

REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DI NOVARA
COMUNE DI BORGOMANERO

VARIANTE STRUTTURALE

1

RELAZIONE
GEOLOGICO-TECNICA

Revis.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	
	18/06/21	Documento di rito	Dott. Geol M. Mazzetti	Dott. Geol. F. Grioni	



TELLUS s.r.l.
Topografia • Geologia
Servizi per l'ingegneria

Ufficio amministrativo: Novara, Via Lagrange 28
Tel. 0321-49.97.42 - Fax 0321-52.07.77
e-mail: info@tellusrl.it

Committente

Amministrazione Comunale
di Borgomanero

Identificativo del documento

PRG: 21 - Borgomanero - Variante strutturale

PREMESSA

A supporto della Variante Strutturale 2021, si è redatta la seguente documentazione tecnica, così come indicato al punto 6 della Circolare P.G.R. 8 maggio 1996 n.7/ LAP e al punto 13.1 della Nota Tecnica Esplicativa della stessa Circolare:

- relazione geologico-tecnica
- carta di sintesi
- schede monografiche degli interventi

Si è aggiornata la base cartografica utilizzata con l'inserimento della nuova viabilità; in ogni caso, dalla data degli ultimi elaborati geologici risalenti all'anno 2009, il territorio in esame non è stato significativamente interessato da eventi calamitosi, tali da influire sulle condizioni di pericolosità dell'area in esame; inoltre, a seguito dell'esecuzione dei lavori di messa in sicurezza dell'alveo del T. Agogna previsti nel Cronoprogramma approvato con Delibera di CC n. 6 del 25/03/201, alcuni settori del centro abitato non risultano più raggiungibili dalle acque di piena con tempo di ritorno 200 anni.

INDICE

1	INTERVENTI PREVISTI DI PIANO.....	3
2	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE	6
3	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE.....	7
4	CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE	8
4.1	Identificazione strutturale dei sistemi acquiferi	8
4.2	Descrizione del campo di moto dell'acquifero libero.....	8
4.3	Parametri idrodinamici dell'acquifero libero	9
4.4	Vulnerabilità intrinseca	10
5	CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE.....	11
6	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA.....	12
7	CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ.....	14
8	PREVISIONI URBANISTICHE	16
8.1	Classe I.....	16
8.2	Classe II.....	16
8.3	Classe III.....	18

ELENCO DEGLI ELABORATI

ALLEGATO N.

- 1 CRONOPROGRAMMA DEGLI INTERVENTI DI RIASSETTO TERRITORIALE PER L'ELIMINAZIONE E/O
MITIGAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DELLE AREE IN CLASSE DI IDONEITÀ GEOLOGICA III B
(APPROVATO CON DEL. DI C.C.N.6 DEL 25/03/17)
- 2 VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ A SEGUITO DEGLI INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA
DELL'ALVEO DEL T. AGOGNA NEL TRATTO URBANO

1 INTERVENTI PREVISTI DI PIANO

La variante strutturale prevede n. 30 nuovi interventi, riassunti nella seguente tabella:

Intervento n.	Tipologia d'intervento	Classe d'idoneità all'uso urbanistico	Ubicazione
137 (D)	Ampliamento area a spazi pubblici a servizio dell'attigua struttura sede della Croce Rossa. Lotto intercluso tra aree edificate	Ile IIIa2	Via Beatrice
8 (C1)	Nuovo lotto residenziale di completamento in ambito urbanizzato all'interno del centro abitato. Intervento di "densificazione".	Ile	Via Monte Bianco
12 (C1)	Nuovo lotto residenziale di completamento in ambito urbanizzato all'interno del centro abitato. Intervento di "densificazione"	IIf	Via Verdi
54 (C1)	Nuovo lotto residenziale di completamento in ambito urbanizzato all'interno del centro abitato. Intervento di "densificazione".	Ile	Via dei Prati
85 (C1)	Nuovo lotto residenziale di completamento in ambito urbanizzato all'interno del centro abitato. Intervento di "densificazione". Area già interessata da uno strumento urbanistico esecutivo non attuato e a prossima scadenza	Ile	Via Pozzi
120 (C1)	Nuovo lotto residenziale di completamento in ambito urbanizzato all'interno del centro abitato. Intervento di "densificazione"	Ile	Via Monte Rosa
121-122 (C1)	Nuovo lotto residenziale di completamento in ambito urbanizzato all'interno del centro abitato. Intervento di "densificazione"	Ila	Via Flecchia
189 (C1)	Nuovo lotto residenziale di completamento in ambito urbanizzato all'interno del centro abitato. Intervento di "densificazione"	Ile	Viale Kennedy

19-153 (C3)	Aree contigue ad un Piano Esecutivo approvato relativo ad un'area residenziale di nuovo impianto, si propone l'ampliamento dell'ambito 9A, disciplinato dalla scheda d'area allegata alle Norme di Attuazione. PEC n.128 approvato con DGC n.82 del 9.7.2019.	IId	Via Montale
24 (C1)	Nuovo lotto residenziale in ambito edificato e urbanizzato contiguo a lotto di completamento già individuato. Intervento di "densificazione"	I	Via Santa Cristinetta
38 (C1)	Nuovo lotto residenziale in ambito edificato e urbanizzato contiguo a lotto di completamento già individuato. Intervento di "densificazione"	I	Via Arona
156 (C1)	Nuovo lotto residenziale di completamento in ambito urbanizzato all'interno del centro abitato. Intervento di "densificazione".	I	Via Arona
158 - 187 (C1)	Nuovo lotto residenziale di completamento in ambito urbanizzato all'interno del centro abitato. Intervento di "densificazione". Già ricompreso in Piano Particolareggiato pervenuto a scadenza	I	Via Vivaldi
177 (C1)	Nuovo lotto residenziale di completamento in ambito urbanizzato contiguo al centro abitato. Intervento di "densificazione"	Ila Ile	Via Santa Cristinetta
62 (F)	Conferma di area residenziale consolidata con diversa collocazione di sistema territoriale da collina a piana, al fine di uniformare il lotto di proprietà oggetto di un intervento edificatorio in fase di attuazione	Ile	Via Don Luigi Godio
98-119 (C1)	Nuovo lotto residenziale di completamento in ambito urbanizzato all'interno del centro abitato. Intervento di "densificazione".	Ile	Via Franzi

114 (C1)	Nuovo lotto residenziale di completamento in ambito urbanizzato all'interno del centro abitato. Intervento di "densificazione".	Ile IIIb	Via Domenico Savio
181 (C1)	Lotto residenziale di completamento in ambito urbanizzato all'interno del centro abitato, ampliamento fabbricati accessori esistenti. Intervento di "densificazione".	Ile	Via don Godio
87 - 160 (F)	Compatibilità interventi di recupero edilizio in classe di rischio idrogeologico IIIb – integrazioni normative	IIIb2 (P)	Via Scuole Corso Mazzini
53 (C1)	Lotto residenziale di completamento in ambito urbanizzato all'interno del centro abitato. Intervento di "densificazione".	I	Via Piovale
77 (C1)	Nuovo lotto residenziale di completamento	I IIIb2 (P)	Via Piovale
84 (F)	Compatibilità interventi di costruzione fabbricato accessorio in classe di rischio idrogeologico IIIb – integrazioni normative	IIIb2 (P) IIIb4 (P)	Corso Marconi
10 (C1)	Lotto residenziale di completamento in ambito urbanizzato all'interno del centro abitato. Intervento di "densificazione".	I	Via Novara
23B (C1)	Lotto residenziale di completamento in ambito urbanizzato all'interno del centro abitato. Intervento di "densificazione".	IIb	Via Quagliotti
34 (C1)	Lotto residenziale di completamento in ambito urbanizzato all'interno del centro abitato. Intervento di "densificazione".	Ile	Via Vignale
95 (C1)	Lotto residenziale di completamento in ambito urbanizzato all'interno del centro abitato. Intervento di "densificazione".	Ile	Via Croce
N. 3 (A)	Fabbricato rurale a destinazione agrituristica per il quale si propone la modifica della tipologia di intervento da M12 a M11	IIf IIIa2	Via Molino della Resiga

154 (C1)	Lotto residenziale di completamento in ambito urbanizzato all'interno del centro abitato. Intervento di "densificazione"	I IId	via Meda
203 (C1)	Lotto residenziale di completamento in ambito urbanizzato all'interno del centro abitato. Intervento di "densificazione"	I	Vicolo Lanca
199e (D)	Nuova viabilità	I IIIf IIIa2	Località Resiga

2 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

Gli interventi previsti ricadono in corrispondenza dei depositi continentali quaternari di natura fluvio-glaciale e fluviale, che costituiscono la copertura prevalente del territorio comunale.

In particolare, tali interventi si trovano nelle le seguenti unità:

- alluvioni fluvio-glaciali e fluviali recenti ed attuali (Olocene)
- alluvioni fluvio-glaciali del Würm-Riss (Pleistocene)
- alluvioni fluvio-glaciali alterate (Riss)

Le *alluvioni fluvio-glaciali e fluviali recenti ed attuali (Olocene)* sono costituite prevalentemente da ghiaie-ciottolose con intervalli sabbioso-limosi.

Si rilevano lungo i principali corsi d'acqua presenti nel territorio indagato (T. Agogna, R. Geola, T. Grua), di cui costituiscono sia gli alvei attuali, sia gli antichi alvei abbandonati, ubicati in corrispondenza delle frazioni di San Marco (intervento n. 12 (C1),) S, Cristinetta (intervento n. 24 (C1)), S. Cristina (interventi n.34 (C1), 95 (C1)), delle località Resiga (interventi 3 (A), 199e (D)), C.na Meda (intervento 154 (C1)), C.na Prazzole (intervento n. 19-153 (C3)) e del capoluogo (interventi n. 121-122 (C1), 38 (C1), 156 (C1), 158-187 (C1), 10 (C1), 87-160 (F), 53 (C1), 77 (C1), 84 (C1), 203 (C1)).

Il limite stratigrafico delle alluvioni oloceniche con il fluvio-glaciale Würm-Riss è di natura erosionale, evidenziato da un terrazzo morfologico, visibile soprattutto nel settore orientale del territorio comunale, in prossimità degli abitati di Martinale di Sotto, S. Cristina, S. Alessandro, caratterizzato da una scarpata di altezza variabile da 3 a 10 m.

In particolare, le *alluvioni fluvio-glaciali del Würm-Riss (Pleistocene)* risultano costituite prevalentemente da ghiaie, con un paleosuolo argilloso di colore giallo-rossiccio, di ridotto spessore.

Tali depositi sono correlabili alla massima espansione glaciale würmiana, che ha determinato il colmamento delle incisioni prodotte dall'episodio di escavazione dell'interglaciale Würm-Riss.

L'intensa azione erosiva, asportando localmente le strutture più antiche, determinò il deposito delle alluvioni direttamente sui terreni pliocenici.

Tali alluvioni fluvio-glaciali si rilevano in corrispondenza degli interventi ubicati presso le frazioni di S. Croce (interventi n.137 (C1), 8 (C1), 85 (C1), 189 (C1)), S. Stefano (interventi n.98-119 (C1), 114 (C1), 181 (C1), 54 (C1), 120 (C1)), e delle località C.na Salamagna (intervento n. 177 (C1)) e S. Bernardo (intervento n.62 (F)).

Le *alluvioni fluvio-glaciali rissiane (Pleistocene)* sono formate da ghiaie con subordinate sabbie e limi giallastri; la superficie superiore è costituita da un paleosuolo argilloso di colore giallo-ocra, localmente ricoperto da uno spessore metrico di loëss.

I depositi sono caratterizzati da un grado d'alterazione moderato, in cui sono ancora visibili relitti del materiale originario; formano i due pianalti a morfologia subpianeggiante presenti ad Ovest e ad Est del territorio comunale, in corrispondenza rispettivamente degli abitati di Colombaro e di S. Cristina (intervento 23B (C1)).

3 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

Gli interventi in esame ricadono prevalentemente nel settore geologico-geomorfologico della pianura alluvionale del T. Agogna e dei suoi principali affluenti, formata da alluvioni terrazzate riferibili ad un sistema idrografico modificatosi progressivamente nel tempo.

Un solo lotto (23B (C1)) è ubicato in corrispondenza del terrazzo rissiano di natura fluvio-glaciale, che delimita ad Est il territorio in studio.

Le principali forme interessate dagli interventi in variante sono quindi di origine fluviale, dovute allo scorrimento delle acque superficiali e, limitatamente all'intervento 23B (C1), di versante.

In particolare, ai fenomeni erosivi legati allo scorrimento delle acque superficiali si possono attribuire i seguenti modellamenti rilevati nei pressi dei lotti in esame:

Traccia di corso d'acqua estinto: si tratta di forme relitte, inattive, costituite da avvallamenti di larghezza compresa tra 50 e 150 m, con andamento sinuoso.

Sono presenti nei depositi würmiano-rissiani alla base della scarpata orientale del terrazzo di Piovino (intervento 98-119 (C1)) e nelle alluvioni quaternarie oloceniche nei pressi di C.na Prazzole, parallelamente al corso attuale del T. Agogna (intervento n. 19-153 (C3))

Orlo di scarpata di erosione fluviale o di terrazzo: si sviluppano con continuità lungo il sistema di terrazzi prewürmiani di natura fluvioglaciale, che costituiscono i rilievi della frazione di S. Cristina, ad Est del territorio in studio (intervento n. 23B (C1)) e sono presenti in più ordini sia nelle alluvioni terrazzate oloceniche, che nel fluvioglaciale Würm-Riss (interventi 3 (A), 189 (C1), 177 (C1) e 95 (C1)).

In corrispondenza di S. Cristina presentano un'altezza variabile, fino a 40 m, risultando localmente attivi, principalmente per l'azione erosiva delle acque incanalate, mentre nei depositi olocenici e del Würm-Riss si rilevano altezze non superiori a 5-6 m, risultando in evoluzione quelle individuate lungo l'alveo del T. Agogna, nei pressi del Molino della Resega.

4 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

4.1 Identificazione strutturale dei sistemi acquiferi

Nell'area indagata la struttura idrogeologica, correlabile alla successione litostratigrafica, può essere così individuata:

- l'acquifero superficiale a falda libera, monostrato, alimentato direttamente dalle precipitazioni meteoriche ed in diretta connessione con i corsi d'acqua superficiali, è costituito dal *complesso altamente permeabile*, formato da ghiaie e sabbie con rare lenti argillose, di potenza limitata, associabile alla successione continentale olocenica e würmiano/rissiana, con potenza stimata pari a circa 25 m e dal *complesso mediamente permeabile*, costituito da ghiaie e ghiaie ciottolose con subordinate sabbie, limi e argille, associabile alla successione rissiana, che in corrispondenza del terrazzo di S. Cristina presenta spessori di circa 50 m e condizioni di flusso variabile, da libero a semiconfinato.
- l'acquifero profondo, sede di un acquicludes, è presente alla base del precedente; risulta costituito dai depositi pliocenici limoso-sabbiosi e dal substrato roccioso (*complesso impermeabile*).

4.2 Descrizione del campo di moto dell'acquifero libero

Il flusso della falda freatica è diretto principalmente verso SSW, con gradiente medio pari a circa 0,7%, condizionato dalla presenza del T. Agogna, che esercita sulla falda un'azione prevalentemente drenante.

La soggiacenza media nelle alluvioni terrazzate oloceniche e nel fluvioglaciale Würm-Riss risulta di circa 7-8 m, con valori minimi di 3 m nel settore meridionale, presso la località C.na Meda (intervento n. 154 (C1)), mentre in corrispondenza nel terrazzo prewürmiano di S. Cristina (intervento 23B (C1)), è di circa 20 m.

L'escursione, misurata in corrispondenza di piezometri terebrati nel settore meridionale del territorio comunale, nel *complesso altamente permeabile* risulta pari a circa 1 m.

4.3 Parametri idrodinamici dell'acquifero libero

I parametri idrodinamici valutati per l'acquifero libero, sulla base dell'assetto idrostrutturale descritto in precedenza, sono i seguenti:

- permeabilità
- trasmissività
- porosità efficace

Permeabilità

In base alla granulometria dei depositi, si possono stimare i seguenti valori medi di permeabilità (Casagrande e Fadum, 1940):

- complesso altamente permeabile: $k = 10^{-3}$ m/sec
- complesso mediamente permeabile: $k = 10^{-3} - 10^{-5}$ m/sec

Trasmissività

Dall'elaborazione dei dati raccolti sulla permeabilità e sullo spessore dei complessi idrogeologici, si ottengono dei valori di trasmissività compresi tra 0,24 – 0,16 m/sec per il *complesso altamente permeabile* e tra $2 \cdot 10^{-8} \div 2 \cdot 10^{-7}$ m/s per il *complesso mediamente permeabile*

Porosità efficace

Considerando che la porosità efficace rappresenta il rapporto tra il volume d'acqua gravifica, che il serbatoio può contenere ed il suo volume totale, si può stimare un valore per l'acquifero libero pari a $n_e = 15\%$ (Castany, 1994).

4.4 Vulnerabilità intrinseca

La vulnerabilità intrinseca di un acquifero rappresenta la facilità con cui può essere raggiunto da un eventuale inquinante a partire dalla superficie topografica o ancora la suscettività specifica di questo ad ingerire e diffondere un inquinante liquido idrotrasportato (Albinet e Margat, 1970).

La valutazione viene espressa considerando le condizioni ambientali intrinseche dell'acquifero, rappresentate dalle caratteristiche granulometriche, tessiturali e idrauliche dei terreni che lo costituiscono.

Per la valutazione della vulnerabilità, si è adottato il metodo G.O.D. (Foster & Hirata, 1987), che permette una significativa stima della possibilità di diffusione degli inquinanti attraverso la zona aerata e il terreno saturo.

Il metodo si basa sull'identificazione dei seguenti fattori:

- G = tipologia della falda (libera, confinata, semiconfinata);
- O = tipo di acquifero, tenendo conto delle caratteristiche litologiche e del grado di consolidazione;
- D = soggiacenza della falda a superficie libera nel caso di acquifero non confinato o tetto dell'acquifero per quelli confinati.

La vulnerabilità intrinseca è valutata come il prodotto dei tre indici numerici corrispondenti ai parametri suddetti.

L'Indice GOD, compreso tra 0 e 1, si esprime attraverso cinque gradi di vulnerabilità individuati dagli autori (trascurabile, bassa, moderata, alta, elevata), a cui si aggiunge la classe di vulnerabilità inesistente o nulla per la mancanza di falda.

Complesso altamente permeabile

TIPO DI FALDA	Falda libera
COMPOSIZIONE DELL'ACQUIFERO	ghiaie e sabbie con rare lenti argillose
SOGGIACENZA MINIMA DELLA FALDA	da 3 m a 8 m da p.c.
INDICE G.O.D.	Da 0,63 a 0,56
CLASSE DI VULNERABILITÀ	Alta

Complesso mediamente permeabile

TIPO DI FALDA	Falda da libera a semiconfinata
COMPOSIZIONE DELL'ACQUIFERO	ghiaie e ghiaie ciottolose con subordinate sabbie, limi e argille
SOGGIACENZA MINIMA DELLA FALDA	20 m
INDICE G.O.D.	0,49
CLASSE DI VULNERABILITÀ	Moderata

La quasi totalità degli interventi previsti ricadono in territori caratterizzati da vulnerabilità alta, condizionata principalmente dalla modesta soggiacenza e dalla composizione prevalentemente grossolana, ad elevata permeabilità, mentre per l'intervento previsto nella frazione di S. Cristina (intervento 23B (C1)), in corrispondenza del terrazzo rissiano, la vulnerabilità risulta moderata, per l'elevata soggiacenza e la moderata permeabilità dell'acquifero.

5 CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE

Nell'ambito delle unità litologiche principali, individuate dalla Banca Dati Geologica della Regione Piemonte, si è distinta, a tetto della successione litostratigrafica, una sola unità litologico-tecnica (Depositi alluvionali a prevalenti ghiaie, sabbie e limi (Quaternario)), con potenza variabile da circa 25 m per le alluvioni fluvio-glaciali oloceniche e del Würm-Riss, a circa 50 per i depositi rissiani,

In tale unità si possono distinguere due subunità omogenee, in base alle caratteristiche litologiche, al comportamento fisico e meccanico, ai caratteri strutturali ed all'assetto prevalente dei depositi:

Unità litologiche	Assetto prevalente e caratteri strutturali	Indicazioni sulle caratteristiche litologiche e sul comportamento fisico
A - Depositi alluvionali a prevalenti ghiaie, sabbie e limi (Quaternario)		
1A	Si tratta di depositi alluvionali olocenici terrazzati e del Würm-Riss, la cui complessità geotecnica dipende dall'eventuale sequenza disordinata di litotipi, con locale presenza di alternanze di livelli permeabili e impermeabili. Le giaciture risultano generalmente suborizzontali, talora inclinate in relazione ad episodi deposizionali particolari o lungo superfici acclivi, con rapporti laterali e verticali tra i diversi litotipi prevalentemente erosionali.	Ammasso eterogeneo da alterato a leggermente alterato, costituito prevalentemente da ghiaie, ghiaie sabbiose, sabbie con lenti limose con ciottoli, poligeniche, di densità sciolta. Comportamento fisico da non omogeneo a moderatamente omogeneo, elastoplastico ed anisotropo, in particolare per l'esistenza di strutture orientate e lenticolari. La resistenza al taglio in condizioni drenate può essere stimata da media a forte. La permeabilità risulta variare da media ad alta.

<p>2A</p>	<p>Si tratta di depositi alluvionali pleistocenici, la cui complessità geotecnica dipende da sequenze disordinate di litotipi eterogenei e dal grado di alterazione differenziato, con l'eventuale presenza di alternanze di livelli permeabili e impermeabili. Le giaciture risultano prevalentemente suborizzontali, talora inclinate in relazione ad episodi deposizionali particolari o lungo superfici acclivi, con rapporti laterali e verticali tra i diversi litotipi prevalentemente erosionali</p>	<p>Ammasso eterogeneo, da moderatamente a fortemente alterato, costituito prevalentemente da ghiaie, ghiaie sabbiose, sabbie e limi, con ciottoli e blocchi, poligeniche. La compattezza dei terreni granulari può variare da sciolta densa, mentre per quelli coesivi risulta da molle-plastica a plastica. Il comportamento fisico non è omogeneo, tendenzialmente elastoplastico ed anisotropo, in particolare per presenza di strutture orientate, lenticolari e per il grado di alterazione differenziato. La resistenza al taglio in condizioni drenate può essere stimata da media a forte. Le frazioni maggiormente coesive risultano generalmente avere un grado di consolidazione normale. La permeabilità può variare da media a bassa.</p>
-----------	--	--

6 INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA

Come previsto dal "Cronoprogramma degli interventi di riassetto territoriale per l'eliminazione e/o mitigazione della pericolosità delle aree in classe di idoneità geologica IIIb", approvato con Deliberazione di Consiglio Comunale n. 6 del 25/03/2017, l'amministrazione comunale ha provveduto ai seguenti interventi:

- messa in sicurezza dell'alveo del Torrente Agogna, realizzando un intervento di manutenzione lungo il tronco urbano compreso tra il ponte della ferrovia Borgomanero-Omegna (Ponte Rosso) a Nord ed il ponte di Viale Sandro Pertini a Sud; i lavori sono consistiti nella rimozione dei depositi fluviali, che ne riducevano la sezione di deflusso, e nel taglio della vegetazione arborea presente lungo l'alveo.
- sistemazione idraulica del Rio Oriale in prossimità di C.na Colombera, provvedendo all'ampliamento della sezione di deflusso e a nuove difese spondali.

Messa in sicurezza dell'alveo del Torrente Agogna

Le verifiche idrauliche eseguite al termine dei lavori di messa in sicurezza dell'alveo del T. Agogna, utilizzando una portata pari a 370 m³/s, relativa a un Tr=200 anni, precedentemente adottata per la stesura degli elaborati allegati al PRGC di Borgomanero e riportata nel Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA, Profili di piena dei corsi d'acqua del reticolo principale, Marzo 2016), hanno confermato come, con tali interventi, si sia mitigato il rischio da possibili esondazioni in alcune aree urbanizzate del centro abitato di Borgomanero.

In particolare, non risultano più raggiungibili dalle acque di piena alcuni settori del centro storico, ubicati sia in sinistra idrografica, indicativamente tra il ponte di Corso Sempione e Piazza Mazzini e tra Via del Caneto e Viale Marconi, sia in sponda destra, tra il Liceo Scientifico Statale Galilei e la strada Borgomanero-Cureggio.

In base al profilo idraulico longitudinale nella condizione di piena, si sono evidenziate le seguenti aree ancora potenzialmente esondabili, suddivise in base al tirante e alla velocità dell'acqua.

- 1) Aree inondabili con velocità bassa e tiranti ingenti: sono comprese tra Viale Marconi, Viale Pertini e la strada Borgomanero-Cureggio; tale settore presenta altezze spondali non sufficienti a contenere l'evento di piena, comportando esondazioni sia in destra, che in sinistra idrografica con tiranti medi superiori a 1 m e velocità variabili da circa 1 m/s a 3 m/s.
- 2) Aree inondabili con velocità elevata e tiranti modesti: si tratta del settore in destra idrografica in cui è ubicata la piscina comunale, tra il ponte di piazza Mazzini, via Aldo Moro e il Liceo Scientifico Statale Galilei; in tale settore, la sezione inadeguata dell'alveo determina esondazioni con tiranti massimi di circa 0,3 m e velocità di circa fino a circa 5 m/s;
- 3) Aree inondabili con velocità elevata e tiranti ingenti: comprendono l'alveo attivo del T. Agogna e i seguenti settori, con sezioni spondali inadeguate a contenere l'evento di piena e caratterizzati da tiranti superiori al metro con velocità fino a 5 m/s, così identificabili da monte verso valle:
 - settore in destra idrografica, a valle del Ponte Rosso, comprendente un'area agricola inedificata
 - tratto in destra idrografica a valle del ponte di Corso Sempione, in corrispondenza del Parco della Resistenza;
 - il tratto a monte del ponte di Piazza Mazzini, sia in destra, che in sinistra idrografica, in tale settore l'esondazione è causata dalla sezione inadeguata dell'attraversamento;
 - tratto a valle del ponte di Piazza Mazzini, in sinistra idrografica, tra Vicolo del Caneto, Via del Caneto e Corso Mazzini.

Le specifiche tecniche e gli elaborati di calcolo riferite a tali valutazioni sono riportate nella "Valutazione della pericolosità a seguito degli interventi di messa in sicurezza dell'alveo del T. Agogna nel tratto urbano", allegata alla presente variante.

Sistemazione idraulica del Rio Oriale

A seguito degli eventi alluvionali registrati nell'autunno del 2000 e nella primavera/estate del 2002, il Comune di Borgomanero avviò dei lavori di sistemazione idraulica del tratto d'alveo adiacente a via Stanga, in località C.na Colombera, in quanto insufficiente a contenere la portata di piena, con esondazioni in sponda destra, generalizzate lungo l'asta.

Tale tratto è stato quindi oggetto di misure strutturali di tipo intensivo con ampliamento della sezione di deflusso e canalizzazione in cls a sezione aperta, a cui sono seguite attività di manutenzione e controllo.

Più recentemente è inoltre stato rimosso un tratto tombinato, ubicato decine di metri a monte dell'immissione nel rio Geola, riportando il corso d'acqua a cielo aperto.

Si è quindi proceduto alla verifica idraulica del tratto di alveo in oggetto, in corrispondenza di una sezione significativa, adottando le seguenti condizioni:

- moto uniforme;
- rivestimento in CLS
- coefficiente di scabrezza di Bazin $\gamma = 0,1 \text{ mm}^{1/2}$
- adozione del valore di massima portata, in funzione del tempo di ritorno $T_r = 200$ anni, elaborato per il dimensionamento del muro di sostegno stradale in via Stanga, in sponda sinistra del rio Oriale, pari a $Q = 4,70 \text{ m}^3/\text{sec}$.
- alveo a sezione rettangolare, con $L = 2,5 \text{ m}$, $H = 1,0 \text{ m}$ e pendenza 0,5%.

Per la portata di massima piena prevista, si ottiene il seguente tirante, inferiore all'altezza della sezione:

Portata massima piena	4,7 m ³ /s
Tirante alla portata di massima piena	0,55 m
Franco disponibile (m)	0,45 m

7 CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ

Nelle aree indagate, si sono riconosciute, anche parzialmente, le seguenti condizioni di pericolosità:

- zone con pendenza media (circa 14%) comprese nei depositi alluvionali quaternari, caratterizzate da terreni con caratteristiche geotecniche, che risultano essere in equilibrio con l'acclività; interessa le scarpate che delimitano i depositi fluvioglaciali del Würm-Riss (intervento n. 177 (C1)) (classe IIa).
- zone di versante con pendenza elevata (superiore al 40%) comprese nei depositi alluvionali quaternari, con caratteristiche geotecniche o geomeccaniche talvolta non ottimali rispetto all'acclività; interessa le scarpate che delimitano con continuità il sistema di terrazzi prewürmiani presenti ad Est dell'area in studio (intervento n.23B (C1)) (classe IIb).
- zone periodicamente allagate da acque con bassa energia e tiranti modesti, (indicativamente $h < 0,4$ m); sono aree ricadenti nella fascia C del T. Agogna (intervento n. 19-153 (C3)) e nell'area esondabile del T. Geola (154 (C1)) (classe IIId);
- zone sub-pianeggianti, caratterizzate da eventuali difficoltà di drenaggio in locali aree depresse e da possibile flusso di acque sotterranee periodicamente a minima soggiacenza, per la presenza di falde sospese; questi fenomeni interessano i depositi fluvioglaciali del Würm-Riss, presenti in corrispondenza delle frazioni di S. Croce, S. Stefano, S. Cristina e delle località C.na Salamagna e San Bernardo (interventi n. 137 (C1), 8 (C1), 54 (C1), 85 (C1), 120 (C1), 121-122 (C1), 189 (C1), 177 (C1), 62 (F), 98-119 (C1), 114 (C1), 181 (C1), 34 (C1), 95 (C1)) (classe IIe)
- zone sub-pianeggianti, caratterizzate da eventuali processi di dilavamento, dovuti all'azione delle acque di ruscellamento, prevalentemente laminare, in assenza di opere di regimazione; risultano collocate in prossimità di aree soggette a dinamica fluviale per esondazione del T. Agogna (interventi n. 12 (C1), 3 (A), 199e (D)) (classe IIIf).
- Zone di territorio edificate, il cui rischio da possibili esondazioni da parte del T. Agogna risulta minimizzato a seguito degli interventi di messa in sicurezza eseguiti nel rispetto del "Cronoprogramma degli interventi di riassetto territoriale per l'eliminazione e/o mitigazione della pericolosità delle aree in classe di idoneità geologica IIIb", approvato con Deliberazione di Consiglio Comunale n. 6 del 25/03/2017 (interventi n. 87-160 (F), 77 (C1), 84 (F)) (classe IIIb2 (P)).
- zone di territorio edificate che, anche a seguito degli interventi di messa in sicurezza eseguiti nel rispetto del "Cronoprogramma degli interventi di riassetto territoriale per l'eliminazione e/o mitigazione della pericolosità delle aree in classe di idoneità geologica IIIb", approvato con Deliberazione di Consiglio Comunale n. 6 del 25/03/2017, risultano ancora potenzialmente inondabili da acque con tiranti ingenti e velocità da basse a elevate provenienti dal T. Agogna (intervento n. 84 (F)) (classe IIIb4 (P)).

- zone di territorio non edificate, potenzialmente alluvionabili da acque con tiranti ingenti, caratterizzate dalla presenza di modesti fenomeni di erosione/deposito per esondazione del T. Grua (intervento n.137 (C1)) (classe IIIa2).
- fascia di rispetto lungo corsi d'acqua pubblici (T. Grua) e demaniali (Roggia Molinara) (R.D. n. 523/04 CPGR n.7/LAP/96), tracciata con estensione di 10 m (interventi n. 114 (C1), 3 (A), 199e (D)) (classe IIIa2).

8 PREVISIONI URBANISTICHE

Si riportano di seguito le classi riscontrate negli interventi previsti di piano, con la relativa distribuzione.

8.1 Classe I

Porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche; gli interventi, sia pubblici che privati, sono di norma consentiti nel rispetto delle prescrizioni del D.M. 11 Marzo 1988 e s.m.i..

Interessa la parte centrale del territorio comunale, in corrispondenza delle alluvioni fluvio-glaciali oloceniche.

8.2 Classe II

Porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione e il rispetto di modesti accorgimenti tecnici ispirati al D.M. 11 Marzo 1988 e s.m.i. nell'ambito del singolo lotto.

Tali interventi non dovranno in alcun modo condizionare negativamente le aree limitrofe e la propensione all'edificabilità.

Si sono distinte in questa classe zone caratterizzate prevalentemente da:

- Acclività da medio-bassa a media
- esondabilità
- dilavamento
- difficoltà di drenaggio e acque sotterranee periodicamente a minima soggiacenza

Sulla base delle tipologie individuate di pericolosità geologica, si sono definite le seguenti sottoclassi.

Classe IIa

Tale classe riguarda zone con acclività da medio-bassa a media, caratterizzate da terreni con caratteristiche geotecniche, che risultano essere in equilibrio con tali pendenze.

In questa classe è inclusa un'area indagata che presenta le seguenti caratteristiche:

- acclività media (circa 20%)
- terreni compresi nell'unità litologica 1A (depositi alluvionali quaternari a prevalenti ghiaie, sabbie e limi con permeabilità da media a alta e resistenza al taglio stimata da media a forte).

Nelle aree esaminate, tale classe interessa le scarpate inattive a delimitazione dei depositi fluvioglaciali del Würm-Riss.

Classe IIb

Zone di versante con acclività da medio-bassa a elevata, interessate da terreni e, localmente, da substrato roccioso affiorante o sub-affiorante, con caratteristiche geotecniche e/o geomeccaniche talvolta non ottimali rispetto a tali pendenze e localmente con presenza di opere di sostegno o di regimazione delle acque di ruscellamento non sufficientemente dimensionate.

In questa classe risultano incluse le aree aventi le seguenti caratteristiche:

- acclività superiore al 35%
- terreni compresi nell'unità litologica 2B (depositi alluvionali quaternari a prevalenti ghiaie, sabbie e limi da moderatamente a fortemente alterati, con permeabilità da media a bassa e resistenza al taglio drenata da media a forte)

Si tratta delle scarpate, che delimitano con continuità il sistema di terrazzi prewürmiani presenti ad Est dell'area in studio, in corrispondenza dell'abitato di S. Cristina.

Classe IIc

Tale classe riguarda zone con periodicamente esondabili da acque con bassa energia e tiranti modesti (Em).

Si tratta di aree inondabili da acque con bassa energia e tiranti modesti (indicativamente $h < 0,4$ m), individuate in base ai seguenti parametri:

- ricerca bibliografica e di archivio degli eventi alluvionali
- verifiche idrauliche in corrispondenza dei corsi d'acqua pubblici (R. Geola)
- rilievi in seguito agli eventi alluvionali del maggio 2002
- acquisizione delle delimitazioni indicate dal P.A.I. per il T. Agogna

Classe IIe

Tale classe riguarda zone sub-pianeggianti, caratterizzate da difficoltà di drenaggio in locali aree depresse e/o da possibile flusso delle acque sotterranee periodicamente a minima soggiacenza, per la presenza di locali falde sospese.

Tali fenomeni sono dovuti alla presenza di aree depresse in corrispondenza di terreni a granulometria fine, poco permeabili, che caratterizzano i depositi fluvioglaciali del Würm-Riss, presenti prevalentemente in corrispondenza delle frazioni di S. Croce, S. Stefano, S. Cristina e delle località C.na Salamagna e S. Bernardo.

Classe II f

Tale classe riguarda zone sub-pianeggianti, caratterizzate da processi di dilavamento in assenza di opere di regimazione delle acque di ruscellamento.

Sono diffuse in prossimità di aree soggette a dinamica fluviale del T. Agogna, in corrispondenza della frazione di S. Marco e di località Resega.

8.3 Classe III

Ai sensi della Circ. P.G.R. n.7/LAP, la Classe III riguarda "Porzioni di territorio nelle quali gli elementi di pericolosità geomorfologica e di rischio, questi ultimi derivanti dalle urbanizzazioni dell'area, sono tali da impedirne l'utilizzo qualora inedificate, richiedendo viceversa la previsione di interventi di riassetto territoriale a tutela del patrimonio esistente".

Classe IIIa

Porzioni di territorio inedificate, che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti.

