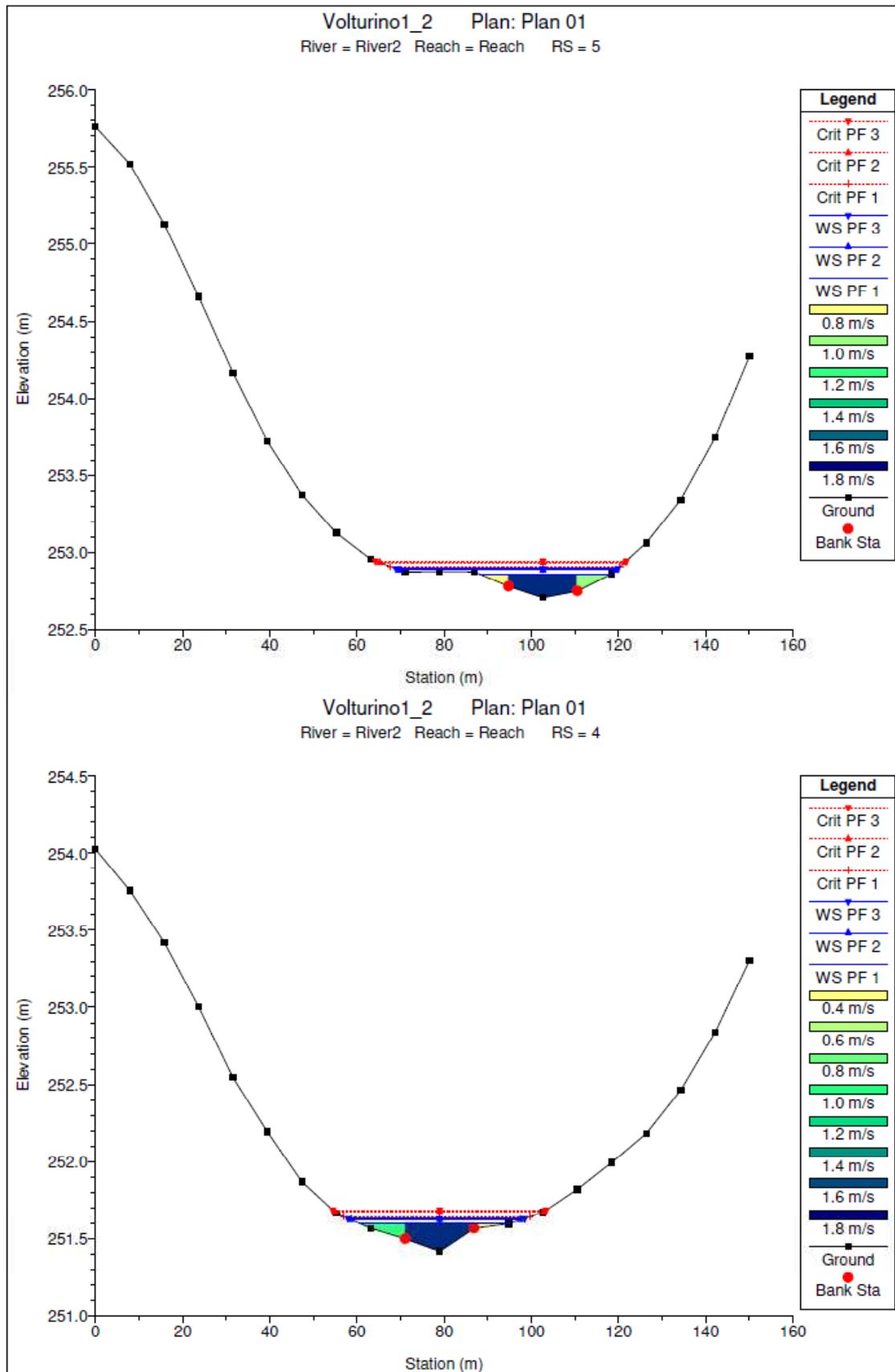


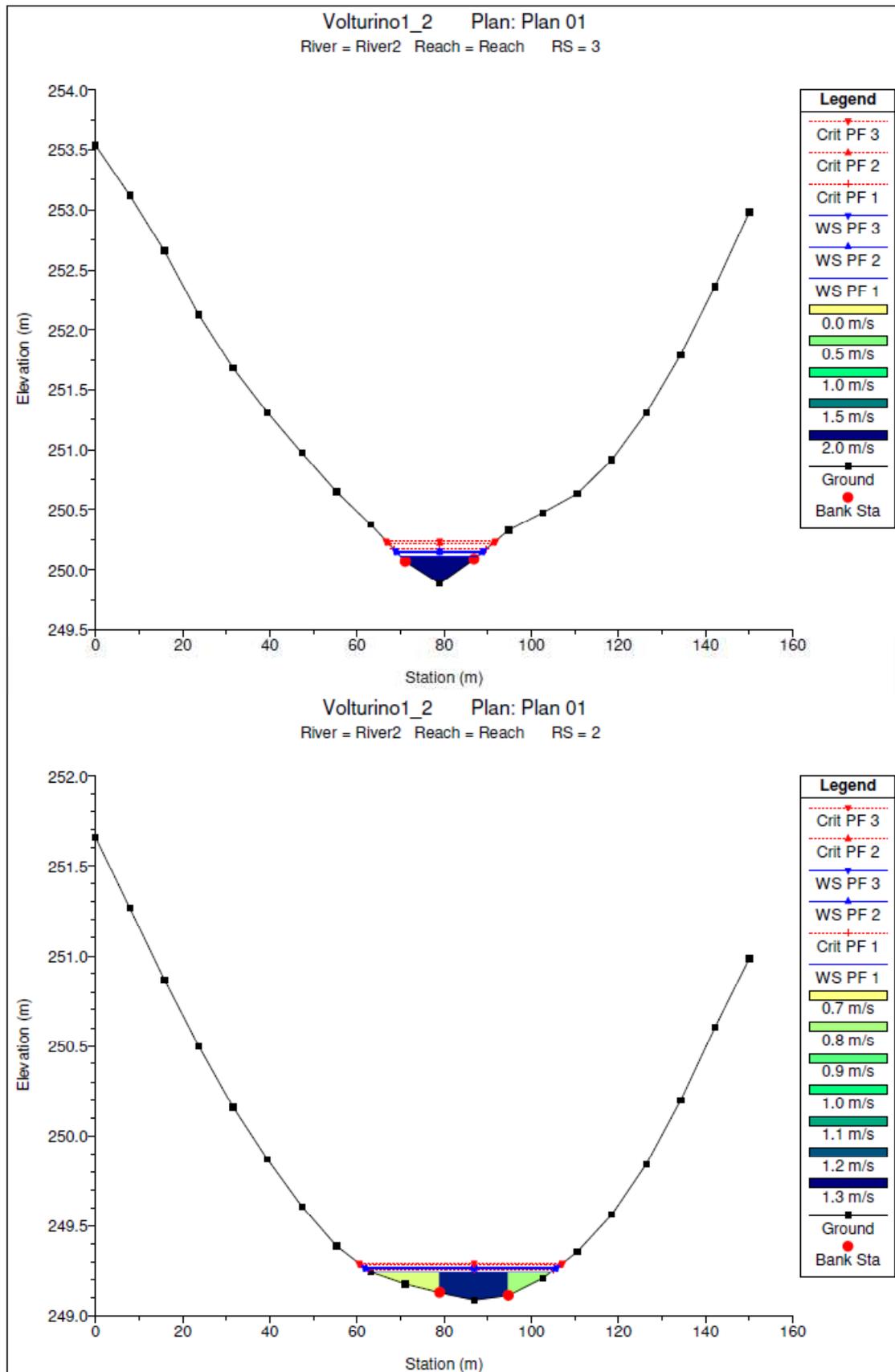


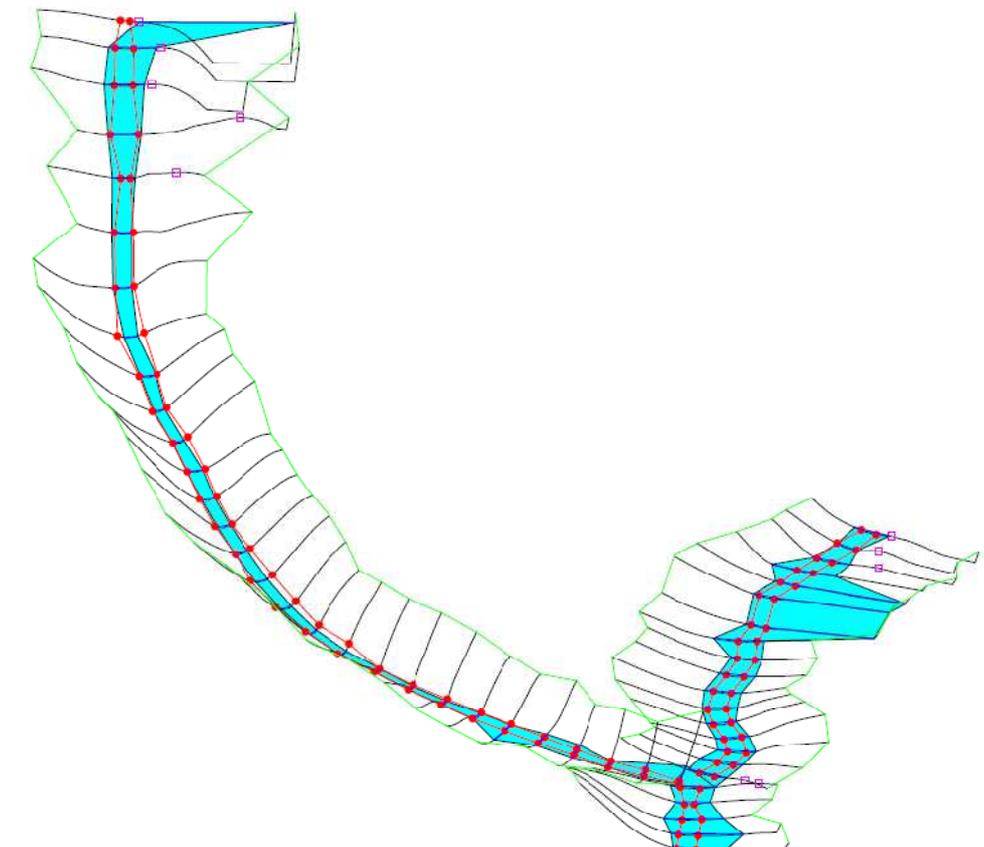
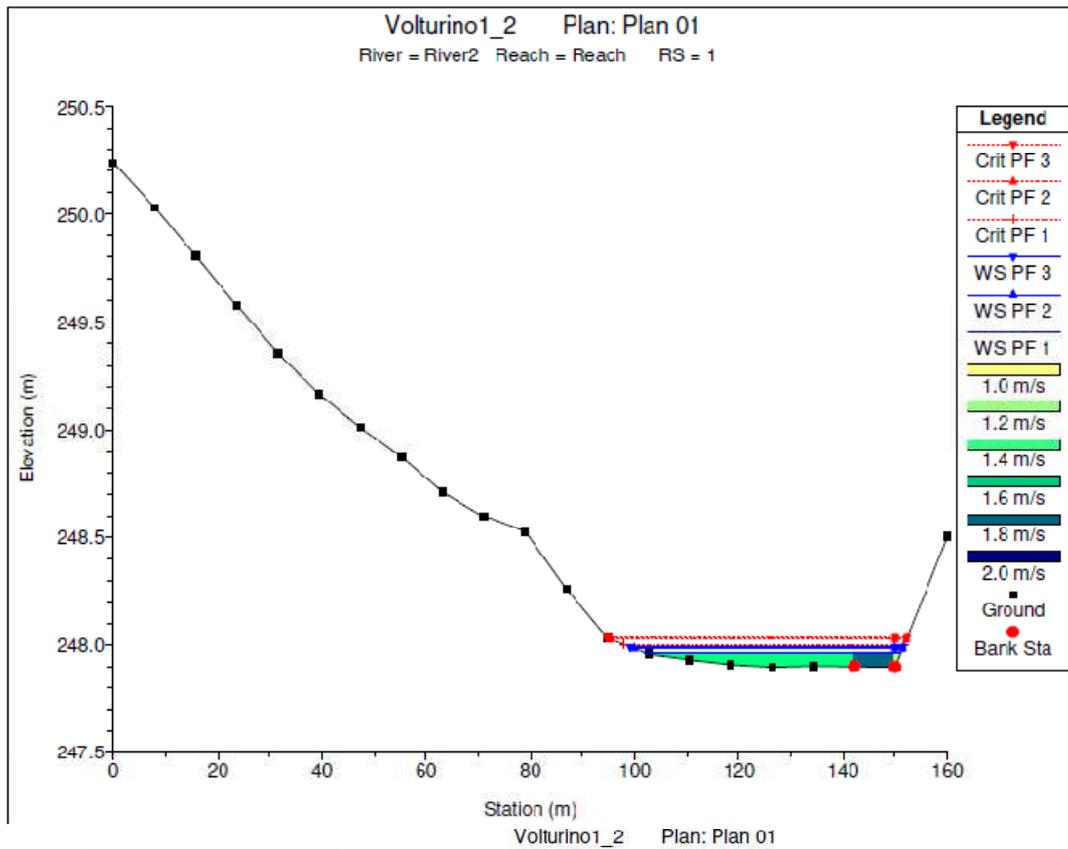




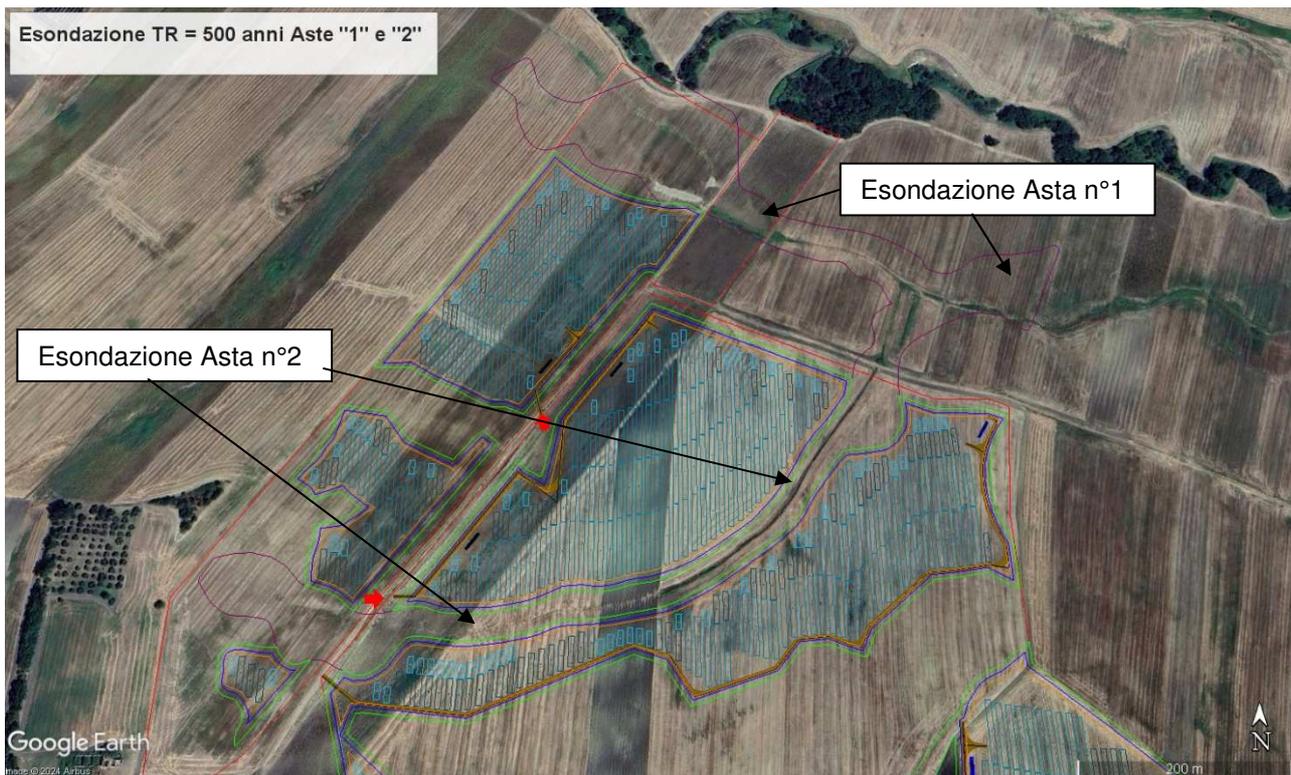








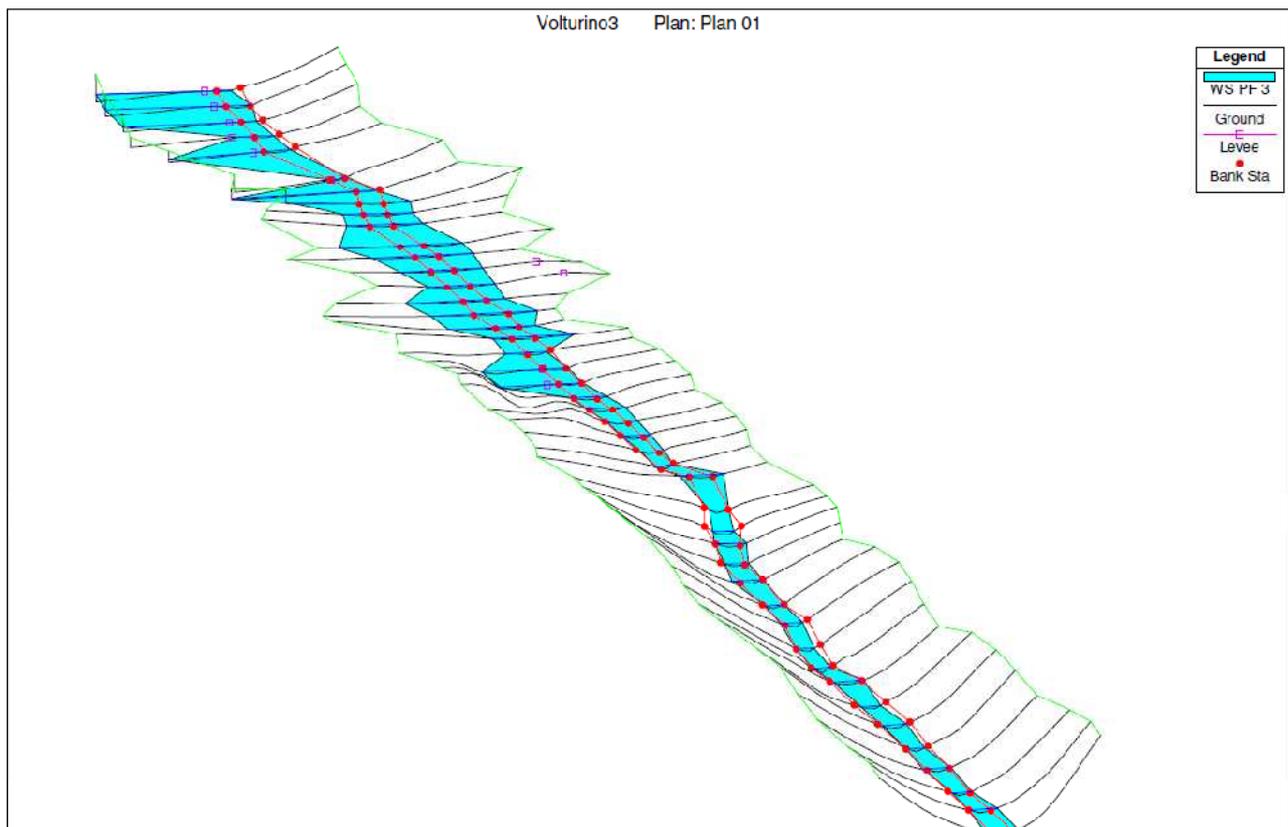
Nella indagine svolta si è provveduto ad interpretare i risultati dei calcoli ed a individuare, sulla base cartografica del DTM georiferito nel sistema UTM-WGS84, le fasce di esondazione trentennale, duecentennale e cinquecentennale caratteristiche della porzione di reticolo idrografico composta dai tronchi d'asta sottoposti a simulazione di flusso con Hec Ras; le installazioni in Progetto sono modulate per mantenere una fascia di rispetto dal tragitto degli alvei di impluvio indagati pari alla fascia di esondazione per TR = 500 anni, affinché le recinzioni perimetrali dei campi agrivoltaici ricadano all'esterno di essa.