Classe IIIa2

Zone di territorio inedificate, che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti o a interventi che possano interferire con il regolare deflusso di eventuali acque d'esondazione.

Si tratta di aree individuate in base ai seguenti parametri:

- verifiche idrauliche in corrispondenza del T. Grua
- acquisizione delle delimitazioni indicate dal P.A.I. per il T. Agogna
- fasce di rispetto lungo corsi d'acqua (R.D. n. 523/04 C.P.G.R. n.7/LAP/96).

Classe IIIb2 (P)

Tale classe comprende zone di territorio edificate ricadenti nell'area di inondazione per piena catastofica del T. Agogna (Fascia C del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)), con tempo di ritorno maggiore di 200 anni, in cui il rischio da possibili esondazioni risulta minimizzato a seguito degli interventi di messa in sicurezza eseguiti nel rispetto del "Cronoprogramma degli interventi di riassetto territoriale per l'eliminazione e/o mitigazione della pericolosità delle aree in classe di idoneità geologica IIIb", approvato con Deliberazione di Consiglio Comunale n. 6 del 25/03/2017.

In particolare, nel periodo compreso tra settembre e dicembre 2018, l'Amministrazione Comunale di Borgomanero ha provveduto alla "messa in sicurezza dell'alveo del Torrente Agogna", realizzando un intervento di manutenzione lungo il tronco urbano compreso tra il ponte della ferrovia Borgomanero-Omegna (Ponte Rosso) a Nord ed il ponte di Viale Sandro Pertini a Sud, consistito nella rimozione dei depositi fluviali, che ne riducevano la sezione di deflusso, e nel taglio della vegetazione arborea presente lungo l'alveo.

A seguito di tale intervento non risultano più raggiungibili dalle acque di piena i settori del centro storico ubicati indicativamente tra il ponte di Corso Sempione e piazza Mazzini e tra Via del Caneto e Viale Marconi.

Classe IIIb4 (P)

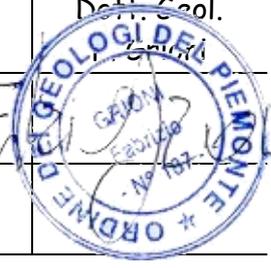
Tale classe comprende zone di territorio edificate ricadenti nell'area di inondazione per piena catastofica del T. Agogna (Fascia C del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)), con tempo di ritorno maggiore di 200 anni in cui i Progetti Pubblici di Riassetto Idrogeologico realizzati non hanno ridotto la pericolosità esistente.

Si tratta di aree che, anche a seguito degli interventi di messa in sicurezza eseguiti nel rispetto del "Cronoprogramma degli interventi di riassetto territoriale per l'eliminazione e/o mitigazione della pericolosità delle aree in classe di idoneità geologica IIIb", approvato con Deliberazione di Consiglio Comunale n. 6 del 25/03/2017, risultano ancora potenzialmente inondabili da acque con tiranti ingenti e velocità da basse a elevate, come nel caso del settore a valle del ponte del Torrione, in sinistra idrografica, tra il T. Agogna e viale Marconi.

REGIONE PIEMONTE PROVINCIA DI NOVARA COMUNE DI BORGOMANERO

PIANO REGOLATORE GENERALE COMUNALE

CRONOPROGRAMMA

Revis.	Data	Descrizione	Redatto	Redatto	Controllato
	07/12/2016	Documento di rito		Dott. Geol. M. Mezzetti	Dott. Geol. G. Gauri
					



TELLUS s.r.l.
Topografia • Geologia
Servizi per l'ingegneria

Ufficio amministrativo: Novara, Via Lagrange 28
Tel. 0321-49.97.42 · Fax 0321-52.07.77
e-mail: info@tellussrl.it

Committente

**AMMINISTRAZIONE
COMUNALE**

Identificativo del documento

PRG: 16 - Borgomanero

PREMESSA

In ottemperanza a quanto previsto dalla Circolare del Presidente della Giunta Regionale n. 7/LAP dell'8 maggio 1996 "Specifiche tecniche per l'elaborazione degli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici" e relativa Nota Tecnica Esplicativa, si è predisposto il presente "Cronoprogramma" degli interventi di riassetto per l'eliminazione e/o minimizzazione della pericolosità di alcune aree ricadenti nelle seguenti classi di idoneità all'utilizzazione urbanistica:

- Classe IIIb, che comprende "Porzioni di territorio edificate, nelle quali gli elementi di pericolosità geologica e di rischio sono tali da imporre in ogni caso interventi di riassetto territoriale di carattere pubblico a tutela del patrimonio urbanistico esistente. In assenza di tali interventi di riassetto, saranno consentite solo trasformazioni che non aumentino il carico antropico; per le opere di interesse pubblico non altrimenti localizzabili, vale quanto già previsto all'Art. 31 della L.R. 56/77"
- Classe IIIb2, che comprende "Zone di territorio edificate, potenzialmente inondabili da acque con tiranti ingenti, caratterizzate dalla presenza di modesti fenomeni di erosione/deposito (Eb), in cui, solo a seguito della realizzazione di opere di regimazione e dell'adeguamento di quelle esistenti, sarà possibile la realizzazione di nuove edificazioni, ampliamenti o completamenti".

A tal proposito, si precisa che tale cronoprogramma costituisce una prima indicazione degli interventi utili alla riduzione della pericolosità dei processi individuati nel territorio comunale e che, in fase attuativa, saranno necessari studi puntuali delle dinamiche del dissesto per il corretto dimensionamento delle opere.

INDICE

PREMESSA.....	1
1. INDIVIDUAZIONE DELLE AREE.....	3
2. MODALITÀ DI REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI.....	3
3. INTERVENTI DI MANUTENZIONE.....	5
4. PROGRAMMA DEGLI INTERVENTI	6
SCHEDA N°1 – CASCINA COLOMBERA	7
SCHEDA N°2 – CASCINA PRAZZOLE.....	9
SCHEDA N°3 – CASCININO E SAN BERNARDO	11
SCHEDA N°4 – CASCINE TABULONI	13
SCHEDA N°5 – VERGANO NOVARESE	15
SCHEDA N°6 – SANTA CROCE.....	17
SCHEDA N°7 – VIA MEDA.....	19
SCHEDA N°8 – BORGOMANERO CENTRO.....	21

1. INDIVIDUAZIONE DELLE AREE

Si sono esaminate alcune aree ricadenti nelle classi IIIb e IIIb2 riportate nella “Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell’idoneità all’utilizzazione urbanistica”, redatta ai sensi della circolare della Regione Piemonte n° 7 LAP/96 e s.m.i., in quanto comprendono porzioni di territorio edificate, nelle quali gli elementi di pericolosità geologica e di rischio sono tali da imporre interventi di riassetto territoriale di carattere pubblico a tutela del patrimonio urbanistico esistente.

Nello specifico, nel territorio comunale si riscontrano situazioni di rischio riconducibili alla dinamica gravitativa e a fenomeni di esondazione del T. Agogna e, secondariamente, del reticolo idrografico minore, in particolare lungo il Rio Oriale.

2. MODALITÀ DI REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI

Gli interventi previsti dal presente cronoprogramma potranno essere realizzati dall’Amministrazione Comunale o direttamente dai soggetti interessati all’utilizzo delle aree, fornendo al Comune il progetto esecutivo dell’opera ed ottenendo le necessarie autorizzazioni previste dalle vigenti normative.

Le procedure autorizzative per la progettazione, la realizzazione degli interventi e il loro collaudo potranno quindi essere gestite direttamente dall’Amministrazione Comunale o da altri soggetti pubblici o privati.

In ogni caso, spetterà all’Amministrazione comunale verificare che le stesse abbiano raggiunto l’obiettivo di minimizzazione del rischio ai fini della fruibilità urbanistica delle aree interessate.

Nuove opere o costruzioni saranno ammesse solo a seguito dell’attuazione degli interventi di riassetto e dell’avvenuta eliminazione e/o minimizzazione della pericolosità, vincolando tuttavia alla conclusione delle procedure di cui sopra (individuazione, realizzazione e collaudo degli interventi) la loro effettiva disponibilità.

Si evidenzia, altresì, che la valutazione dell'avvenuta mitigazione del rischio ad opera degli interventi realizzati dovrà riguardare l'intera area classificata in classe IIIb o IIIb2, oppure essere eseguita per lotti funzionali (che non incrementino il grado di pericolosità delle aree limitrofe) e non potrà quindi, in ogni caso, essere condotta alla scala del singolo lotto edificatorio o delegata dall'amministrazione Comunale a professionisti incaricati in fase attuativa di progetto.

Gli interventi realizzati necessiteranno inoltre, di controlli, manutenzione ordinaria e straordinaria e di ulteriori opere di adeguamento qualora l'evoluzione del quadro conoscitivo ne evidenzi la necessità.

Per tale motivo la sola esecuzione di interventi di riassetto non può consentire la declassazione delle aree di interesse.

In assenza di tali opere di riassetto, nelle classi IIIb e IIIb2 sono comunque sempre ammessi gli interventi che non aumentino il carico antropico, inteso come incremento, non momentaneo, ma stabile nel tempo, di presenza umana a fini abitativi, lavorativi e per l'utilizzo di servizi.

Relativamente alla classe IIIb, gli interventi consentiti sono quelli previsti dall'art. 6.3.2 delle NTA approvate con D.G.R. n.70-2680 del 21/12/2015 mentre, per la classe IIIb2, dal paragrafo 7.1, Parte II del D.G.R. n.64-7417 del 7 aprile 2014.

A fronte della realizzazione degli interventi di riassetto territoriale proposti, può essere consentita la fruibilità urbanistica delle aree interessate, con incremento del carico antropico come indicato nel punto 7.1, Parte II della D.G.R. n.64-7417 del 7 aprile 2014.

Di seguito, si riportano n.8 schede di aree ricadenti in classe IIIb e IIIb2 individuate nel territorio comunale di Borgomanero, raggruppate in base alla tipologia dei potenziali dissesti:

A. zone di territorio potenzialmente inondabili da acque con tiranti ingenti:

- Cascina Colombera
- Cascina Prazzole
- Santa Croce
- Via Meda
- Borgomanero centro

B. zone di territorio potenzialmente soggette a dinamica gravitativa:

- Cascinino e San Bernardo
- Cascine Tabuloni
- Vergano Novarese

Inoltre, si evidenzia l'importanza di eventuali "aree di laminazione" per la mitigazione del rischio di esondazione, quale, per esempio, l'area in destra idrografica del T. Agogna compresa tra via Risorgimento ed il "ponte Rosso" della linea ferroviaria.

3. INTERVENTI DI MANUTENZIONE

Per manutenzione si intende l'insieme delle operazioni necessarie per mantenere in buono stato ed efficienza idraulico-ambientale gli alvei fluviali, in condizioni di equilibrio i versanti ed in efficienza le opere idrauliche e di sistemazione idrogeologica, così come definito dalla "Direttiva per la progettazione degli interventi e dei programmi di manutenzione (Autorità di Bacino del Fiume Po, 1998).

L'attività di manutenzione si divide in ordinaria, se le operazioni vengono svolte periodicamente al fine della conservazione e del mantenimento in efficienza delle opere, oppure straordinaria, se rappresentate da un complesso di lavori di riparazione, ricostruzione e miglioramento delle stesse.

In base alle "Linee generali di assetto idrogeologico e quadro degli interventi (PAI, 1999)", gli interventi di manutenzione del territorio e delle opere di difesa hanno l'obiettivo di migliorare progressivamente le condizioni di sicurezza e di qualità ambientale.

In particolare, devono mantenere:

- in buono stato idraulico e ambientale il reticolo idrografico, eliminando gli ostacoli al deflusso delle piene in alveo e in golena;
- in buone condizioni idrogeologiche e ambientali i versanti;
- in piena funzionalità le opere di difesa essenziali per la sicurezza idraulica e idrogeologica.

Tali interventi devono inoltre garantire:

- la funzionalità degli ecosistemi;
- la tutela della continuità ecologica;
- la conservazione e l'affermazione delle biocenosi autoctone.

4. PROGRAMMA DEGLI INTERVENTI

Si ritiene di individuare come prioritari i seguenti interventi in aree potenzialmente esondabili, il cui rischio è determinato dall'intensa antropizzazione dei territori coinvolti:

- Borgomanero centro
- Cascina Prazzole
- Santa Croce

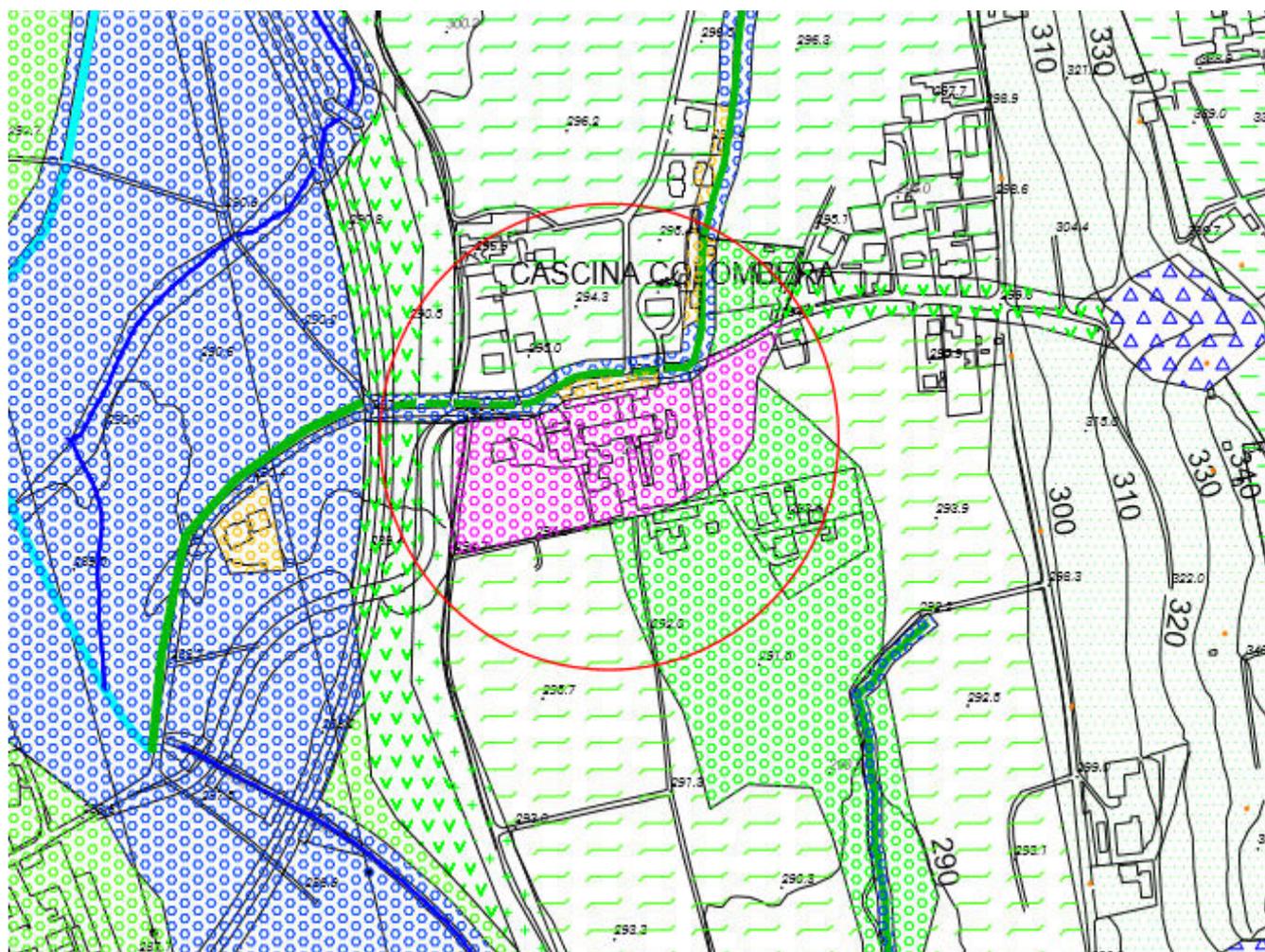
Si ritiene che gli interventi localizzati nell'area di Via Meda abbiano minore urgenza per l'antropizzazione più modesta del territorio.

Per le aree soggette a potenziale dinamica gravitativa, sempre in base al rischio rappresentato dall'antropizzazione dei luoghi, s'individuano i seguenti interventi prioritari:

- Vergano Novarese
- Cascine Tabuloni

Per gli interventi già realizzati nelle aree di Cascina Colombera e di Cascinino e San Bernardo si può procedere a verificare che tali misure abbiano raggiunto l'obiettivo di minimizzazione del rischio.

SCHEDA N°1 – CASCINA COLOMBERA



UBICAZIONE DELL'AREA: Santa Cristina

IDONEITÀ ALL'USO URBANISTICO: Classe IIIb2

CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ

L'area è ubicata in corrispondenza delle alluvioni terrazzate del Würm-Riss, che costituiscono i modesti terrazzi presenti ad Est del territorio comunale.

Le principali forme geomorfologiche presenti nell'intorno del sito sono di origine fluviale e di versante, dovute al dilavamento.

L'idrografia è costituita dal R. Oriale, che si origina nel comune di Maggiate Novarese e, defluendo verso Sud, confluisce nel T. Geola in prossimità della località C.na Meda.

Nel tratto in esame tale corso d'acqua si presenta orientato E-W, parallelo a via Stanga, per uno sviluppo di circa 130 m.

A seguito degli eventi alluvionali registrati nell'autunno del 2000 e nella primavera/estate del 2002, il Comune di Borgomanero avviò dei lavori di sistemazione idraulica di tale tratto d'alveo, in quanto insufficiente a contenere la portata di piena, con esondazioni in sponda sinistra, generalizzate lungo l'asta.

OPERE DI DIFESA ESISTENTI

Il tratto adiacente a via Stanga è stato oggetto di misure strutturali di tipo intensivo, con ampliamento della sezione di deflusso e canalizzazione del corso d'acqua in cls a sezione aperta.

Recentemente, è stato inoltre rimosso un tratto tombinato, ubicato alcune decine di metri a monte dell'immissione nel Rio Geola, riportando il corso d'acqua a cielo libero.

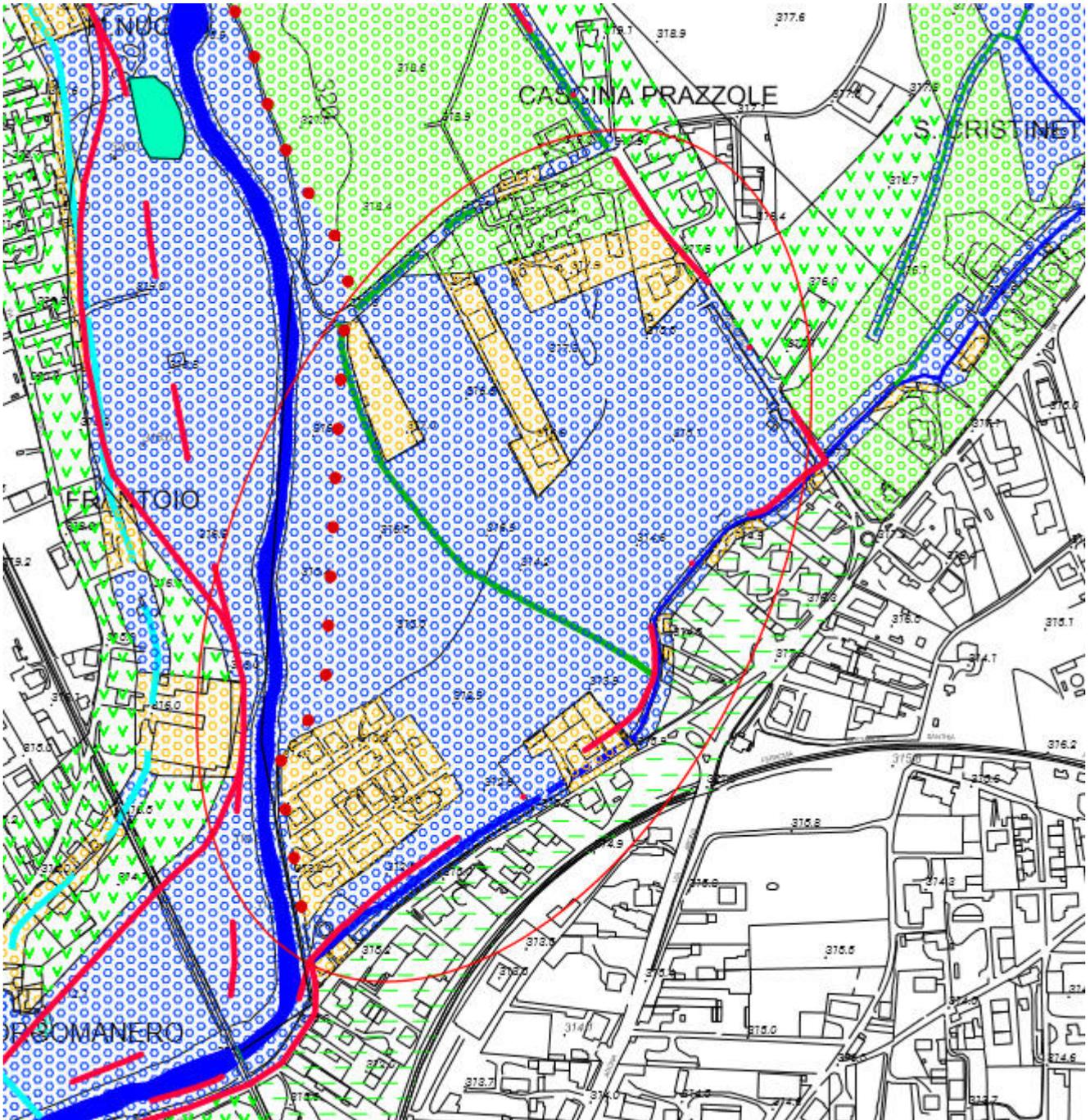
INTERVENTI PROPOSTI

Ai fini della fruibilità urbanistica dell'area, l'Amministrazione Comunale dovrà accertare che l'intervento realizzato abbia raggiunto l'obiettivo di minimizzazione del rischio, predisponendo verifiche idrauliche del tronco in esame rispetto alla massima portata di piena, la cui valutazione dovrà ricavarsi da apposito studio idrologico.

TEMPI DI ATTUAZIONE

La tempistica è limitata alle verifiche idrauliche, con tempi presumibili di 2 mesi.

SCHEDA N°2 – CASCINA PRAZZOLE



UBICAZIONE DELL'AREA: San Marco

IDONEITÀ ALL'USO URBANISTICO: Classe IIIb

CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ

L'area è ubicata in corrispondenza delle alluvioni fluvioglaciali e fluviali oloceniche terrazzate del T. Agogna, che costituisce il principale corso d'acqua nel territorio in esame.

Nel tratto considerato, l'alveo è orientato in senso Nord-Sud, con larghezza di circa 20 m e risulta inciso nei depositi alluvionali olocenici per una profondità variabile da circa 2,5 m a 6,5 m. Il settore esaminato è delimitato ad Est dal T. Agogna Vecchia, che, con alveo a tratti intubato, confluisce nel T. Agogna alcune decine di metri a monte del ponte della ferrovia.

L'area risulta compresa nella Fascia C del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Po (P.A.I.), delimitata ad Ovest dalla fascia B di progetto del T. Agogna.

Le condizioni di pericolosità si riferiscono a fenomeni di esondazione con tempo di ritorno di 200 anni e tiranti variabili da 1,2 m a 2,2 m, così come riportato nella Relazione Geologica allegata al PRG adottato.

Tali acque, defluendo verso Sud, vengono raccolte nell'alveo del T. Agogna Vecchia.

OPERE DI DIFESA ESISTENTI

Nel tronco di alveo del T. Agogna esaminato sono presenti i seguenti tratti di scogliera realizzata in massi (da valle verso monte):

- sponda sinistra

- tra il ponte della ferrovia e l'area residenziale a monte (lunghezza 280 m)
- a valle di Cascina Prazzole (lunghezza 145 m)
- a monte di Cascina Prazzole (lunghezza 115 m)

- sponda destra:

- tra il ponte della ferrovia e il Molino Nuovo

Sono inoltre presenti alcune soglie di fondo in massi.

Relativamente al T. Agogna Vecchia, nel tratto terminale, prima dell'immissione nel T. Agogna, entrambe le sponde sono protette da scogliera in massi.

INTERVENTI PROPOSTI

Lungo l'alveo del T. Agogna si propone la realizzazione di opera di difesa longitudinali (argini), nel tratto compreso tra il ponte della ferrovia (ponte Rosso) e C.na Prazzole, con l'adozione di un programma di manutenzione ordinaria per la pulizia dell'alveo.

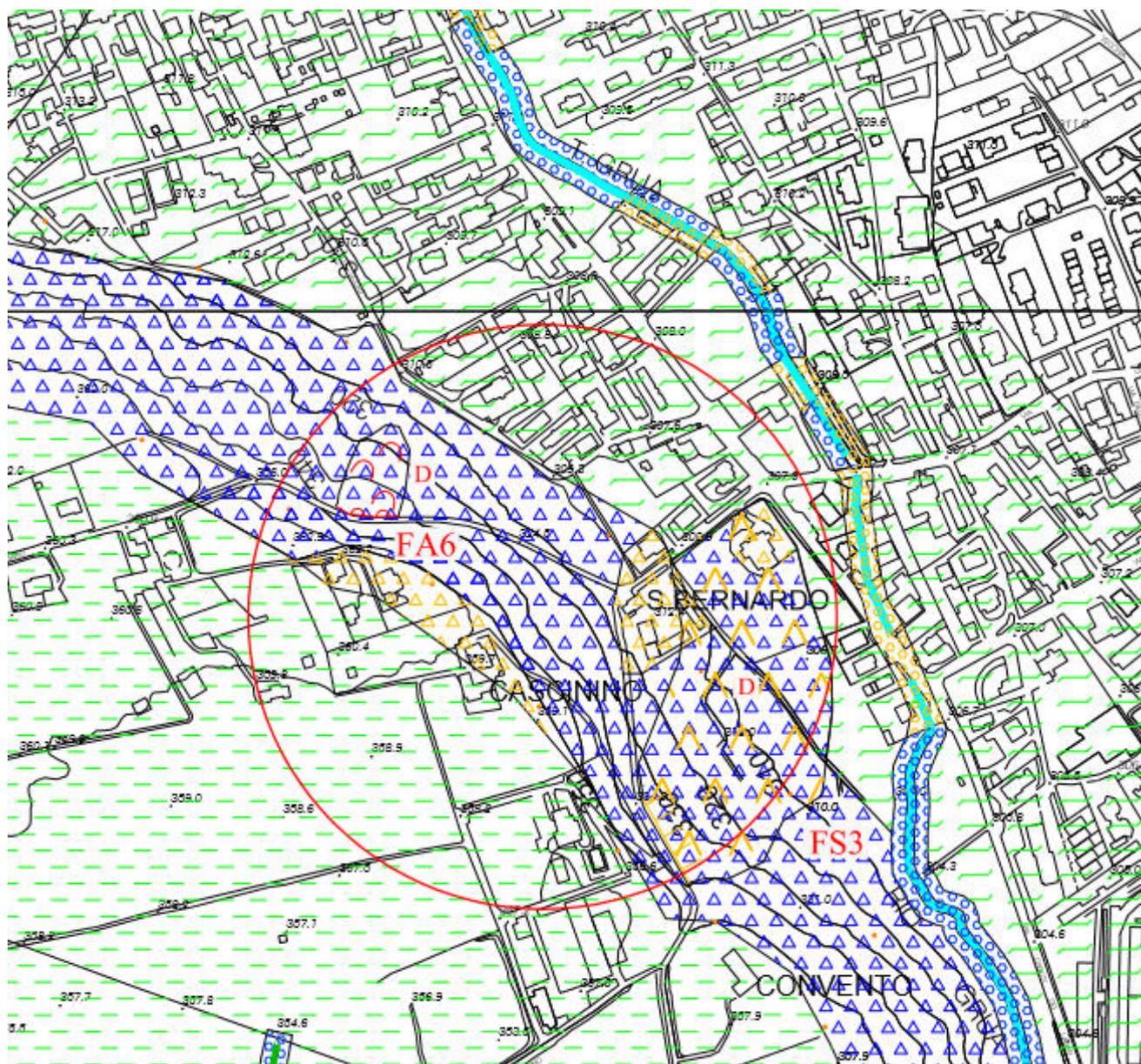
Tali misure manutentive dovranno essere adottate anche per il T. Agogna Vecchia.

TEMPI DI ATTUAZIONE

Per la progettazione, l'allestimento e la realizzazione degli interventi proposti si stima un intervallo di tempo di circa 18 mesi.

La periodicità delle manutenzioni dovrà essere indicativamente triennale o successiva ad episodi alluvionali intensi.

SCHEDA N°3 – CASCININO E SAN BERNARDO



UBICAZIONE DELL'AREA: Santo Stefano

IDONEITÀ ALL'USO URBANISTICO: Classe IIIb

CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ

Il settore in esame si colloca in corrispondenza del pianalto prewürmiano, che delimita ad Ovest il territorio comunale.

In particolare, il nucleo abitativo del Cascinino è ubicato in corrispondenza dell'orlo del terrazzo, mentre quello di San Bernardo ricade al piede dello stesso, in adiacenza ad un corpo di frana stabilizzato.

Si tratta di *alluvioni fluvioglaciali rissiane (Pleistocene)*, formate da ghiaie con subordinate sabbie e limi, coperte da paleosuolo argilloso di colore giallo-ocra, localmente con una coltre più superficiale di löss, in contatto erosionale con i *depositi marini pliocenici*, costituiti da una successione prevalentemente limoso-sabbiosa a laminazione parallela, di colore grigiastro.

Sono zone di territorio potenzialmente soggette a dinamica gravitativa, per la presenza di terreni compresi nell'unità litologica 1C (argille e marne argillose prevalenti plioceniche, con permeabilità da media a bassa e resistenza al taglio stimata da media a forte) e di settori aventi acclività superiore al 35%.

In questi casi, il dissesto è causato dall'infiltrazione delle acque meteoriche nella coltre dei terreni alluvionali, più permeabili, e allo scorrimento delle stesse lungo la superficie di contatto erosionale con i sottostanti depositi marini pliocenici, di bassa permeabilità, innescando scivolamenti lungo tale superficie.

OPERE DI DIFESA ESISTENTI

Muri a secco ed in cls a sostegno della viabilità esistente e dei settori residenziali

INTERVENTI PROPOSTI

Data la presenza di opere di sostegno localmente già esistenti, l'Amministrazione Comunale dovrà accertarne l'efficienza e predisporre un programma di manutenzione delle opere di regimazione delle acque di scorrimento superficiale.

TEMPI DI ATTUAZIONE

Per la valutazione puntuale delle opere di sostegno presenti, si stima una tempistica di 2 mesi. La periodicità delle manutenzioni delle opere di regimazione dovrà essere indicativamente biennale o successiva ad episodi meteorici di particolare intensità.

CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ

Il settore in esame si colloca prevalentemente alla base del pianalto prewürmiano, che delimita ad Ovest il territorio comunale.

Si tratta di *alluvioni fluvio-glaciali rissiane (Pleistocene)*, formate da ghiaie con subordinate sabbie e limi, coperte da paleosuolo argilloso di colore giallo-ocra, localmente con una coltre superficiale di löss, in contatto erosionale con i *depositi marini pliocenici*, costituiti da una successione prevalentemente limoso-sabbiosa a laminazione parallela, di colore grigiastro.

Si tratta di zone di territorio potenzialmente soggette a dinamica gravitativa, per la presenza di terreni compresi nell'unità litologica 1C (argille e marne argillose prevalenti plioceniche, con permeabilità da media a bassa e resistenza al taglio stimata da media a forte) e di settori aventi acclività superiore al 35%.

In questi casi, il dissesto è causato dall'infiltrazione delle acque meteoriche nella coltre dei terreni alluvionali, più permeabili, e allo scorrimento delle stesse lungo la superficie di contatto erosionale con i sottostanti depositi marini pliocenici, di bassa permeabilità, innescando scivolamenti lungo tale superficie.

In particolare, lungo il margine occidentale dell'abitato di C.na Tabuloni si rileva una vallecchia a V, incisa lungo il versante per alcuni metri, il cui tratto distale venne deviato a seguito dell'edificazione di tale frazione.

Le acque superficiali incanalate nella vallecchia sono causa di diffusi fenomeni erosivi, a cui sono imputabili sia il deterioramento di alcune murature perimetrali in sponda sinistra, sia la modifica delle condizioni di equilibrio del versante, con potenziale innesco di fenomeni franosi.

OPERE DI DIFESA ESISTENTI

Il versante a monte di via Cirella presenta opere di sostegno, discontinue, generalmente in pietrame intasato, localmente molto degradate.

Una canaletta realizzata sulla sommità del pianalto veicola le acque di scorrimento superficiale in una vallecchia esistente confluyente nel T. Sizzone.

INTERVENTI PROPOSTI

Data la presenza di opere di sostegno localmente già esistenti lungo la via Cirella, si dovrà accertarne l'efficienza, predisponendo un programma di manutenzione ordinaria e straordinaria, da estendere alle opere idrauliche.

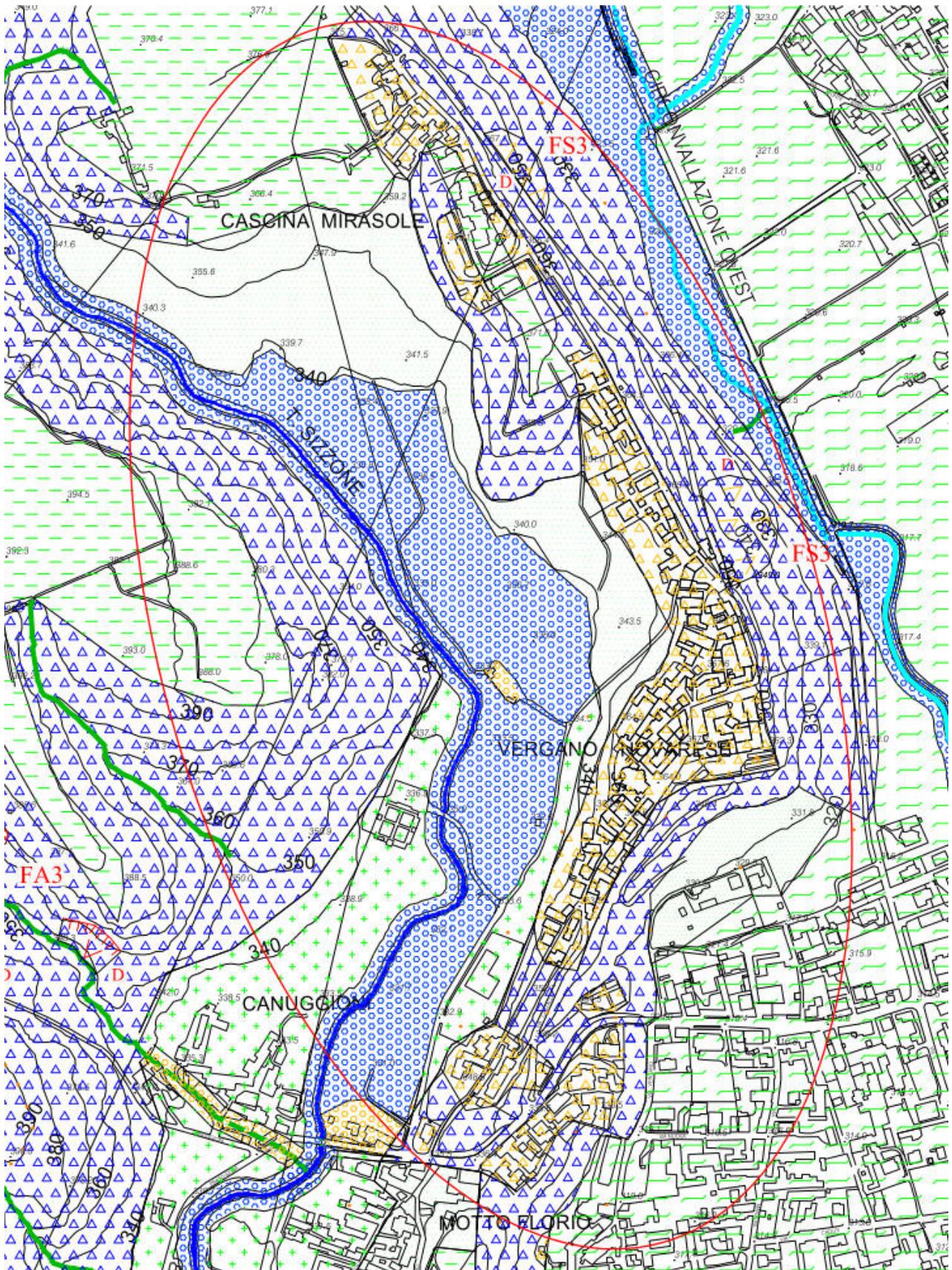
In corrispondenza della vallecchia a V rilevata lungo il margine occidentale di c.na Tabuloni, si propone un intervento di sistemazione idrogeologica, finalizzato alla regimazione delle acque superficiali, per limitarne l'azione erosiva ai piedi del versante e salvaguardare la stabilità degli edifici esistenti.

TEMPI DI ATTUAZIONE

Per la valutazione dell'efficienza delle opere di sostegno, si stima una tempistica di circa 2 mesi. Per la progettazione, l'allestimento e la realizzazione dell'intervento di sistemazione idrogeologica si stima un intervallo di tempo di circa 12 mesi.

La periodicità delle manutenzioni delle opere di sostegno e di regimazione dovrà essere indicativamente biennale o successiva ad episodi meteorici di particolare intensità.

SCHEDA N°5 – VERGANO NOVARESE



UBICAZIONE DELL'AREA: Vergano Novarese

IDONEITÀ ALL'USO URBANISTICO: Classe IIIb

CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ

Il settore in esame si colloca in corrispondenza dell'orlo del terrazzo prewürmiano, che delimita ad Ovest il territorio comunale.

Si tratta di *alluvioni fluvioglaciali mindeliane (Pleistocene)*, costituite da alternanze irregolari di livelli alterati ghiaioso-ciottolosi con strati sabbiosi e sabbioso-argillosi, delimitati a tetto da un paleosuolo argilloso ricoperto da una coltre superficiale di löss, in contatto erosionale con i sottostanti *depositi marini pliocenici*, costituiti da una successione prevalentemente limoso-sabbiosa a laminazione parallela, di colore grigiastro.

Sono zone di territorio potenzialmente soggette a dinamica gravitativa, per la presenza di terreni compresi nell'unità litologica 1C (argille e marne argillose prevalenti plioceniche, con permeabilità da media a bassa e resistenza al taglio stimata da media a forte) e di settori aventi acclività superiore al 35%.

In questi casi, il dissesto è causato dall'infiltrazione delle acque meteoriche nella coltre dei terreni alluvionali, più permeabili, e allo scorrimento delle stesse lungo la superficie di contatto erosionale con i sottostanti depositi marini pliocenici, di bassa permeabilità, innescando scivolamenti lungo tale superficie.

OPERE DI DIFESA ESISTENTI

Muri a sostegno della viabilità e del nucleo residenziale

INTERVENTI PROPOSTI

Si prevedono misure strutturali di tipo intensivo, con la realizzazione di opere di consolidamento e sistemazione del versante mediante l'utilizzo, a titolo esemplificativo, di diaframmi posti lungo il ciglio della scarpata, come nei casi lungo le vie Piovino e Avv. Giromini, e per i lotti più arretrati l'adozione di fondazioni profonde.

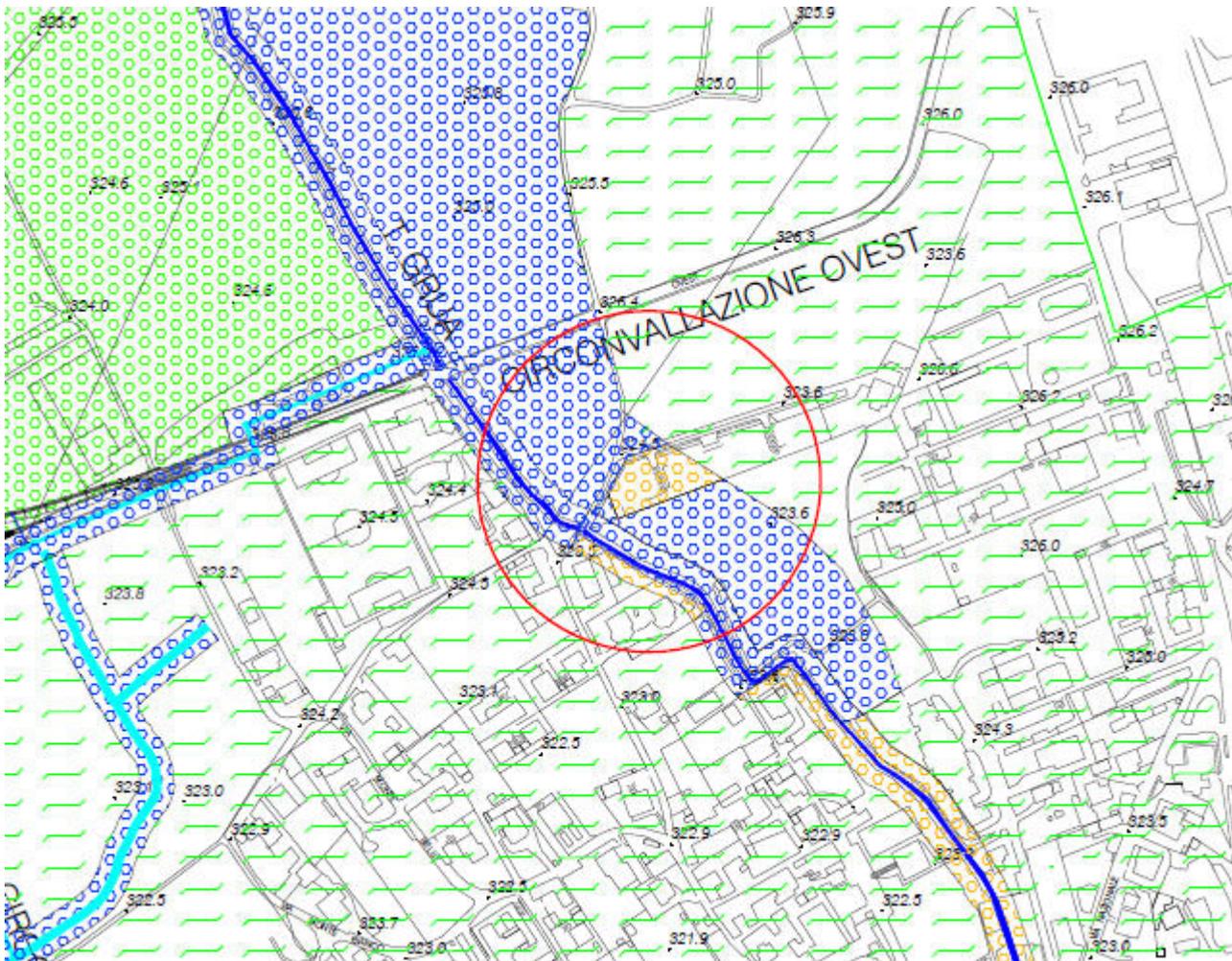
Per le opere di sostegno localmente già esistenti, si propone un programma per accertarne l'efficienza e per predisporre la manutenzione.

TEMPI DI ATTUAZIONE

Per la progettazione, l'allestimento e la realizzazione delle opere di consolidamento e sistemazione del versante si stima un intervallo di tempo di circa 14 mesi.

La periodicità delle manutenzioni delle opere di sostegno dovrà essere indicativamente triennale

SCHEDA N°6 – SANTA CROCE



UBICAZIONE DELL'AREA: Santa Croce

IDONEITÀ ALL'USO URBANISTICO: Classe IIIb

CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ

L'area è ubicata in corrispondenza delle alluvioni terrazzate del Würm-Riss, formate da depositi prevalentemente ghiaiosi, ricoperti da un paleosuolo argilloso di colore giallo-ocra, di ridotto spessore.

L'idrografia è costituita dai due rami del T. Grua: quello di sinistra, formato dal Rio Lagone (o T. Grua) e quello di destra, rappresentato dal T. Grua Vecchia, entrambi tributari del T. Agogna.

Il sito in esame è adiacente al Rio Lagone, che scorre con direzione prevalente verso NNW-SSE, interessando gli abitati di S. Croce e di Borgomanero, dove risulta tombinato in più tratti, sino all'immissione nel T. Agogna in corrispondenza del Parco Comunale di Corso Sempione.

Nel tratto a monte della circonvallazione Ovest, tale corso d'acqua è caratterizzato da sezioni idrauliche inadeguate, con esondazioni sia in sponda sinistra, con acque a bassa energia e tiranti ingenti (circa 0,77 m), che in sponda destra, con tiranti inferiori.

La pericolosità dell'area in studio deriva quindi dalle seguenti concause:

1. possibili fenomeni di esondazione con tiranti ingenti (fino a 35 cm) in corrispondenza dell'opera di attraversamento di Via Beatrice, che presenta una sezione di deflusso insufficiente, di dimensioni 3,0 m x 1,30 m;
 2. possibili tracimazioni in sponda sinistra, a valle dell'attraversamento della circonvallazione Ovest, per insufficienza della sezione di deflusso del corso d'acqua
-

OPERE DI DIFESA ESISTENTI

Il ponticello in cls che attraversa il Rio Lagone, in corrispondenza della circonvallazione Ovest, risulta protetto da opere di difesa longitudinali, costituite: a monte da scogliere in massi e a valle da un muro in cls, realizzato solo in sponda destra.

Nel tronco di alveo a valle del sito è presente un tratto di scogliera in massi di cava ammorati disposti a scivolo regolare (con lunghezza di 190 m in sponda destra e di 170 m in sponda sinistra), seguito da muri in cls con funzione di sostegno per superfici contigue al corso d'acqua (con lunghezza di 80 m in sponda destra e di 100 m in sponda sinistra),

INTERVENTI PROPOSTI

La messa in sicurezza dell'area dovrà necessariamente prevedere la sistemazione del settore a monte della Circonvallazione Ovest, considerando la possibilità di distribuire una parte della portata di massima piena nel corso d'acqua principale (il rio Lagone), il cui alveo dovrà essere in parte rimodellato secondo sezioni di deflusso adeguate, e a controllare la restante portata con la realizzazione, per esempio, di una vasca di espansione e il ripristino dell'alveo della Grua Vecchia.

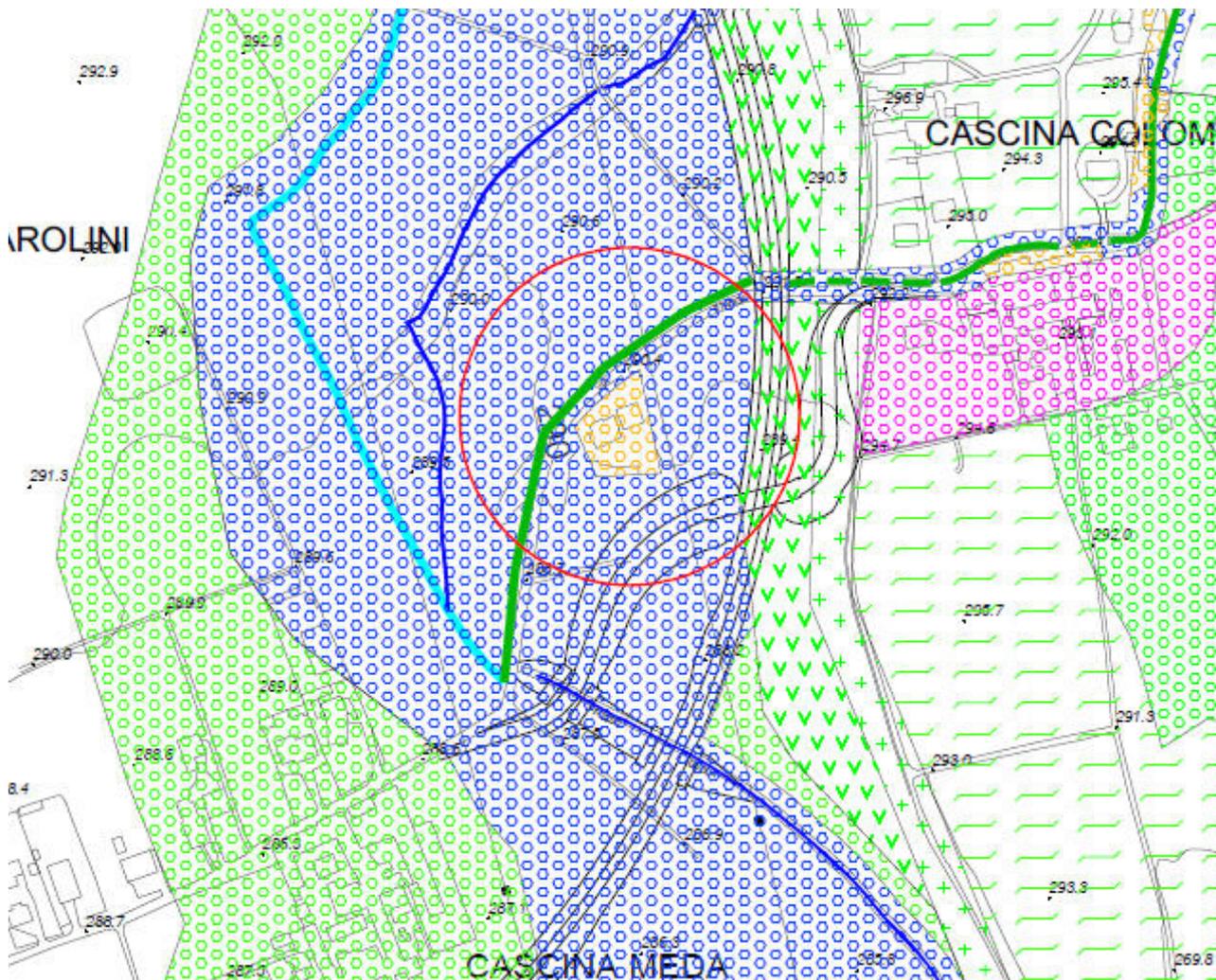
Si propone inoltre l'adozione di un programma di manutenzione ordinaria per la pulizia dei corsi d'acqua

TEMPI DI ATTUAZIONE

Per la progettazione, l'allestimento e la realizzazione delle opere di sistemazione idraulica si stima un intervallo di tempo di circa 24 mesi.

La periodicità delle manutenzioni dovrà essere indicativamente biennale o successiva ad episodi alluvionali intensi.

SCHEDA N°7 – VIA MEDA



UBICAZIONE DELL'AREA: Santa Cristina

IDONEITÀ ALL'USO URBANISTICO: Classe IIIb

CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ

L'area è ubicata in corrispondenza delle alluvioni fluvio-glaciali e fluviali oloceniche terrazzate del T. Agogna.

Nel territorio in esame si riconoscono tre corsi d'acqua:

1. il T. Geola, che risulta essere il corso d'acqua principale, con l'alveo orientato in senso NE-SW
 2. il rio Oriale, che si origina nel comune di Maggiate Novarese, confluendo nel T. Geola in prossimità della località C.na Meda, circa 150 m a valle del lotto indagato
-

3. il Cavo Bono, che si origina nella frazione di S. Cristina e, defluendo anch'esso verso Sud, s'immette nel T. Geola circa 120 m a valle del lotto in esame.

Il sito esaminato, adiacente alla sponda sinistra del Rio Oriale, risulta esondabile da acque con bassa energia e tiranti ingenti, fino ad oltre 1 m, per l'insufficienza delle sezioni di deflusso del T. Geola.

In particolare, il rilevato della circonvallazione, contenendo l'esondazione verso Est, contribuisce all'innalzamento locale di tali tiranti idrici.

OPERE DI DIFESA ESISTENTI

Nei tratti degli alvei esaminati non sono presenti opere di difesa.

Recentemente il T. Geola è stato comunque oggetto delle seguenti misure strutturali di tipo intensivo:

- 1) raddoppio della luce dell'attraversamento in corrispondenza di via Meda, con l'aggiunta di uno scatolare al preesistente manufatto;
 - 2) ripristino del vecchio corso del Rio Geola, risagomando un tratto di alveo lungo 500 m, largo 2 m e profondo 3 m, in prossimità dell'immissione del cavo Bono
 - 3) riattivazione di alcune chiuse, utilizzate in passato per l'irrigazione dei campi limitrofi.
-

INTERVENTI PROPOSTI

Per la messa in sicurezza dell'area, si dovrà prevedere la risagomatura dell'alveo del T. Geola nel tronco sotteso alla circonvallazione, finalizzata a ricavare sezioni di deflusso adeguate, contestualmente alla verifica idraulica delle opere di attraversamento.

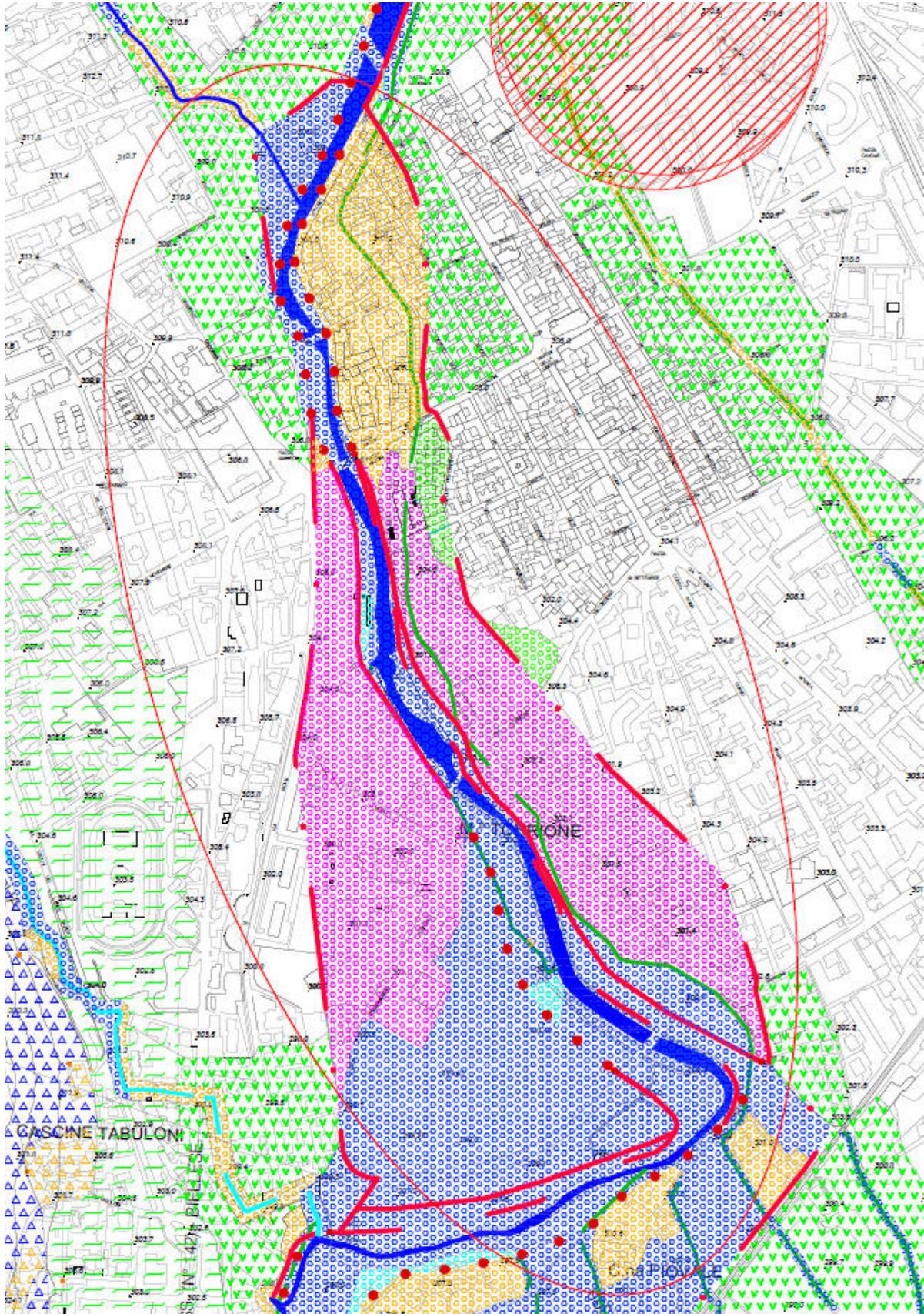
Si dovrà inoltre predisporre un programma di manutenzione ordinaria per la pulizia degli alvei dei tre corsi d'acqua individuati.

TEMPI DI ATTUAZIONE

Per la progettazione, l'allestimento e la realizzazione delle opere di sistemazione idraulica si stima un intervallo di tempo di circa 12 mesi.

La periodicità delle manutenzioni dovrà essere indicativamente biennale o successiva ad episodi alluvionali intensi.

SCHEDA N°8 – BORGOMANERO CENTRO



UBICAZIONE DELL'AREA: Borgomanero centro

IDONEITÀ ALL'USO URBANISTICO: Classe IIIb e IIIb2

CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ

L'area è ubicata in corrispondenza delle alluvioni fluvio-glaciali e fluviali oloceniche terrazzate del T. Agogna.

Il territorio in esame, compreso tra il Ponte sulla SS 229 e il Viale S. Pertini, risulta allagabile da un evento di piena con tempo di ritorno di 200 anni.

Le esondazioni sono provocate dalle seguenti cause:

- 1) presenza di attraversamenti con sezione inadeguata (ponti di Via delle scuole, Via Mazzini e Torrione)
 - 2) altezze spondali non sufficienti a contenere l'evento di piena, con acque a bassa energia e tiranti ingenti, fino a 50 cm, rilevate in destra e sinistra idrografica, nel tratto a valle del ponte di Via Mazzini
-

OPERE DI DIFESA ESISTENTI

Il tratto urbano dell'alveo è interamente protetto da difese spondali, sia in sponda destra, che sinistra, costituite da scogliere in massi o da muri in cls.

L'altezza di tali opere varia da un massimo di 4 m in corrispondenza del ponte del Torrione, sino ad un minimo di circa 2,5 m nel tratto a valle del ponte di via Mazzini.

In prossimità di Via Pertini si rileva la presenza di un modesto argine in terra rivestito, sia in sponda destra che sinistra, con coronamento ad un'altezza di circa 1m da p.c.

INTERVENTI PROPOSTI

Per mitigare i rischi delle possibili esondazioni, occorre mettere in atto alcuni accorgimenti, quali: la pulizia del tratto d'alveo urbano dell'Agogna, con il taglio di tutta la vegetazione arborea ivi presente e l'eliminazione delle aree di deposito, che riducono le sezioni disponibili al deflusso nel corso d'acqua.

Tale attività dovrà far parte di un programma di manutenzione ordinaria dell'alveo, da estendere alla rete di canali presente nel settore urbano in esame.

Gli interventi in alveo sopra descritti, unitamente a una restituzione topografica più puntuale del territorio urbanizzato, potranno consentire di verificare ulteriormente le perimetrazioni delle aree a rischio di inondazione.

TEMPI DI ATTUAZIONE

La periodicità delle manutenzioni dovrà essere indicativamente triennale o successiva ad episodi alluvionali intensi.

Per la predisposizione delle verifiche idrauliche si stima un intervallo di tempo di circa 6 mesi.

REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DI NOVARA
COMUNE DI BORGOMANERO

VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA'
A SEGUITO DEGLI INTERVENTI DI
MESSA IN SICUREZZA DELL'ALVEO DEL
T. AGOGNA NEL TRATTO URBANO

Revis.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	28/01/19	Documento di rito		



TELLUS s.r.l.
Topografia • Geologia
Servizi per l'ingegneria

Ufficio amministrativo: Novara, Via Lagrange 28
Tel. 0321-49.97.42 • Fax 0321-52.07.77
e-mail: info@tellussrl.it

Committente

**AMMINISTRAZIONE
COMUNALE**

Identificativo del documento

PRG: 19 - BORGOMANERO

PREMESSA

A seguito dell'incarico conferito dall'Amministrazione Comunale di Borgomanero, con Determina dirigenziale n. 228/SU in data 11.10.2018, si è redatta la seguente documentazione al fine di verificare la mitigazione del rischio idraulico conseguente agli interventi di messa in sicurezza dell'alveo del T. Agogna, eseguiti tra settembre e dicembre 2018, condotti adempiendo a quanto proposto nel "Cronoprogramma degli interventi di riassetto territoriale per l'eliminazione e/o mitigazione della pericolosità delle aree in classe di idoneità geologica IIIb", approvato con Deliberazione di Consiglio Comunale n. 6 del 25/03/2017.

Come previsto dalle NTA approvate con Delibera GR 70-2680 del 21 dicembre 2015, i settori urbanizzati interessati dalla mitigazione del rischio a seguito di tali interventi di riassetto, sono quelli ricadenti nelle classi IIIb e IIIb2.

INDICE

1. UBICAZIONE DELL'AREA IN ESAME E FINALITÀ DELLO STUDIO	3
2. MODALITÀ DI DEFLUSSO DEGLI EVENTI DI PIENA DEL T. AGOGNA	3
2.1 Rilievo topografico	3
2.2 Analisi idraulica delle sezioni d'alveo in condizioni di moto permanente	7
2.2.1 Metodo di calcolo	7
2.2.2 Schematizzazione geometrica dell'alveo	9
2.2.3 Profili idraulici in moto permanente	11
2.2.4 Coefficiente di scabrezza	11
3. RISULTATI	12
4. CONCLUSIONI	13

ELENCO DEGLI ELABORATI

<u>ALLEGATO N.</u>	<u>SCALA</u>
1 PONTI SUL T. AGOGNA: PLANIMETRIA DI DETTAGLIO SOVRAPPOSTA ALL'ORTOFOTO ELABORATA	1:8.000 /1:300
2 SEZIONI TRASVERSALI SCHEMATICHE	-
3 TABELLA RIASSUNTIVA DEI DATI IDRAULICI	-
4 CARTA DELLE AREE ESONDABILI	1: 8.000
5 STRALCIO DELLA CARTA DI SINTESI DELLA PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA E DELL'IDONEITÀ ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA	1: 5.000

1. UBICAZIONE DELL'AREA IN ESAME E FINALITÀ DELLO STUDIO

Nel periodo compreso tra settembre e dicembre 2018, l'Amministrazione Comunale di Borgomanero ha provveduto alla "messa in sicurezza dell'alveo del Torrente Agogna", realizzando un intervento di manutenzione lungo il tronco urbano compreso tra il ponte della ferrovia Borgomanero-Omegna (Ponte Rosso) a Nord ed il ponte di Viale Sandro Pertini a Sud.

I lavori sono consistiti nel taglio della vegetazione arborea presente lungo l'alveo e nella rimozione dei depositi fluviali, che riducevano le sezioni di deflusso lungo il corso d'acqua, così come previsto nel "Cronoprogramma degli interventi di riassetto territoriale per l'eliminazione e/o mitigazione della pericolosità delle aree in classe di idoneità geologica IIIb", approvato con Deliberazione di Consiglio Comunale n. 6 del 25/03/2017.

In base a tale indirizzi, i settori urbanizzati, che risultano interessati dalla mitigazione del rischio a seguito dagli interventi di riassetto, sono quelli ricadenti nelle seguenti classi:

- IIIb: "Zone di territorio edificate, potenzialmente inondabili da acque con tiranti ingenti, caratterizzate dalla presenza di modesti fenomeni di erosione/depositi".
- IIIb2: "zone di territorio edificate, potenzialmente inondabili da acque con tiranti ingenti, caratterizzate dalla presenza di modesti fenomeni di erosione/deposito (Eb), in cui solo a seguito della realizzazione di opere di regimazione e dell'adeguamento di quelle esistenti sarà possibile la realizzazione di nuove edificazioni, ampliamenti o completamenti."

Si è quindi proceduto a verificare l'esito di tali interventi, ai fini della minimizzazione del rischio relativamente alle aree interessate.

2. MODALITÀ DI DEFLUSSO DEGLI EVENTI DI PIENA DEL T. AGOGNA

2.1 Rilievo topografico

Allo scopo verificare l'efficacia degli interventi di manutenzione, si sono eseguiti dei rilievi dell'asta del T Agogna e del territorio circostante, compreso nelle fasce del PAI (Piano di Assetto Idrogeologico), utilizzando le seguenti metodologie:

- rilievo satellitare;
- rilievo tacheometrico dei ponti;
- rilievo aerofotogrammetrico.

La strumentazione utilizzata è la seguente

- 2 ricevitori GPS Leica System 1200
- 1 Total Station Leica 1205
- 1 Drone ad ala fissa Ebee Sensefly



Figura 1 Area del rilievo

I rilievi aerei e fotogrammetrici vennero eseguiti in data 23 novembre 2018, mentre quello tacheometrico tra il 3 e il 5 dicembre 2018.

Alla data dei rilievi, i lavori di messa in sicurezza in alveo risultavano completati sulla quasi totalità dell'asta fluviale, con l'eccezione di un tratto di circa 200 m a valle del ponte Rosso, il cui intervento si concluse nel mese di dicembre.

Di seguito si riportano alcune specifiche tecniche relative ai rilievi:

Rilievo Satellitare: si sono installati alcuni *capisaldi*, materializzati da elementi di segnaletica orizzontale e manufatti esistenti, rilevati con il metodo GPS-RTK, ricevendo le correzioni differenziali della rete Smart-NET ITALPOS: in questa rete è presente la stazione di riferimento RTCM-Ref0108, sistema che garantisce una precisione di rilievo dei capisaldi di circa $\pm 30\text{mm}$.

Il sistema GPS è in grado di assegnare le tre coordinate spaziali di un punto nel sistema sferico mondiale WGS84 (longitudine, latitudine e quota ellissoidica), ovvero nel sistema di coordinate piano mondiale UTM fuso 32 (est, nord e quota ellissoidica).

Si sono utilizzati degli appositi software, che attraverso l'uso dei grigliati di conversione IGM forniscono le coordinate Est, Nord e quota ortometrica "Quota livello medio mare".

Rilievo Tacheometrico: per il rilievo dei ponti e di parte degli argini si è proceduto con un rilievo tradizionale: stazione totale con laser.

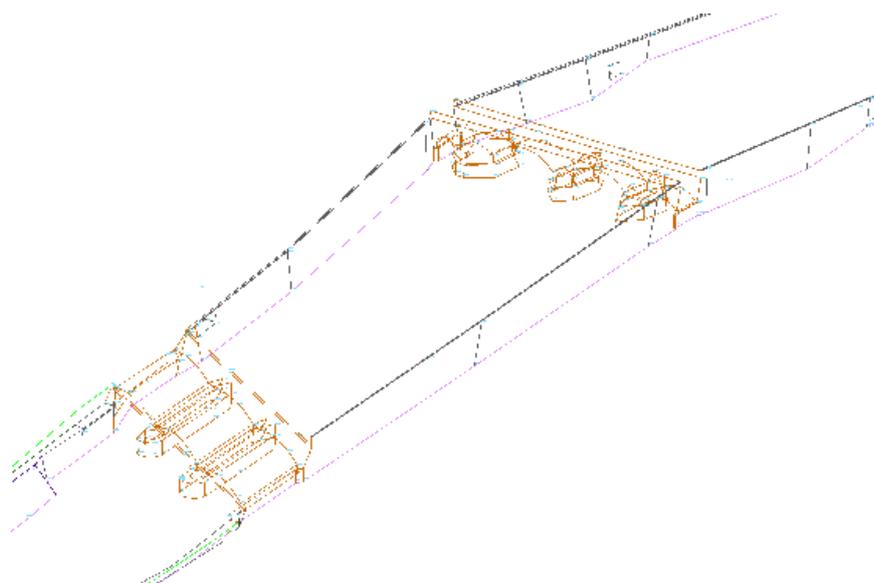


Figura 2 Esempio di rilievo tridimensionale di ponte e argini eseguito con stazione totale

Rilievo Aerofotogrammetrico: Attraverso l'utilizzo di APR (Aeromobile a Pilotaggio Remoto), più semplicemente noto come Drone, si sono effettuate, per mezzo di una camera digitale calibrata, una serie di fotogrammi aventi una sovrapposizione di circa l'80% longitudinale e 70% trasversale.

All'interno della zona di ripresa aerea, si sono determinati alcuni punti di appoggio aerofotogrammetrico, utili per il concatenamento delle strisciate e la generazione della nuvola di punti.

Nel caso in esame, si sono effettuati 2 voli con drone a circa 120 metri di altezza, acquisendo 665 fotogrammi con 32 punti di appoggio a terra.



Figura 3 Nuvola di punti tridimensionale

Dalla nuvola di punti, attraverso appositi software di modellazione, si è ottenuto il D.T.M. (Digital Terrain Model), su cui si sono impostate le analisi idrauliche.

Successivamente, unendo le due informazioni di colore e di tridimensionalità del modello, si è ottenuta l'ortofoto completa dell'area di rilievo (GSD = 4 cm).



Figura 4 Ortofoto



Figura 5 Particolare del rilievo sovrapposto all'ortofoto

2.2 Analisi idraulica delle sezioni d'alveo in condizioni di moto permanente

2.2.1 Metodo di calcolo

Si è condotto uno studio con la finalità di verificare le modalità di deflusso della piena del T. Agogna per una portata con tempo di ritorno TR200 anni, corrispondente alla Fascia B di esondazione, così come indicato nelle Norme di Attuazione del PAI, in analogia alle verifiche idrauliche effettuate a supporto del PRGC vigente.

Per il tracciamento dei profili di corrente, eseguito in moto permanente monodimensionale, si è utilizzato il codice di calcolo HEC-RAS (release 5.0.5, Giugno 2018), sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers.

L'ipotesi di base per la determinazione del profilo idraulico in corrispondenza di ciascuna sezione, considera il moto dell'acqua uniforme, in cui tutte le grandezze caratterizzanti la corrente (altezza idrica, velocità media nella sezione, portata, ecc) risultano costanti nel tempo e nello spazio.

Il codice risolve l'equazione differenziale fondamentale del moto permanente nella seguente forma:

$$Y_2 + z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + \Delta H$$

dove la sezione 2 è la sezione a monte, Y [m] è il battente misurato dal punto più depresso della sezione, z [m] è la quota di tale punto di fondo alveo rispetto ad un piano orizzontale di riferimento, α [-] è il coefficiente di ragguglio della potenza cinetica, V [m/s] rappresenta la velocità media nella sezione in corrispondenza della portata Q [m³/s], g [m/s²] è l'accelerazione di gravità e ΔH [m] rappresenta le perdite energetiche connesse al passaggio della corrente dalla sezione 2 alla sezione 1.

Il tirante incognito viene calcolato attraverso una procedura iterativa di ricerca dello zero.

La localizzazione delle transizioni non graduali tra corrente supercritica e corrente subcritica viene effettuata, mediante applicazione della equazione di bilancio della spinta tra sezioni successive:

$$M_1 + \Pi_1 + W \sin \theta = \tau_0 PL + M_2 + \Pi_2$$

ove $W \sin \theta$ rappresenta la proiezione del peso del volume di liquido all'interno del volume di controllo nel verso del moto e $\tau_0 PL$ è la risultante nel verso del moto dell'azione trattiva esercitata dal contorno solido, mentre i termini Π e M rappresentano rispettivamente la spinta idrostatica sulle sezioni rette e il flusso di quantità di moto.

La perdita di carico tra due sezioni è data dalla somma delle perdite distribuite lungo il tratto d'alveo compreso tra le due sezioni e le eventuali perdite dovute alla contrazione o alla espansione della corrente.

L'espressione che permette il calcolo della perdita di carico risulta:

$$\Delta H = LJ + \sum c_i |V_2^2 - V_1^2|$$

dove il coefficiente c_i è specifico al tipo di singolarità interposta tra le due sezioni d'alveo.

Il termine J viene usualmente rappresentato con ipotesi di moto turbolento e in funzione del parametro n di scabrezza di Manning:

$$J = \left(\frac{Qn}{AR^{2/3}} \right)^2 = \left(\frac{Q}{K} \right)^2$$

dove R [m] rappresenta il raggio idraulico della sezione e la quantità K viene tipicamente indicata in letteratura con il nome di *conveyance*.

A tale proposito, la conveyance delle sezioni composite è calcolata sommando i contributi di conveyance associati a ciascuna sottoparte, in cui la stessa è suddivisa nell'ipotesi, che la velocità media possa considerarsi uniforme internamente a ciascuna sottoparte della sezione.