4.2 ASTA N° "3"

Il modello digitale del terreno restituisce un alveo piuttosto ben definito per il tronco di asta idrografica indagato; la porzione più a monte dell'alveo mostra una gola in destra idraulica scarsamente confinata data la altimetria dei luoghi ma in un tronco ancora distante dalle aree oggetto di nuova installazione progettuale (le più vicine inoltre si rilevano in sinistra idraulica); difatti in prossimità delle aree di impianto la corrente idrica concentrata si sviluppa coerentemente alla linea di impluvio prevista dalla cartografia; in corrispondenza della punta di piena cinquecentennale (portata = 6,71 mc/sec), il tirante si attesta, per l'intero tronco di asta "3", intorno a valori compresi tra un minimo di 15 cm ed un massimo di 40 cm; la corrente attraversa la condizione di stato critico in qualche sezione, mostrando valori del numero di Froude fluttuanti intorno al valore unitario per l'intera porzione di monte del tronco indagato (circa 1,5 Km di lunghezza complessiva); dalla sezione n°23 fino alla sezione di chiusura (sez. 1), il numero di

Froude mostra costantemente valori superiori all'unità e la corrente prosegue in ogni sezione in condizioni di moto "supercritiche"; la differenza tra il tirante della onda di piena trentennale e quello della piena duecentennale si traduce in valori medi di 4/5 cm, quella relativa alle piene duecentennale e cinquecentennale si aggira intorno ai valori di 1/1,5 cm; la velocità media della corrente idrica per piena meteorica con $Tr = 500$ anni resta compresa tra i valori di "1" e "2" m/sec per raggiungere, nelle sezioni della porzione di tronco più a valle, valori anche superiori a 3 m/sec.

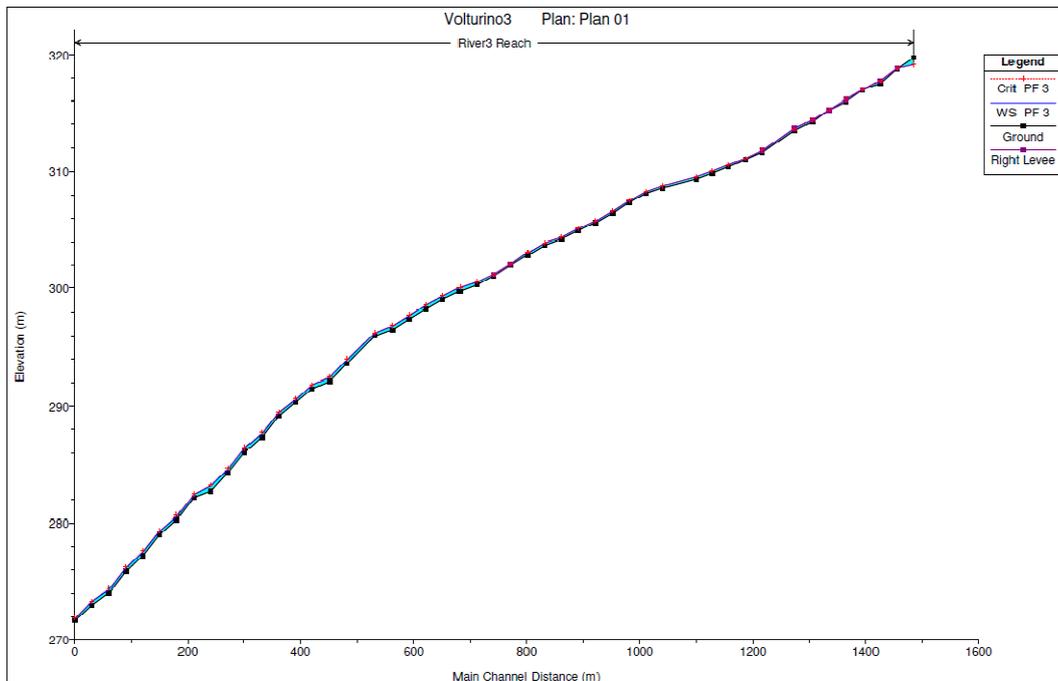
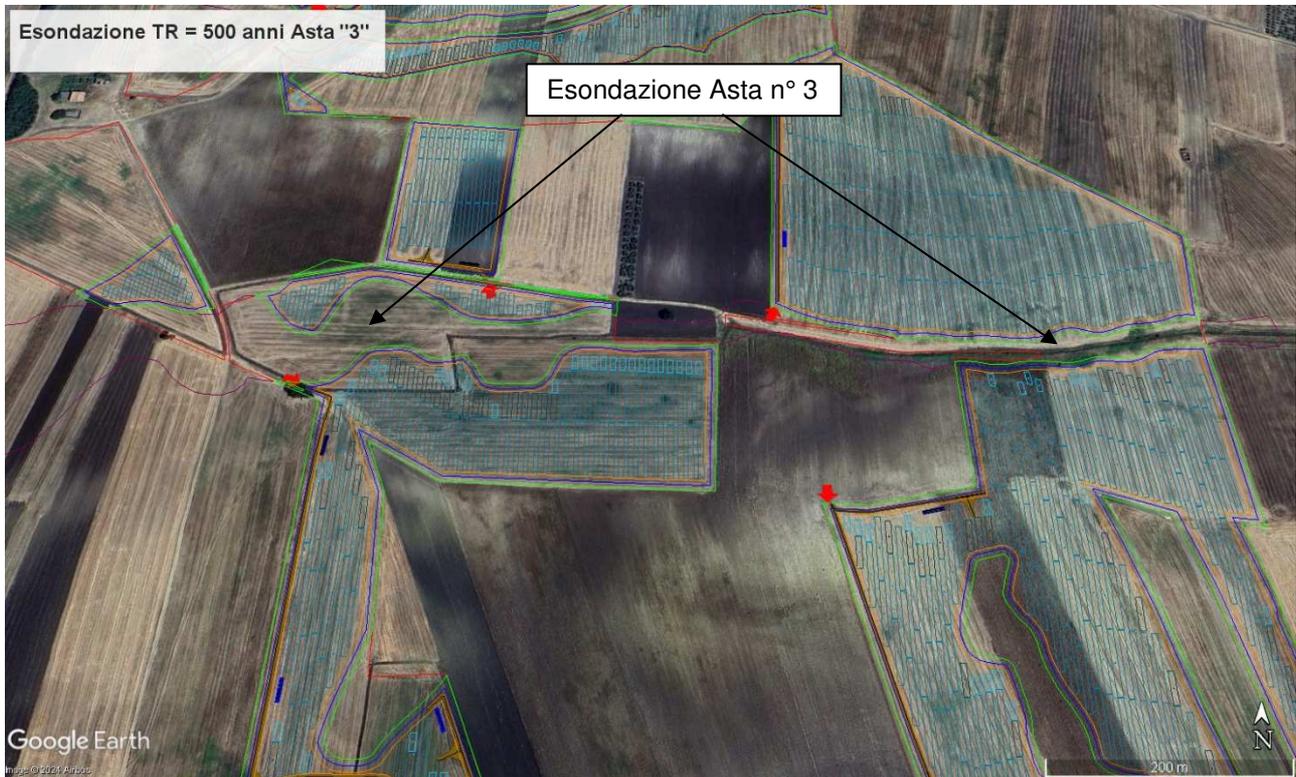


Tronco di asta n°3 - Simulazione di flusso in alveo – Profilo longitudinale 3D

In conseguenza della morfologia di piano campagna e delle caratteristiche della corrente idrica di deflusso per piena cinquecentennale (sempre molto poco dissimile da quelle della piena duecentennale), l'indagine consente di restituire una fascia di esondazione che investe una porzione di territorio larga anche 70/80 metri nelle sezioni di monte del tronco indagato; in corrispondenza dell'area interessata dalle opere di Progetto, il deflusso idrico tende ad assumere valori di velocità media maggiori e la sezione bagnata si riduce ad una fascia di territorio mediamente larga tra i 20 ed i 30 metri lineari.

Per quanto rilevato dai calcoli è possibile definire la fascia di territorio utile ad accogliere i deflussi di piena cinquecentennale lungo la linea di impluvio indicata in questa sede con il numero "3"; il

Layout di Progetto è modellato al fine di scongiurare interferenze tra la fascia di territorio individuata in questa sede quale sede di deflusso della punta di piena critica (500 anni) e le installazioni agrivoltaiche previste:



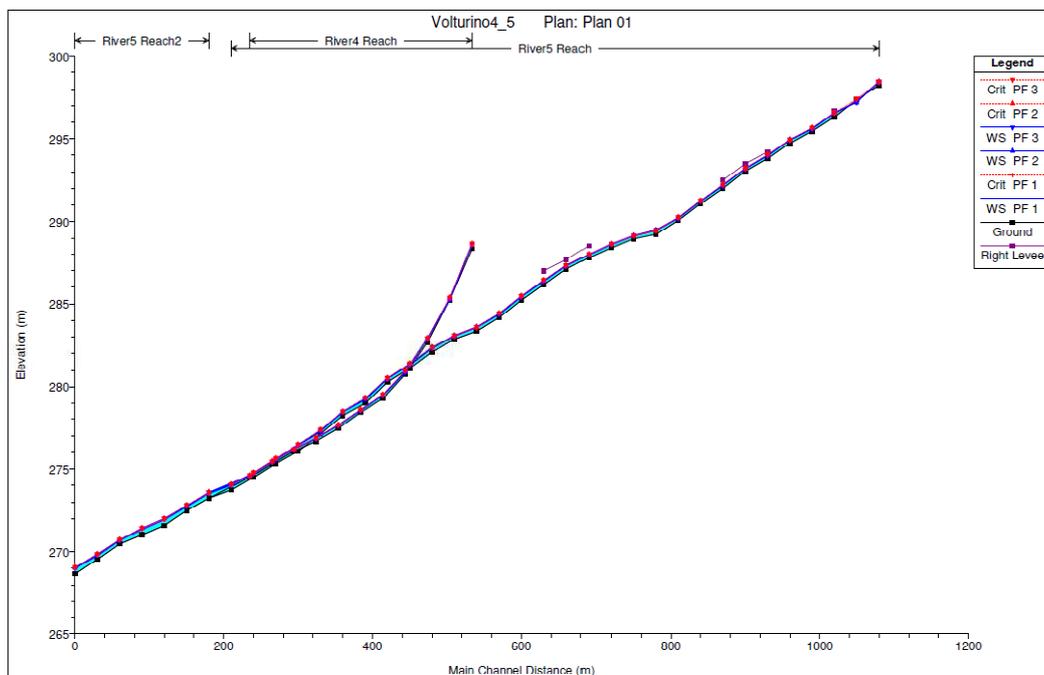
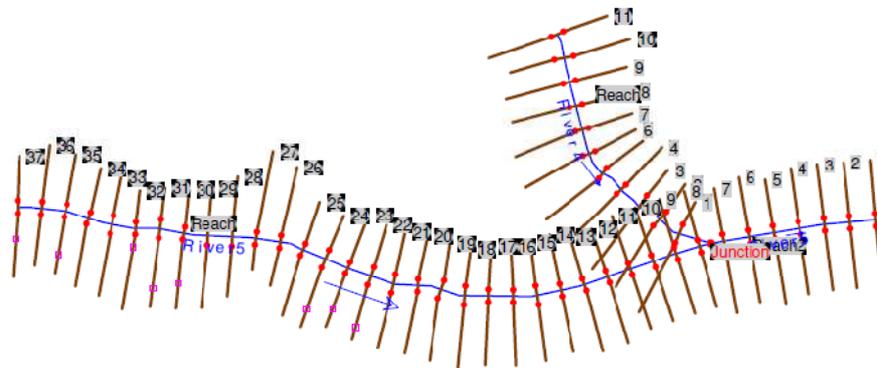
Tronco di asta n°3 - Simulazione di flusso in alveo – Profilo longitudinale

4.3 ASTE N° “4”, “5”

Il caso di studio prevede una breve linea di impluvio (asta “4”, circa 300 metri) che confluisce in un canale dallo sviluppo planimetrico più esteso ma di ordine simile.

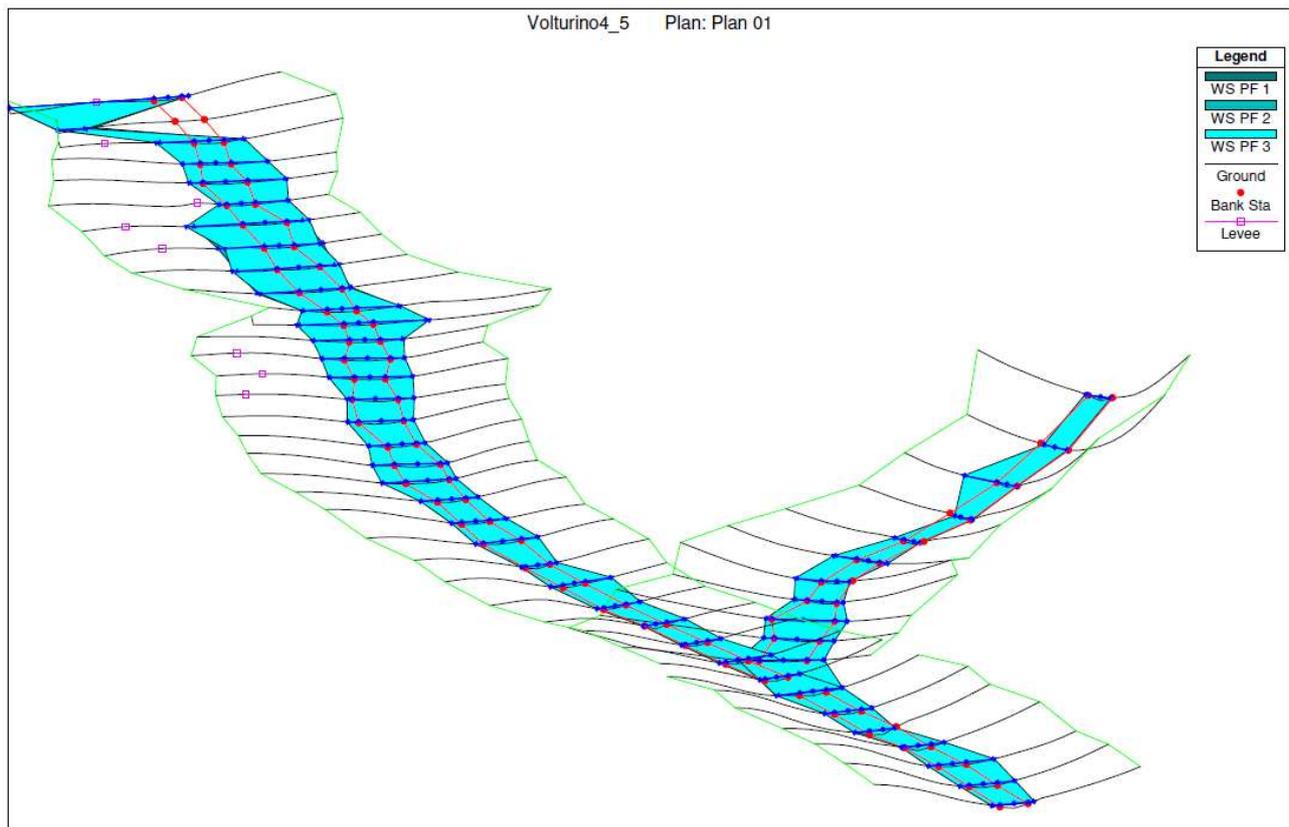
L’indagine della morfologia dei loghi sul DTM consente di confermare la presenza di tali compluvi risultando evidenti gli alvei di scorrimento; ciononostante, il territorio non mostra particolari segni di dissesto e/o di criticità di carattere idrogeologico; i terreni sono arati, privi di terrazzamenti o forti dislivelli, non si rilevano segnali di fenomeni di erosione o degrado.

L’asta n° “5” accoglie i deflussi dovuti all’onda di piena considerata in questa sede, consentendo una condizione di moto della corrente di tipo misto con frequenti passaggi attraverso lo stato critico; la velocità media della corrente difficilmente supera il valore di 2 m/sec per l’intero tronco di asta idrografica. Il tirante idrico della piena cinquecentennale si attesta costantemente (da monte fino alla confluenza con l’asta “4”) intorno al valore di 20 cm; a valle della confluenza tra i due rami di reticolo il tirante assume valori più elevati, fino a raggiungere i 45 cm.



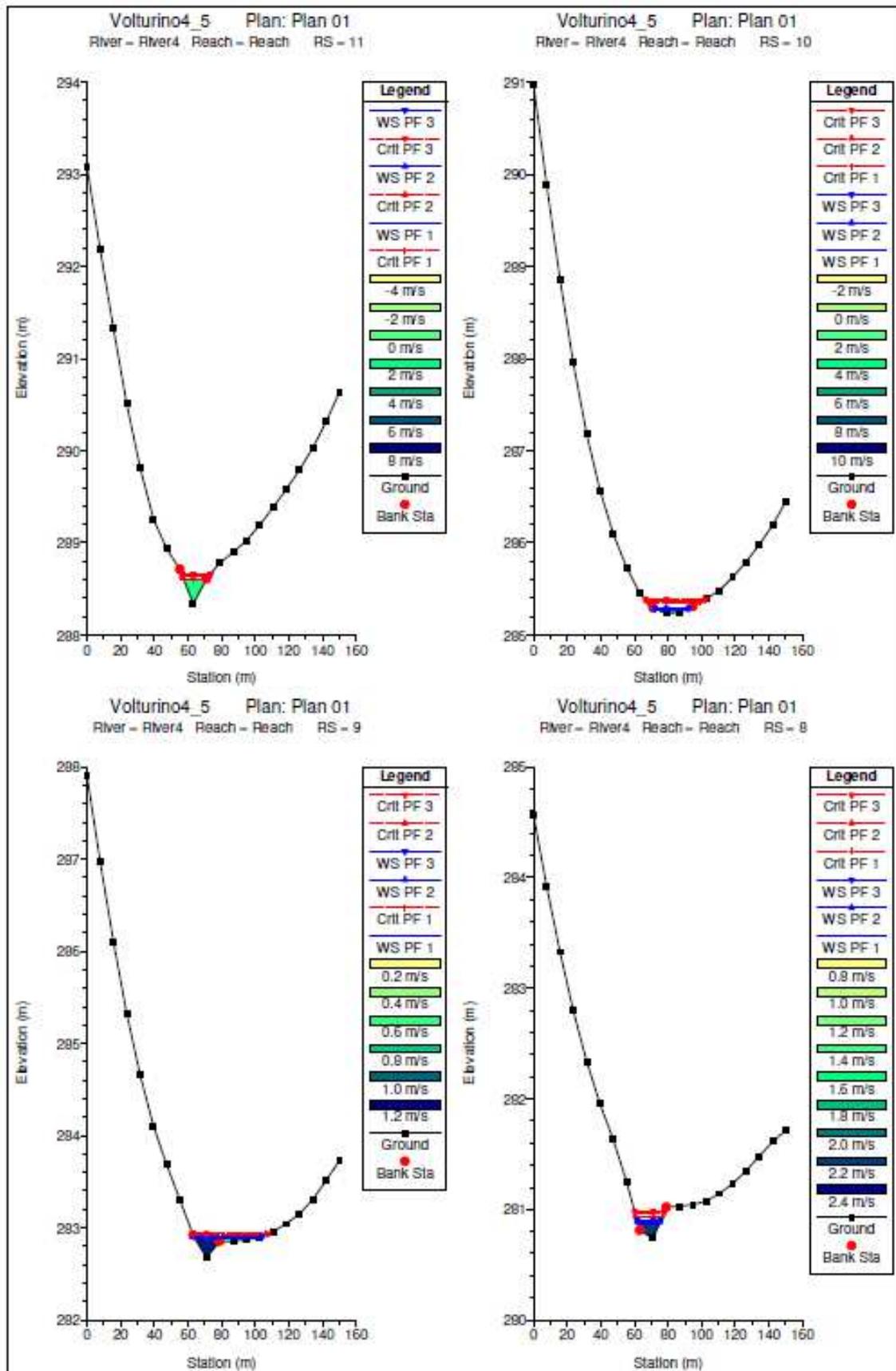
Tronco di asta n°4 e n°5 - Simulazione di flusso in alveo – Profilo longitudinale

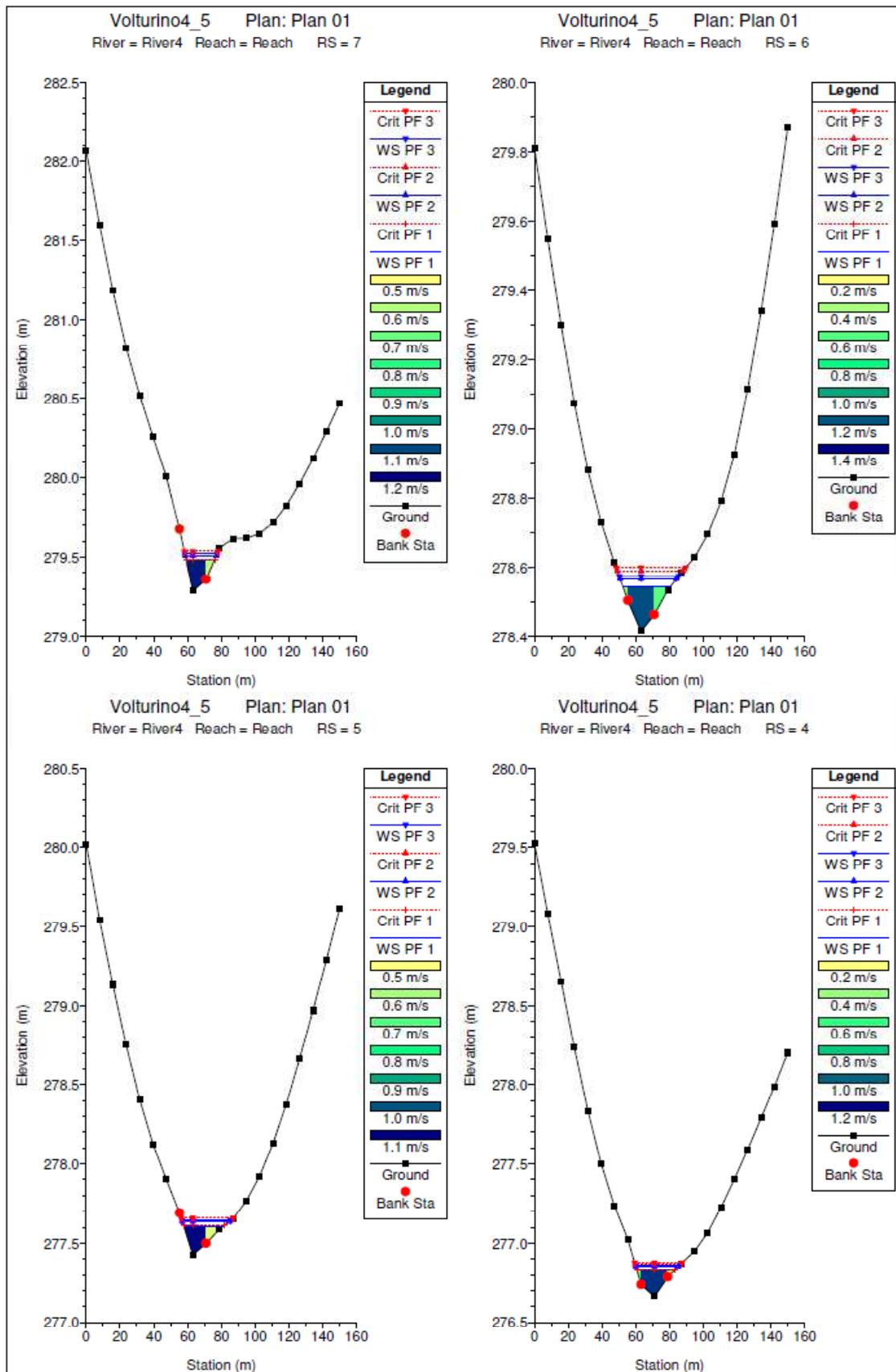
L'asta n° "4" mostra caratteristiche della sezione bagnata simili a quelle dell'asta "5"; nel complesso la larghezza della sezione bagnata in conseguenza del passaggio dell'onda di piena cinquecentennale, assume valori di alcune decine di metri ma risulta piuttosto uniforme lungo l'intero tragitto di entrambi i tronchi indagati, con una leggera tendenza ad una accelerazione dei deflussi nelle sezioni di valle dell'asta "5", il conseguente abbassamento del tirante e la riduzione della larghezza della fascia di esondazione.

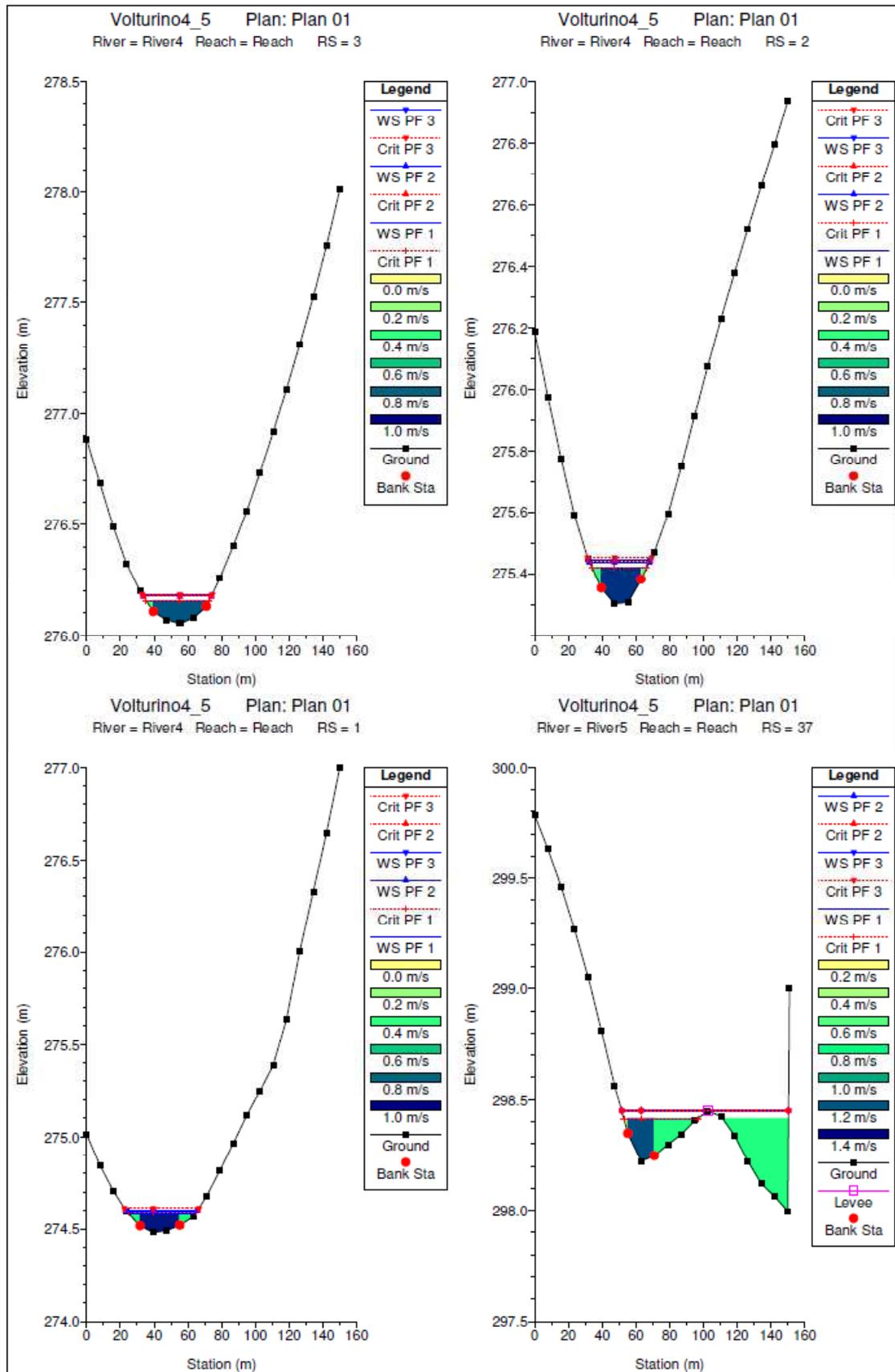


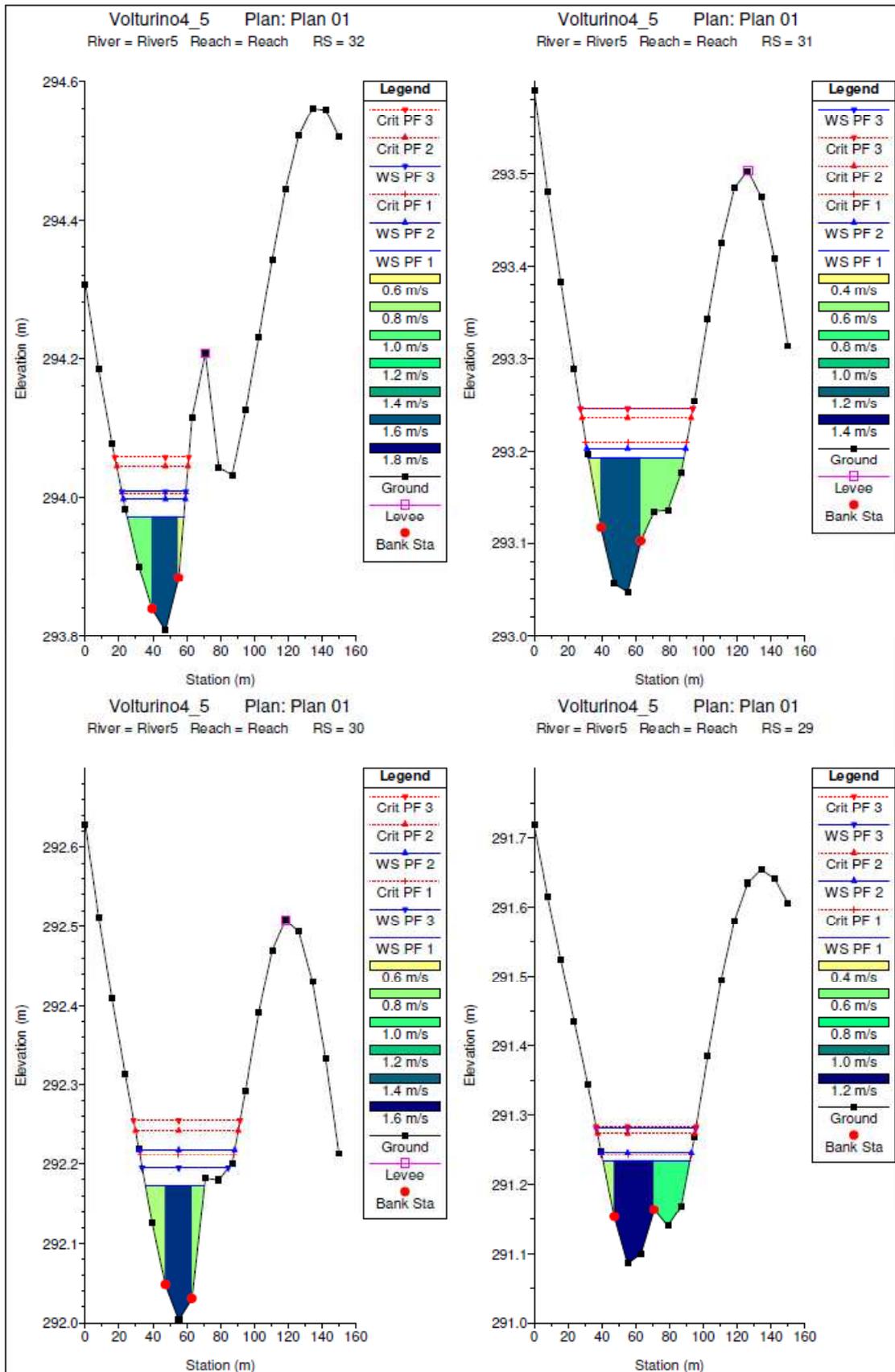
Tronco di asta n°4 e n°5 - Simulazione di flusso in alveo – Profilo longitudinale 3D

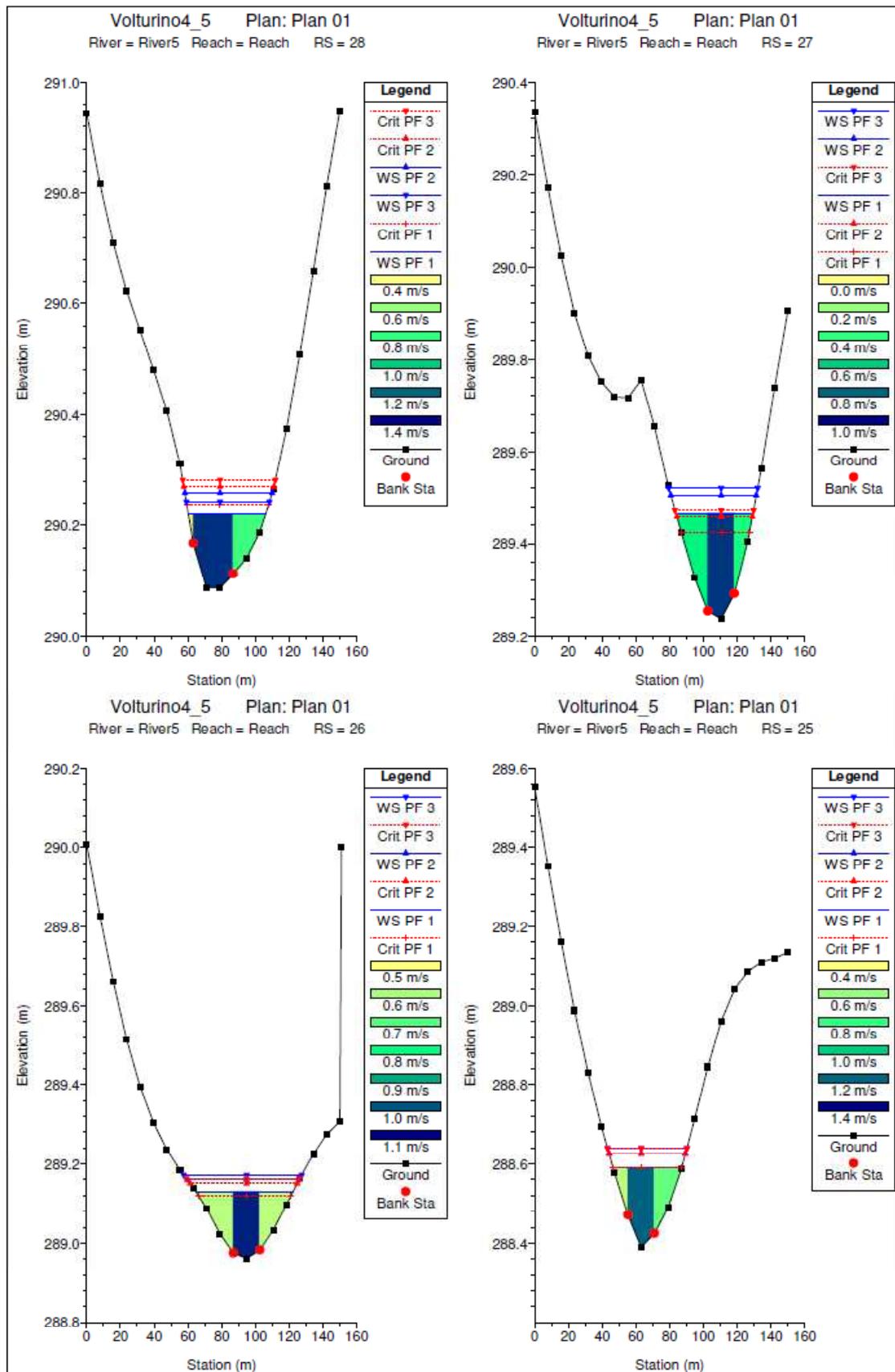
Di seguito si riportano le immagini restituite da Hec Ras per le sezioni bagnate di verifica in conseguenza della simulazione di flusso effettuata in questa sede e, a seguire, lo stralcio planimetrico su vista aerea delle porzioni di Layout di Progetto limitrofe al tronco di reticolo in oggetto, utili ad apprezzare la "fascia di rispetto" lasciata dalle previsioni di nuova installazione per evitare interferenze con fascia di esondazione cinquecentennale del reticolo calcolata in questa sede:

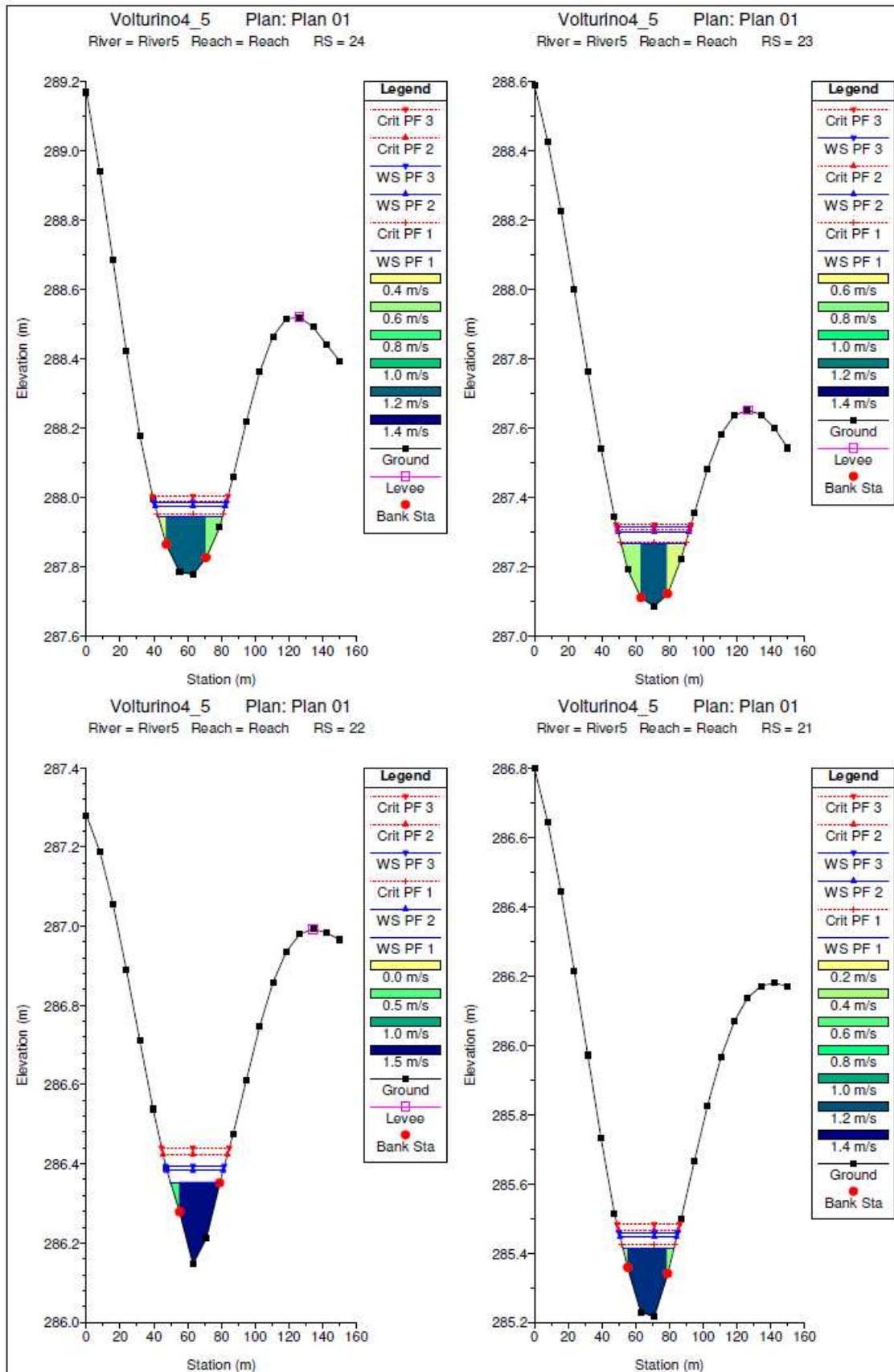


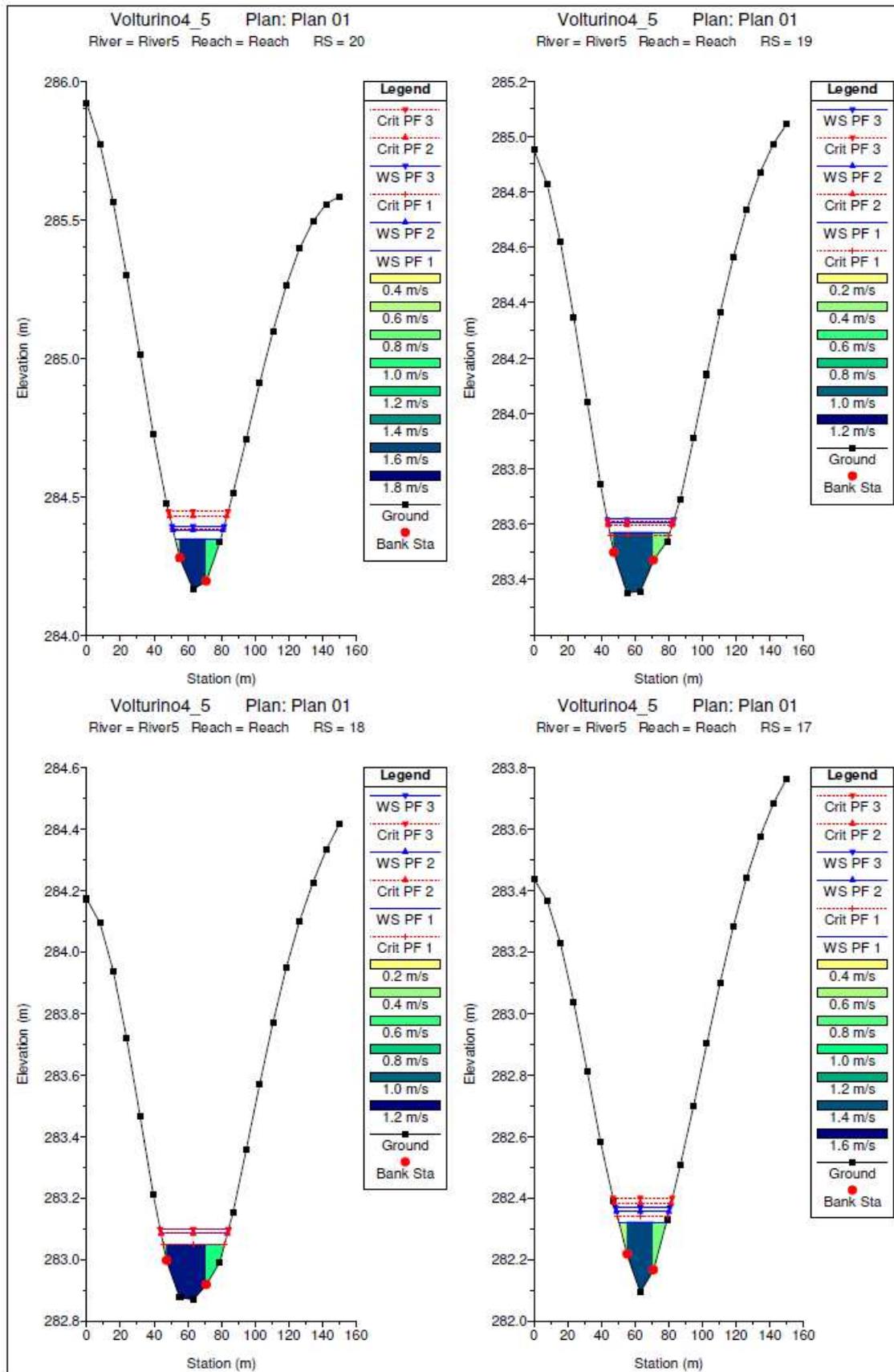


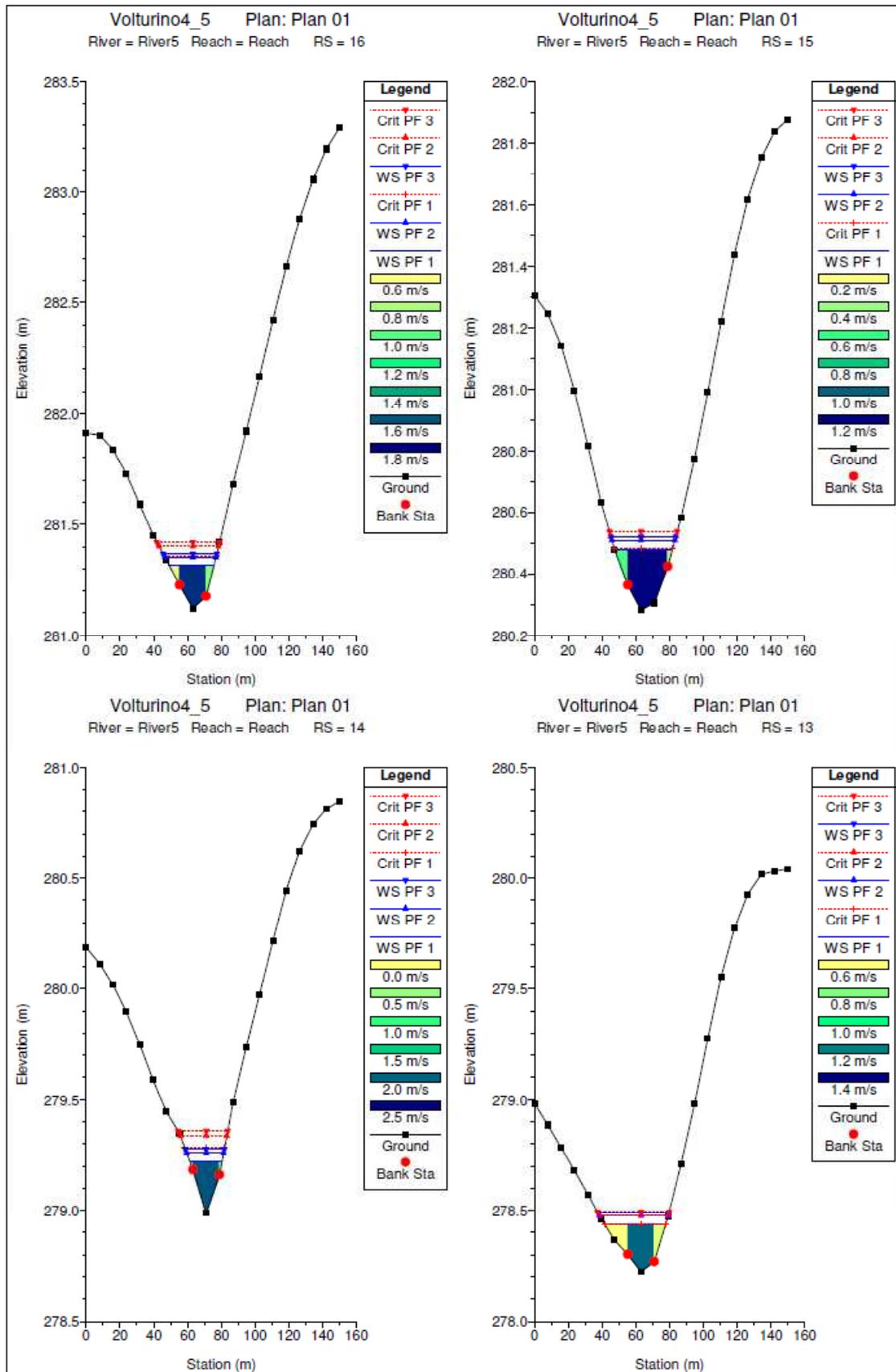


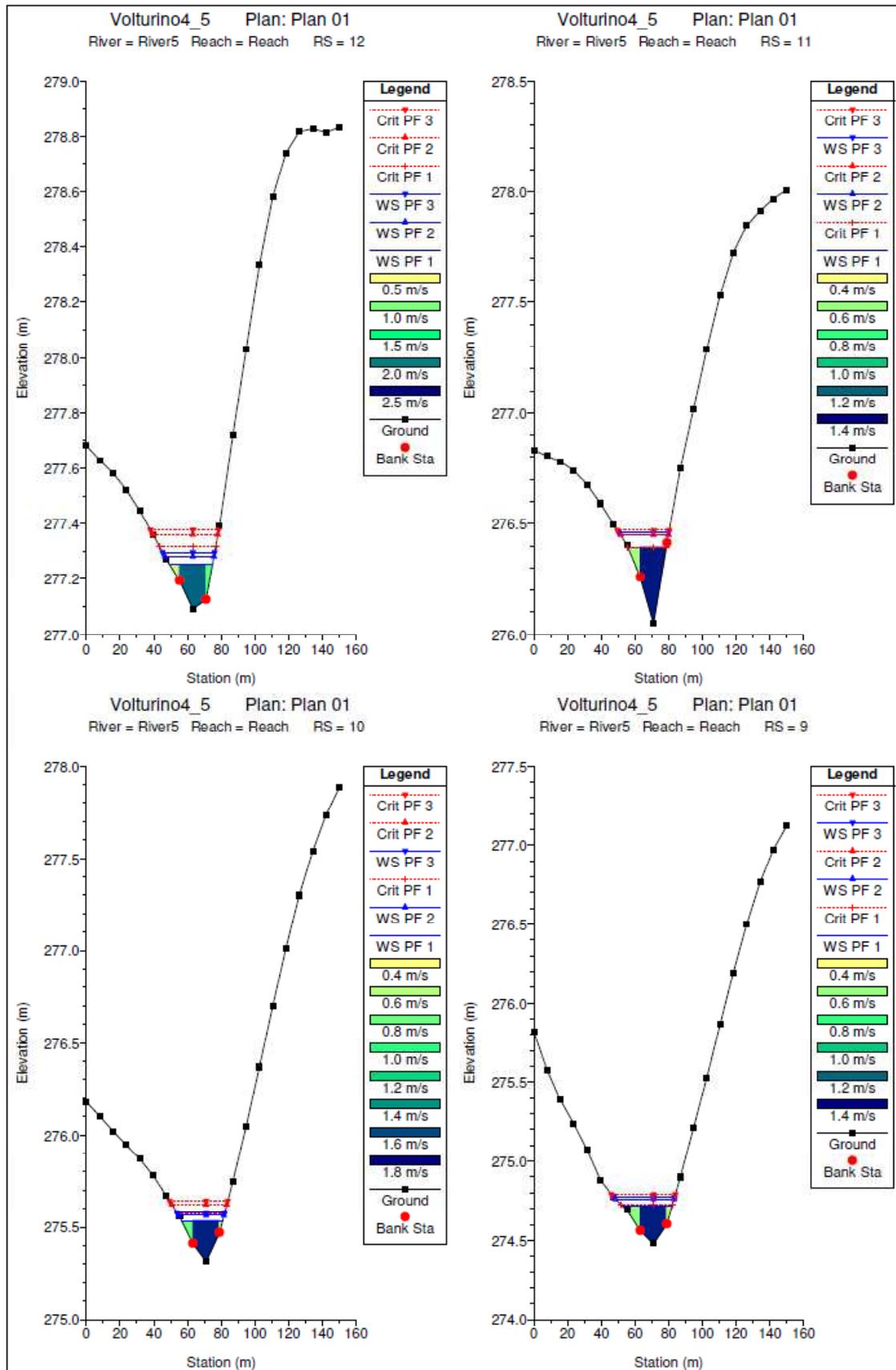


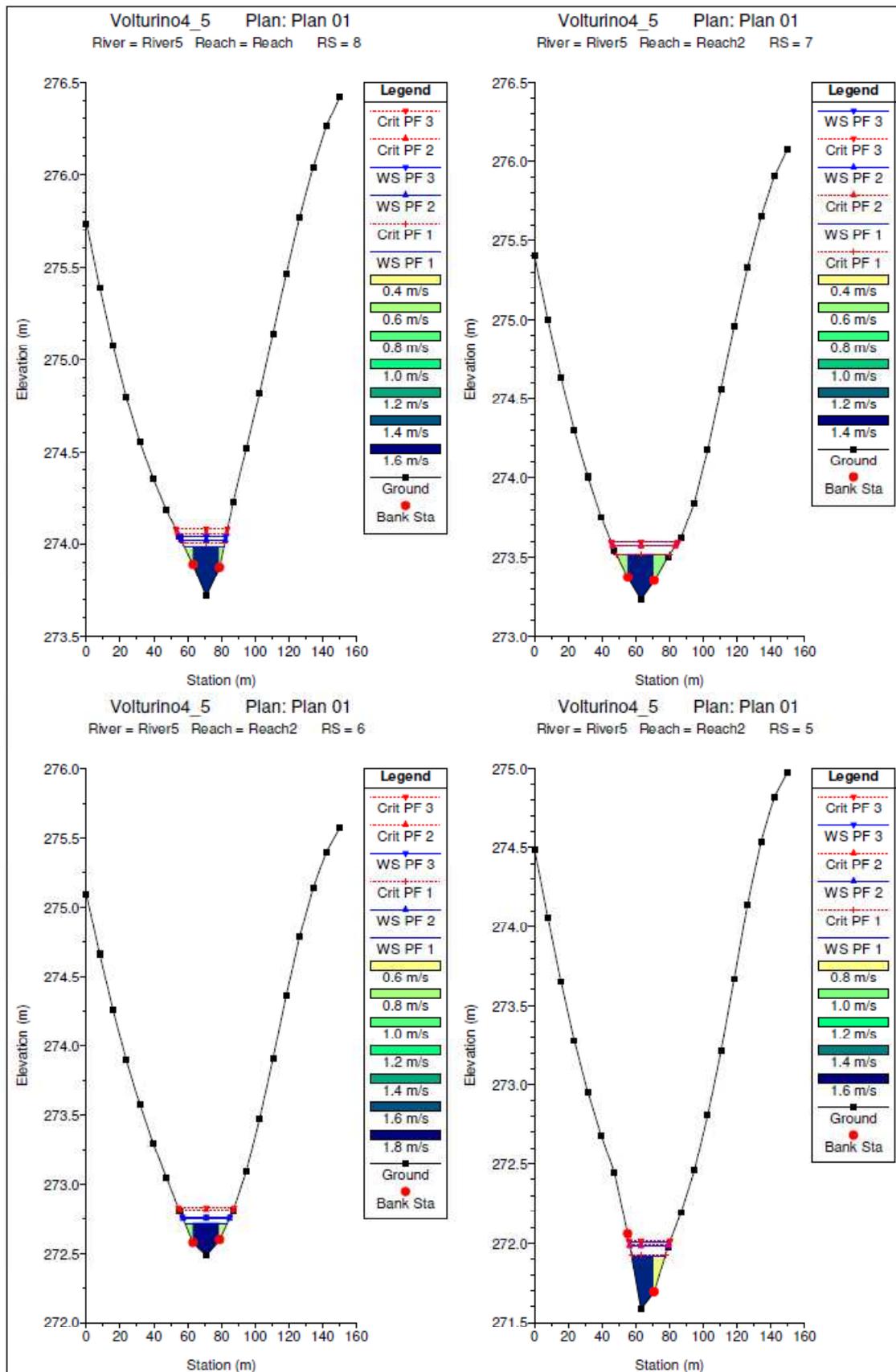


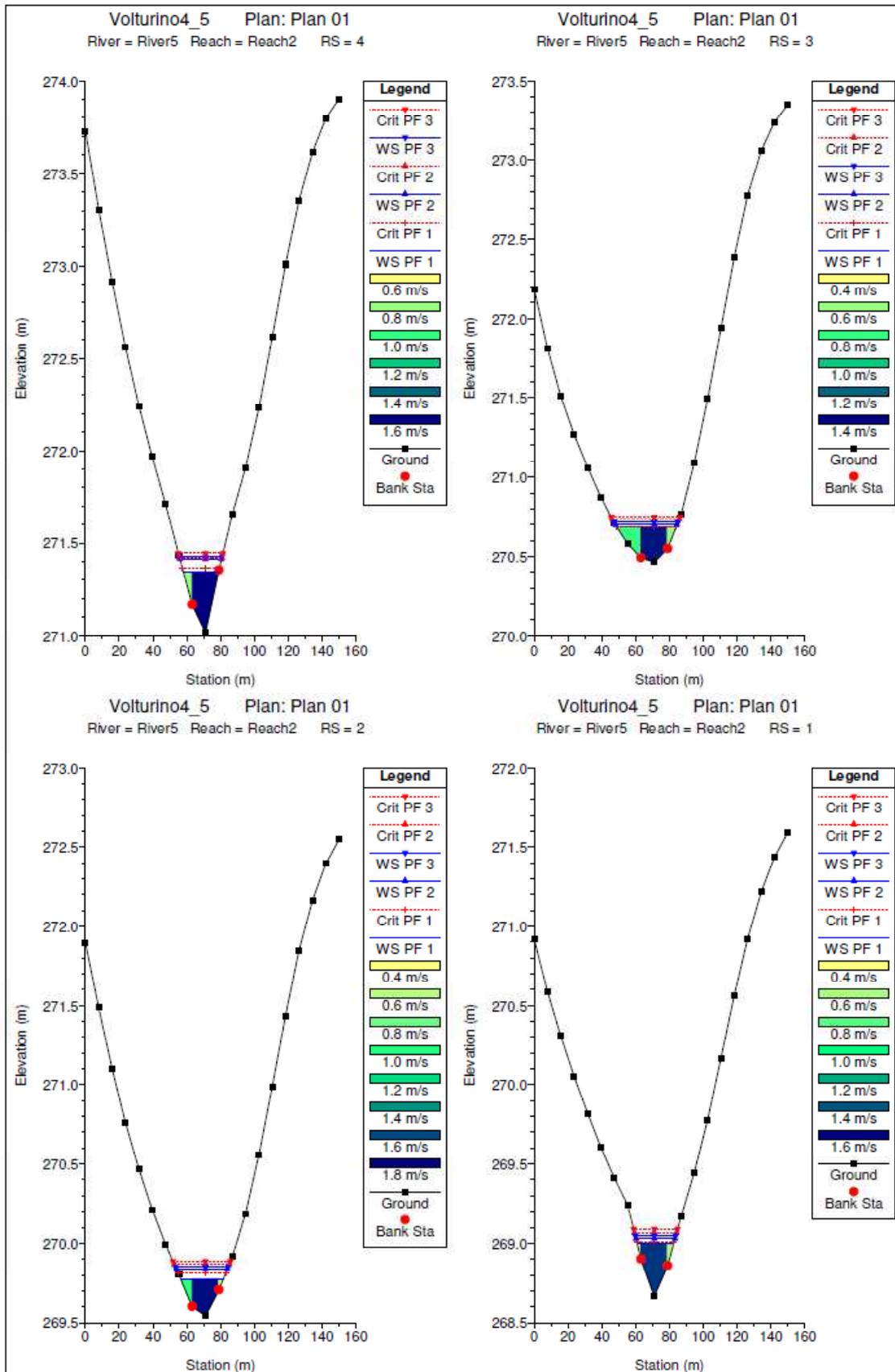


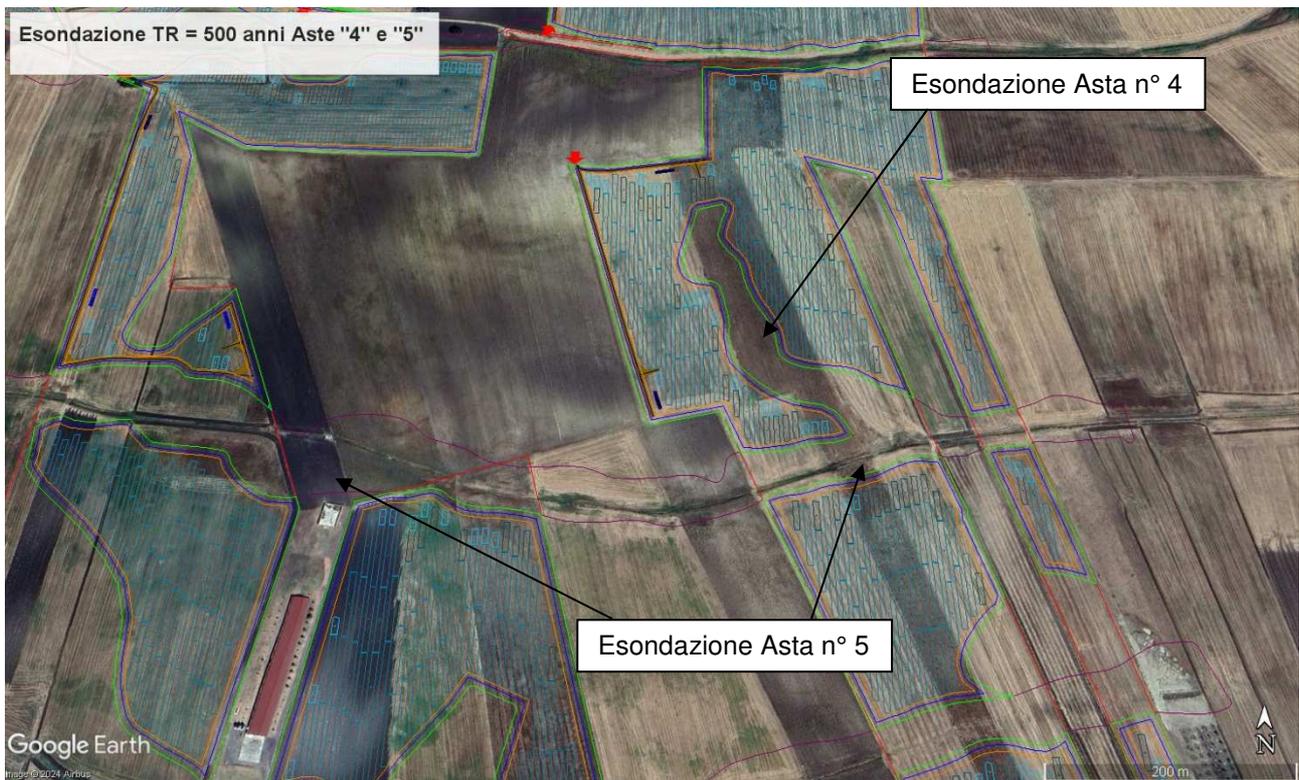












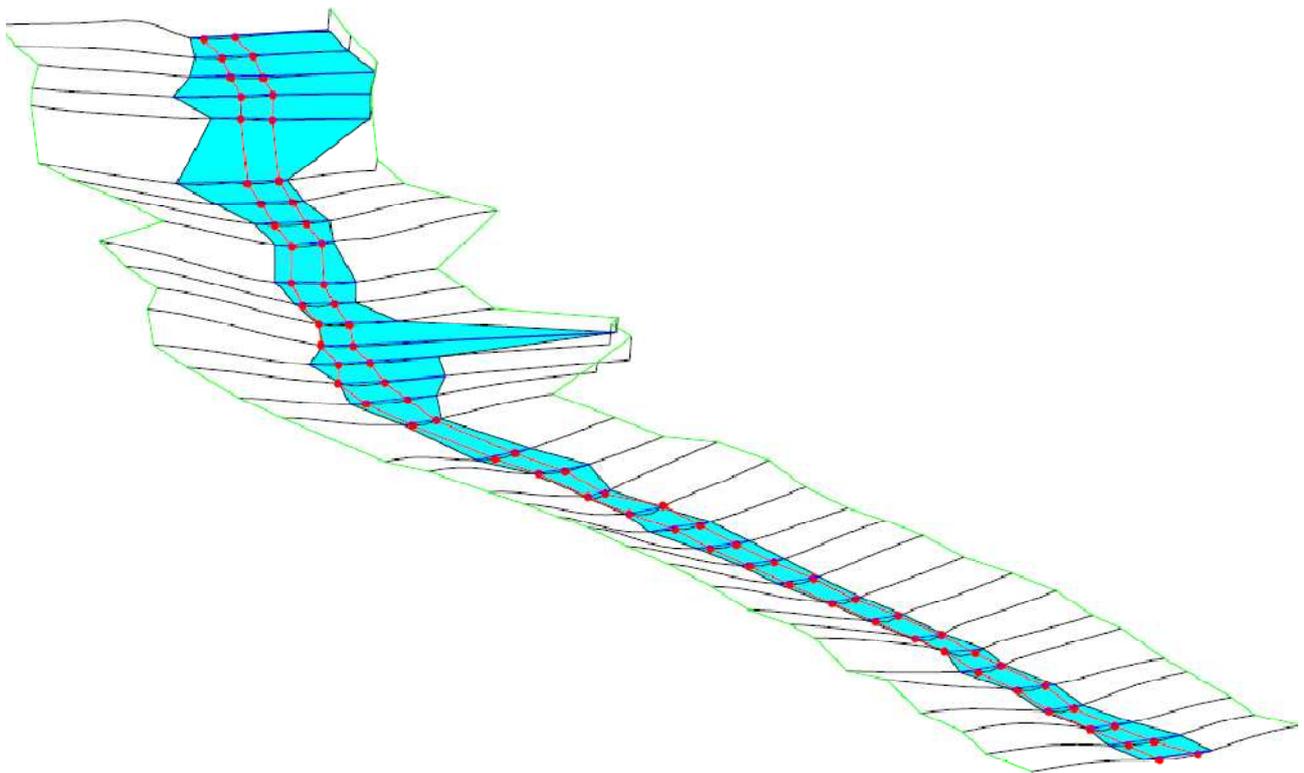
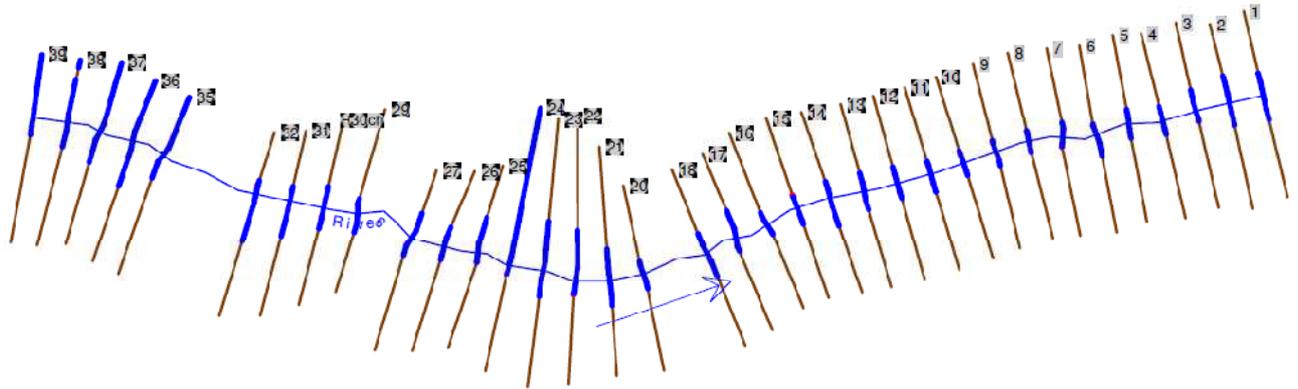
4.4 ASTE N° "6"

Nel presente caso di studio le caratteristiche peculiari del sistema idraulico contemplano valori di portata di piena critica per TR = 200 anni pari a 9,5 mc/sec e per TR = 500 anni pari a 10,8 mc/sec; il piano campagna mostra una morfologia ugualmente acclive in direzione "Est" ma l'aveo di scorrimento dei deflussi lungo la linea di impluvio risulta meno "marcato", a tratti non così evidente come nei restanti casi analizzati in questa sede.

Le caratteristiche della corrente idrica di piena mostrano una condizione generale di corrente supercritica, solo in tre sezioni si riscontra un numero di Froude inferiore alla unità; la velocità media dei deflussi per piena cinquecentennale si aggira costantemente intorno ai valori di 1/2 m/sec; la altezza del tirante idrico per tale valore di portata di piena si attesta intorno ai 30 cm (raggiunge circa il valore di 40 cm in corrispondenza delle sezioni in cui si ha il passaggio allo stato critico della corrente).