Qualora la scabrezza sia variabile all'interno dell'alveo principale, il codice calcola un valore equivalente di scabrezza per l'alveo principale mediante opportuna media pesata

$$n = \left[\frac{\sum_{i=1}^N (P_i n_i^{1.5})}{P} \right]^{2/3}$$

essendo N il numero di suddivisioni operate per l'alveo principale e P [m] il perimetro bagnato di competenza.

Con modalità analoga, vengono utilizzati opportuni criteri di valutazione media per il calcolo dell'altezza cinetica equivalente per la sezione.

2.2.2 Schematizzazione geometrica dell'alveo

Nel modello di calcolo, si sono utilizzate n.28 sezioni elaborate con il software QGis dal DTM a risoluzione 1 m lineare, integrate con n.60 sezioni ottenute automaticamente per interpolazione, e n.7 attraversamenti, consentendo una modellazione geometrica dell'alveo pressoché continua.

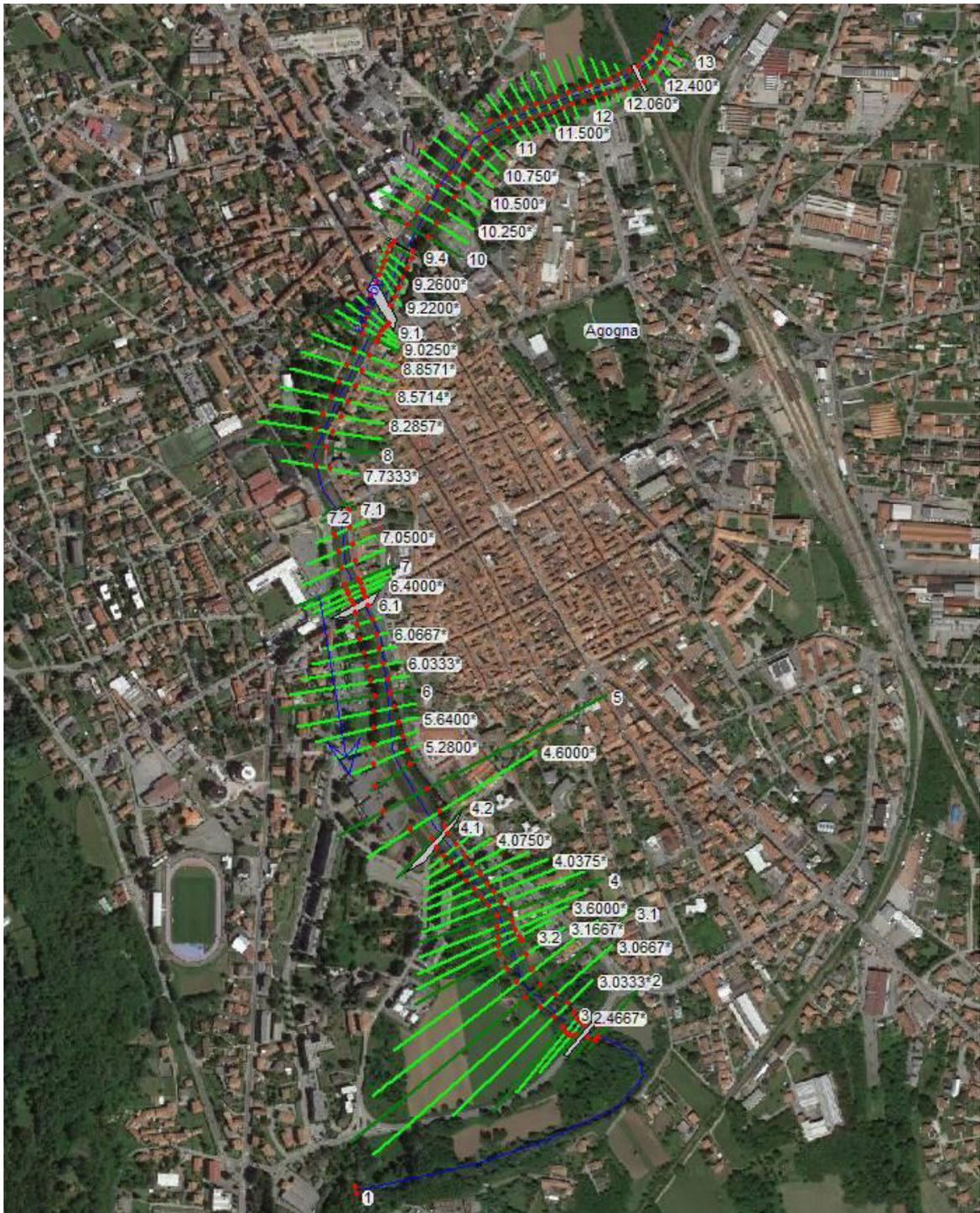
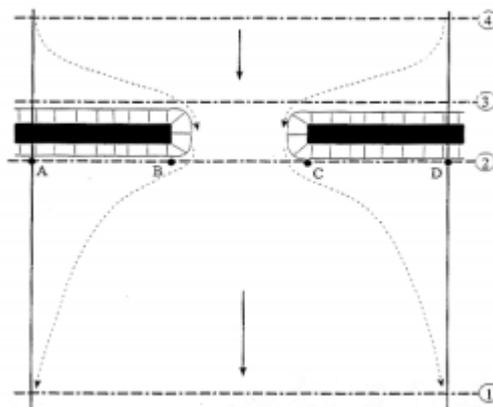


Figura 6 Sezioni utilizzate per le verifiche idrauliche

In particolare, gli attraversamenti si sono modellati mediante l'inserimento di quattro sezioni, così come riportato nello schema seguente:



Questo tipo di modellazione permette di considerare il fenomeno di contrazione ed espansione dell'acqua a monte e a valle del restringimento generato dalla presenza dell'infrastruttura

2.2.3 Profili idraulici in moto permanente

Il valore di portata utilizzato, pari a 370 m³/s, è quello adottato per la stesura degli elaborati allegati al PRGC di Borgomanero e riportato nel Piano Gestione Rischio Alluvioni (PGRA, Profili di piena dei corsi d'acqua del reticolo principale, Marzo 2016).

Le condizioni al contorno di monte e di valle si sono impostate sotto forma di "profondità di flusso critico".

Nelle verifiche, si è considerato il regime di corrente veloce per il tratto urbano (dal ponte Rosso sino al ponte del Torrione), in quanto caratterizzato da una maggiore "artificializzazione" dell'alveo, con difese spondali (muri e scogliere) e ponti che, limitando la dissipazione dell'energia delle acque di piena, ne aumentano la velocità.

Si è invece utilizzato il regime di corrente lenta per il settore a valle del ponte del Torrione, sino al ponte di Viale Pertini, dove permangono condizioni morfologiche più naturali e quindi più efficaci in termini di dissipazione dell'energia, traducendosi con una riduzione della velocità di flusso.

2.2.4 Coefficiente di scabrezza

I valori di scabrezza (n) assegnati alle sezioni, espressi con il coefficiente di Mannings (m^{1/3}s), si sono stimati secondo le indicazioni contenute nel DGR 15/07/2002 n. 45-6656:

- fondo alveo: "alvei di pianura non vegetati, rettilinei, corrente regolare" n = 0,025 m^{1/3}s
- piana alluvionale: "prato senza cespugli, erba bassa" n = 0,03 m^{1/3}s
- piana alluvionale "aree con cespugli sparsi e erba alta" n = 0,05 m^{1/3}s

- piana alluvionale: “aree urbanizzate” $n = 0,15 \text{ m}^{1/3\text{s}}$

3. RISULTATI

Dalle simulazioni, si sono definiti i profili idraulici longitudinali nella condizione di piena considerata.

I risultati sono rappresentati sia sotto forma di profili trasversali schematici (all.n.2), sia in tabelle riassuntive, che riportano i parametri caratteristici dei profili di corrente (all.n. 3).

Da tali profili, si sono ricavate le aree potenzialmente esondabili, suddivise in base al tirante e alla velocità dell'acqua (all.n.4).

- 1) Aree inondabili con velocità bassa e tiranti ingenti: sono comprese tra Viale Marconi, Viale Pertini e la strada Borgomanero-Cureggio; tale settore presenta altezze spondali non sufficienti a contenere l'evento di piena, comportando esondazioni sia in destra che in sinistra idrografica con tiranti medi superiori a 1 m e velocità variabili da circa 1 m/s a 3 m/s.
- 2) Aree inondabili con velocità elevata e tiranti modesti: si tratta del settore in destra idrografica in cui è ubicata la piscina comunale, tra il ponte di piazza Mazzini, via Aldo Moro e il Liceo Scientifico Statale Galilei; in tale area, la sezione inadeguata dell'alveo determina esondazioni con tiranti massimi di circa 0,3 m e velocità di circa fino a circa 5 m/s;
- 3) Aree inondabili con velocità elevata e tiranti ingenti: comprendono l'alveo attivo del T. Agogna e i seguenti settori, con sezioni spondali inadeguate a contenere l'evento di piena e caratterizzati da tiranti superiori al metro con velocità fino a 5 m/s, così identificabili da monte verso valle:
 - settore in destra idrografica, a valle del Ponte Rosso, comprendente un'area agricola ineditata
 - tratto in destra idrografica a valle del ponte di Corso Sempione, in corrispondenza del Parco della Resistenza;
 - il tratto a monte del ponte di Piazza Mazzini, sia in destra, che in sinistra idografica, in tale settore l'esondazione è causata dalla sezione inadeguata dell'attraversamento;
 - tratto a valle del ponte di Piazza Mazzini, in sinistra idrografica, tra Vicolo del Caneto, Via del Caneto e Corso Mazzini

4. CONCLUSIONI

Dalle verifiche idrauliche condotte risulta che gli interventi in alveo eseguiti consentono la mitigazione del rischio da possibili esondazioni in alcune aree urbanizzate del centro abitato di Borgomanero (all. n.5).

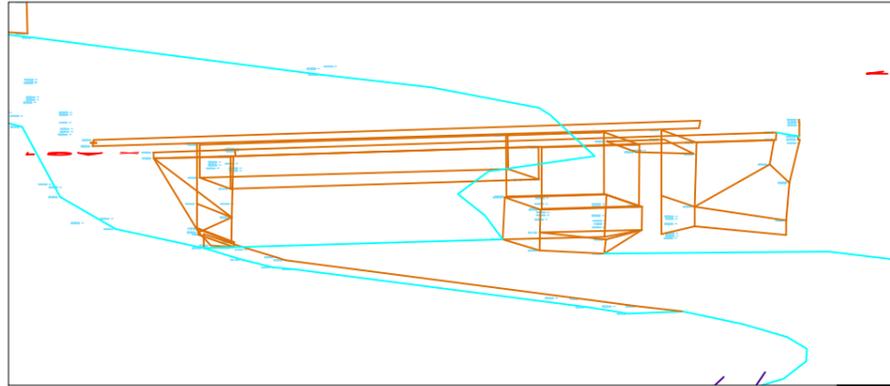
In particolare, non risultano più raggiungibili dalle acque di piena i settori del centro storico ricadenti in classe IIIb e quelli compresi nella classe IIIb2, ubicati indicativamente tra il Liceo Scientifico Statale Galilei e la strada Borgomanero-Cureggio e tra Via del Caneto e Viale Marconi.

Gli attraversamenti esaminati si presentano adeguati allo smaltimento della piena di riferimento (TR 200, $Q=370 \text{ m}^3/\text{s}$), con franchi generalmente superiori al metro, ad eccezione del ponte di Piazza Mazzini che, evidenziando una sezione di deflusso inadeguata, così come le sezioni d'alveo di valle, ne risulta sormontato, causando l'esondazione delle aree circostanti.

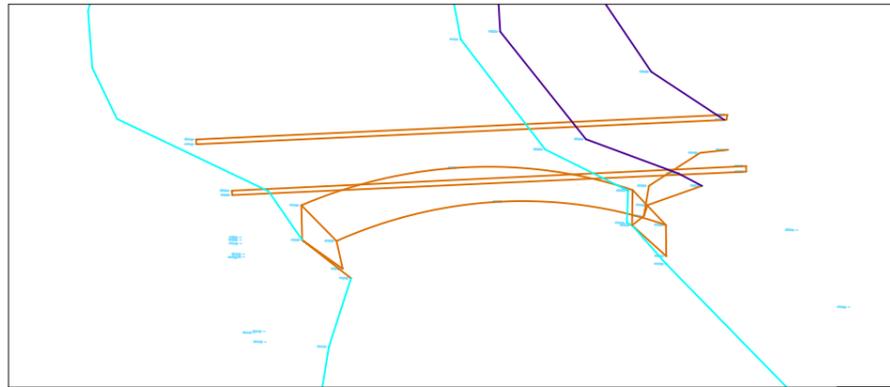
Come previsto dal Cronoprogramma approvato con Deliberazione di Consiglio Comunale n. 6 del 25/03/2017, l'attività di manutenzione e pulizia eseguita dovrà far parte di un programma di manutenzione ordinaria dell'alveo da svolgersi periodicamente.

Per stabilire tale periodicità, in un intervallo medio-breve, che, rispettando i tempi indicati nel Cronoprogramma stesso, è di tre anni, si ritiene utile svolgere campagne annuali di controllo topografico, con verifiche idrauliche delle sezioni d'alveo più significative, in particolare in corrispondenza degli attraversamenti, per seguirne l'evoluzione e la progressiva parzializzazione.

Tale piano indicherà le attività da svolgere periodicamente, con i relativi tempi, al fine di conservare e mantenere in efficienza il complesso di opere idrauliche, che caratterizzano l'alveo del T. Agogna nel tratto urbano.



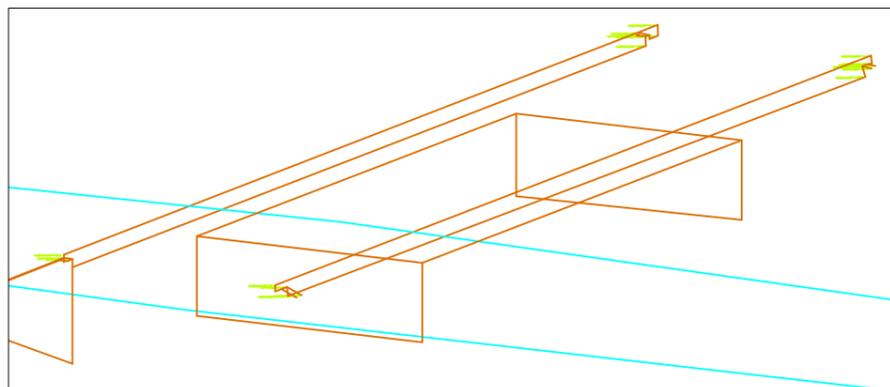
Ponte delle scuole



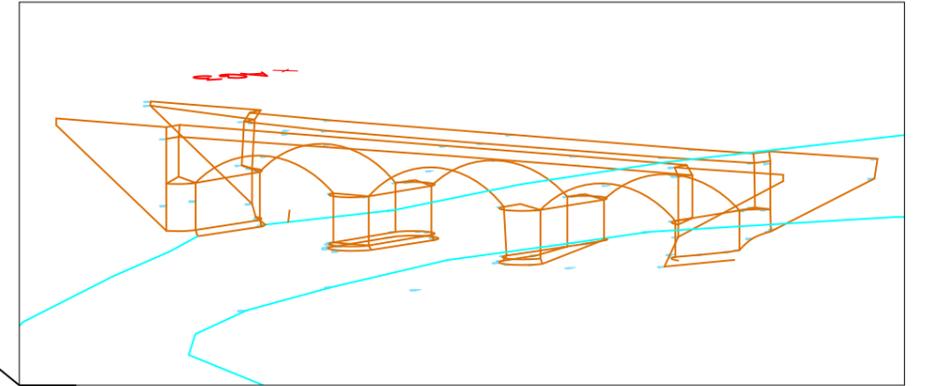
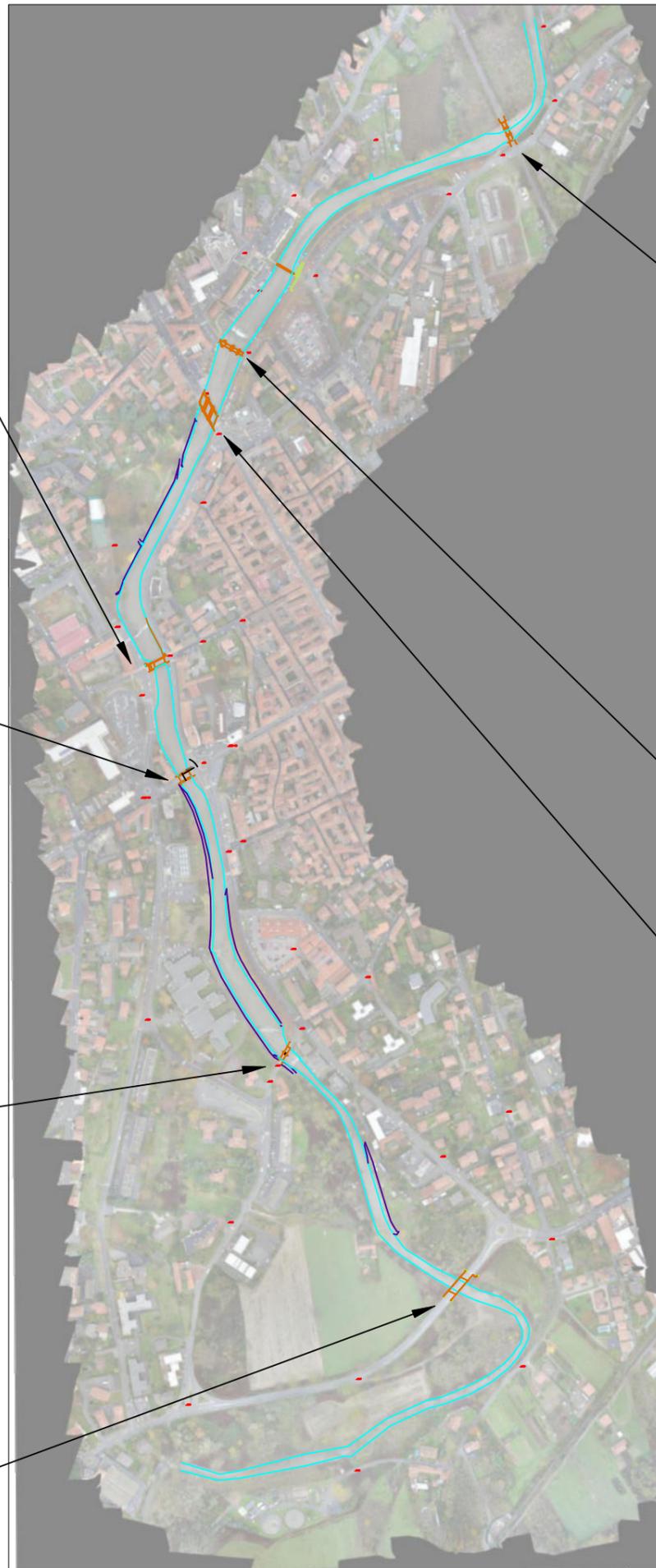
Ponte di Piazza Mazzini



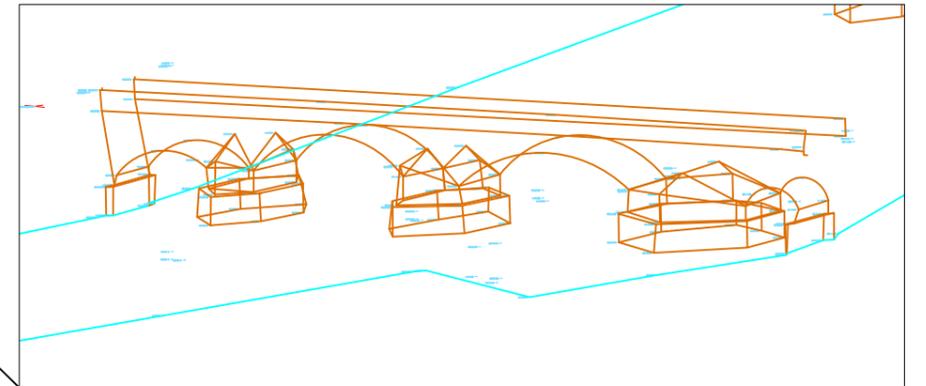
Ponte del Torrione



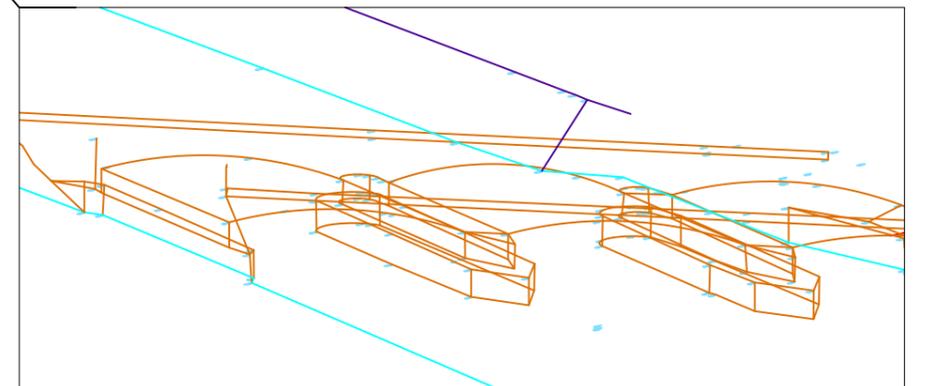
Ponte di Viale Pertini



Ponte della ferrovia (Ponte Rosso)



Ponte dell'ospedale



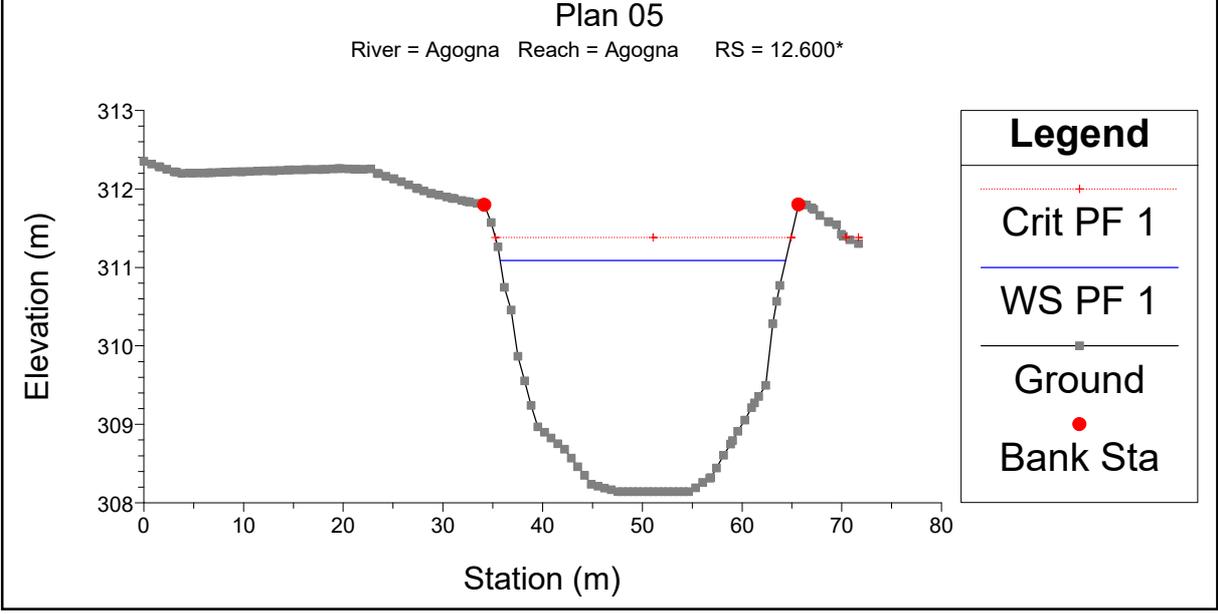
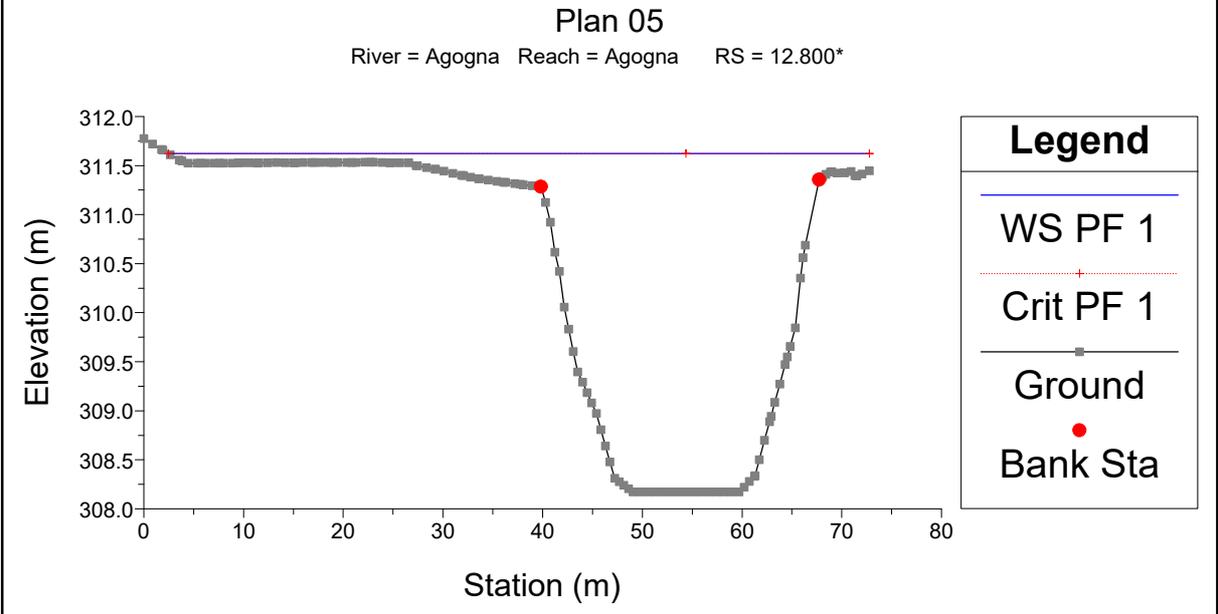
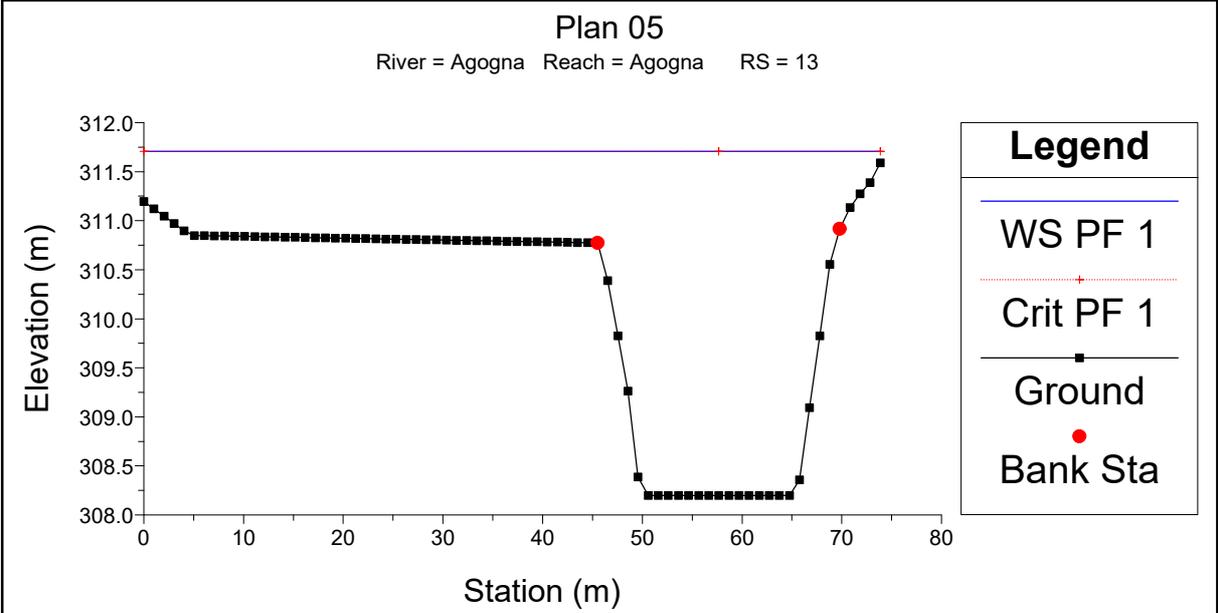
Ponte di Corso Sempione

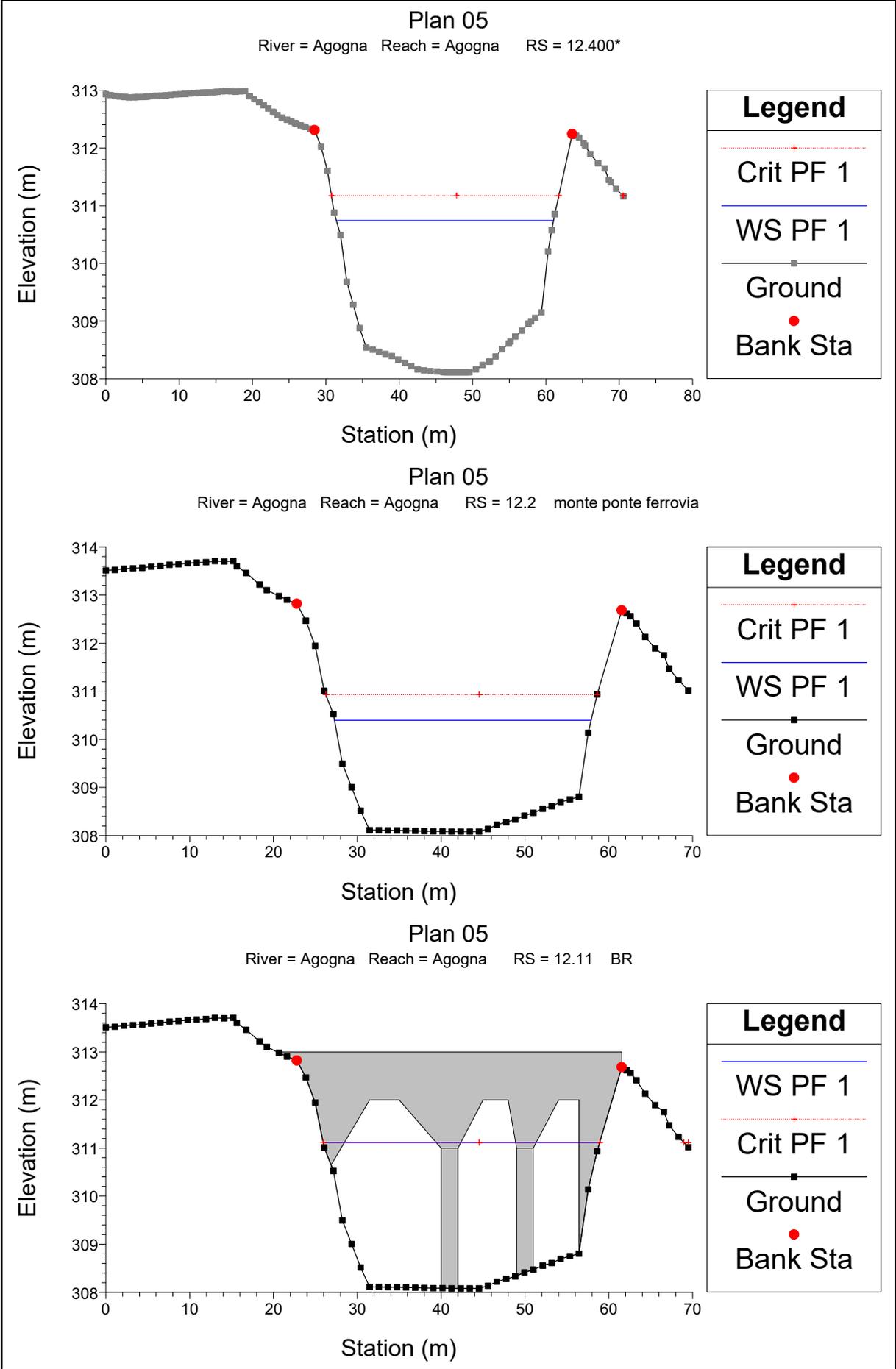


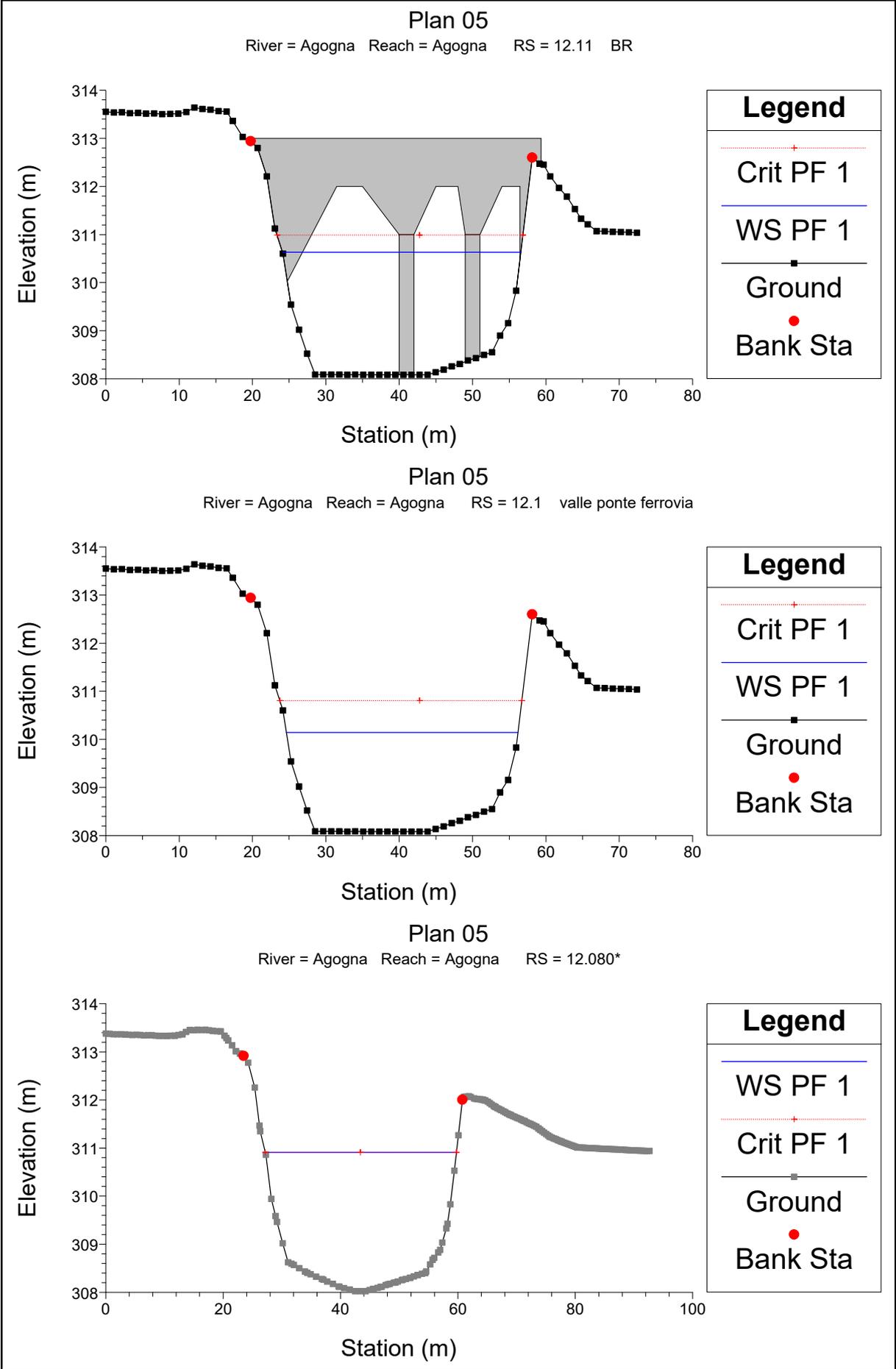
TELLUS s.r.l.
Topografia · Geologia · Servizi per l'ingegneria