La porzione più a monte del tronco di asta soggetto a simulazione di flusso in alveo (dalla sezione "39" di verifica idrodinamica fino alla sezione individuata con il numero "35"), mostra un alveo scarsamente confinato in sinistra idraulica con conseguente allargamento della fascia di territorio potenzialmente interessata da deflussi idrici superficiali in occasione del passaggio della piena critica; lo stesso comportamento si rileva in corrispondenza delle sezioni n° "24" di verifica idrodinamica; la sponda in sinistra, in queste porzioni d'alveo, appare livellata (probabilmente dalla azione antropica di coltivazione) comportando la necessità di un approccio analitico diverso;

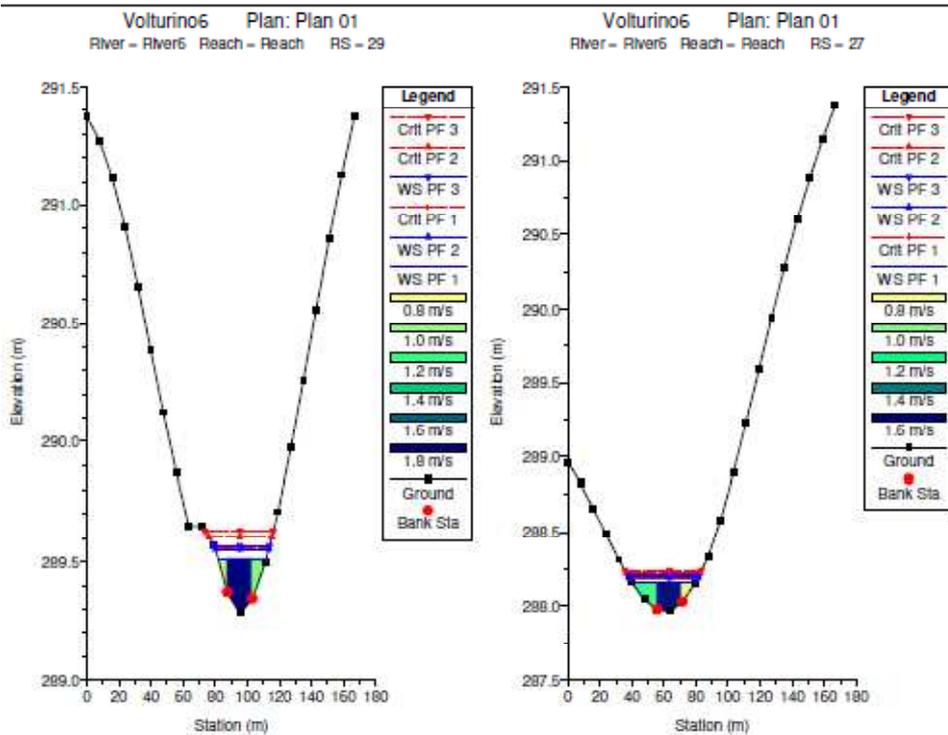
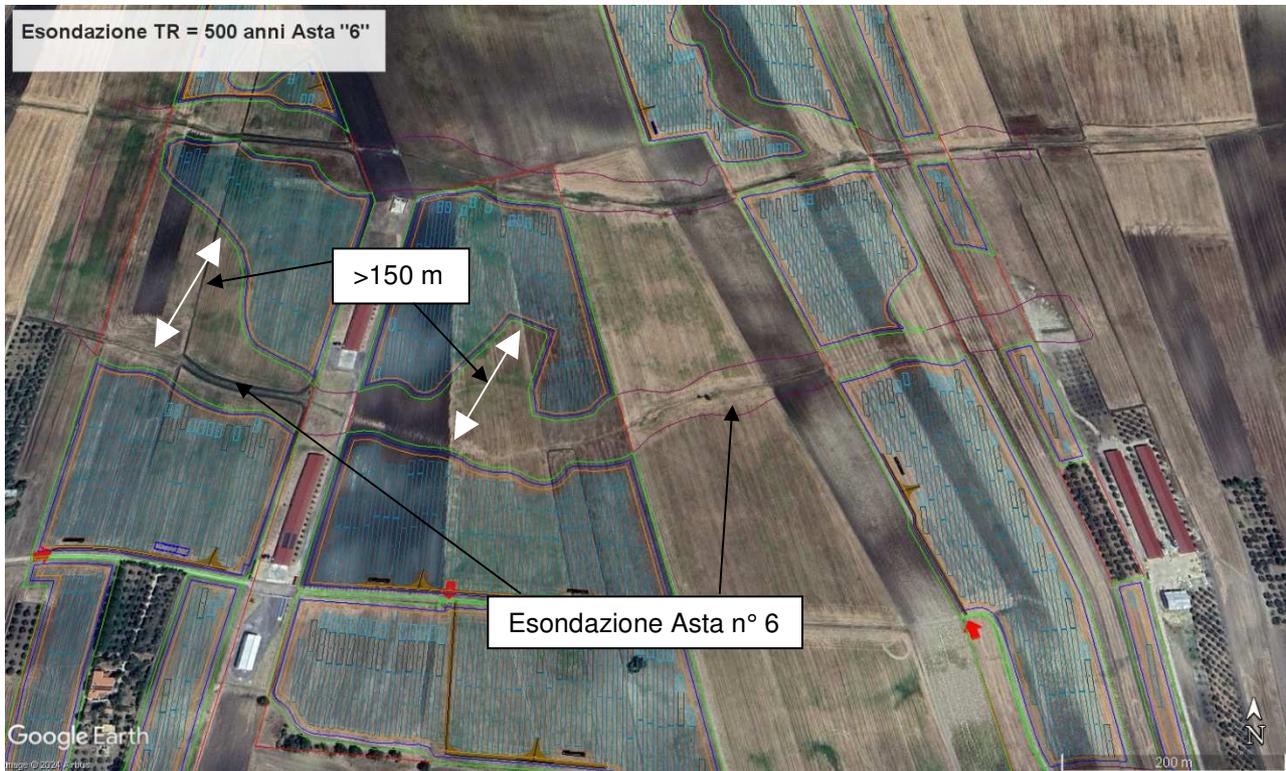
nel rispetto di questi tronchi di alveo si è provveduto a posizionare le opere di Progetto a distanze ben superiori a 150 m imposti dalla normativa nei confronti dell'alveo di magra (individuabile nel fosso in terra che descrive la linea di impluvio).