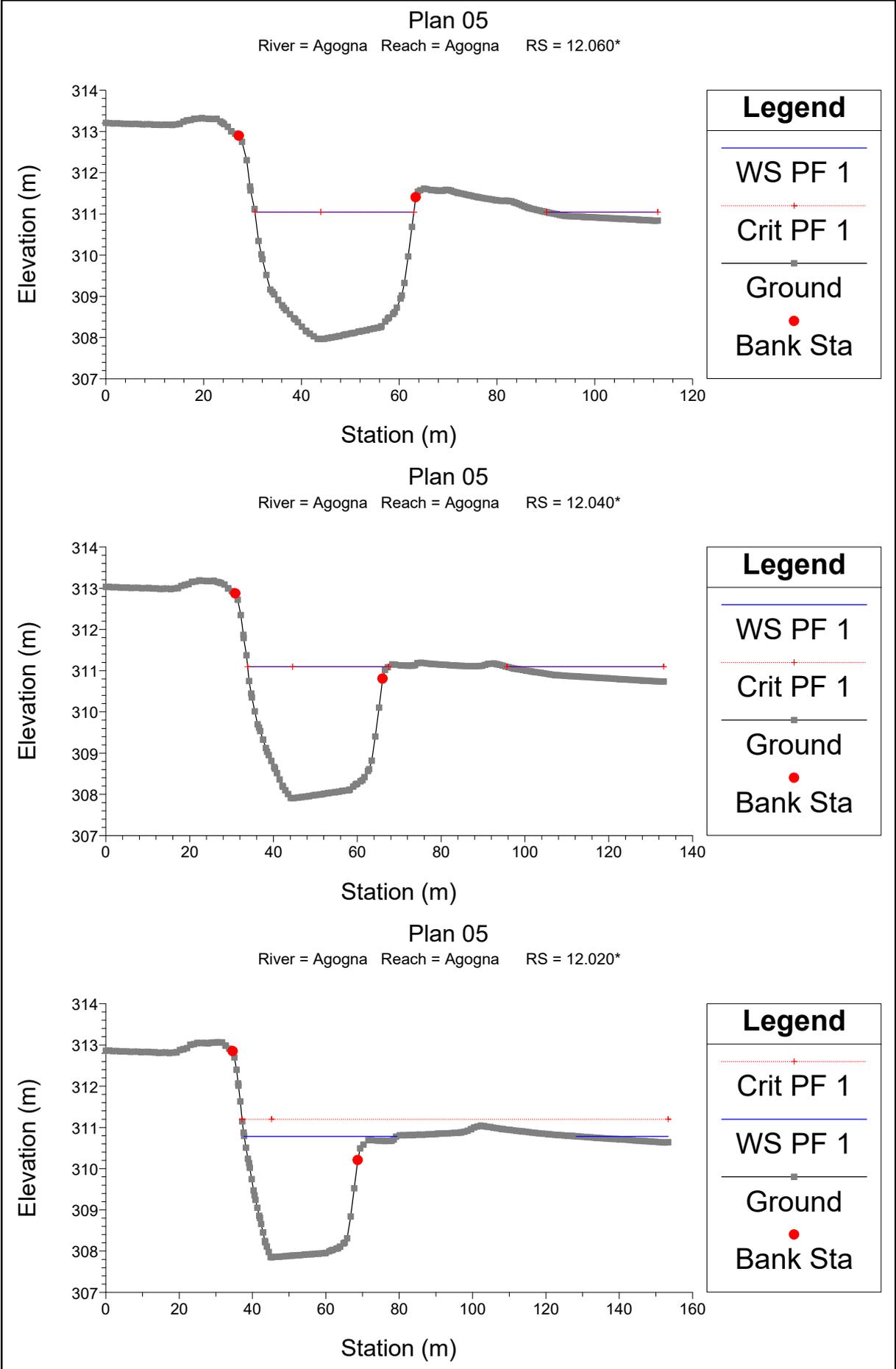
ALLEGATO N. 2

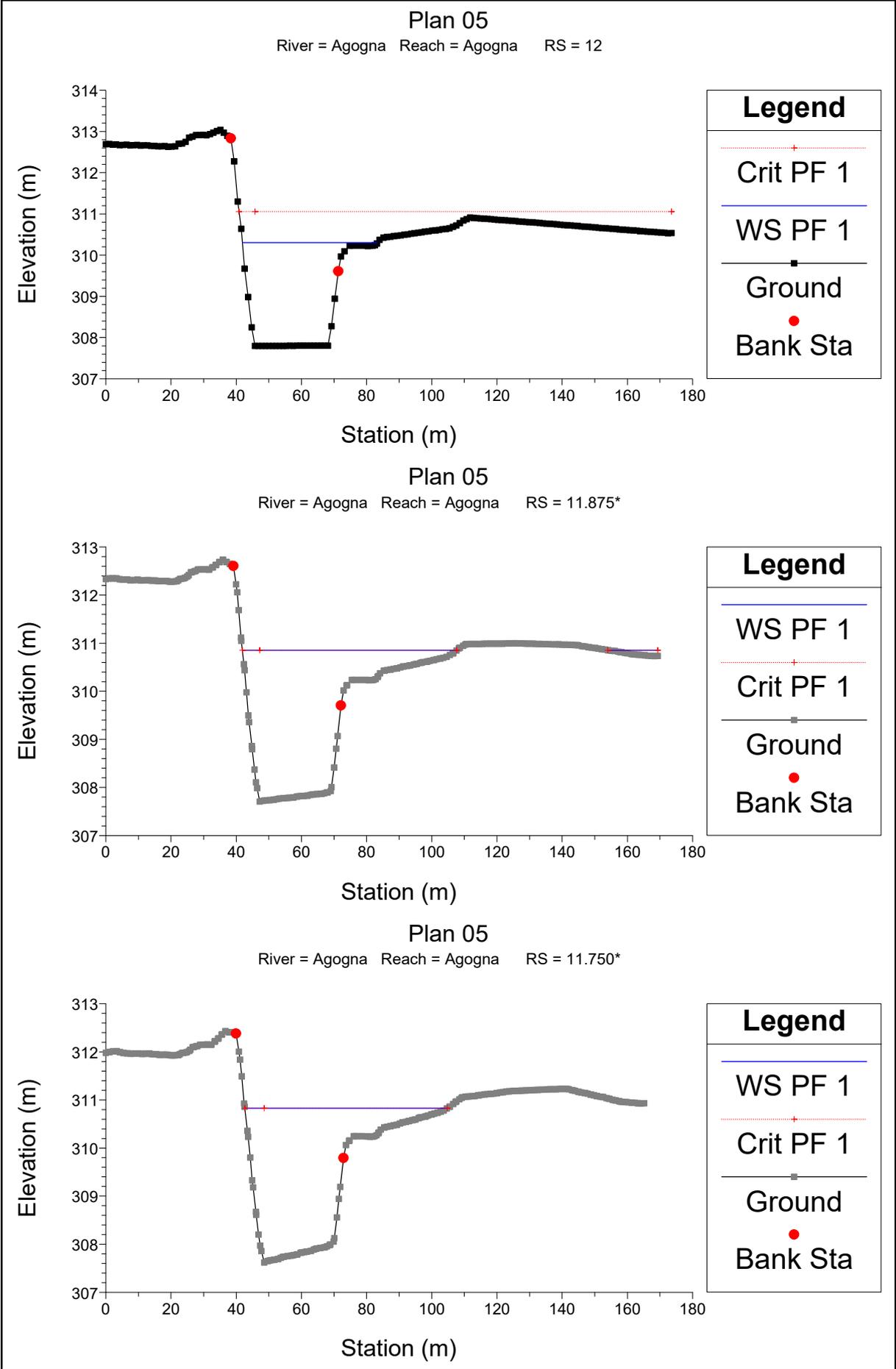
SEZIONI TRASVERSALI SCHEMATICHE

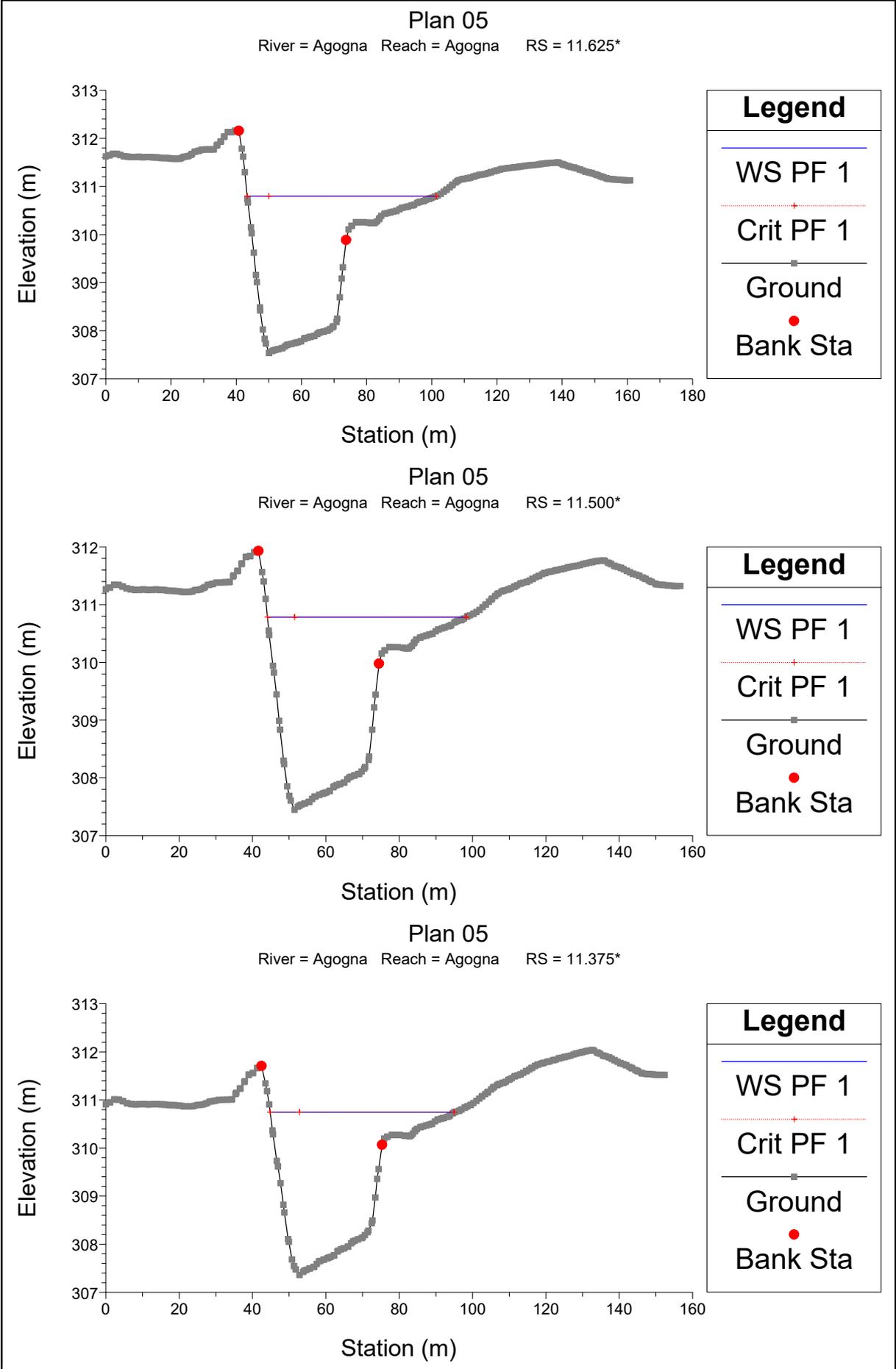


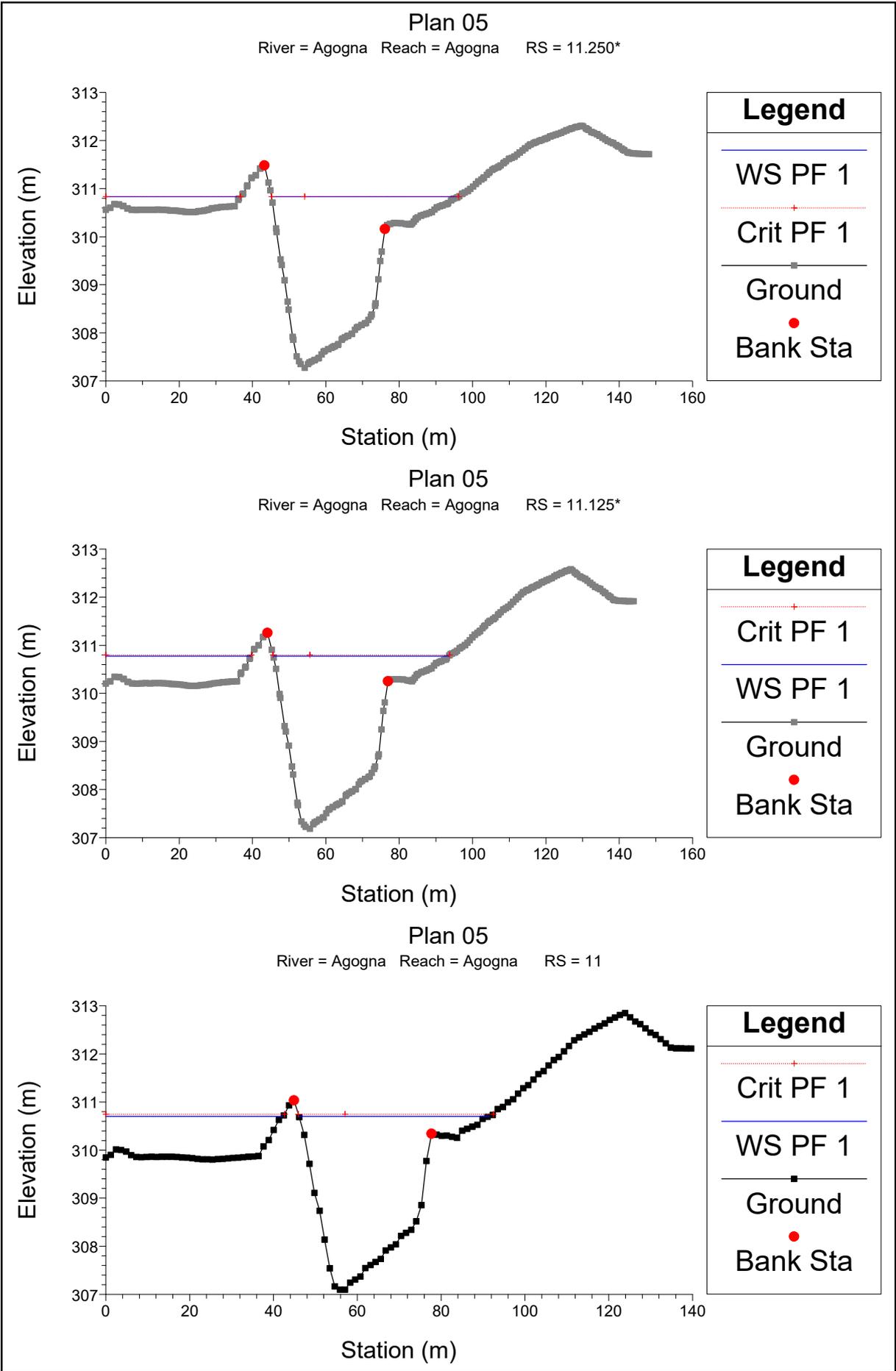


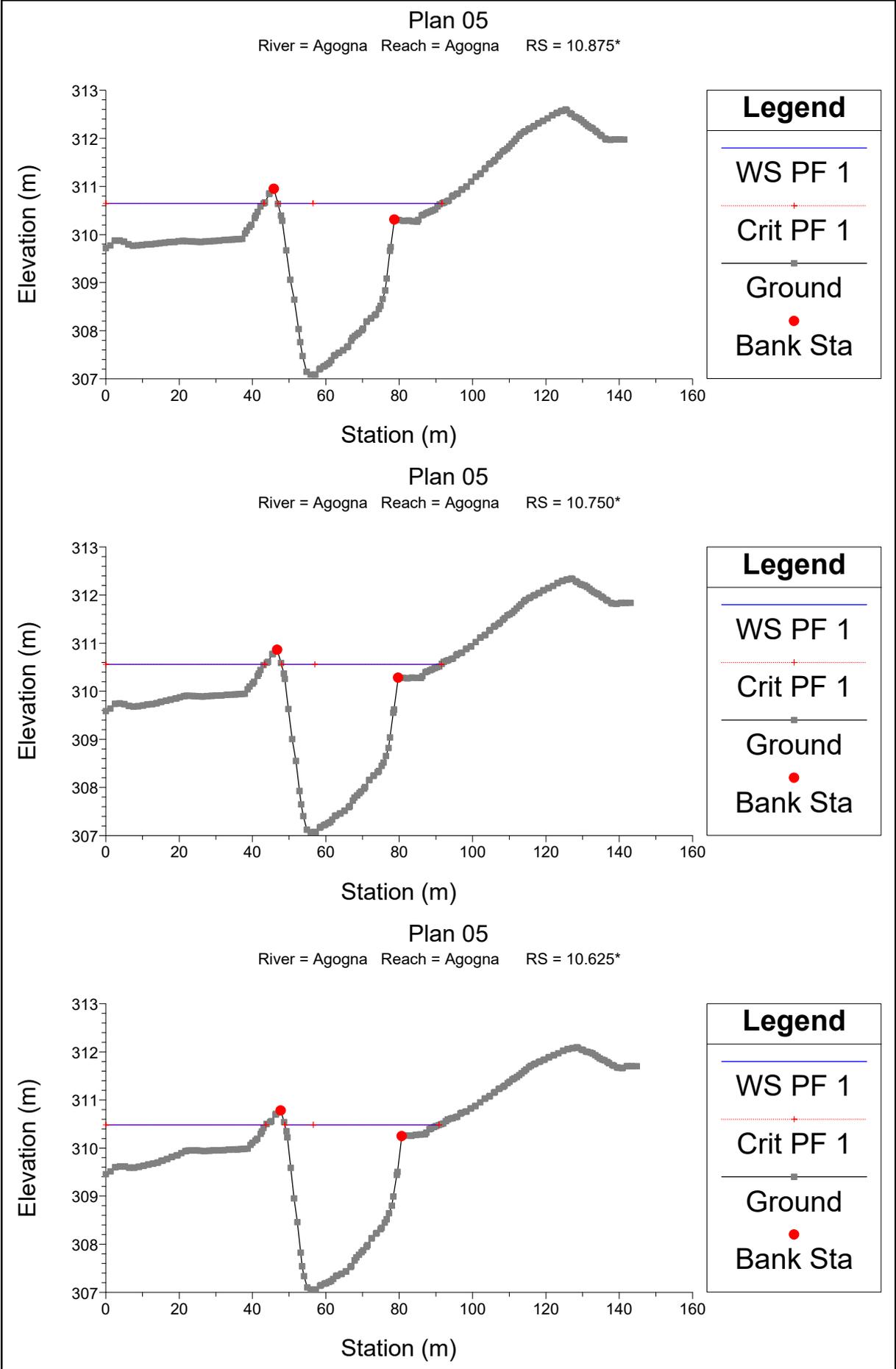


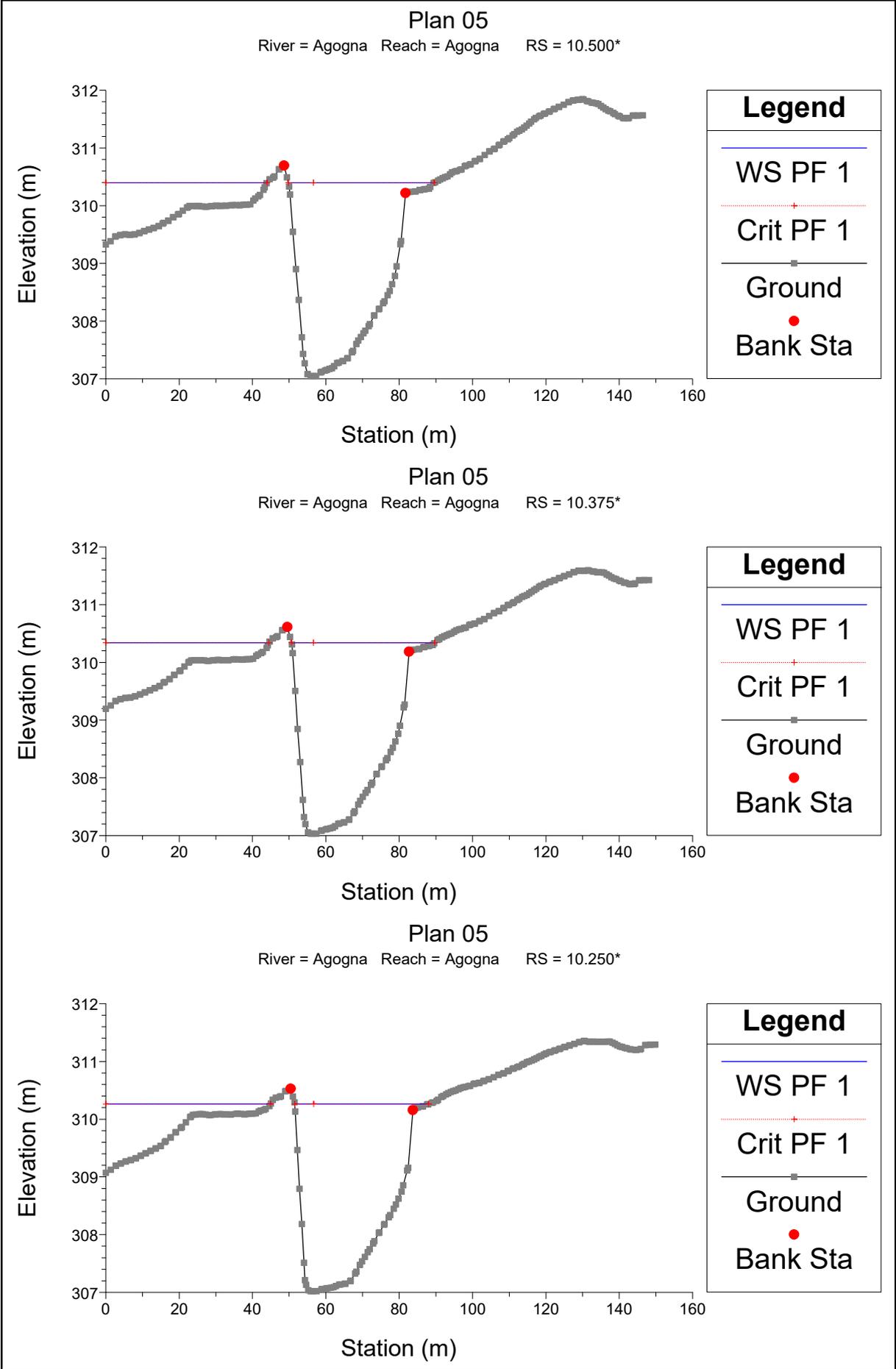


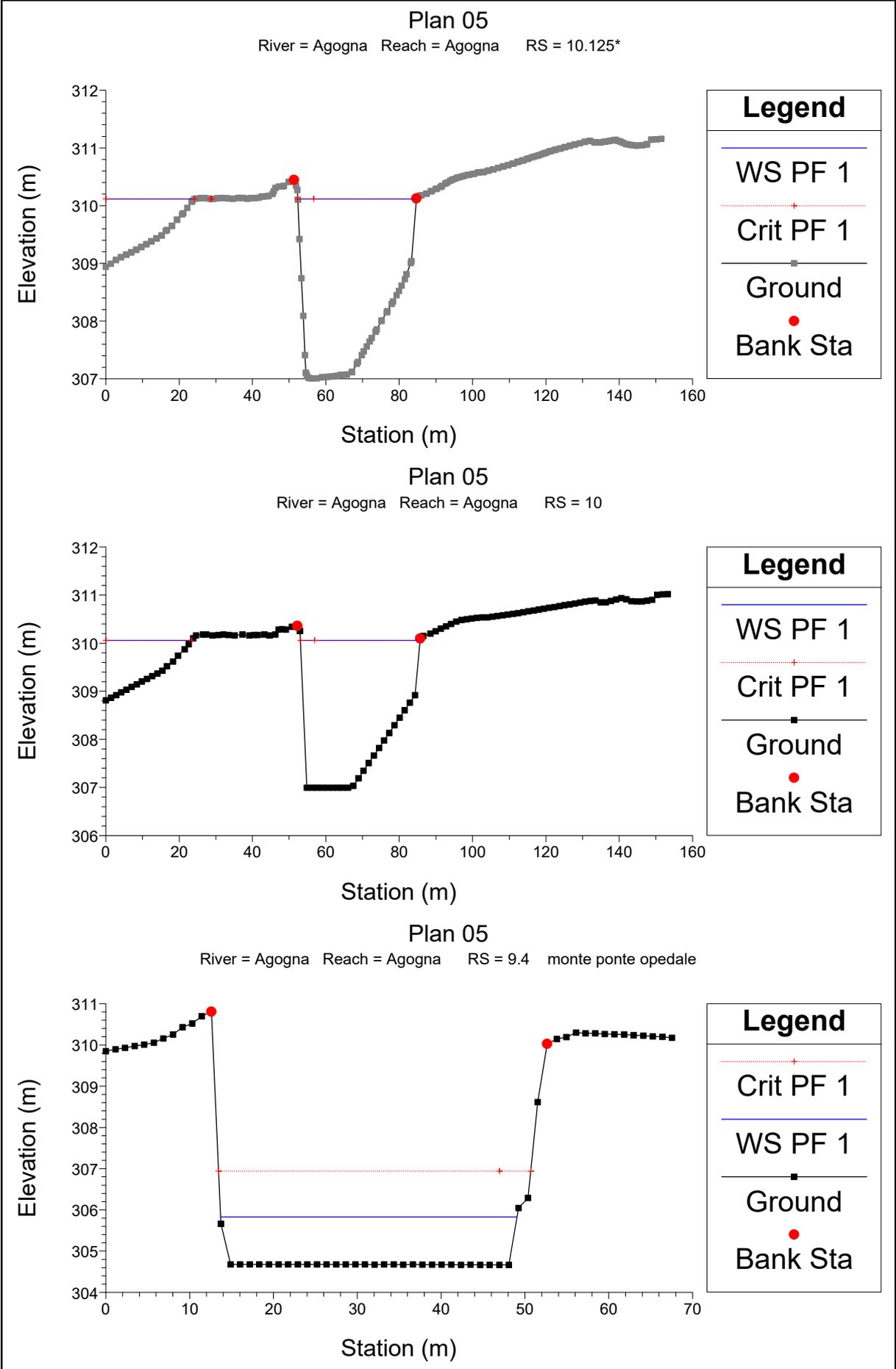


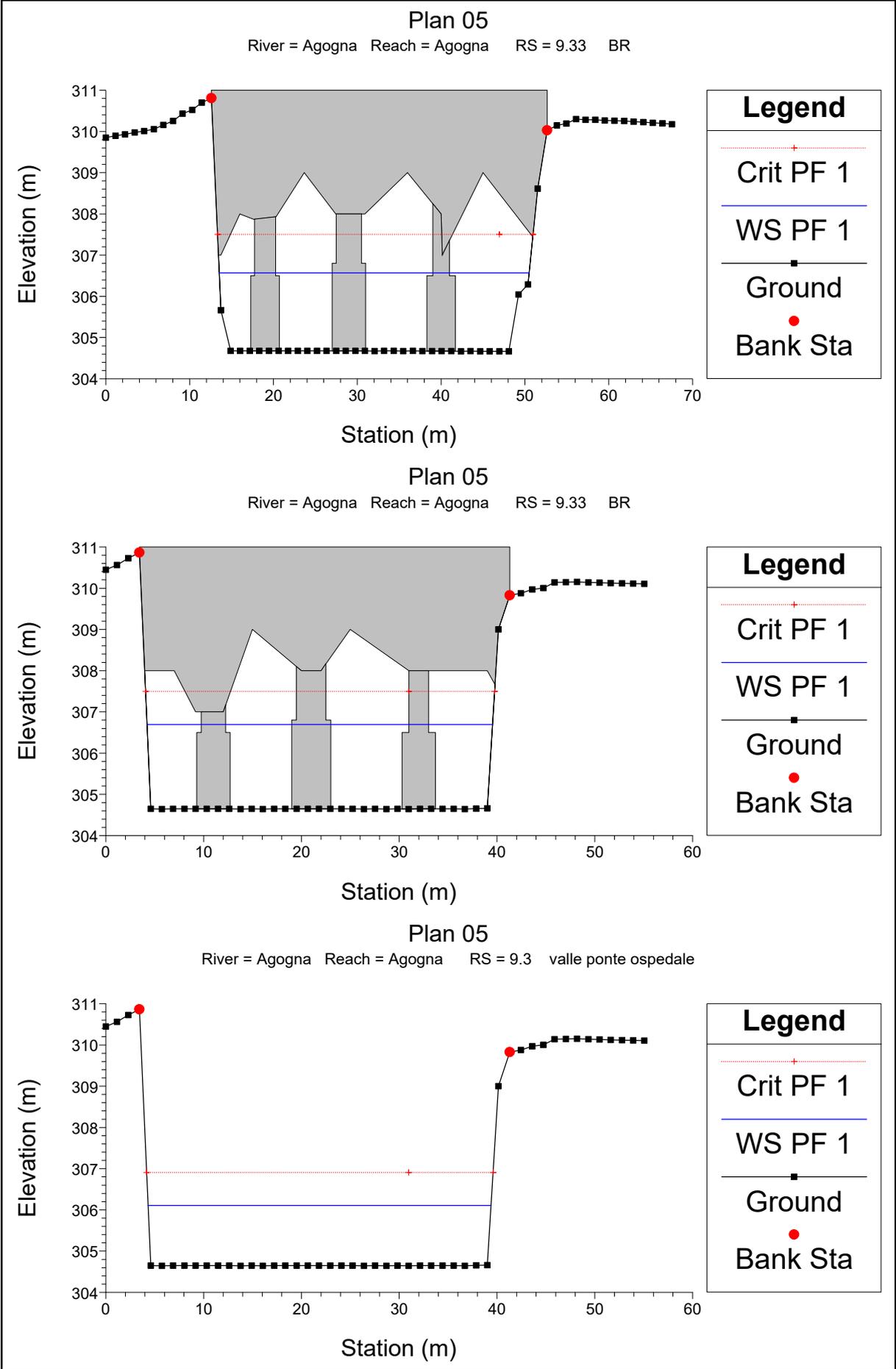


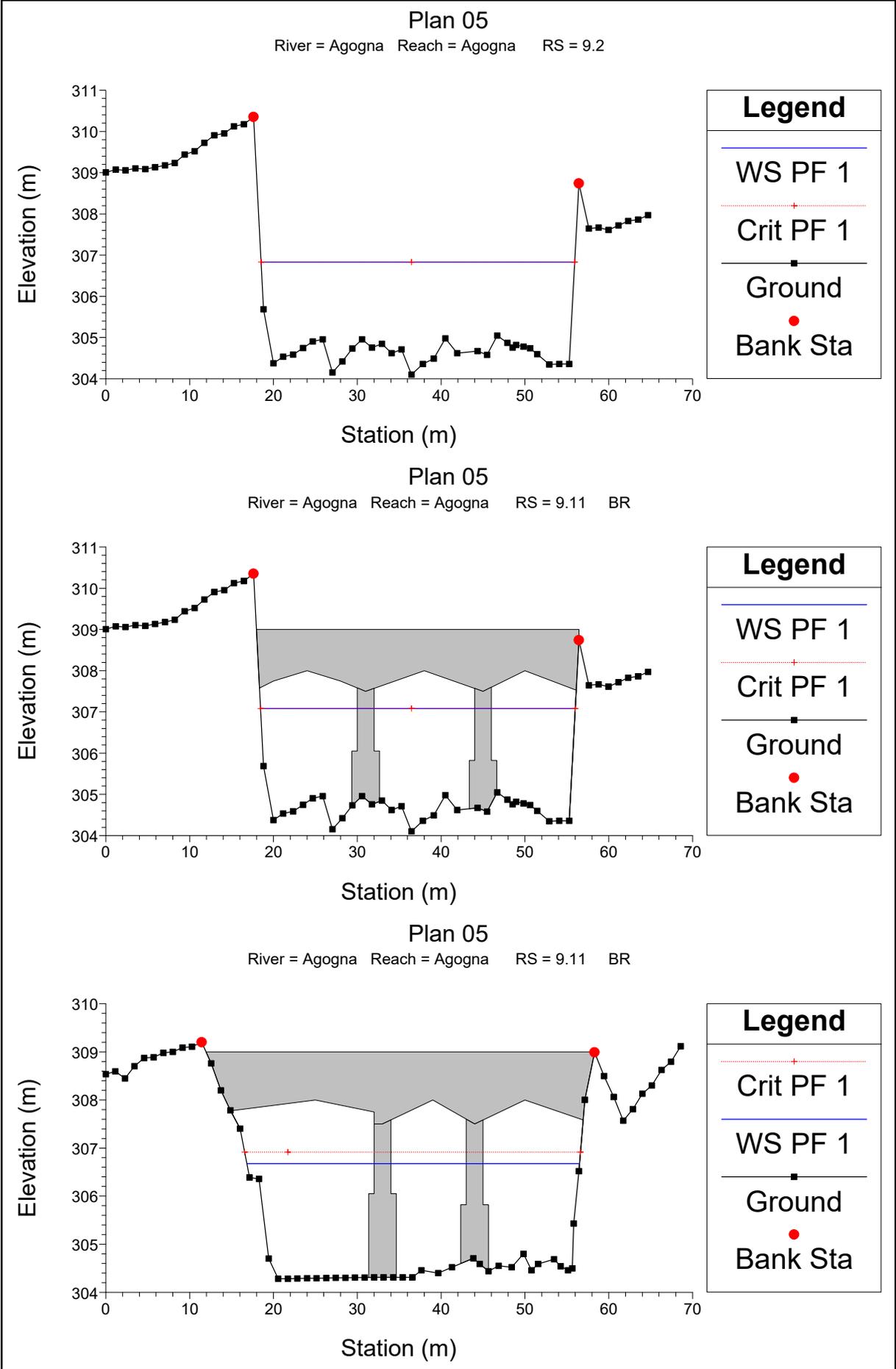


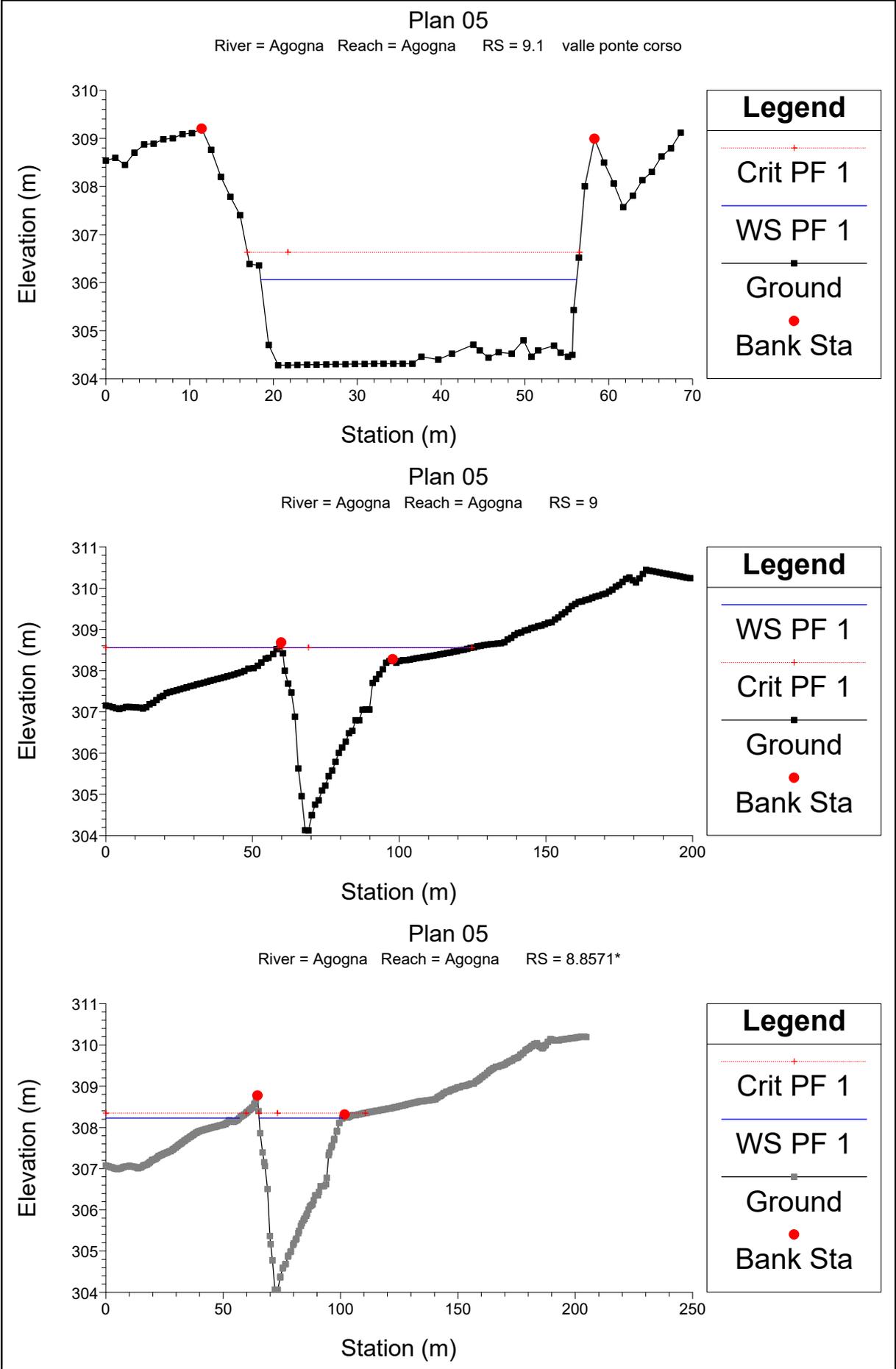


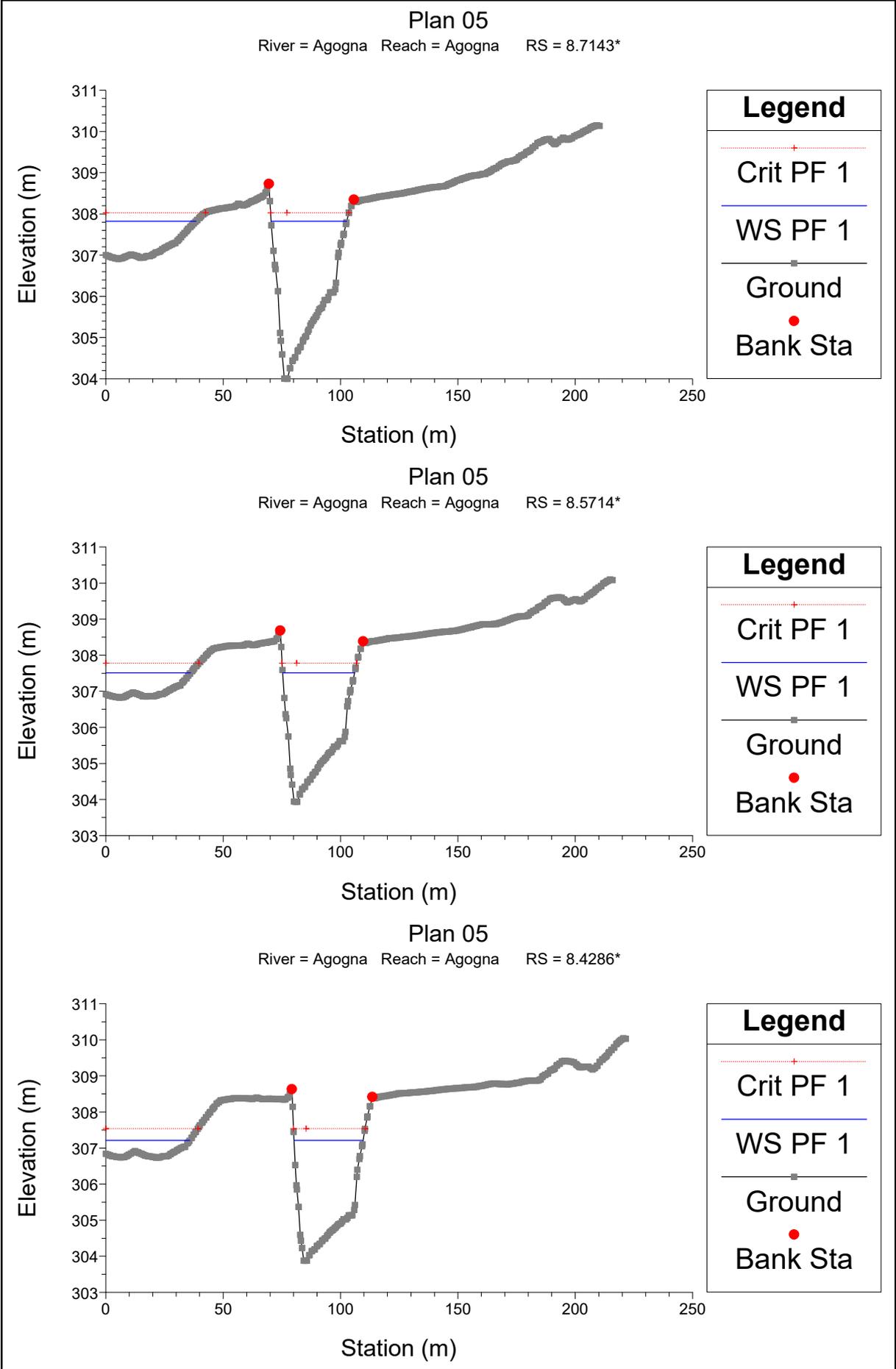


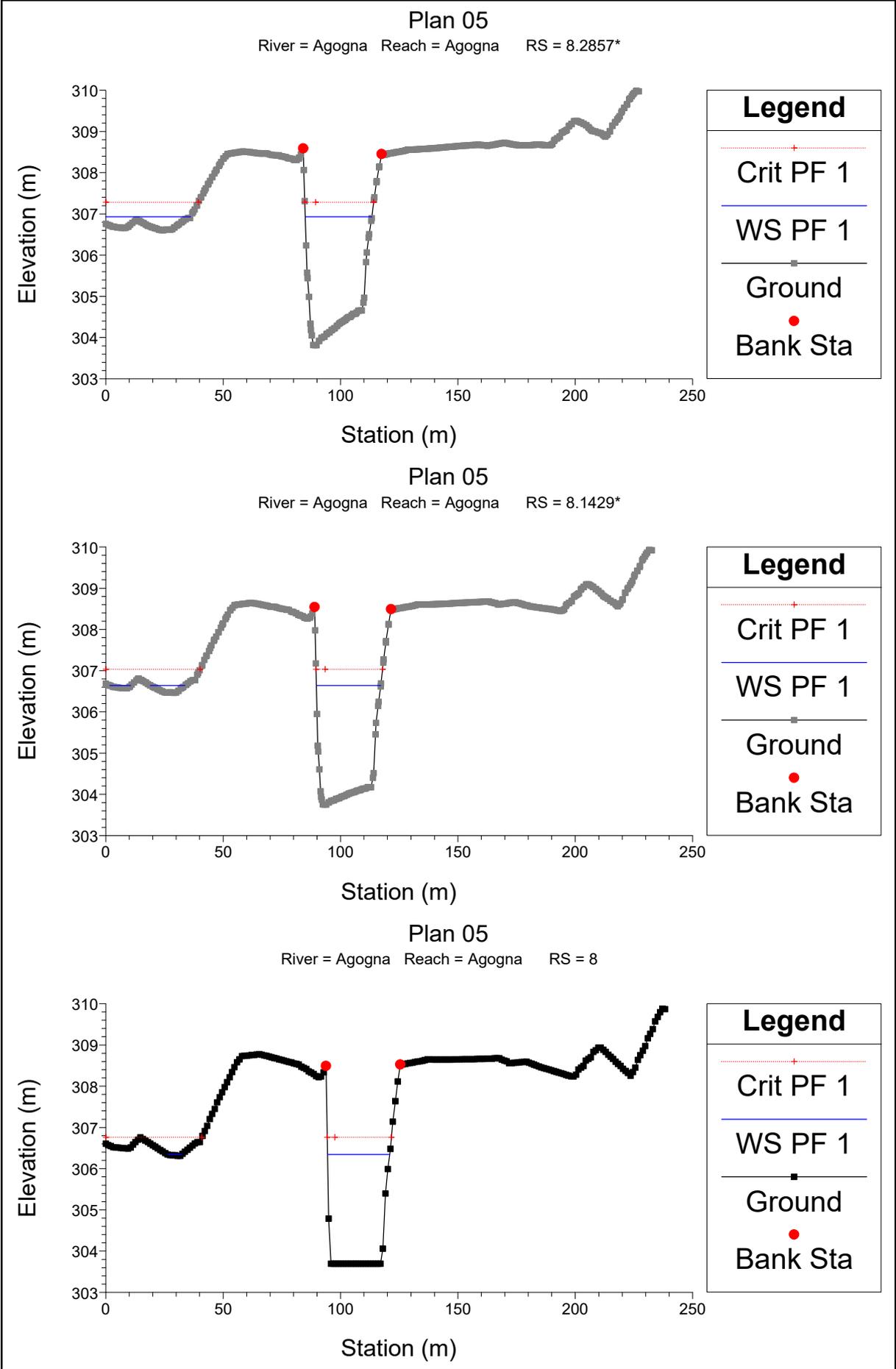


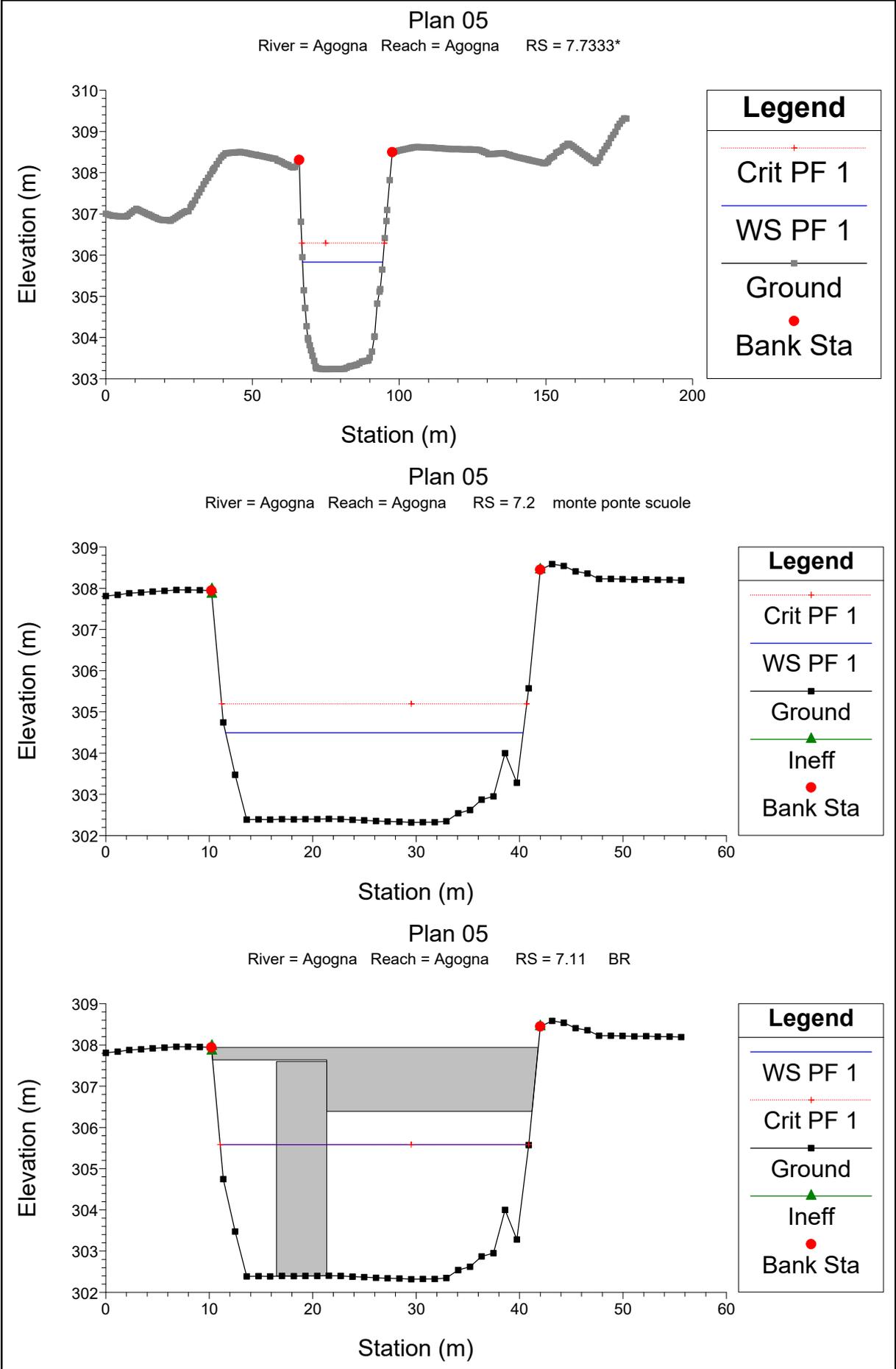


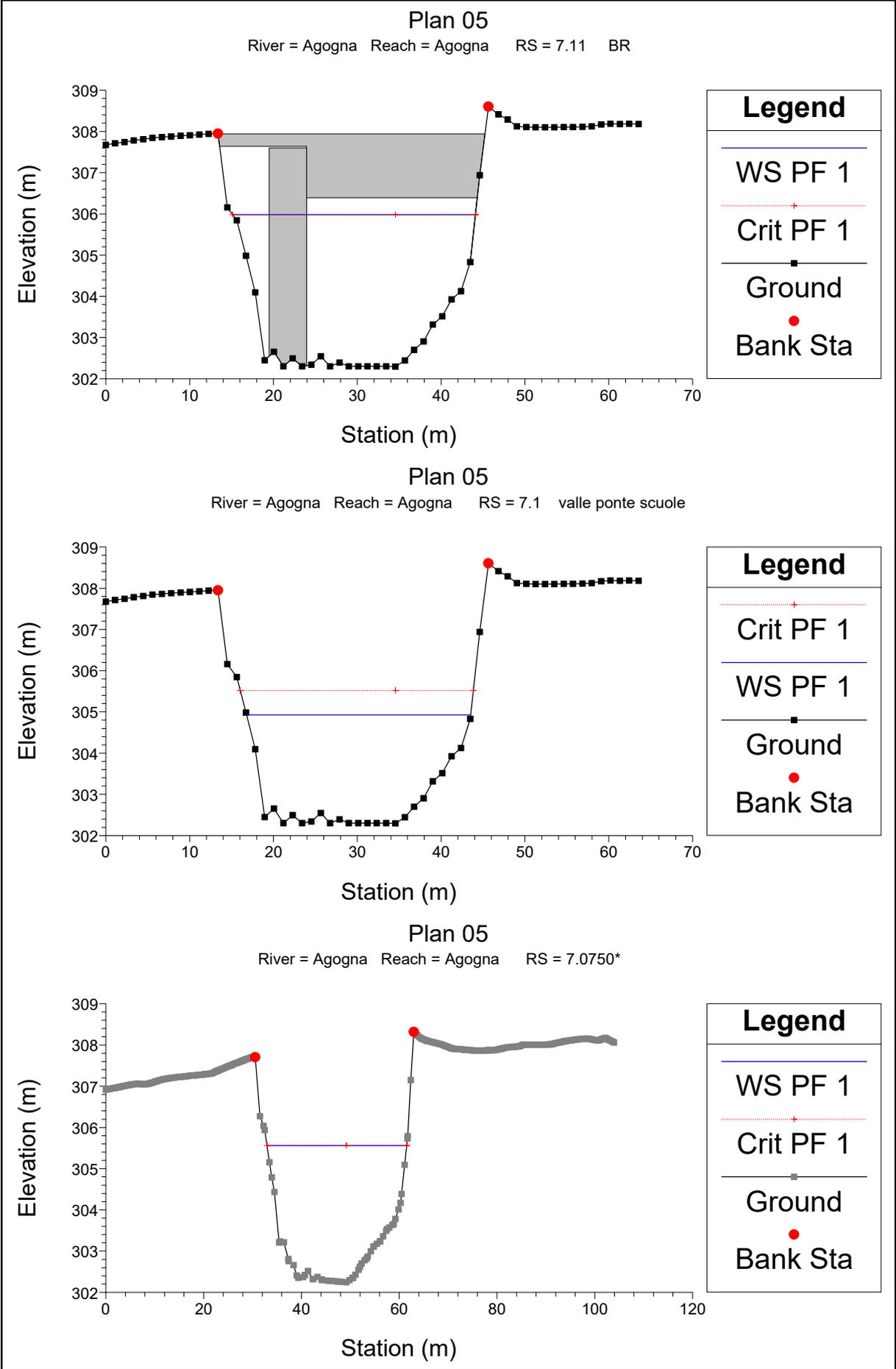


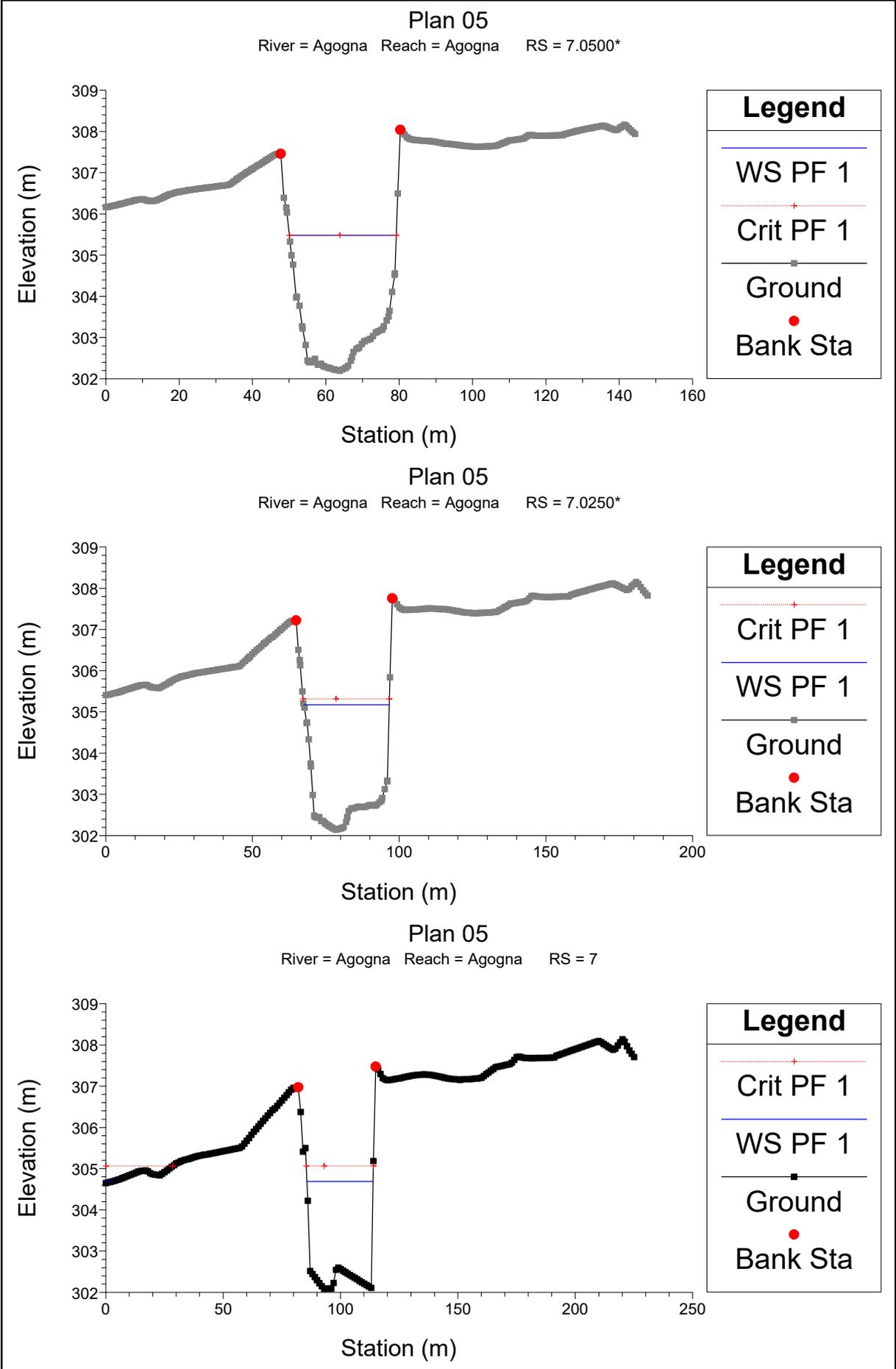


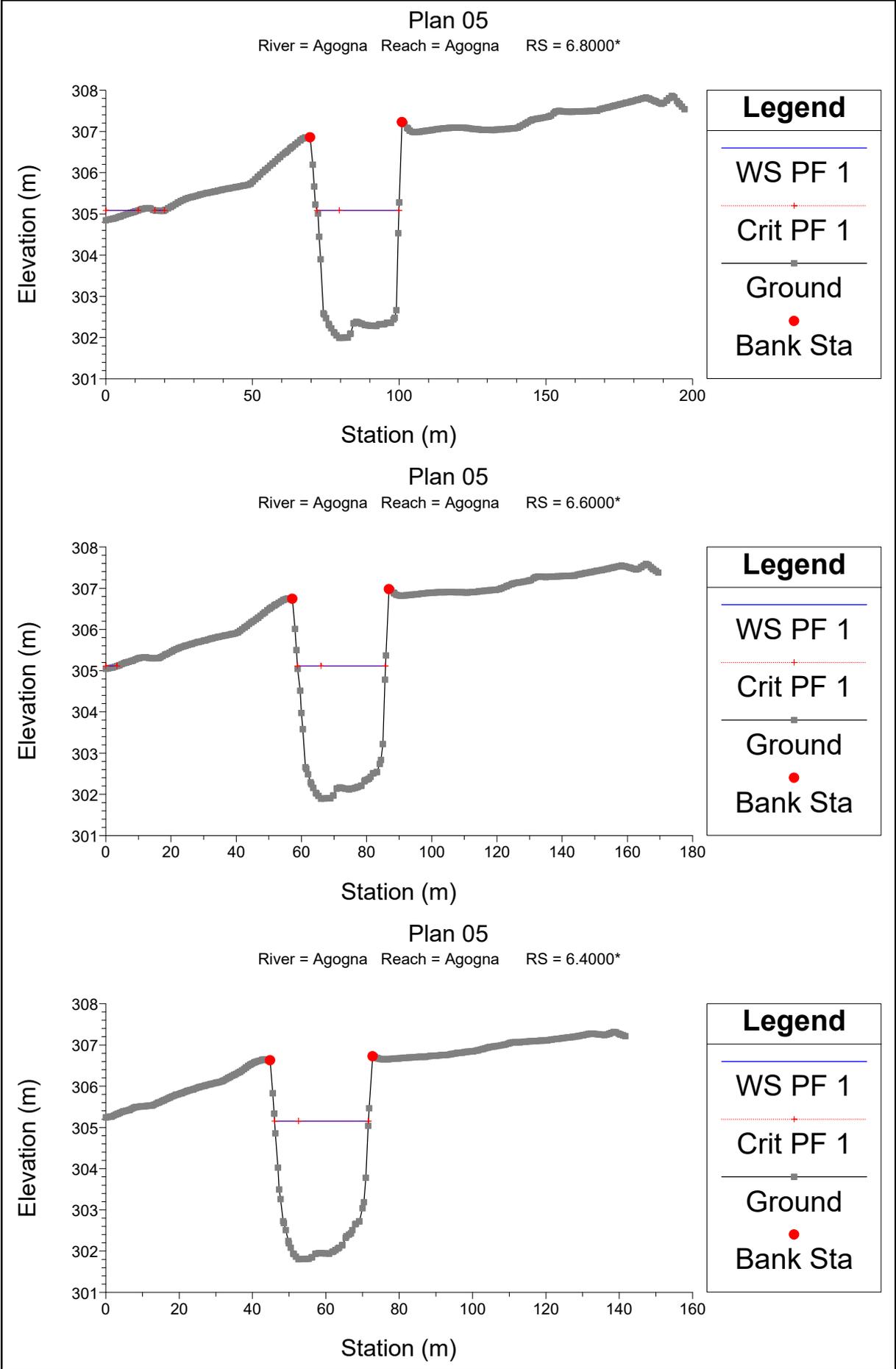


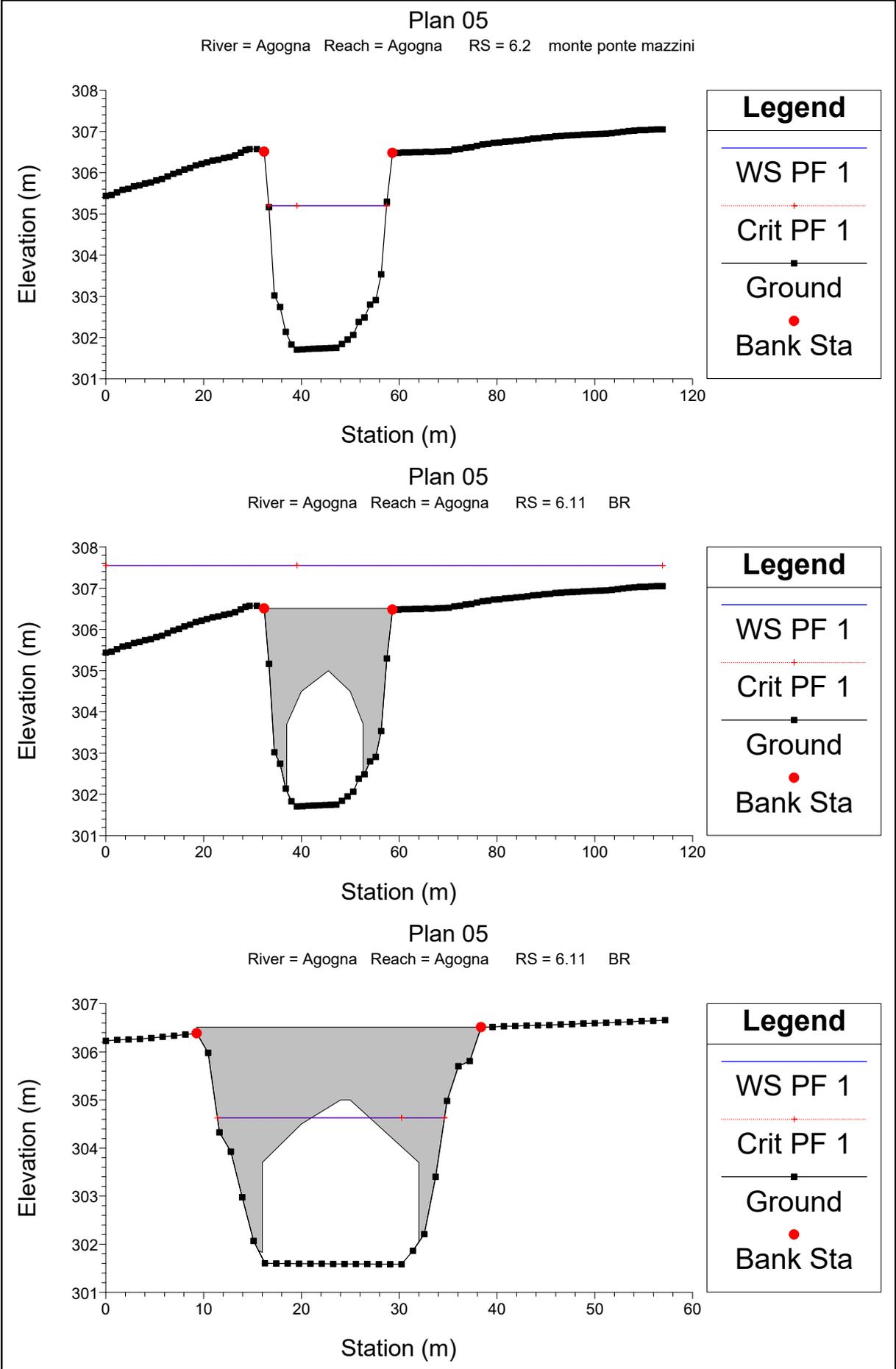


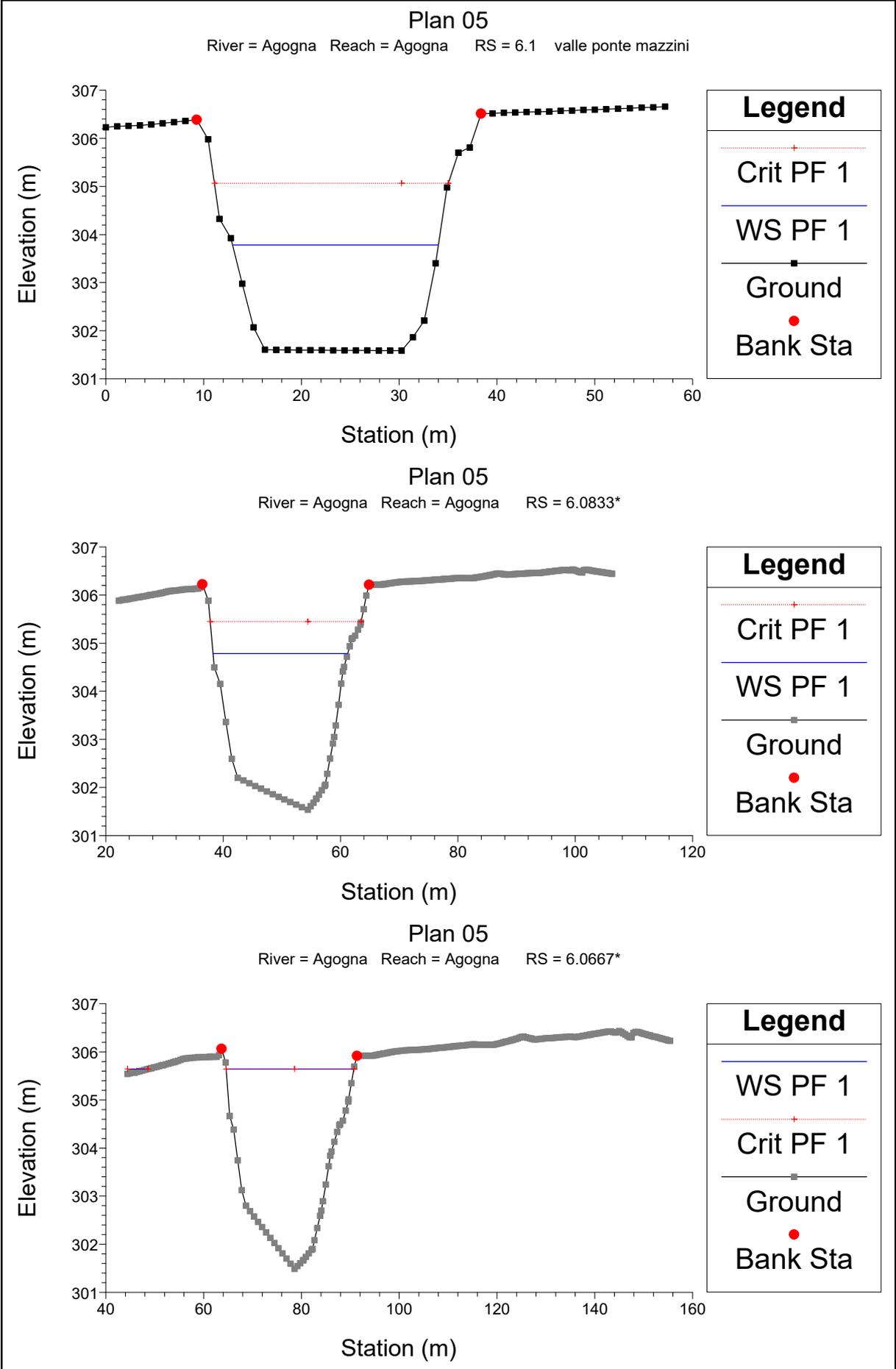


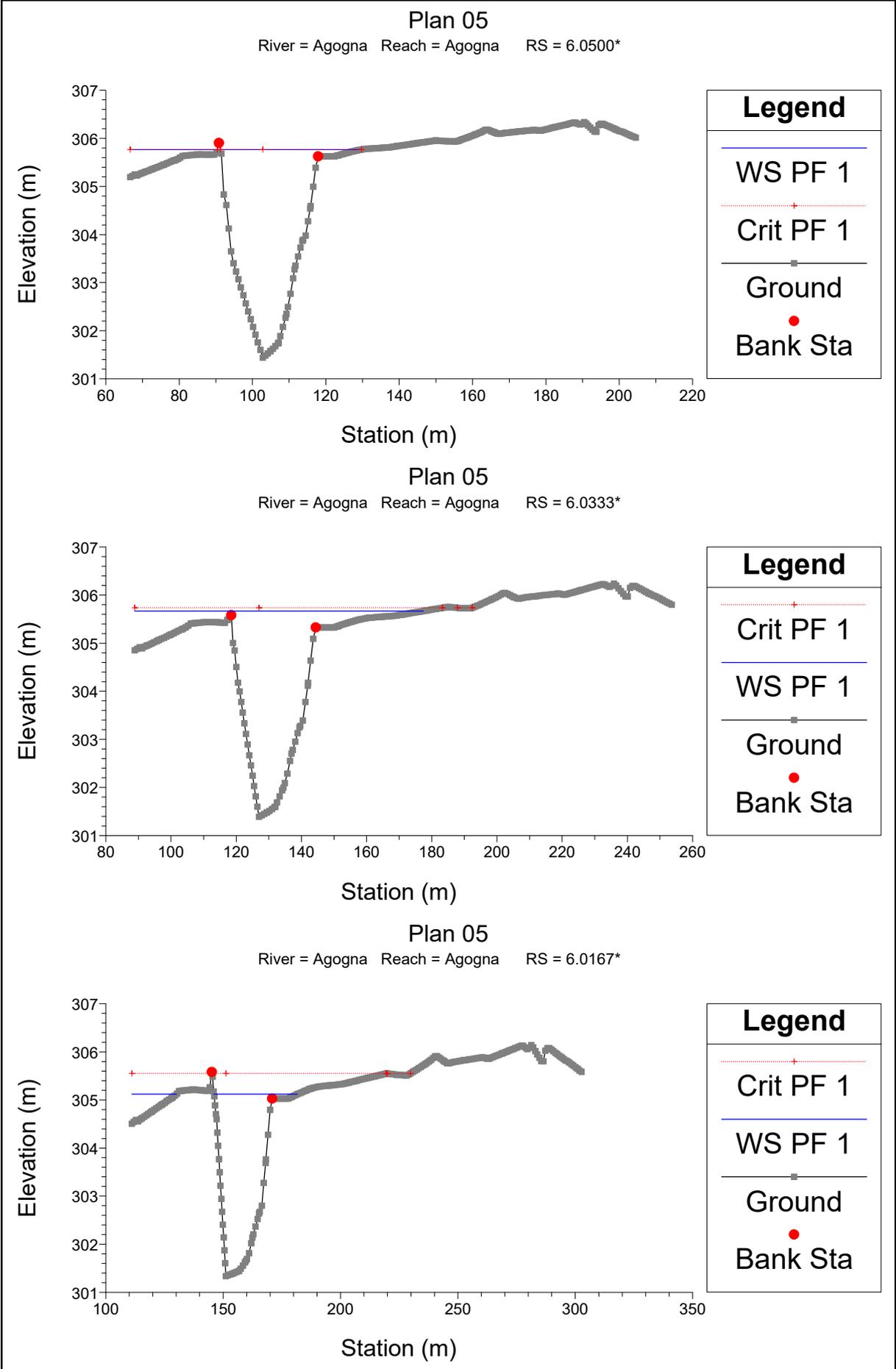


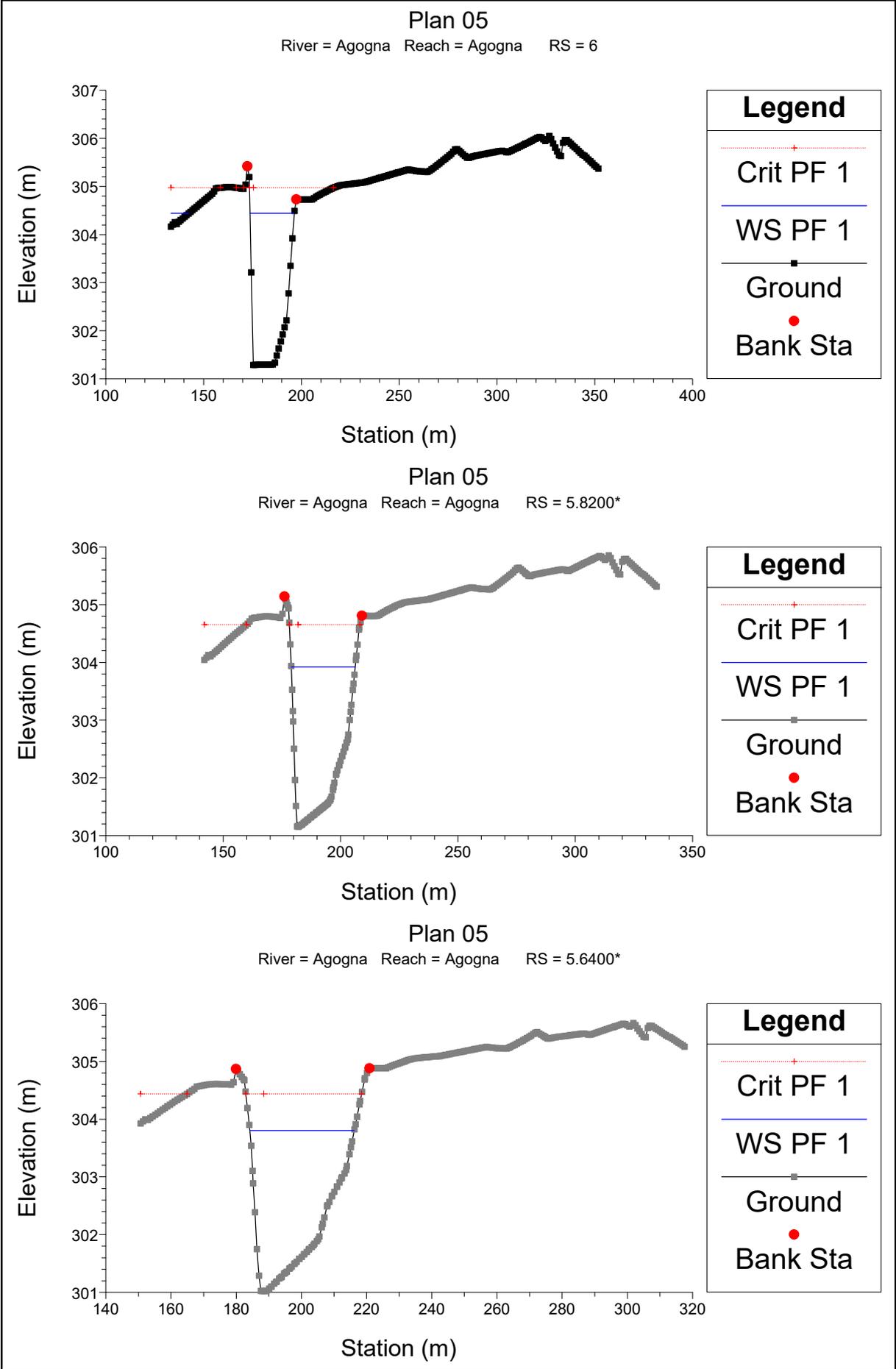


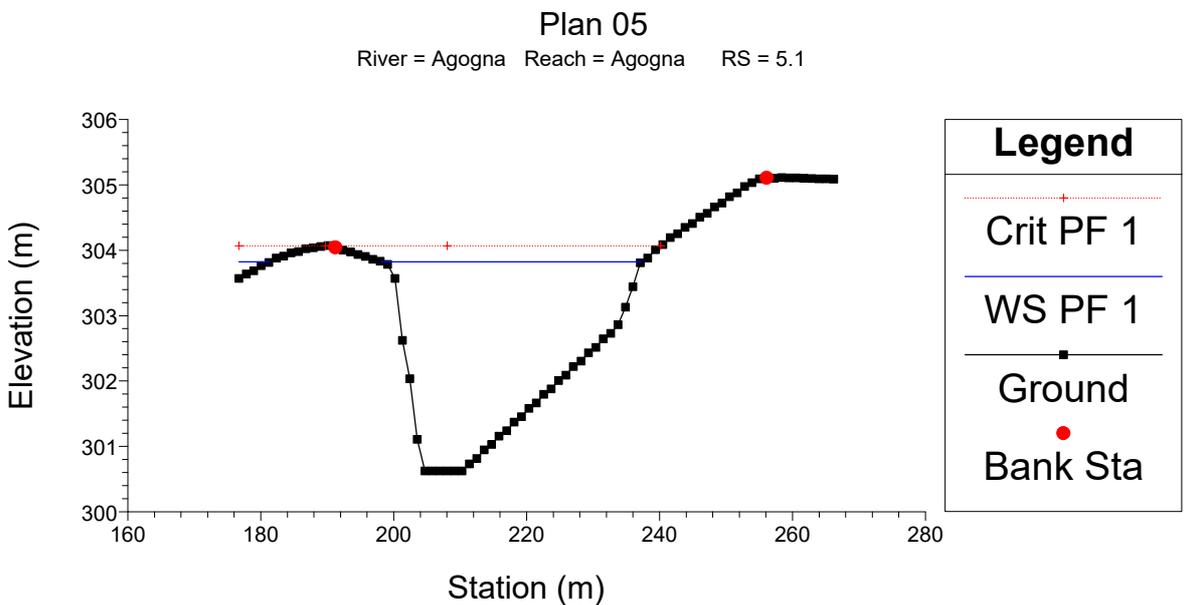
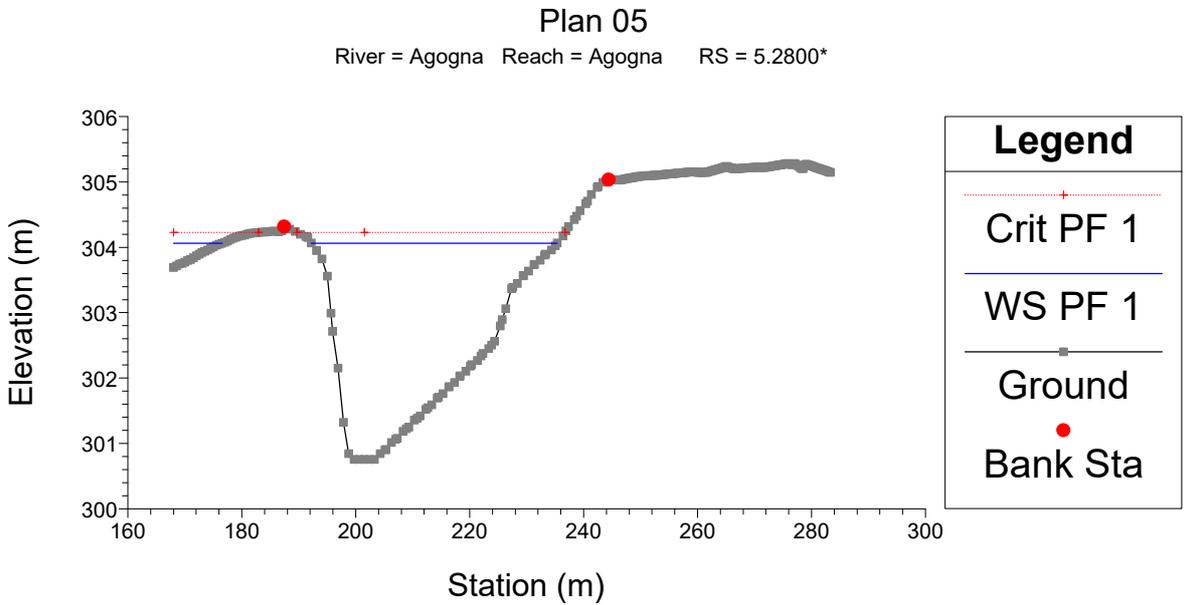
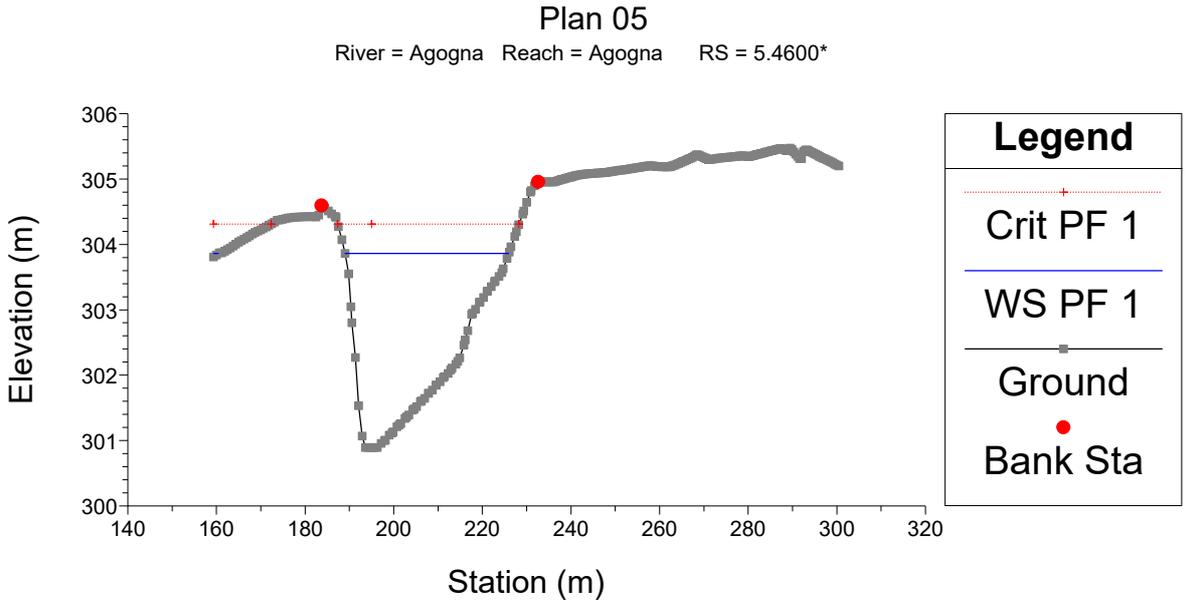


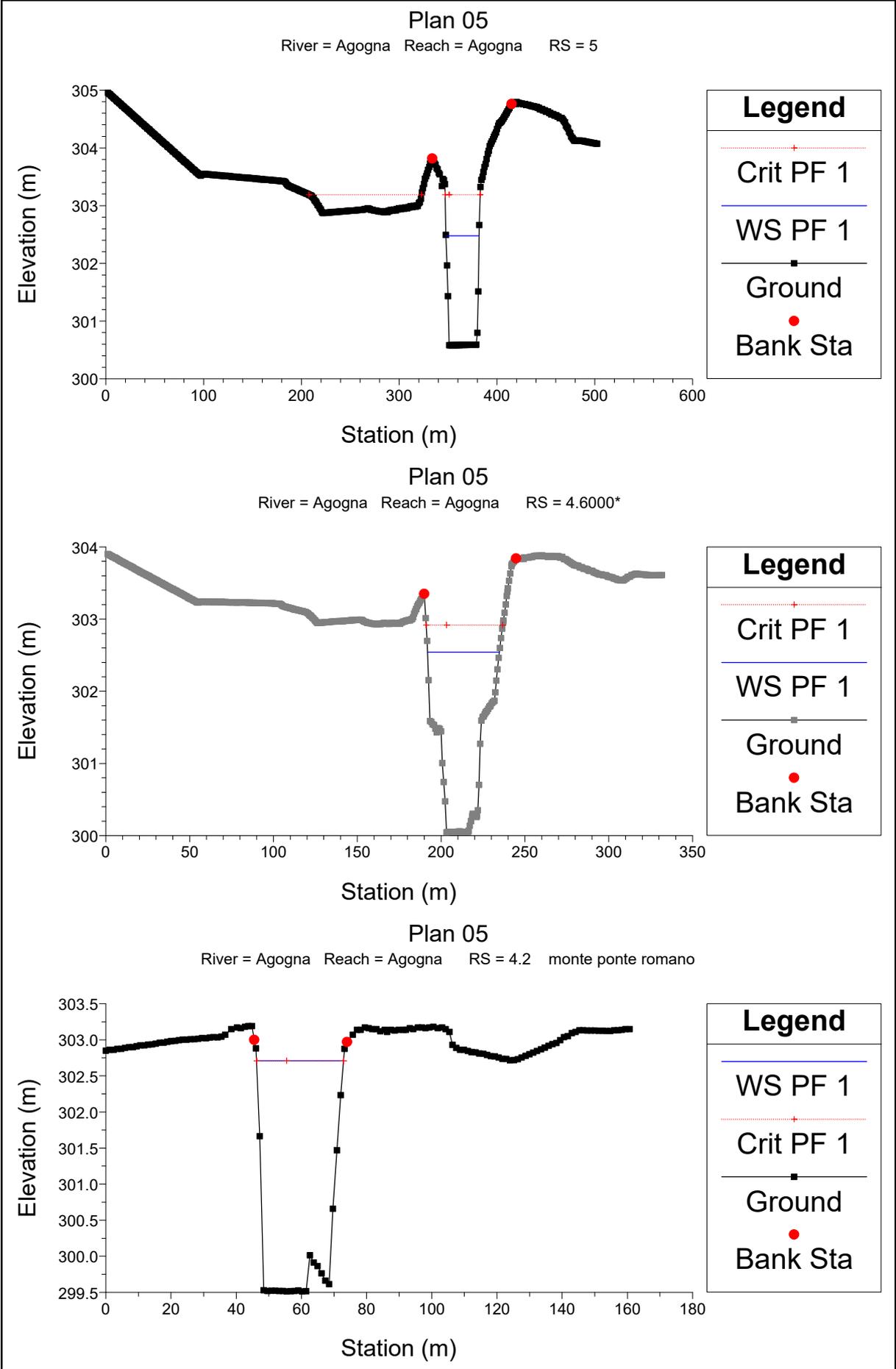