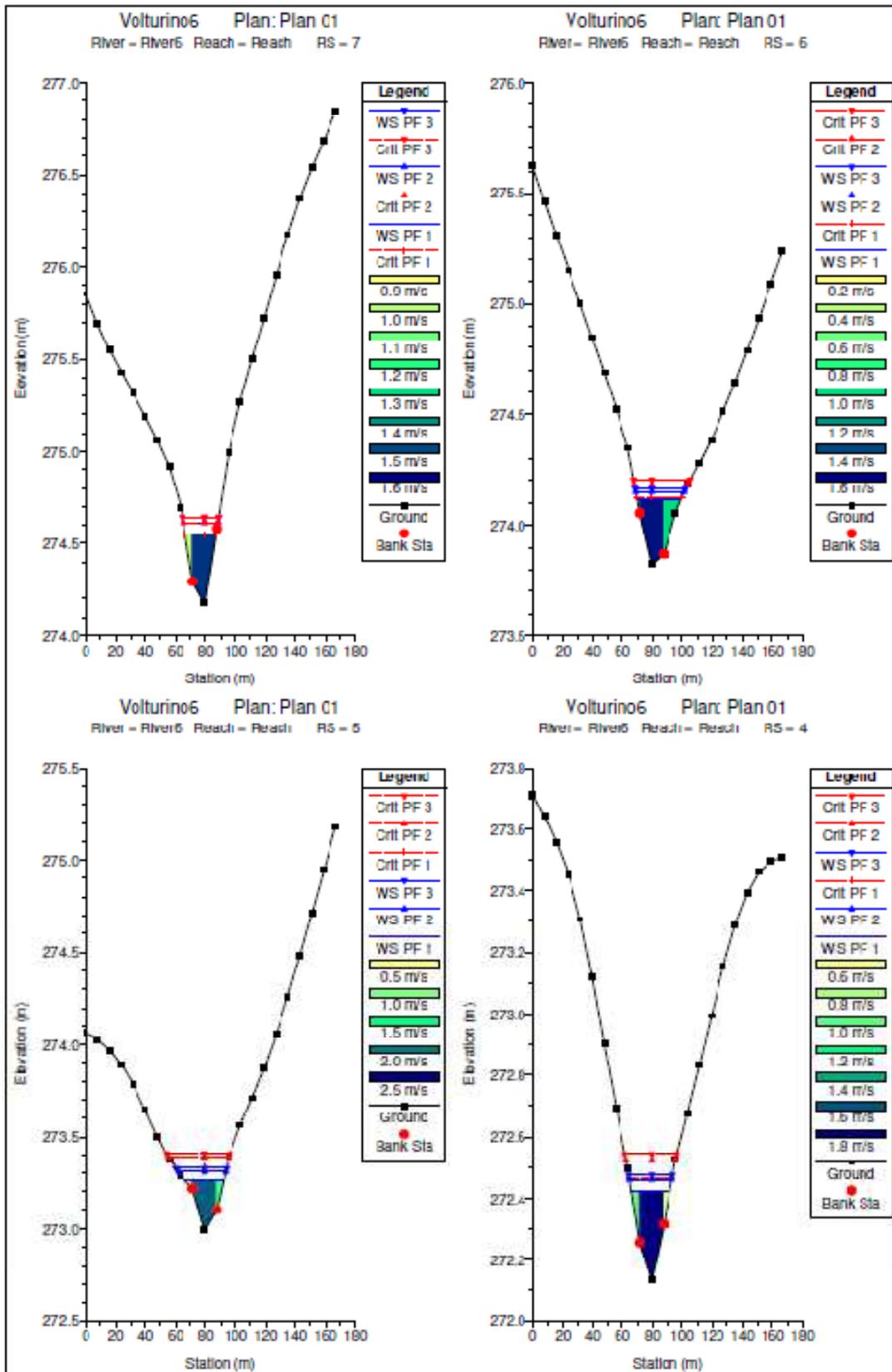


Tronco di asta n°6 - Simulazione di flusso in alveo – Profilo longitudinale 3D

La larghezza della fascia di esondazione cinquecentennale, così come è stata interpretata in questa sede in ragione della simulazione svolta, comporta, come nei casi precedenti, una larghezza di sezione bagnata che tende a ridursi in valore nella porzione di tronco indagato posta più a valle e

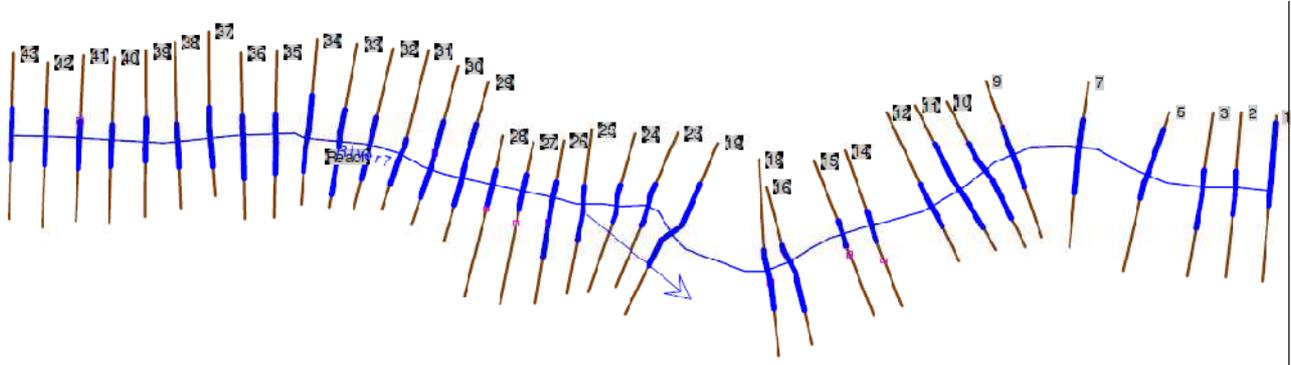
mediamente è compresa tra i 50 ed i 60 metri lineari. Di eguito lo stralcio planimetrico del Layout di Progetto previsto per evitare interferenze con le aree soggette potenzialmente a deflusso pluricentenario:



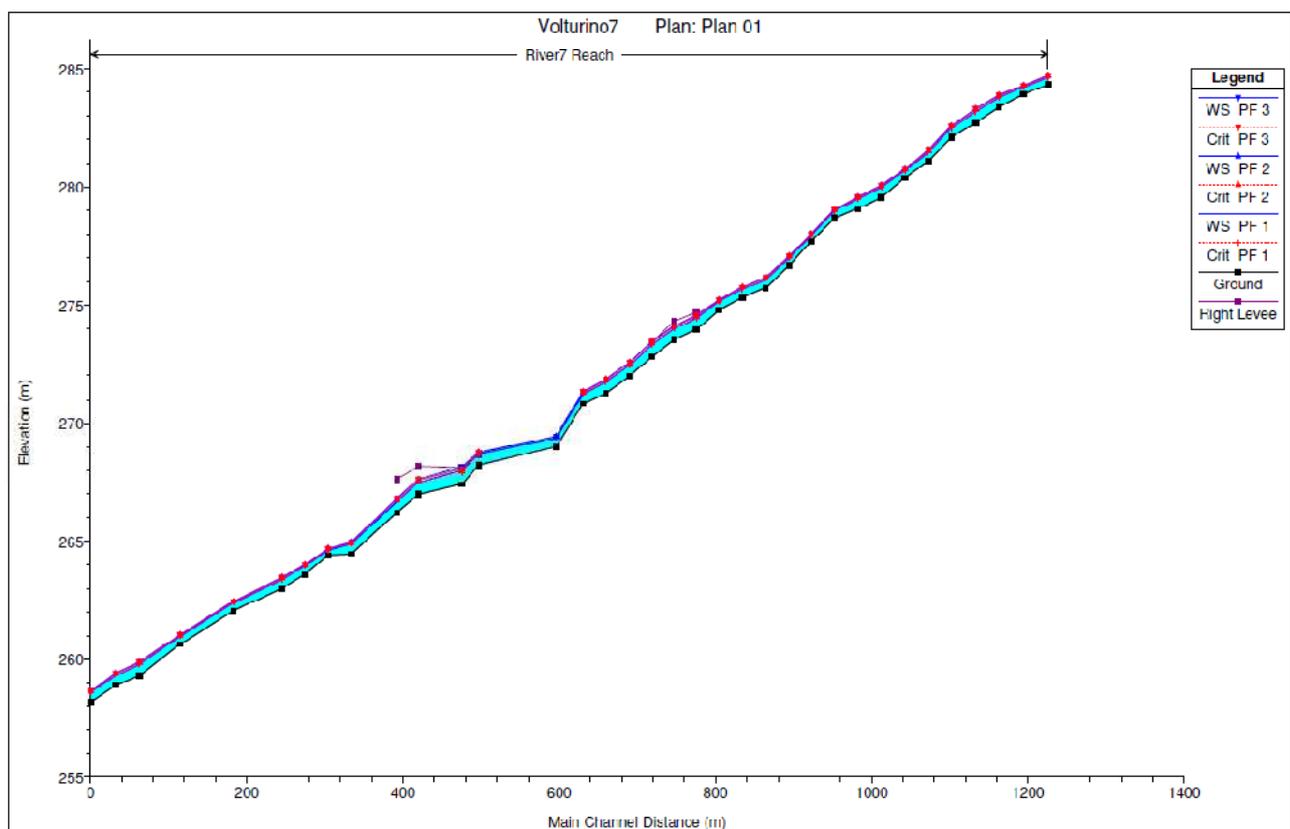


4.5 ASTA N° “7”

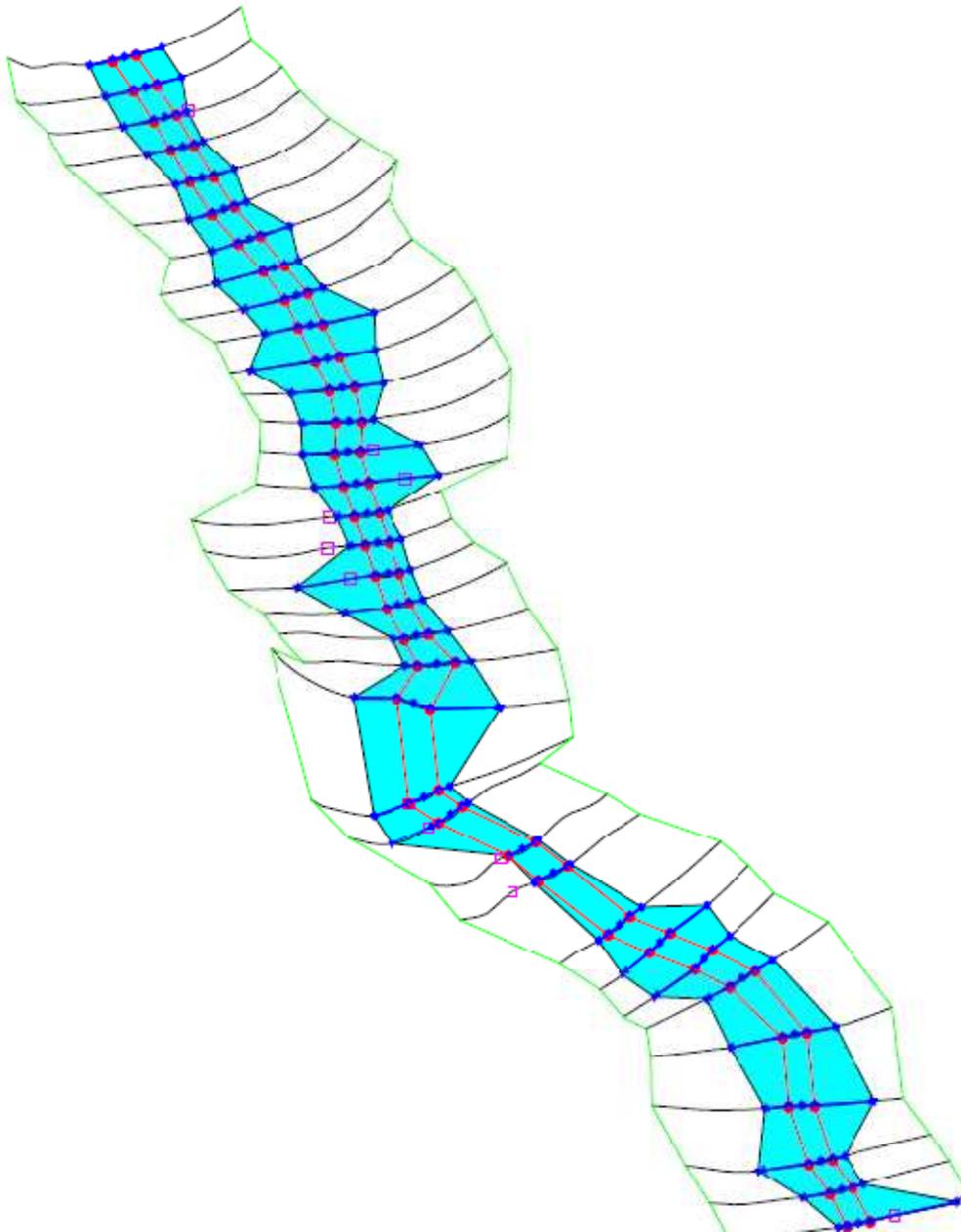
Tale linea di impluvio, indicata nella IGM come “Canale Valle Iuvara”, attraversa un territorio dalla morfologia simile a quella incontrata nei casi di studio precedenti:



La punta di piena critica per $Tr = 500$ anni assume un valore calcolato in questa sede di indagine che sfiora i 20 mc/s di portata; i valori del numero di Froude restano costantemente inferiori all'unità per tutte le sezioni di verifica idrodinamica e la velocità media di scorrimento della corrente fluida di piena si attesta intorno ai 2 m/sec; la corrente idrica prosegue in condizioni di stato critico ed il tirante idrico che ne deriva è dell'ordine dei 50 cm di altezza (il tirante relativo al passaggio della piena duecentennale è mediamente tre centimetri inferiore).



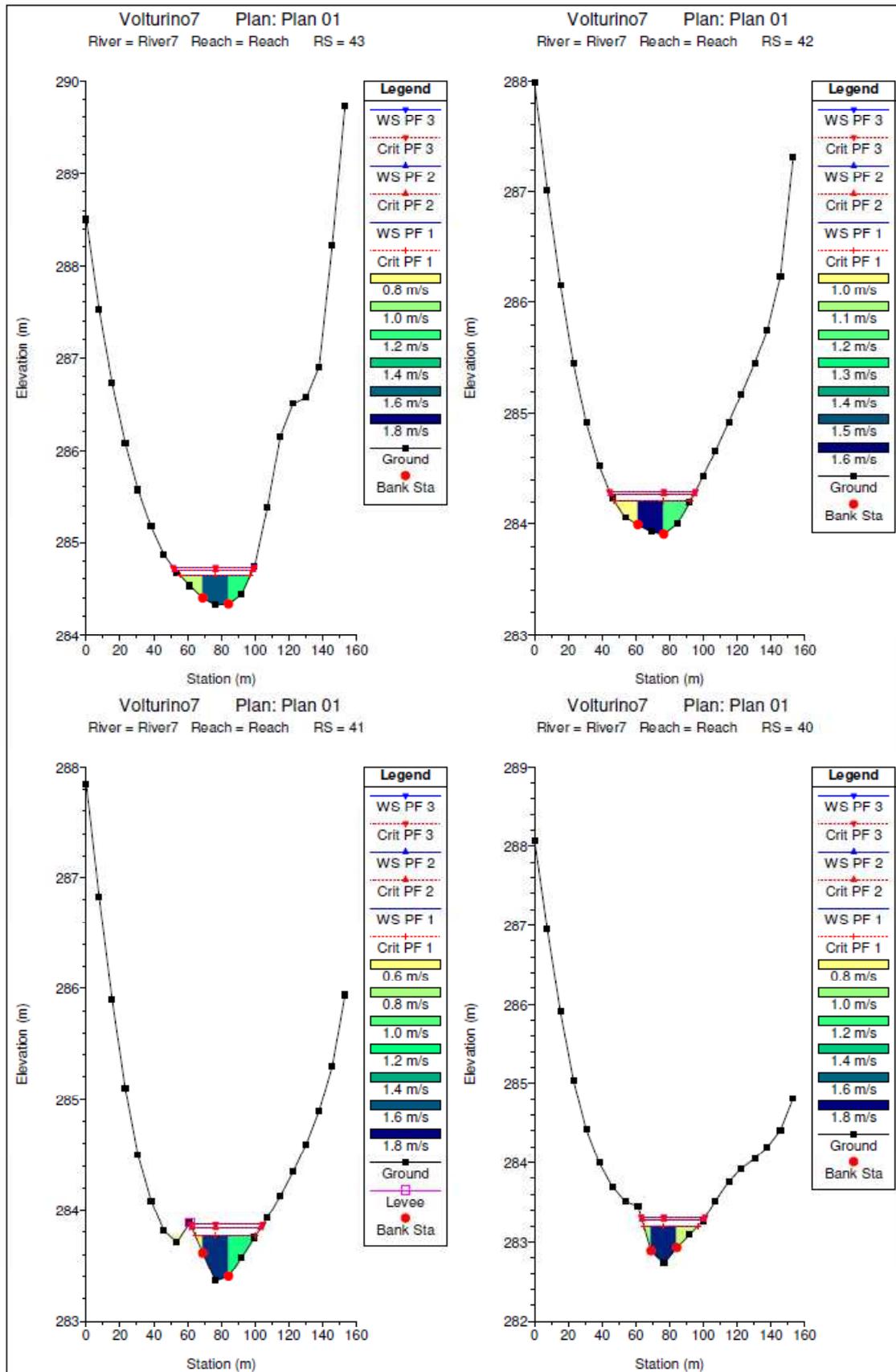
Tronco di asta n°7 - Simulazione di flusso in alveo – Profilo longitudinale

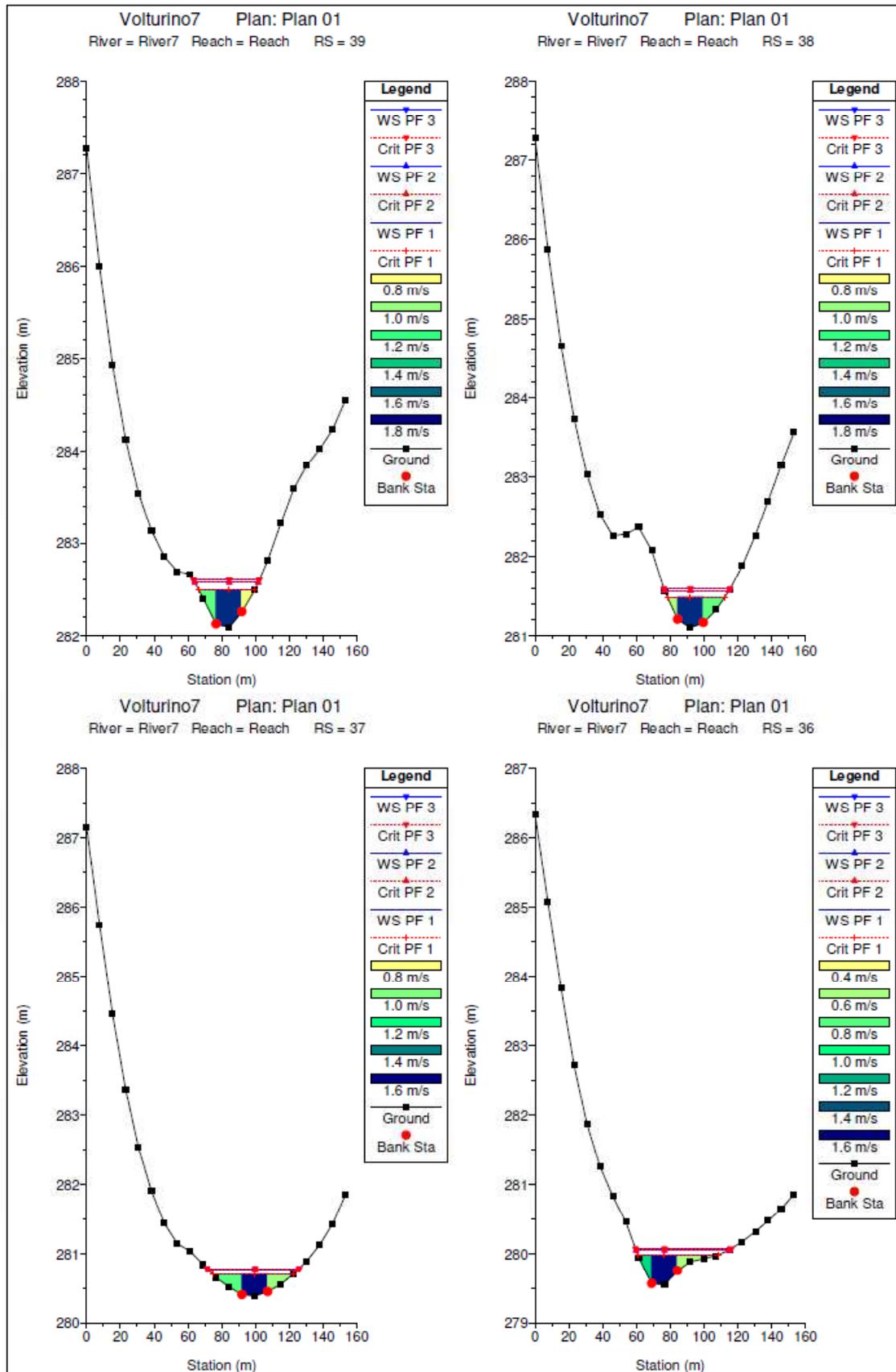


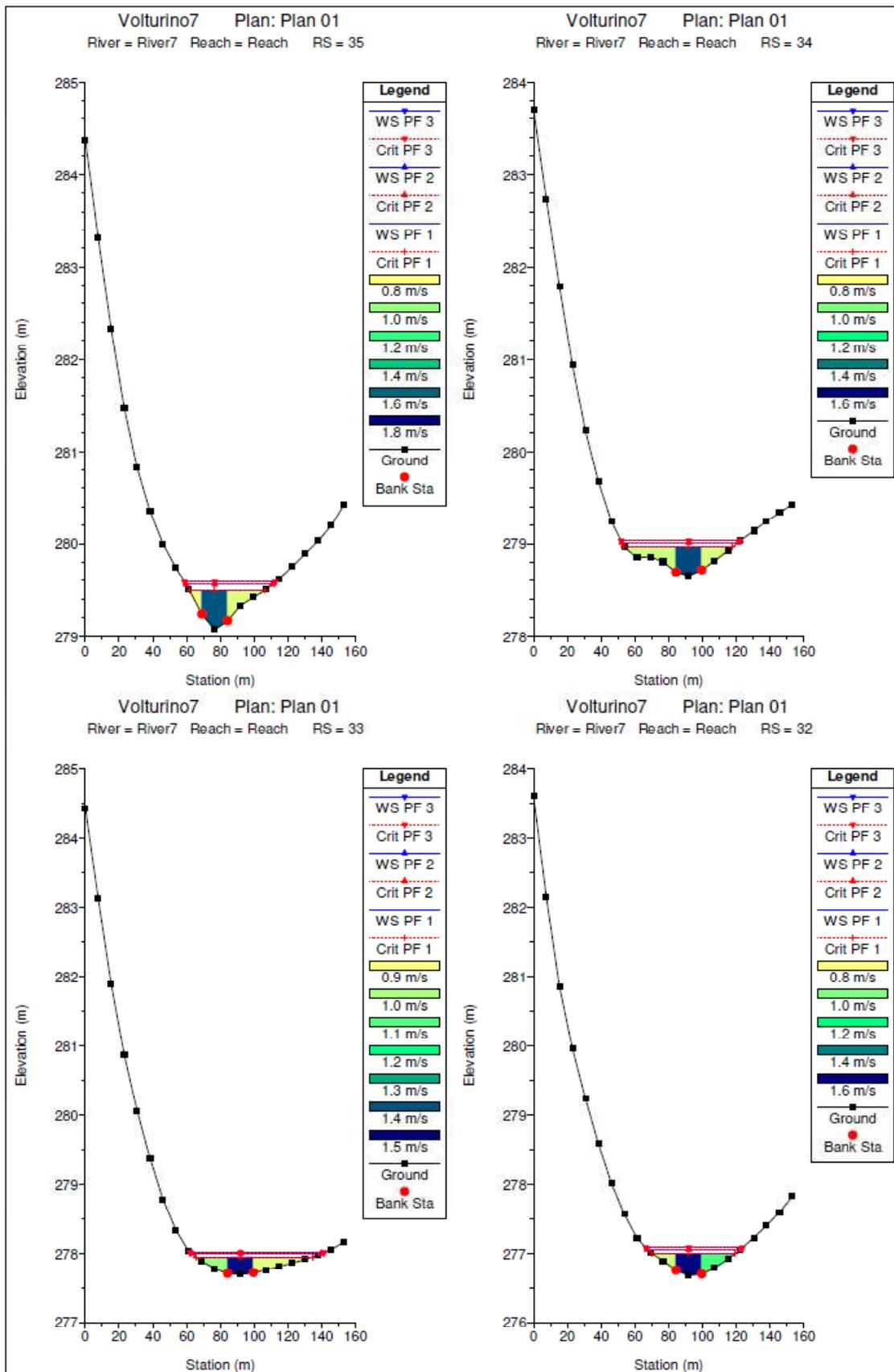
Tronco di asta n°7 - Simulazione di flusso in alveo – Profilo longitudinale 3D

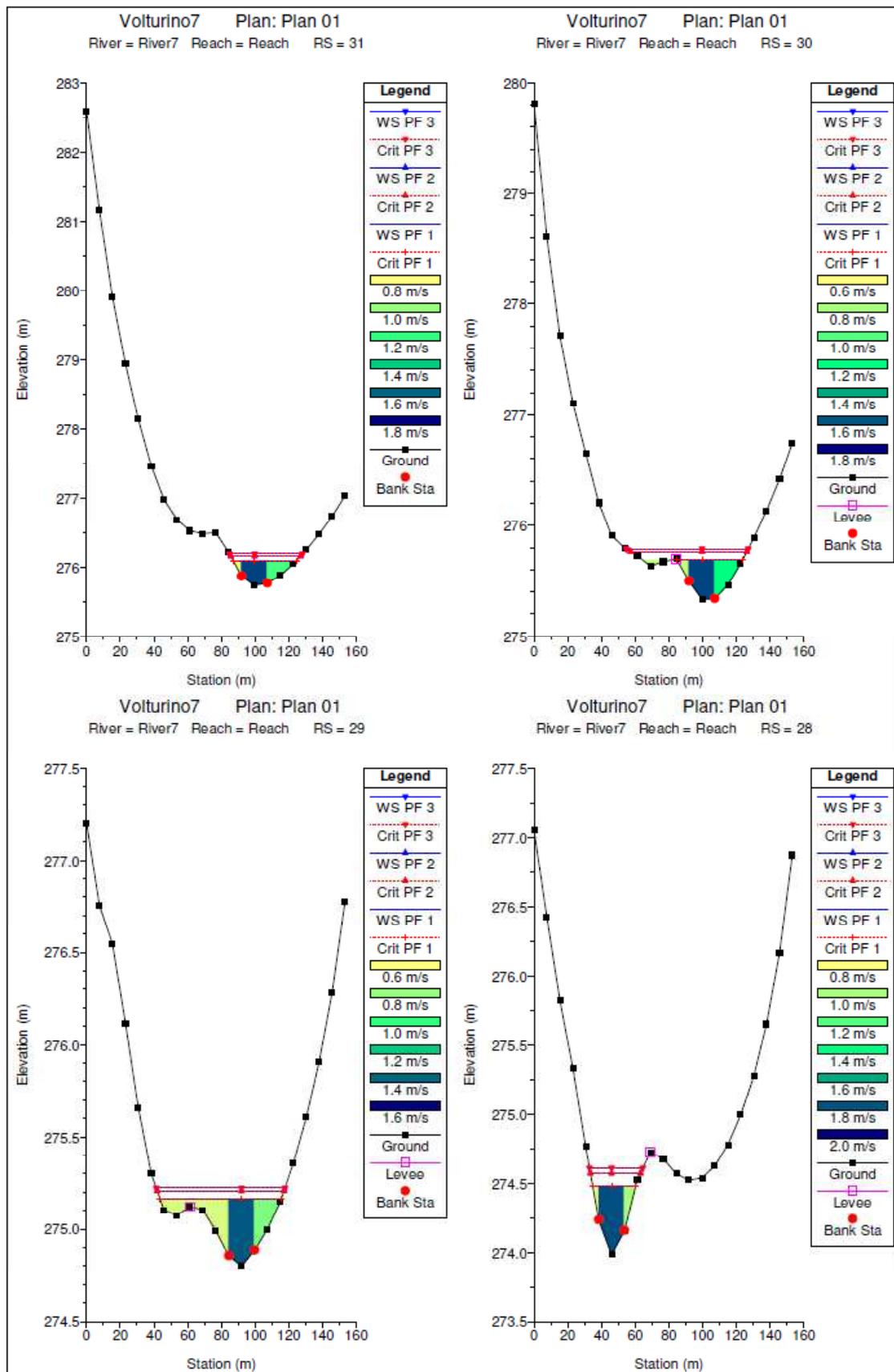
La fascia di esondazione associata alla piena cinquecentennale, in questo caso di studio, prevede una larghezza piuttosto uniforme per l'intero tronco indagato e si aggira intorno al valore di 90 metri lineari.

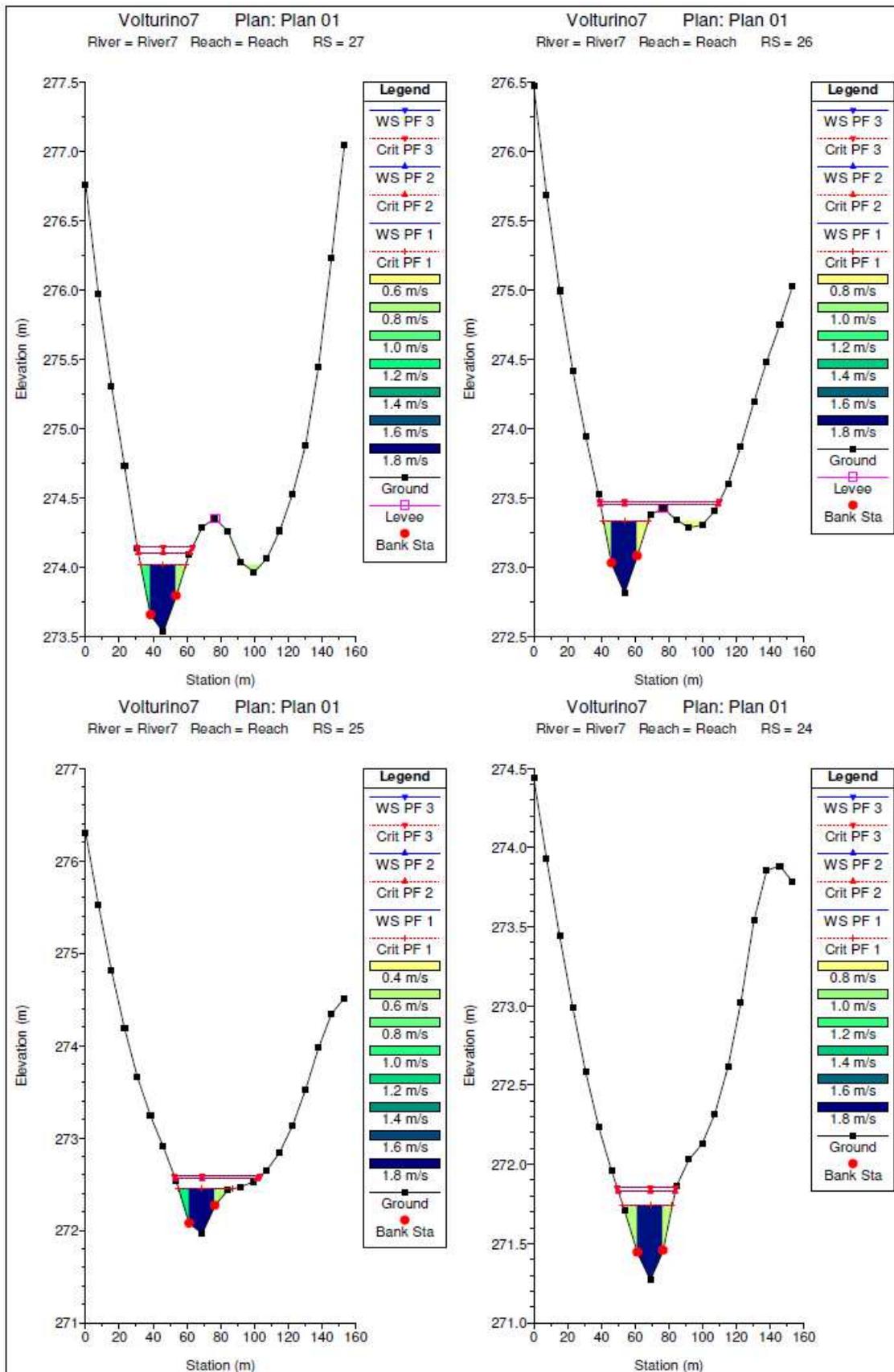
Di seguito si riportano le sezioni idroverifica idrodinamica dell'intero tronco di asta e lo stralcio planimetrico del Layout di Progetto dal quale si apprezza la fascia di rispetto considerata in sede di progettazione per evitare interferenze tra le opere ed i deflussi previsti pre la piena cinquecentennale:

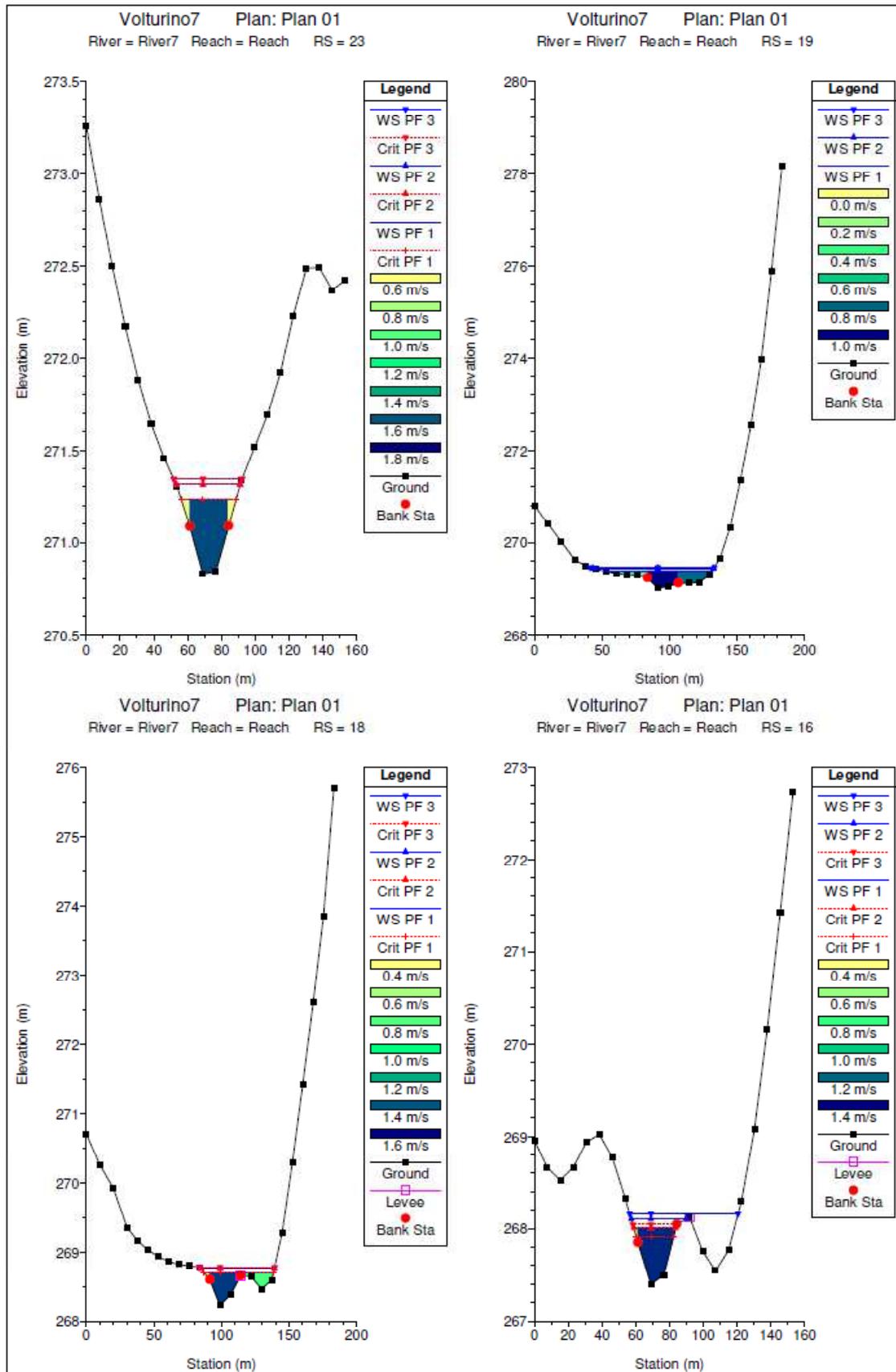


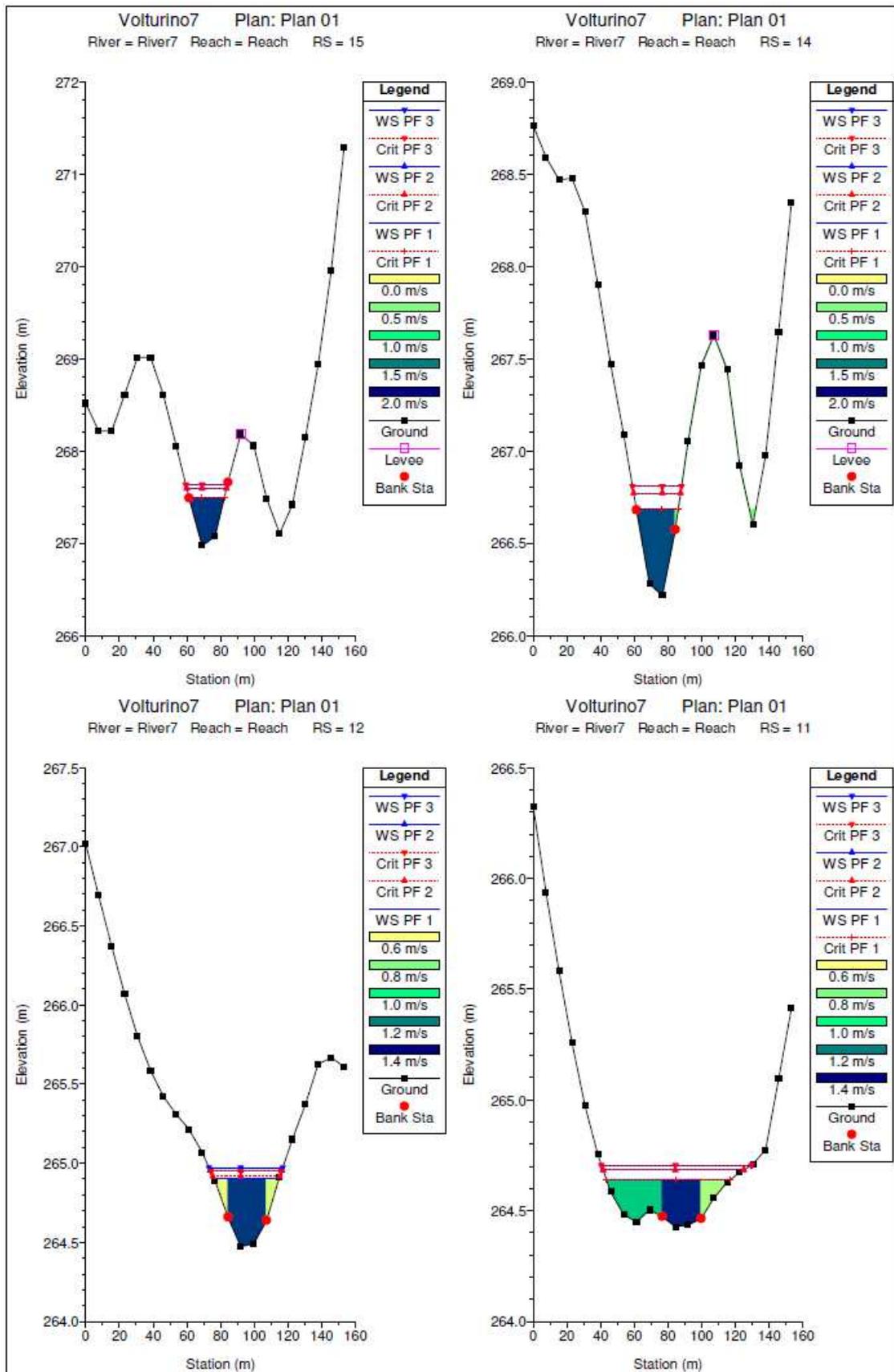


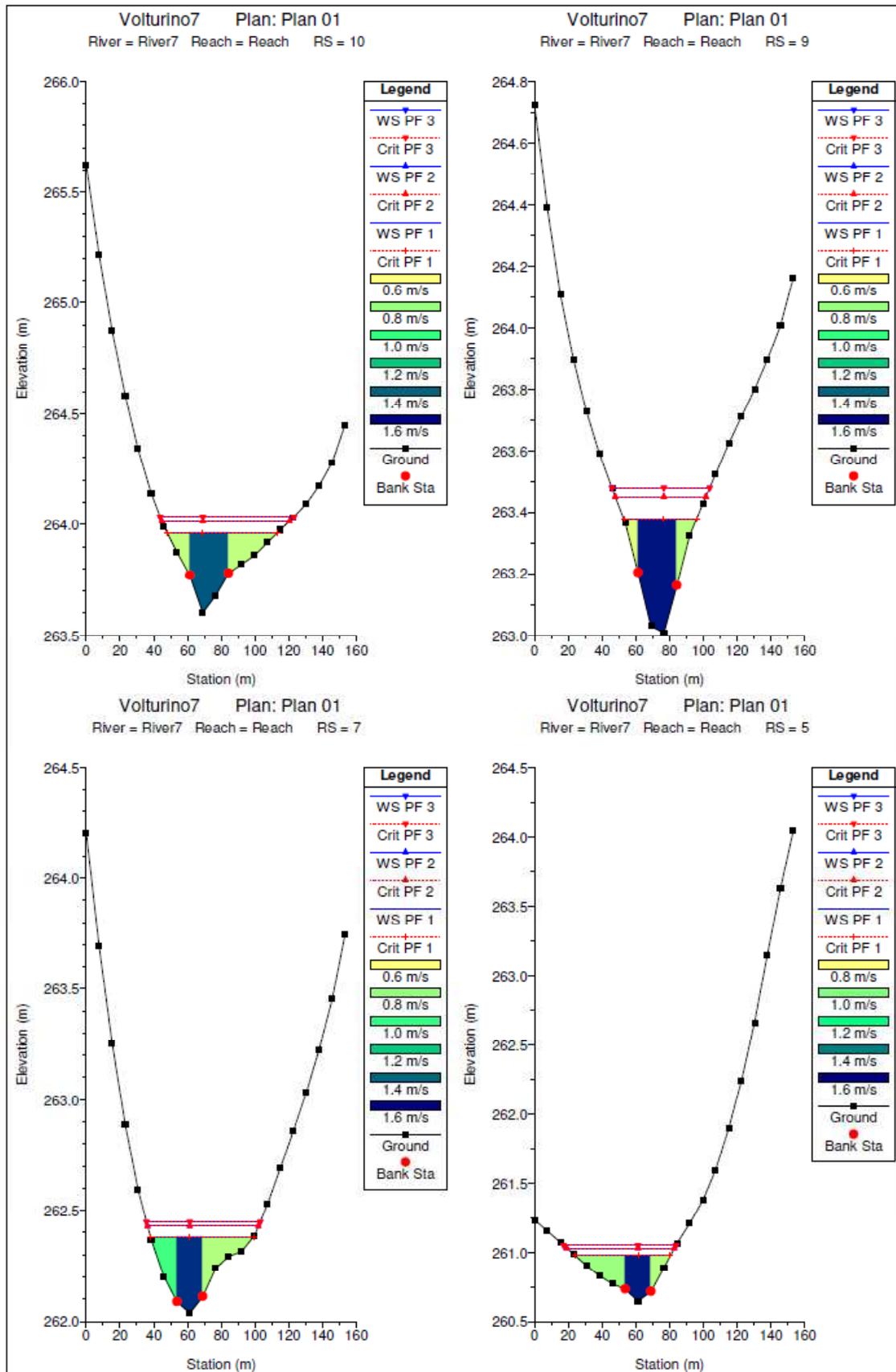


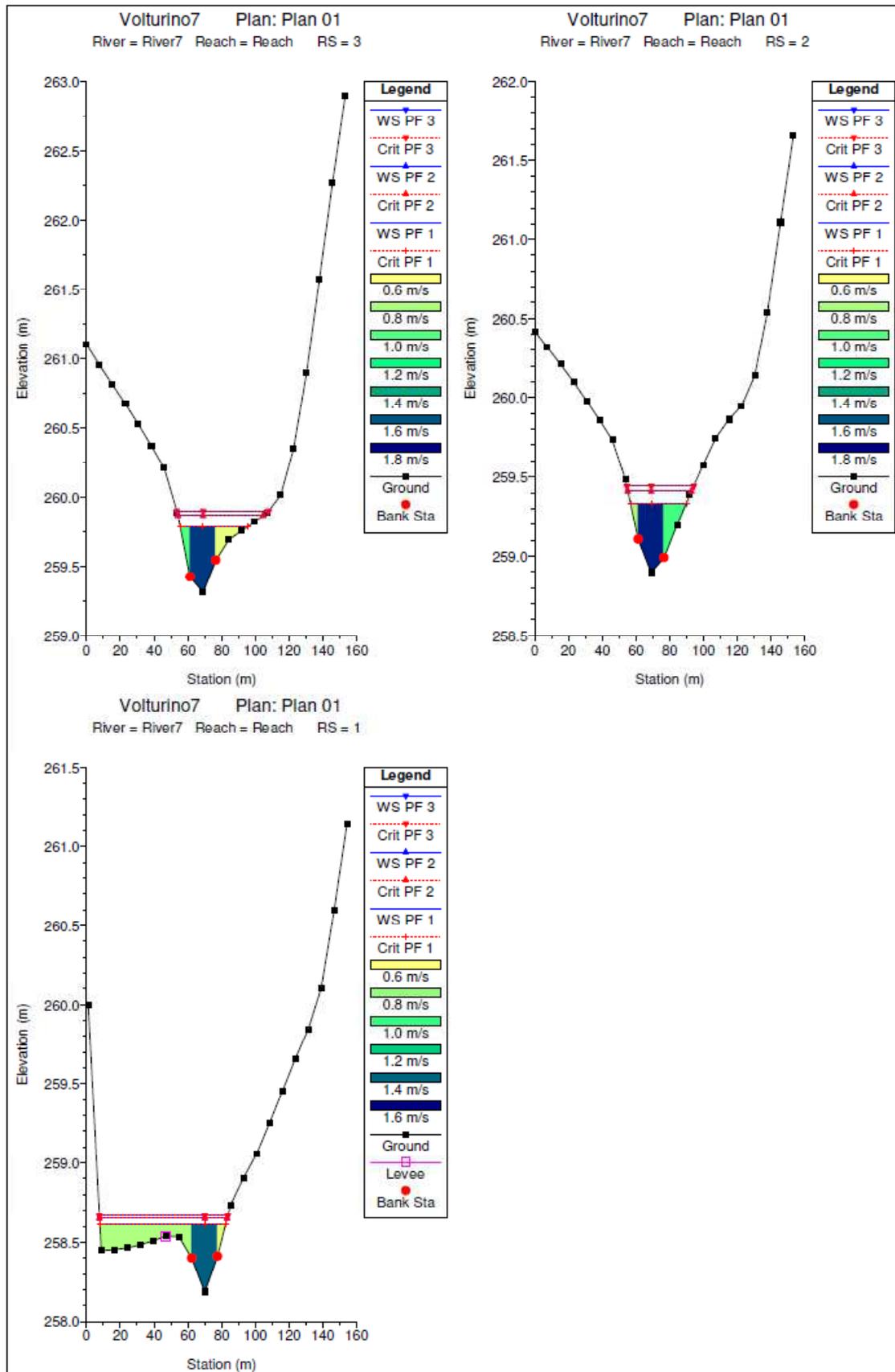


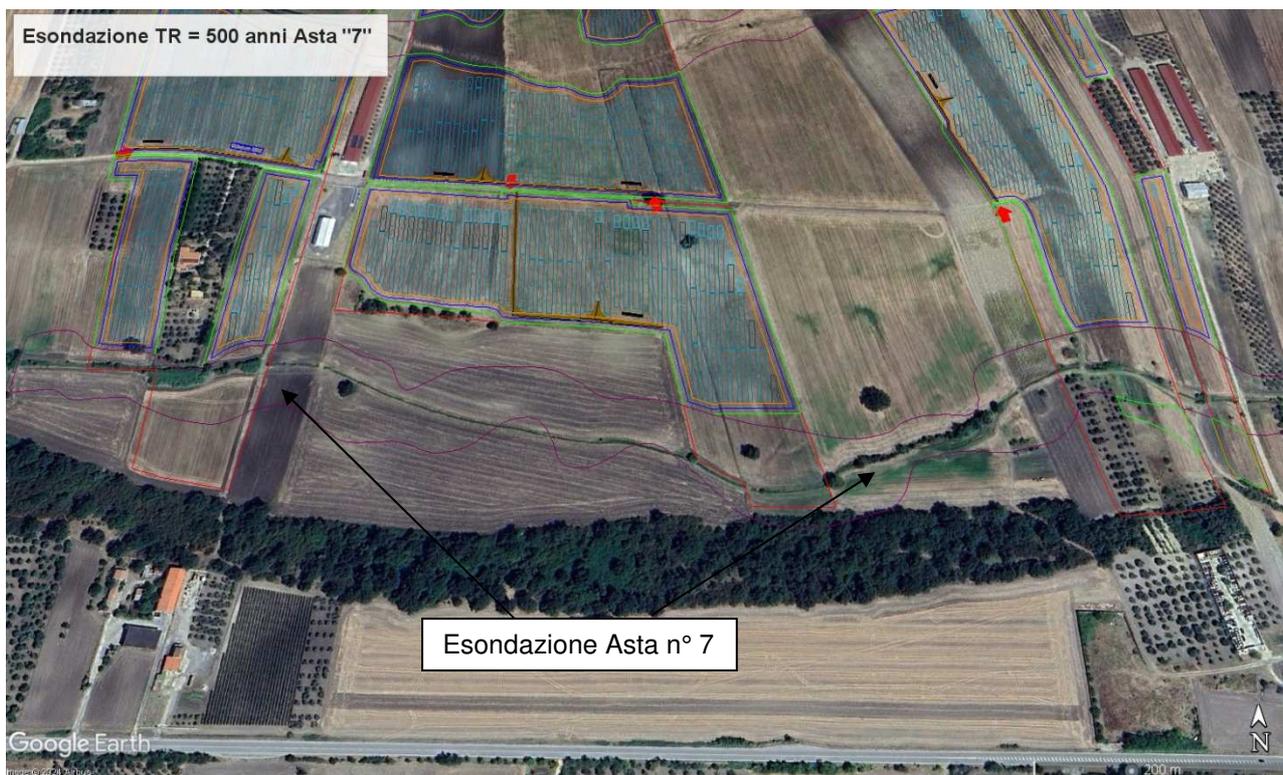












5. CONCLUSIONI

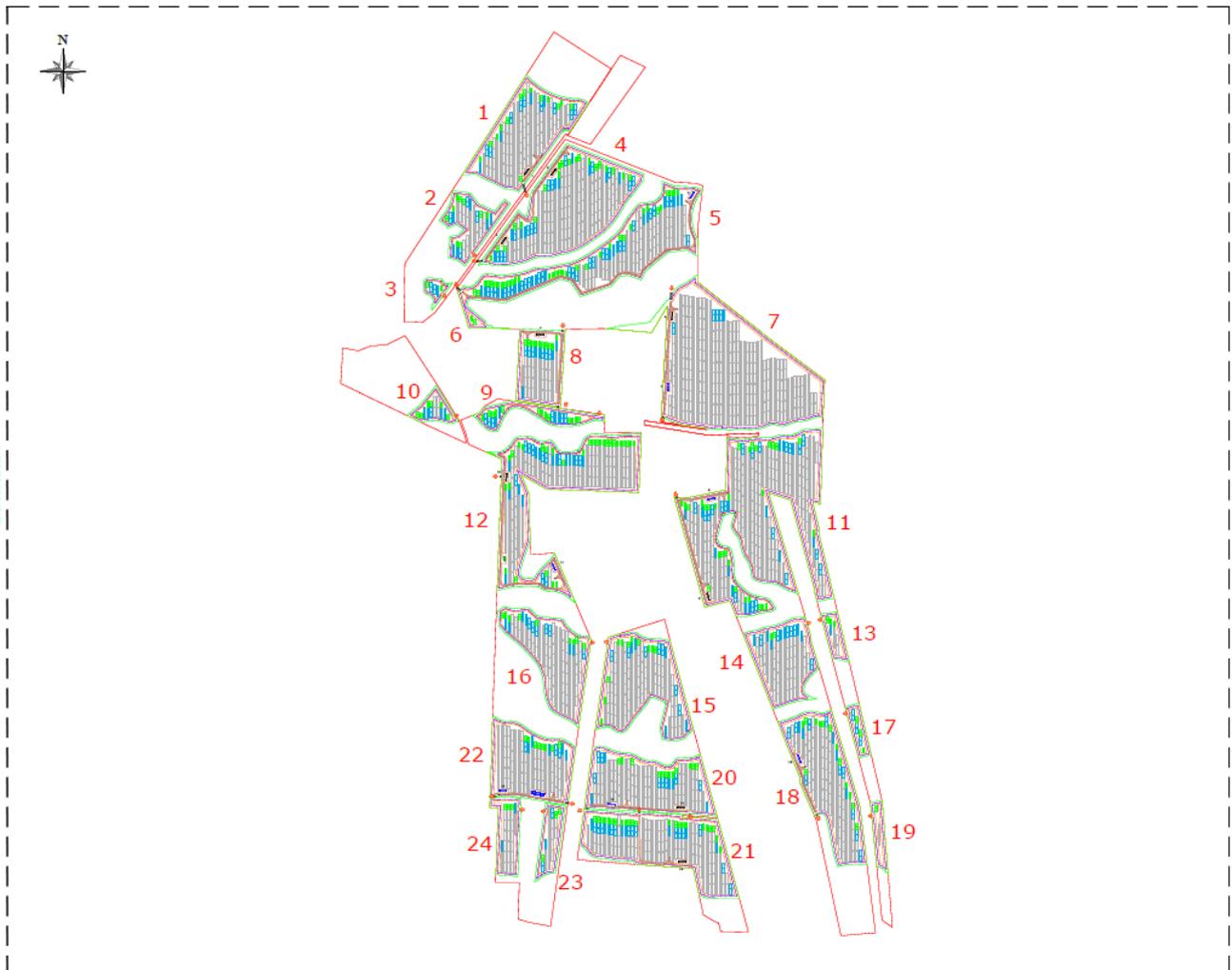
La società proponente intende realizzare un impianto "agrivoltaico" nel Comune di Volturino (FG) ed ha individuato il sito di impianto in una serie di lotti agricoli, in un territorio rurale estesamente dedicato alla coltivazione di specie erbacee.

Il sito si presenta come il versante di monte della vallata in cui si sviluppa il Torrente Salsola; tale versante si compone di falsopiani leggermente acclivi, piuttosto uniformi e praticamente privi di edificazioni; il piano campagna appare livellato dalla azione antropica secolare.

I lotti di impianto risultano intersecati o lambiti da ben sette linee di impluvio naturale il cui tracciato è riportato nella cartografia IGM nonché nella Carta Geomorfologica Regionale; pertanto la norma richiede che le opere rispettino distanze ben definite dall'alveo della singola linea di impluvio, salvo effettuare uno studio apposito che consenta di descrivere il dettaglio del sistema idraulico e di definire una adeguata distanza oltre la quale si può prevedere la installazione in sicurezza di tali opere.

In questa sede di indagine si è provveduto ad effettuare la simulazione idrodinamica di flusso nei sette tronchi di alveo interferenti con i lotti di Progetto; la simulazione ha posto alla base dei calcoli le punte di portata di piena critica valutate in sede di Relazione Idraulica per le sette aste idrografiche; in corrispondenza della piena meteorica caratterizzata dal tempo di ritorno pari a 500 anni, si è provveduto a definire la fascia di territorio che, di caso in caso, risulta verosimilmente

coinvolta da deflussi idrici superficiali concentrati in alveo; tale "fascia di esondazione della piena cinquecentennale" è stata, quindi, posta a "discriminante" delle sedi di lotto utili ad accogliere nuove opere ed il Layout di Progetto è stato modulato nel rispetto delle aree golenali e di pertinenza fluviale dei sette tronchi di reticolo, identificate in questo caso di studio con la fascia di esondazione cinquecentennale:



Taranto, li 10/05/2024

Il Tecnico

Ing. Luca Gianantonio