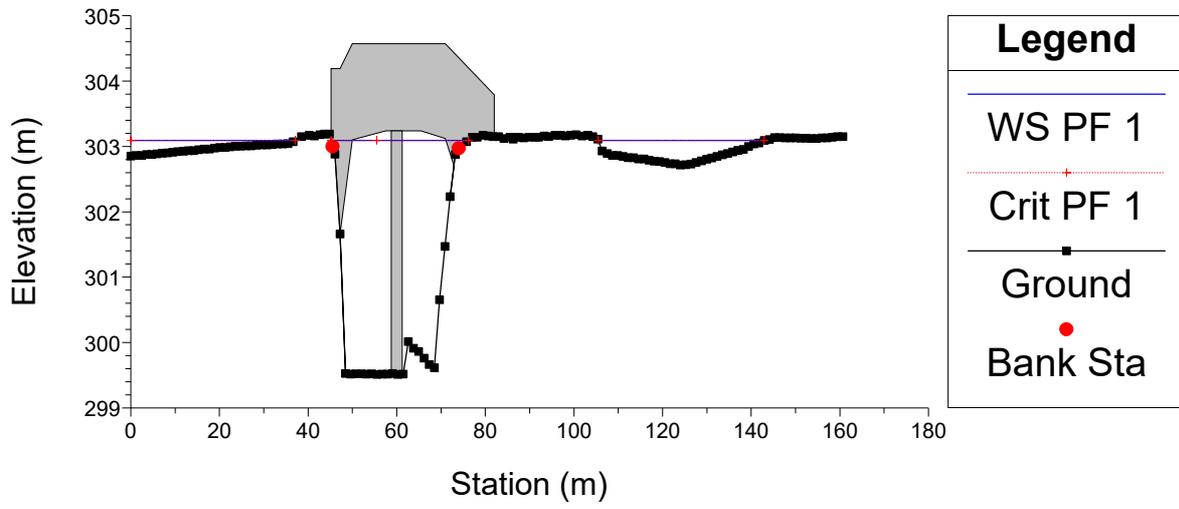






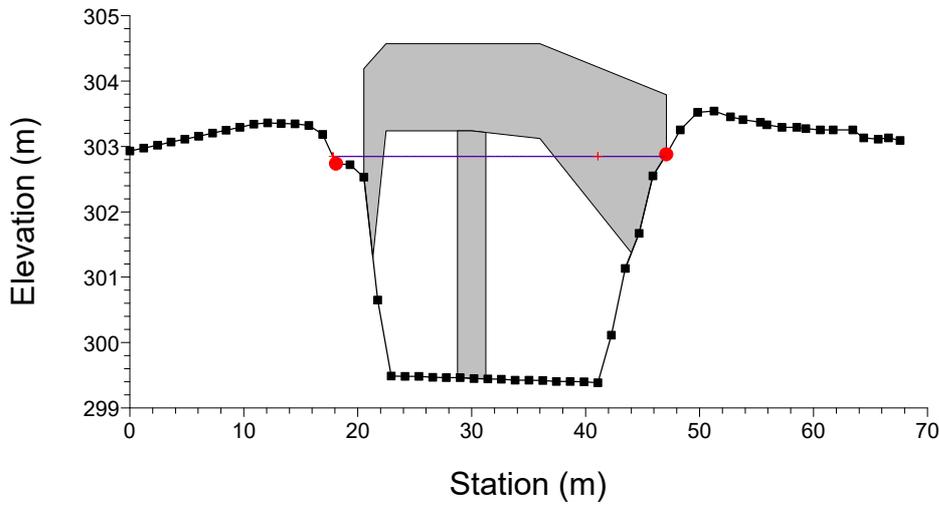
Plan 05

River = Agogna Reach = Agogna RS = 4.11 BR



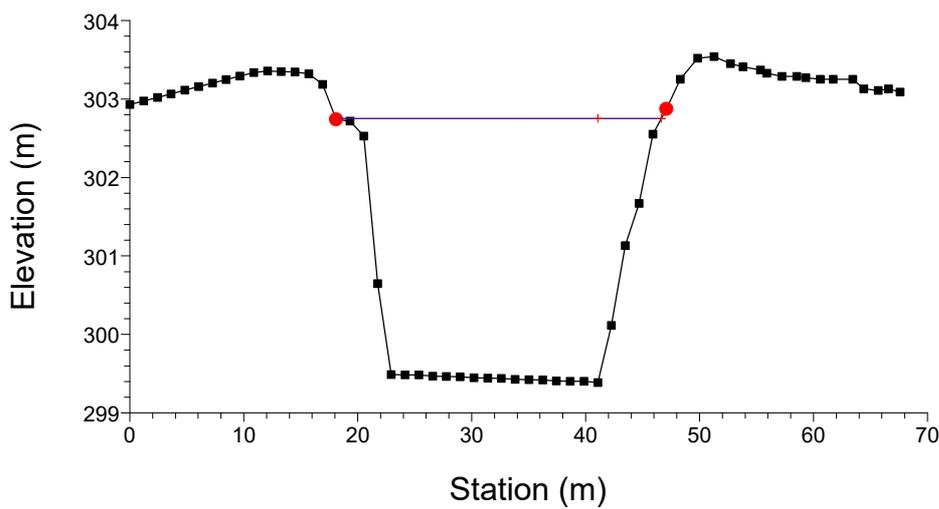
Plan 05

River = Agogna Reach = Agogna RS = 4.11 BR



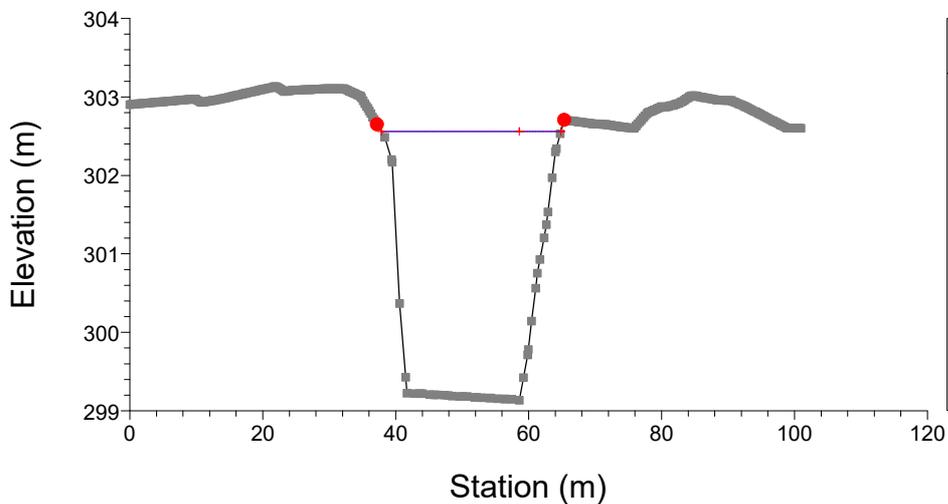
Plan 05

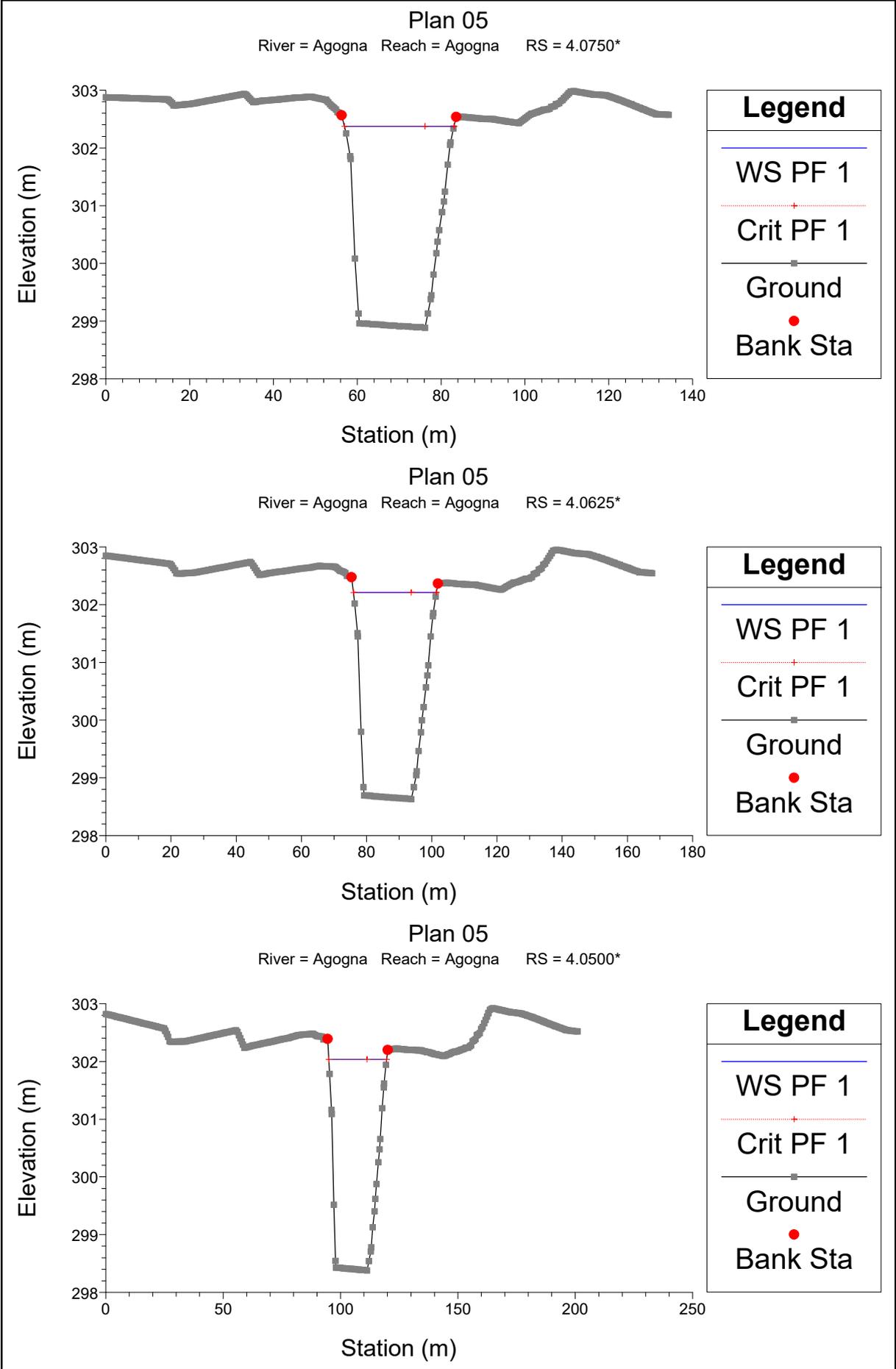
River = Agogna Reach = Agogna RS = 4.1 valle ponte romano

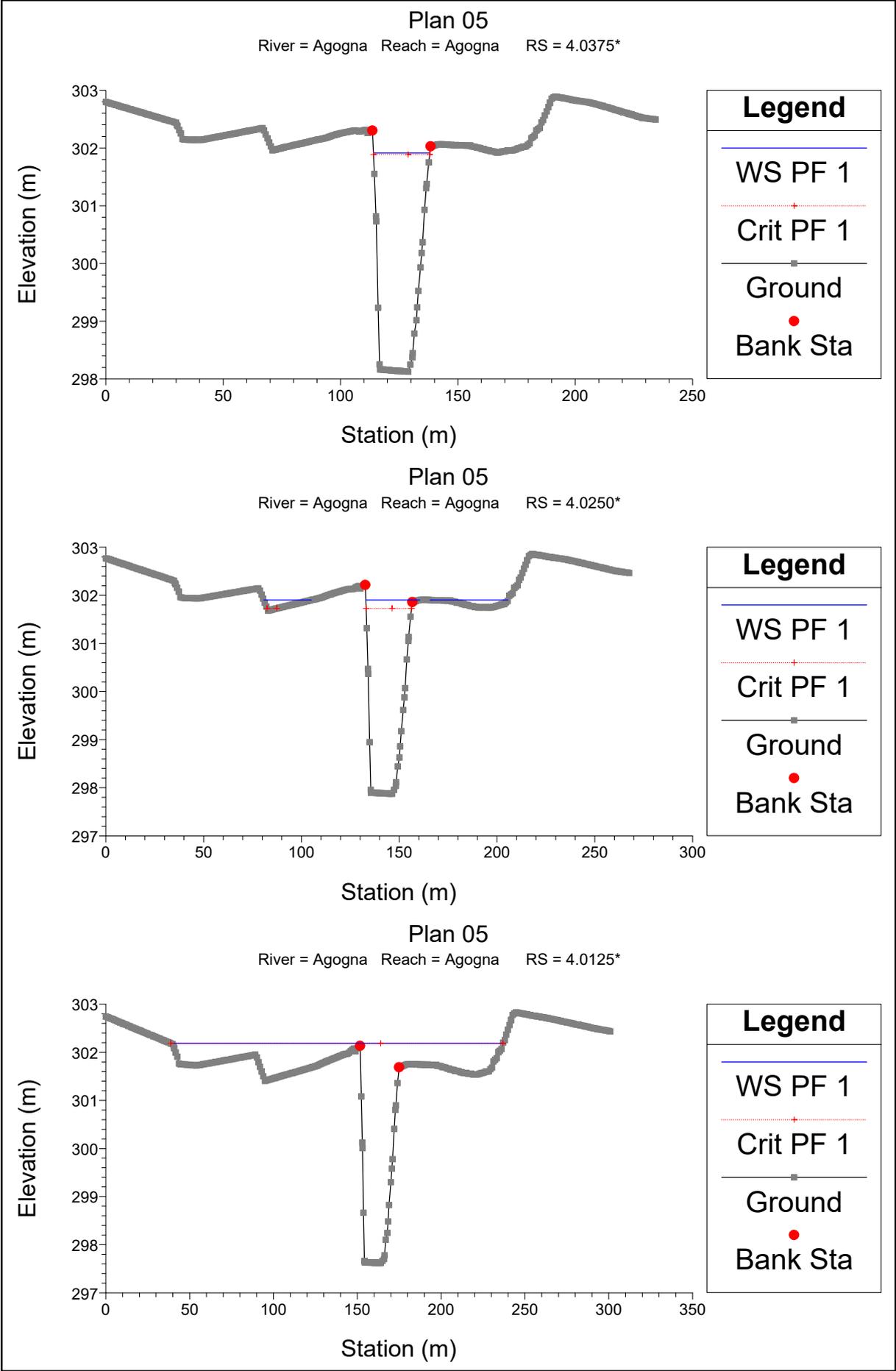


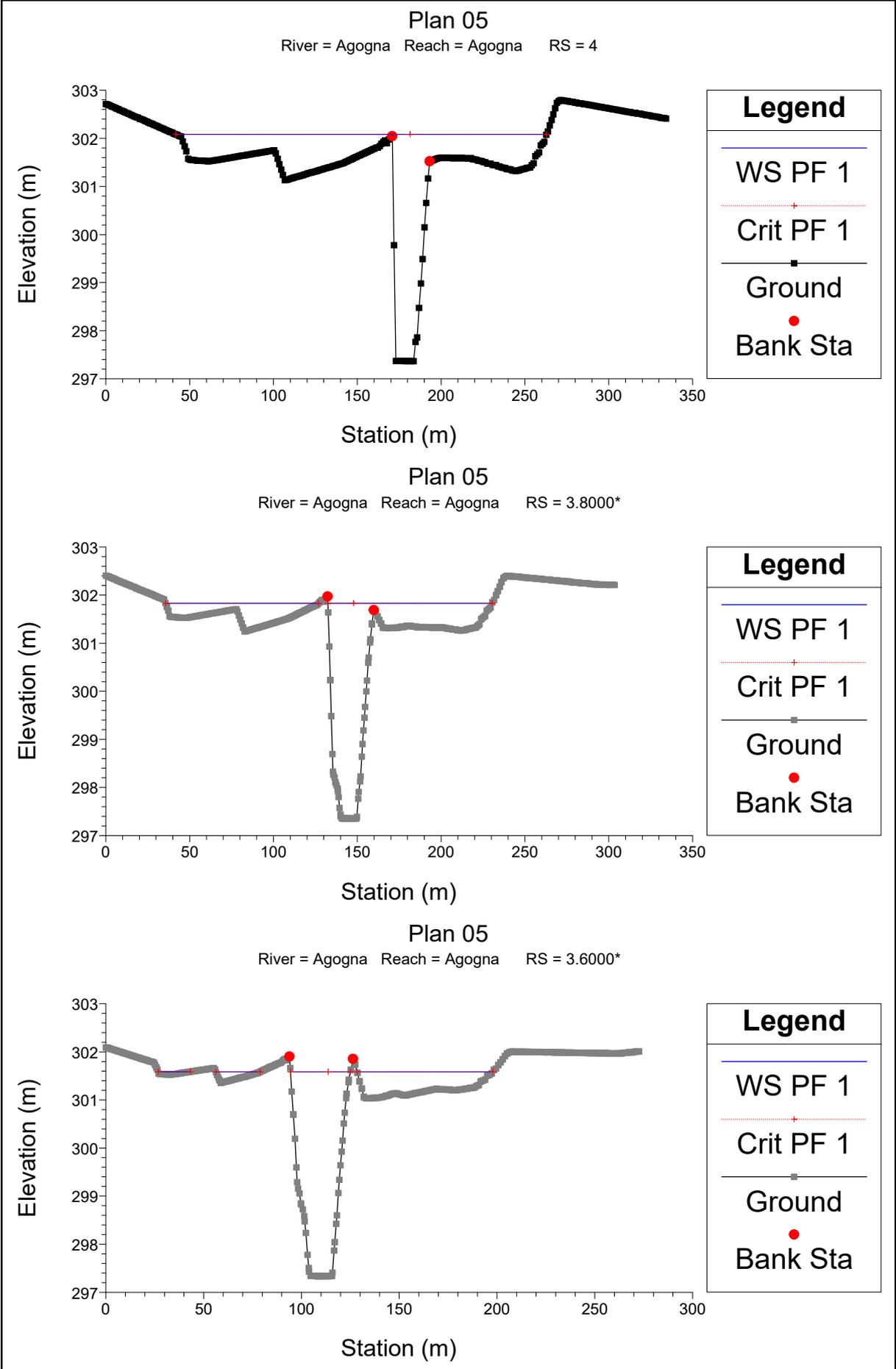
Plan 05

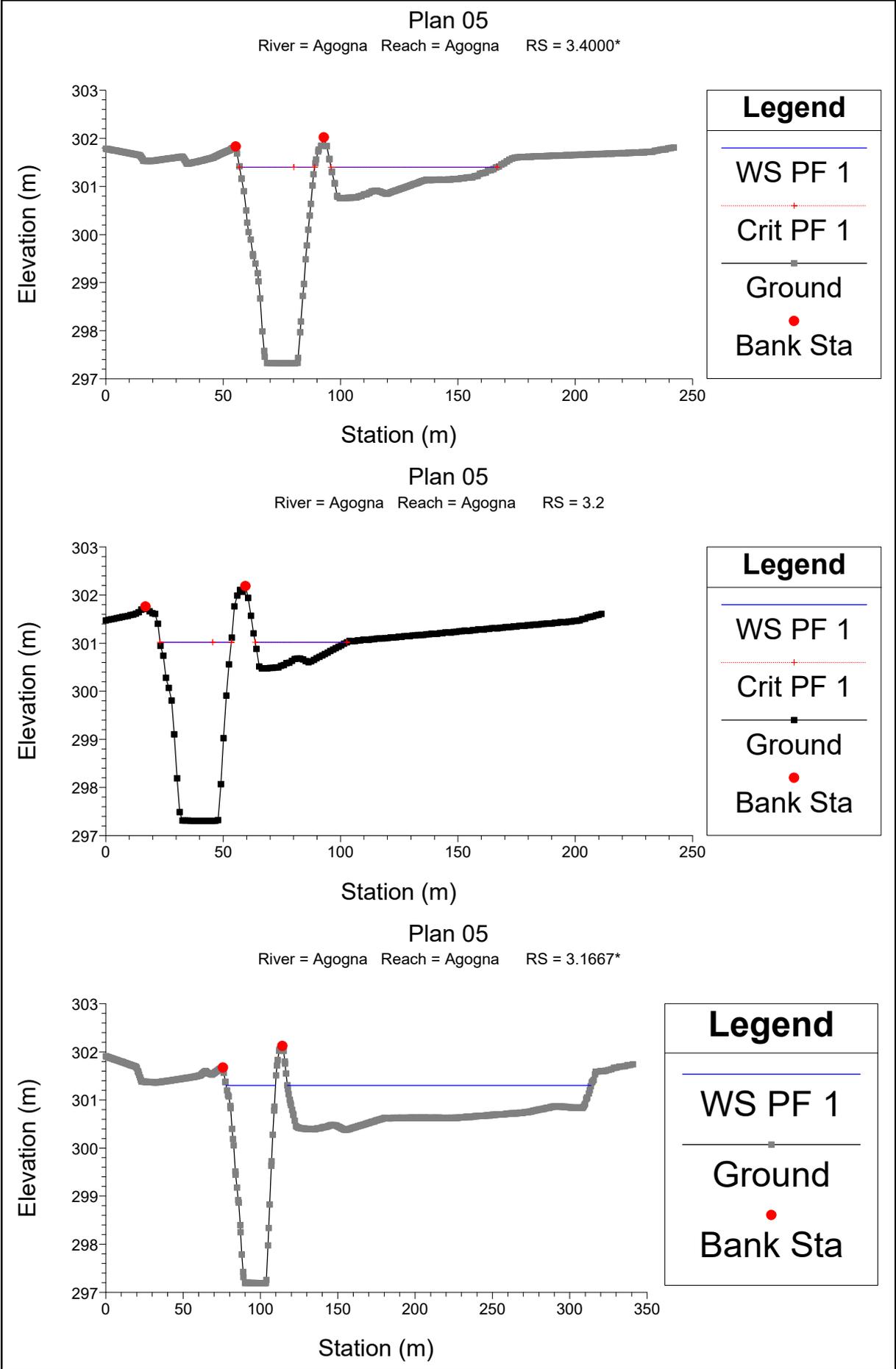
River = Agogna Reach = Agogna RS = 4.0875*

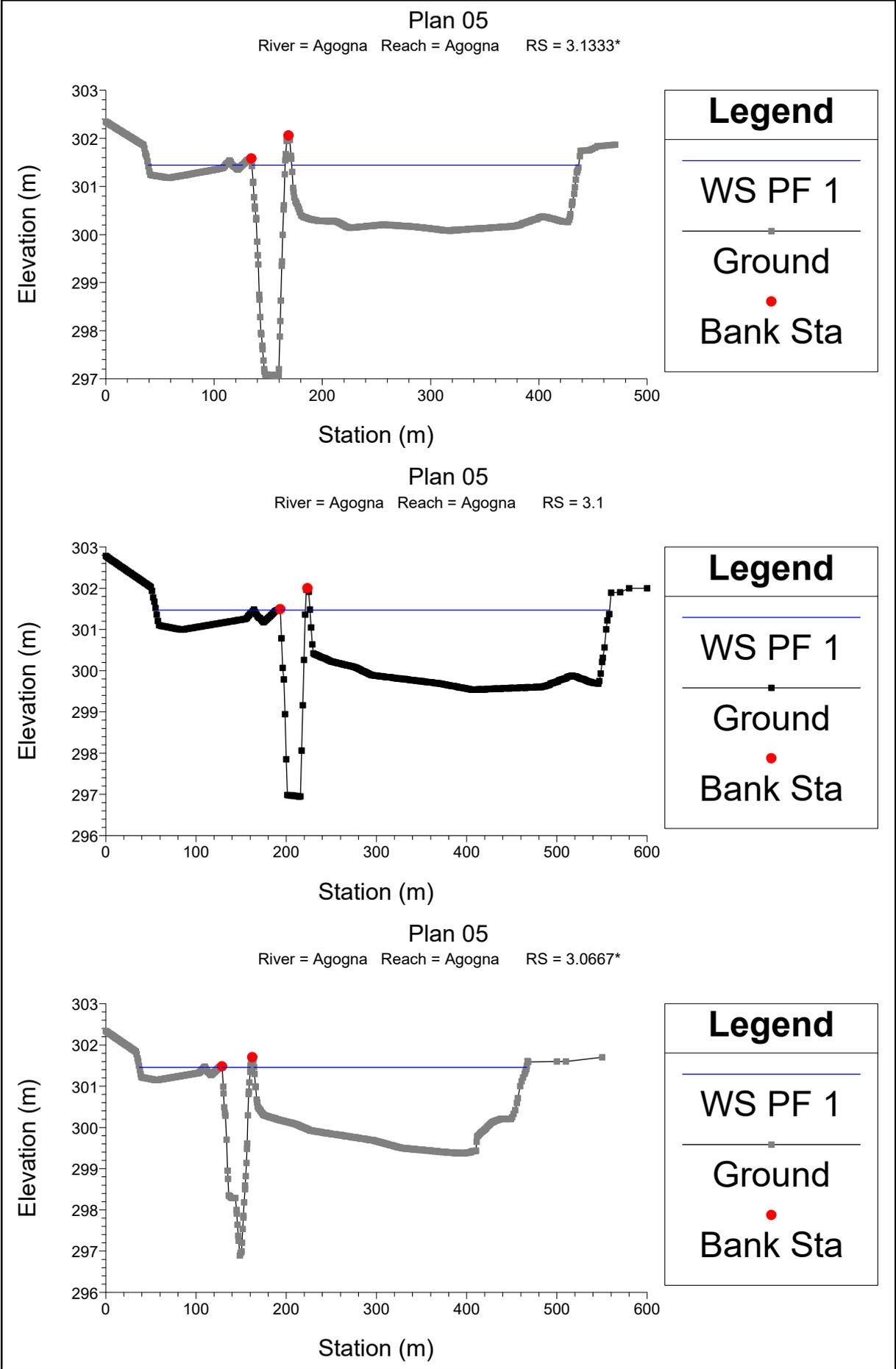


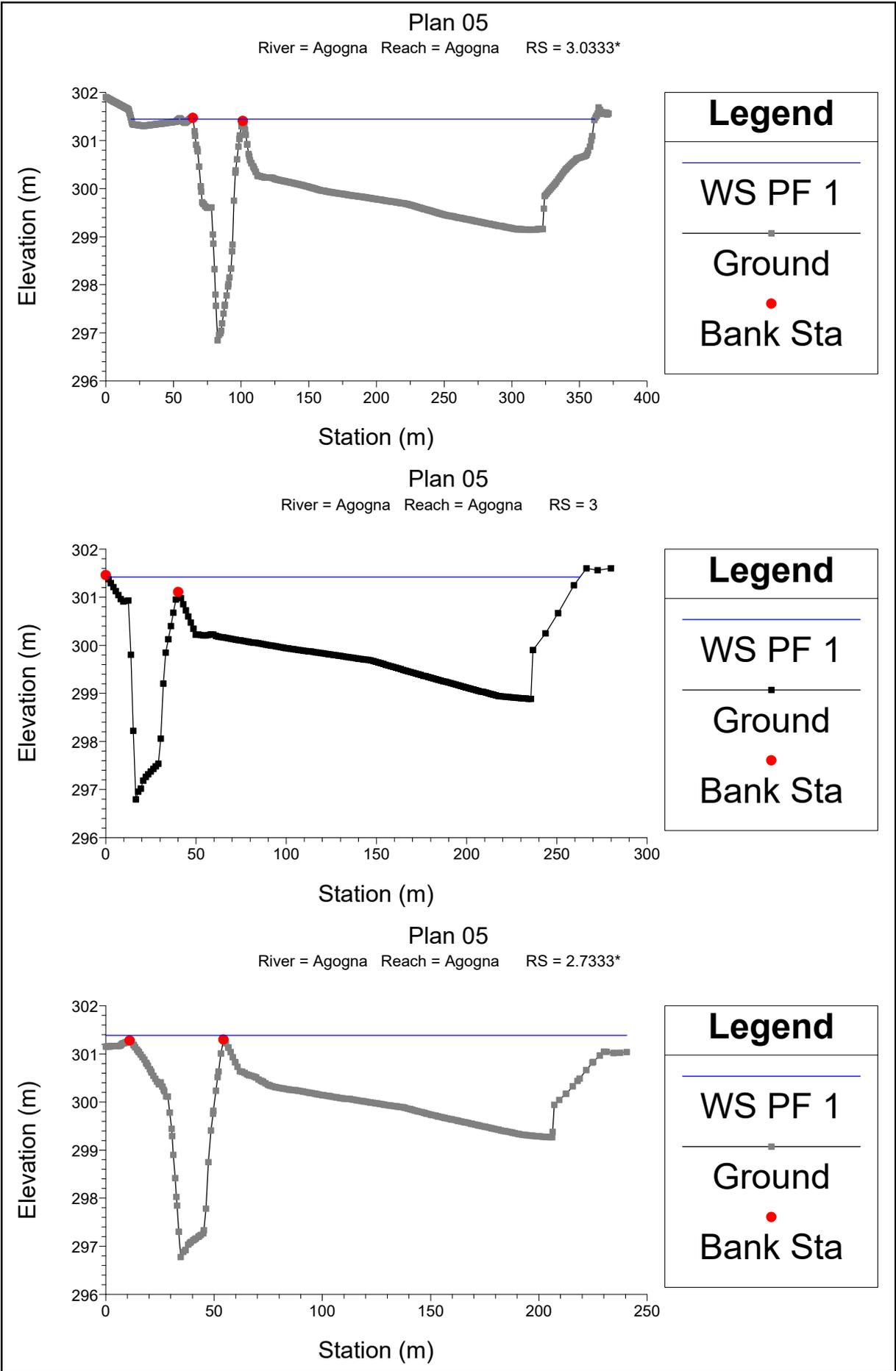


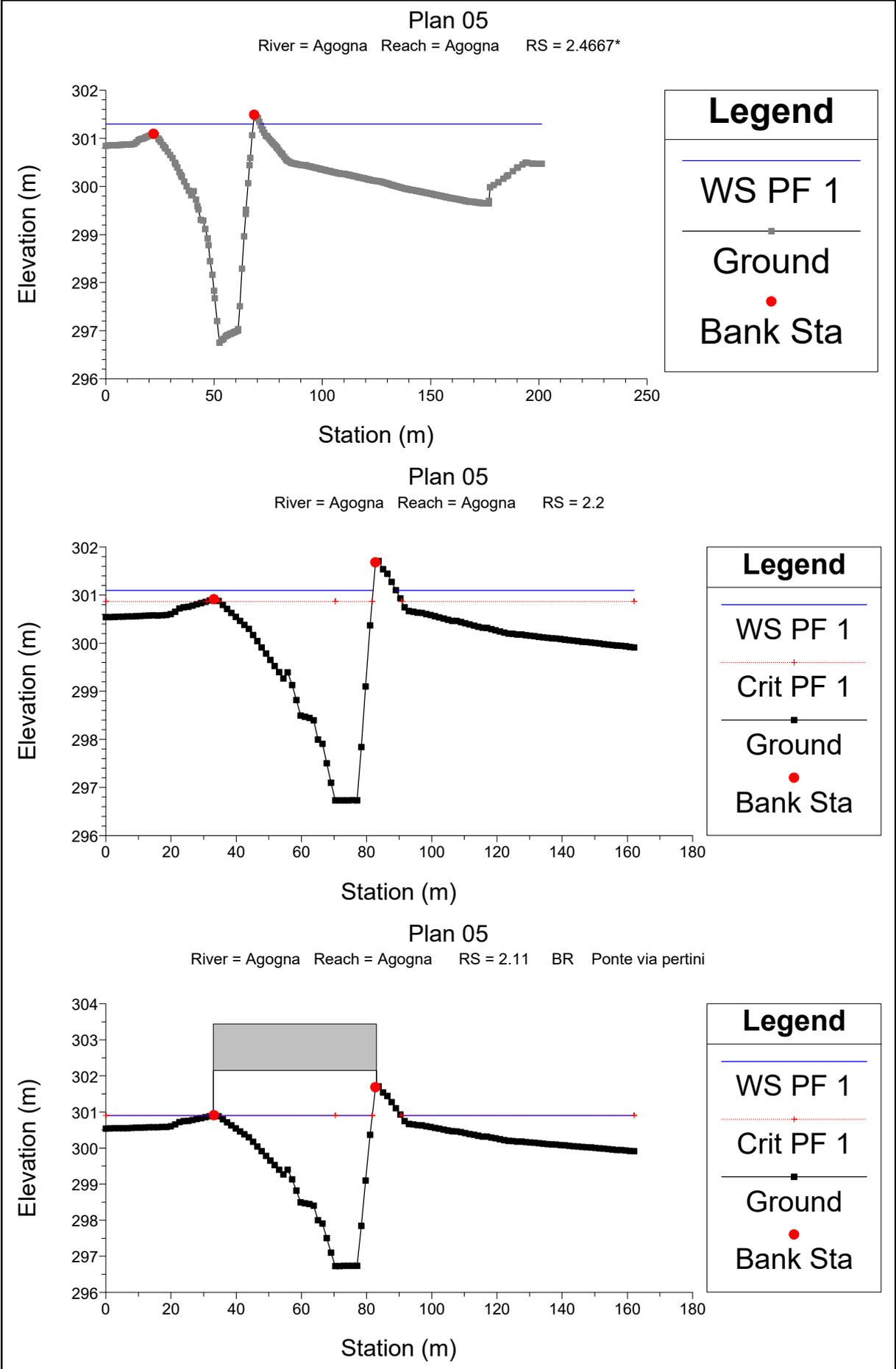


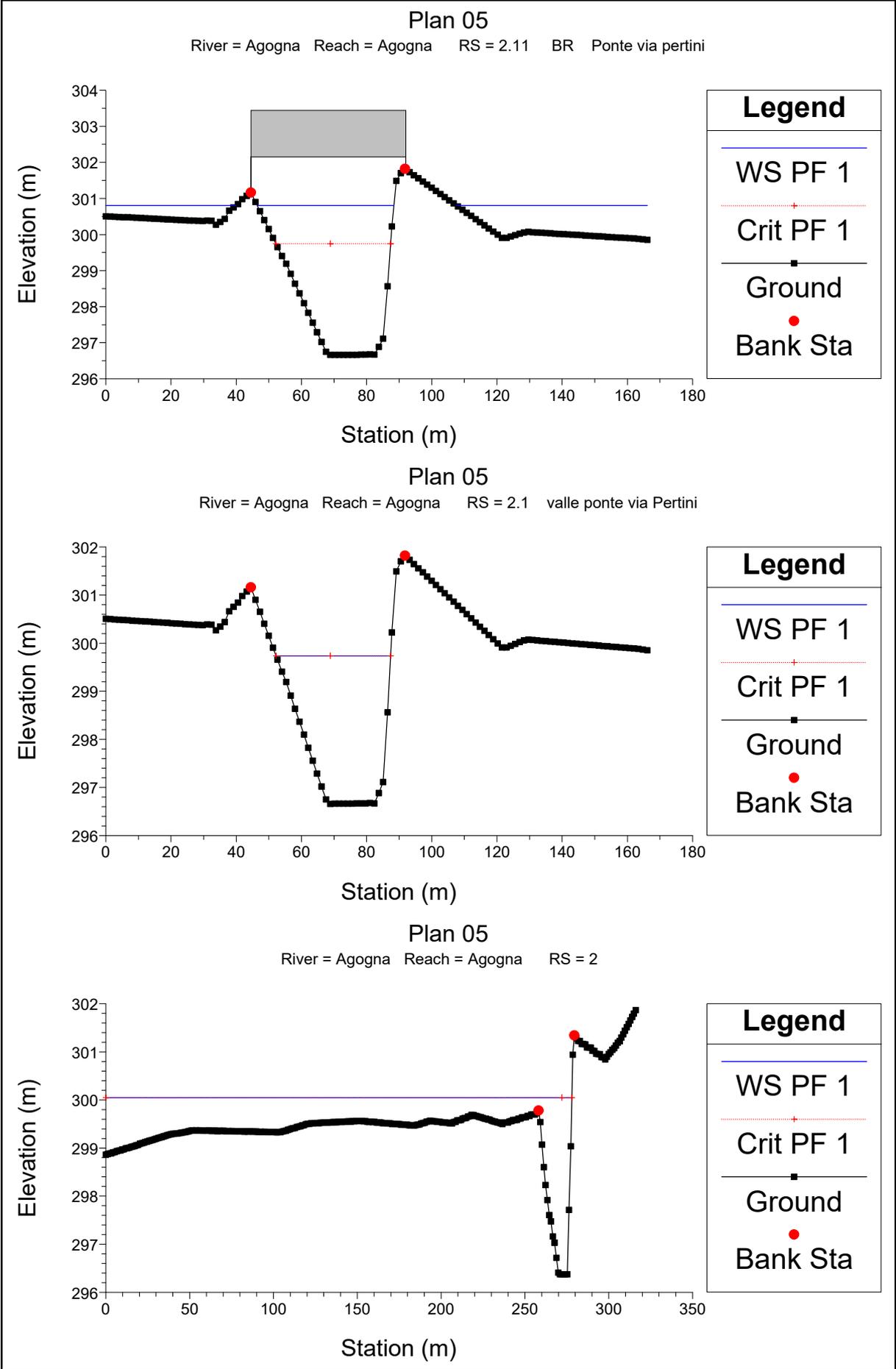






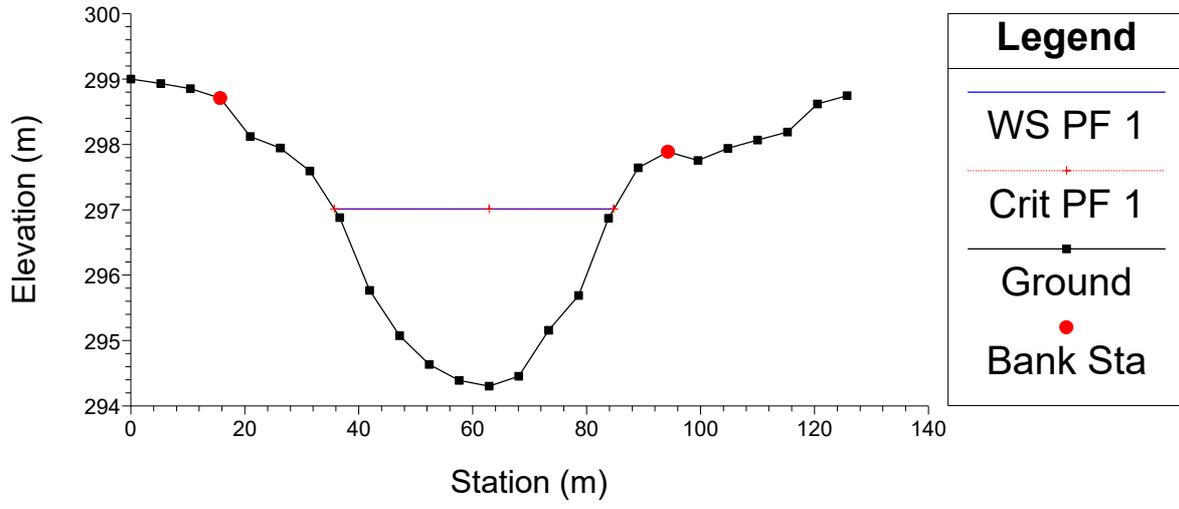






Plan 05

River = Agogna Reach = Agogna RS = 1 Sezione di valle





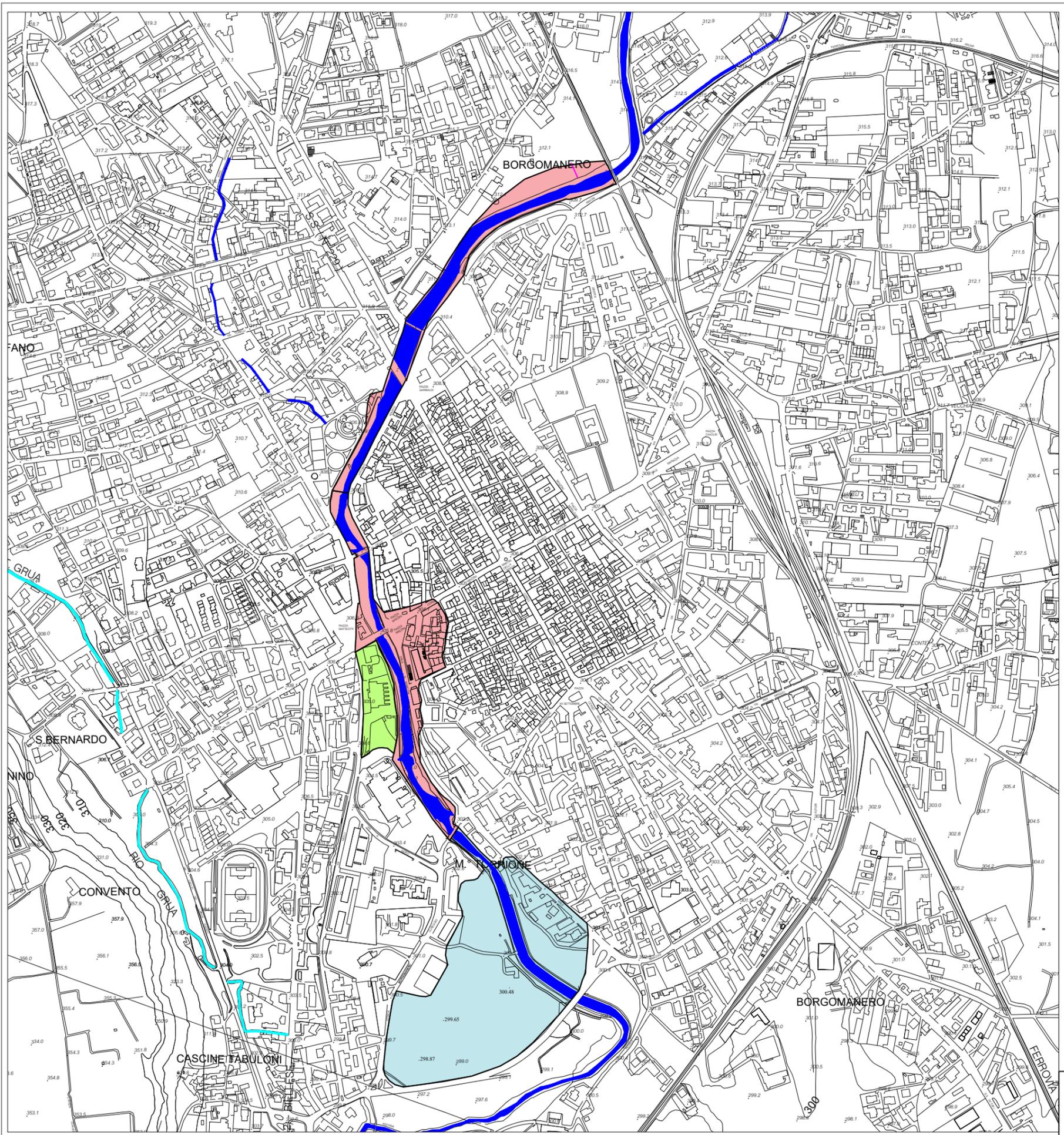
TELLUS s.r.l.
Topografia · Geologia · Servizi per l'ingegneria

ALLEGATO N. 3

TABELLA RIASSUNTIVA DEI DATI IDRAULICI

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Cf
Agogna	1	PF 1	370	294.3	297.01	297.01	297.91	0.005157	4.21	87.85	49.06	1.01
Agogna	2	PF 1	370	296.37	300.05	300.05	300.37	0.002521	3.45	211.82	277.97	0.69
Agogna	2.1	PF 1	370	296.66	299.73	299.73	300.86	0.004982	4.7	78.74	35.15	1
Agogna	2.11											
Agogna	2.2	PF 1	370	296.73	301.1	300.87	301.4	0.001805	2.73	179.4	155.05	0.6
Agogna	2.4667*	PF 1	370	296.75	301.3		301.44	0.001095	1.97	251.58	198.19	0.43
Agogna	2.7333*	PF 1	370	296.77	301.38		301.45	0.000602	1.39	339.99	240.62	0.31
Agogna	3	PF 1	370	296.8	301.42		301.46	0.000275	1.05	450.21	262.16	0.23
Agogna	3.0333*	PF 1	370	296.85	301.44		301.47	0.000234	0.89	506.51	338.57	0.19
Agogna	3.0667*	PF 1	370	296.9	301.46		301.48	0.000174	0.9	585.78	421.24	0.18
Agogna	3.1	PF 1	370	296.95	301.47		301.49	0.00012	0.92	679.66	493.77	0.16
Agogna	3.1333*	PF 1	370	297.07	301.44		301.5	0.000348	1.51	427.94	376.66	0.27
Agogna	3.1667*	PF 1	370	297.19	301.3		301.58	0.001301	2.78	220	228.26	0.53
Agogna	3.2	PF 1	370	297.31	301.02	301.02	301.96	0.003501	4.38	94.83	69.3	0.85
Agogna	3.4000*	PF 1	370	297.32	301.4	301.4	302.13	0.002609	3.89	115.2	102.76	0.74
Agogna	3.6000*	PF 1	370	297.34	301.59	301.59	302.3	0.002433	3.86	120.09	139.24	0.72
Agogna	3.8000*	PF 1	370	297.35	301.83	301.83	302.51	0.002181	3.82	146.22	189.12	0.68
Agogna	4	PF 1	370	297.37	302.08	302.08	302.74	0.002073	3.87	187.37	221.03	0.65
Agogna	4.0125*	PF 1	370	297.62	302.19	302.19	303	0.002419	4.15	159.79	198.27	0.7
Agogna	4.0250*	PF 1	370	297.87	301.9	301.73	303.21	0.004252	5.07	78.82	91.89	0.93
Agogna	4.0375*	PF 1	370	298.12	301.91	301.89	303.33	0.00485	5.28	70.11	24.11	0.99
Agogna	4.0500*	PF 1	370	298.38	302.04	302.04	303.46	0.004988	5.29	69.93	24.68	1
Agogna	4.0625*	PF 1	370	298.63	302.21	302.21	303.6	0.004933	5.22	70.85	25.46	1
Agogna	4.0750*	PF 1	370	298.88	302.37	302.37	303.75	0.004966	5.18	71.37	26.17	1
Agogna	4.0875*	PF 1	370	299.14	302.56	302.56	303.89	0.004931	5.11	72.4	27.05	1
Agogna	4.1	PF 1	370	299.39	302.75	302.75	304.04	0.005038	5.04	73.4	28.55	1
Agogna	4.11											
Agogna	4.2	PF 1	370	299.51	302.71	302.71	304.08	0.005188	5.19	71.31	26.7	1.01
Agogna	4.6000*	PF 1	370	300.05	302.54	302.92	304	0.009712	5.34	69.26	42.84	1.34
Agogna	5	PF 1	370	300.58	302.48	303.19	304.49	0.012381	6.28	58.91	33.94	1.52
Agogna	5.1	PF 1	370	300.62	303.82	304.07	304.99	0.006043	4.8	77.71	43.67	1.09
Agogna	5.2800*	PF 1	370	300.76	304.06	304.23	305.15	0.006091	4.63	81.49	51.65	1.09
Agogna	5.4600*	PF 1	370	300.89	303.86	304.31	305.47	0.009495	5.62	65.89	37.93	1.34
Agogna	5.6400*	PF 1	370	301.02	303.8	304.44	305.88	0.012116	6.38	58.02	32.02	1.51
Agogna	5.8200*	PF 1	370	301.16	303.92	304.65	306.26	0.012191	6.77	54.65	27.21	1.53
Agogna	6	PF 1	370	301.29	304.44	304.97	306.54	0.008484	6.41	59.06	31.83	1.28
Agogna	6.0167*	PF 1	370	301.34	305.12	305.55	306.76	0.006246	5.69	71.68	54.65	1.13
Agogna	6.0333*	PF 1	370	301.39	305.67	305.73	306.93	0.004273	5.01	91.38	88.52	0.95
Agogna	6.0500*	PF 1	370	301.44	305.77	305.77	307.04	0.004425	5.01	80.99	62.23	0.96
Agogna	6.0667*	PF 1	370	301.49	305.64	305.64	307.01	0.004849	5.18	71.61	30.34	1
Agogna	6.0833*	PF 1	370	301.54	304.78	305.45	307.13	0.009997	6.78	54.58	22.95	1.4
Agogna	6.1	PF 1	370	301.59	303.78	305.07	308.09	0.02431	9.19	40.25	21.03	2.12
Agogna	6.11											
Agogna	6.2	PF 1	370	301.71	305.2	305.2	306.65	0.004984	5.33	69.45	24.11	1
Agogna	6.4000*	PF 1	370	301.8	305.15	305.15	306.54	0.00496	5.22	70.83	25.6	1
Agogna	6.6000*	PF 1	370	301.9	305.11	305.11	306.45	0.004998	5.13	72.3	30.44	1
Agogna	6.8000*	PF 1	370	301.99	305.09	305.09	306.38	0.004989	5.03	74.95	42.26	0.99
Agogna	7	PF 1	370	302.09	304.69	305.06	306.38	0.007938	5.75	64.39	30.8	1.22
Agogna	7.0250*	PF 1	370	302.14	305.17	305.32	306.6	0.006037	5.29	69.99	29.13	1.09
Agogna	7.0500*	PF 1	370	302.19	305.48	305.48	306.76	0.004976	5.01	73.78	29.14	1.01
Agogna	7.0750*	PF 1	370	302.25	305.56	305.56	306.85	0.004904	5.03	73.55	28.56	1
Agogna	7.1	PF 1	370	302.3	304.93	305.52	307.11	0.010727	6.54	56.61	26.74	1.43
Agogna	7.11											
Agogna	7.2	PF 1	370	302.32	304.5	305.2	306.88	0.01397	6.84	54.09	28.77	1.59
Agogna	7.7333*	PF 1	370	303.23	305.83	306.29	307.75	0.008817	6.13	60.36	27.36	1.32
Agogna	8	PF 1	370	303.69	306.35	306.76	308.07	0.007447	5.82	63.75	32.52	1.2
Agogna	8.1429*	PF 1	370	303.75	306.64	307.03	308.29	0.007145	5.69	66.98	51.05	1.18
Agogna	8.2857*	PF 1	370	303.82	306.93	307.29	308.5	0.006853	5.56	73.97	64.56	1.16
Agogna	8.4286*	PF 1	370	303.88	307.21	307.54	308.71	0.006656	5.44	80.85	65.21	1.15
Agogna	8.5714*	PF 1	370	303.94	307.51	307.78	308.91	0.006401	5.28	88.09	66.76	1.13

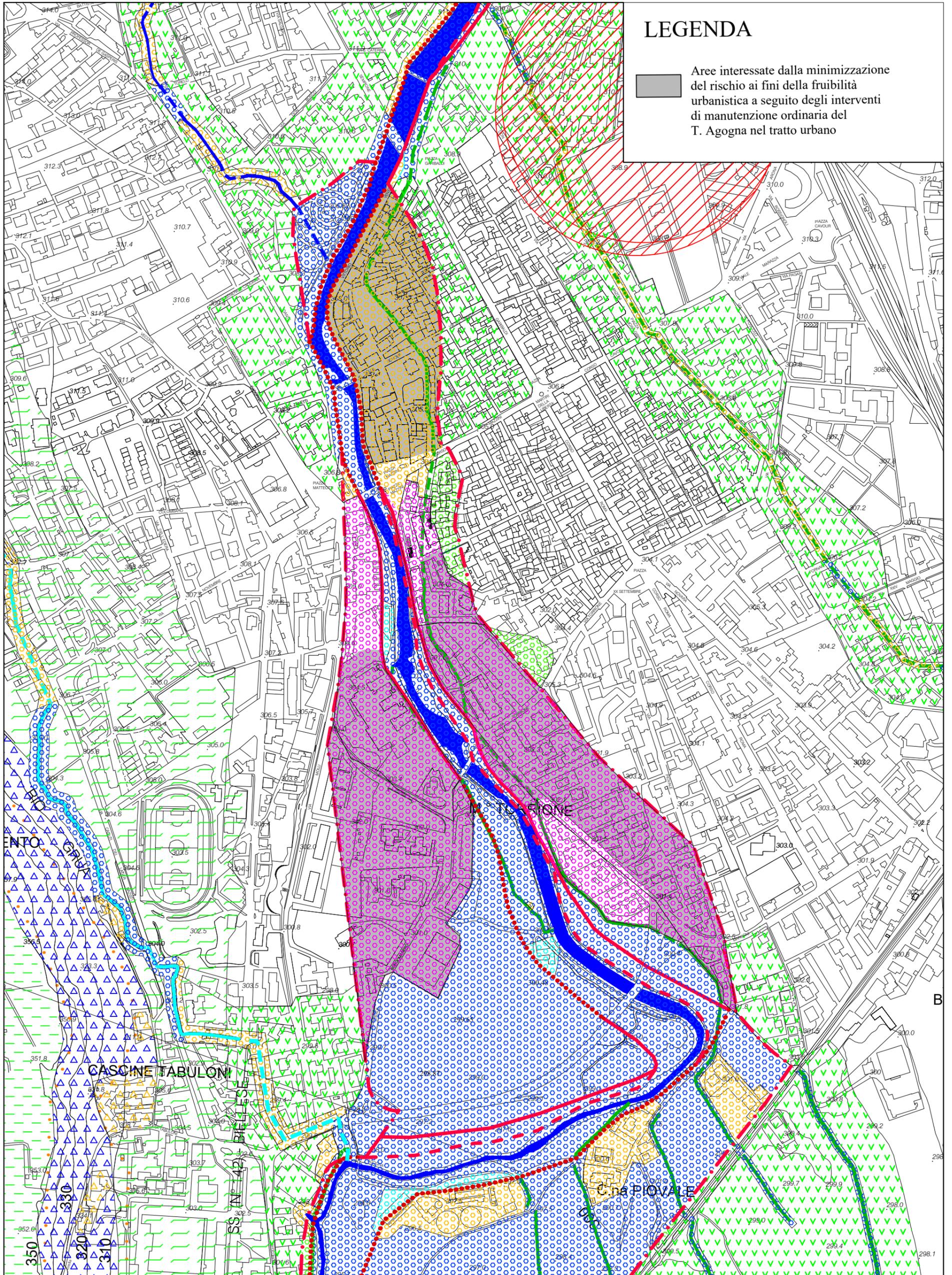
Agogna	8.7143*	PF 1	370	304	307.82	308.03	309.1	0.006031	5.08	96.8	70.65	1.09
Agogna	8.8571*	PF 1	370	304.06	308.23	308.35	309.28	0.005189	4.65	116.37	92.39	1.01
Agogna		9 PF 1	370	304.13	308.56	308.56	309.44	0.004531	4.31	140.23	123.38	0.94
Agogna	9.1	PF 1	370	304.28	306.06	306.63	308.01	0.013836	6.18	59.88	37.68	1.57
Agogna	9.11											
Agogna	9.2	PF 1	370	304.1	306.83	306.83	307.91	0.005486	4.6	80.5	37.41	1
Agogna	9.3	PF 1	370	304.65	306.11	306.91	308.82	0.022086	7.29	50.77	35.07	1.93
Agogna	9.33											
Agogna	9.4	PF 1	370	304.66	305.83	306.94	310.28	0.048756	9.34	39.6	35.35	2.82
Agogna	10	PF 1	370	306.99	310.06	310.06	311.17	0.00483	4.72	94.27	55.98	0.98
Agogna	10.125*	PF 1	370	307.01	310.12	310.12	311.25	0.004824	4.74	93.44	56.8	0.98
Agogna	10.250*	PF 1	370	307.02	310.26	310.26	311.33	0.004305	4.6	101.08	81.42	0.94
Agogna	10.375*	PF 1	370	307.03	310.34	310.34	311.39	0.004223	4.59	103.7	83.55	0.93
Agogna	10.500*	PF 1	370	307.05	310.4	310.4	311.46	0.004263	4.61	104.79	83.74	0.94
Agogna	10.625*	PF 1	370	307.06	310.48	310.48	311.53	0.00418	4.59	107.88	85.66	0.93
Agogna	10.750*	PF 1	370	307.07	310.56	310.56	311.59	0.004112	4.56	110.87	86.9	0.93
Agogna	10.875*	PF 1	370	307.09	310.65	310.65	311.65	0.004002	4.52	114.54	87.8	0.92
Agogna	11	PF 1	370	307.1	310.7	310.75	311.71	0.004081	4.55	115.01	87.6	0.92
Agogna	11.125*	PF 1	370	307.19	310.77	310.8	311.79	0.003871	4.52	106.18	87.38	0.9
Agogna	11.250*	PF 1	370	307.27	310.83	310.83	311.84	0.003688	4.48	97.59	87.75	0.89
Agogna	11.375*	PF 1	370	307.36	310.74	310.74	311.85	0.004169	4.69	84.33	50.21	0.94
Agogna	11.500*	PF 1	370	307.45	310.78	310.78	311.85	0.003934	4.61	87.13	54.21	0.91
Agogna	11.625*	PF 1	370	307.54	310.8	310.8	311.84	0.003796	4.56	89.2	58	0.9
Agogna	11.750*	PF 1	370	307.62	310.83	310.83	311.82	0.003563	4.46	92.61	62.12	0.87
Agogna	11.875*	PF 1	370	307.71	310.85	310.85	311.79	0.003316	4.36	97.61	81.11	0.84
Agogna	12	PF 1	370	307.8	310.3	311.05	311.86	0.006807	5.54	68.2	41.45	1.17
Agogna	12.020*	PF 1	370	307.85	310.78	311.2	312	0.004777	4.88	78.89	66.71	1
Agogna	12.040*	PF 1	370	307.91	311.09	311.09	312.09	0.003762	4.45	90.78	71.03	0.89
Agogna	12.060*	PF 1	370	307.97	311.04	311.04	312.14	0.004319	4.64	82.62	55.29	0.95
Agogna	12.080*	PF 1	370	308.02	310.91	310.91	312.09	0.004921	4.82	76.71	32.57	1
Agogna	12.1	PF 1	370	308.08	310.14	310.81	312.38	0.013337	6.62	55.89	31.59	1.59
Agogna	12.11											
Agogna	12.2	PF 1	370	308.08	310.4	310.93	312.33	0.010237	6.16	60.08	30.62	1.4
Agogna	12.400*	PF 1	370	308.11	310.74	311.17	312.53	0.008595	5.92	62.48	29.62	1.3
Agogna	12.600*	PF 1	370	308.14	311.09	311.38	312.7	0.006927	5.62	65.82	28.65	1.18
Agogna	12.800*	PF 1	370	308.17	311.62	311.62	312.84	0.004254	4.9	81.67	70.29	0.95
Agogna	13	PF 1	370	308.2	311.71	311.71	312.88	0.00379	4.9	113.85	73.85	0.91



LEGENDA

AREE ESONDABILI DEFINITE IN BASE A VERIFICHE IDRAULICHE

- Aree inondabili d'acqua con velocità bassa e tiranti ingenti (> 0,40 m)
- Aree inondabili d'acqua con velocità elevata e tiranti modesti (< 0,40 m)
- Aree inondabili d'acqua con velocità elevata e tiranti ingenti (> 0,40 m)



LEGENDA

Aree interessate dalla minimizzazione del rischio ai fini della fruibilità urbanistica a seguito degli interventi di manutenzione ordinaria del T. Agogna nel tratto urbano

I:\Modelli\Nuovo Logo Tellus\8 x 1 copia.jpg

Data:
28-01-2019

Allegato N.:
5

Scala:
1:5.000

Stralcio della carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica