

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56"), DP 75 bar	Pagina 1 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

REGIONE PUGLIA

METANODOTTO:

INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56"), DP 75 bar

ATTRAVERSAMENTO CANALE FOGGIA DI RAU

STUDIO IDROLOGICO-IDRAULICO

0	Emissione per permessi	A.Spadacini	M. Begini	F. Ferrini H.Aiudi	20/06/16
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato Autorizzato	Data

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56"), DP 75 bar	Pagina 2 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

INDICE

1.	INTRODUZIONE	3
2.	DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
3.	LINEAMENTI GEOLOGICI, IDROLOGICI E MORFOLOGICI	5
3.1	Lineamenti geologici, idrografici e geomorfologici generali delle aree attraversate	5
3.2	Caratteri morfologici del bacino	5
3.3	Caratteri idrologici e morfologici dell'area di attraversamento	7
4.	METODOLOGIA DELL'ATTRAVERSAMENTO E RIPRISTINI POST-OPERAM	8
5.	STUDIO IDROLOGICO PER LA STIMA DELLE PORTATE DI PIENA	9
5.1	Premessa	9
5.2	Analisi Pluviometrica	9
5.3	Stima delle portate di piena	11
5.4	Idrogramma adimensionale di Mockus	18
6.	STUDIO IDRAULICO	19
6.1	Premessa	19
6.2	Descrizione del modello idraulico	19
6.2.1	<i>Descrizione del modello matematico</i>	<i>20</i>
6.2	Modellazione idraulica canale Foggia di Rau	24
7.	PERIMETRAZIONE DELLE AREE ALLAGABILI	32
7.1	Premessa	32
7.2	Risultati del calcolo	32
8.	EROSIONE	37
9.	CONCLUSIONI	38
10.	BIBLIOGRAFIA	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56"), DP 75 bar	Pagina 3 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

1. INTRODUZIONE

Il presente studio idrologico-idraulico è stato redatto per rispondere alle richieste dell'Autorità di Bacino della Regione Puglia (rif. m_amte.DVA.REGISTRO UFFICIALE.I.0002096.28-01-2016) e dimostrare la compatibilità idrologico idraulica del metanodotto "Interconnessione TAP DN 1400 (56") DP 75 bar" rispetto alle norme tecniche indicate nel P.A.I.

Lo studio idrologico-idraulico è stato condotto con lo scopo di:

- stimare le grandezze idrologiche (piogge e portate) del Canale Foggia di Rau e le caratteristiche topografiche e di uso del suolo del suo bacino idrografico, chiuso in corrispondenza della zona dell'attraversamento;
- simulare il deflusso della portata di piena con tempo di ritorno 200 anni e verificare se le sezioni del canale nel tratto interessato dall'attraversamento del metanodotto siano in grado di contenerla con un certo franco di sicurezza;
- stabilire, in caso di incapacità del corso d'acqua di contenere la portata duecentennale, la geometria di una sezione riprofilata, allargata ed approfondita all'interno della quale tale portata sarebbe contenuta.

Operando in questo modo è stato possibile progettare l'attraversamento del metanodotto fissando una quota di copertura rispetto al fondo alveo tale da non interferire con eventuali futuri interventi di riprofilatura delle sezioni del canale.

Si segnala, comunque, che l'opera in oggetto è un metanodotto interrato che, in quanto tale, in fase di esercizio non interferirà con i corsi d'acqua incontrati lungo il suo tracciato.

Sono state inoltre verificate le condizioni di erosione del fondo alveo, in modo da garantire una profondità di posa del metanodotto tale da assicurare la stabilità e la copertura della condotta per tutta la vita utile dell'opera.

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56''), DP 75 bar	Pagina 4 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

Il progetto denominato "Interconnessione TAP" prevede la realizzazione di una condotta DN 1400 (56") che collegherà Melendugno (LE) a Brindisi con una lunghezza pari a circa 55 km.

Il nuovo metanodotto in progetto ricade interamente nella regione Puglia, interessando le province di Lecce e Brindisi. Il tracciato si sviluppa con andamento in senso gas Sud/Est - Nord/Ovest, parallelo alla costa adriatica, ad una distanza contenuta tra 3 e 10 km da essa.

I comuni attraversati sono:

- Melendugno
- Vernole
- Castri di Lecce
- Lizzanello
- Lecce
- Surbo
- Torchiarolo
- San Pietro Vernotico
- Brindisi

L'opera comprende anche la realizzazione dell'impianto di misura e area trappole nel comune di Melendugno, punto di interconnessione con il gasdotto TAP.

La linea in progetto si conetterà alla rete nazionale gasdotti in corrispondenza dell'impianto esistente di Brindisi situato in località Masseria Matagiola, per il quale è previsto l'ampliamento.

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56''), DP 75 bar	Pagina 5 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

3. LINEAMENTI GEOLOGICI, IDROLOGICI E MORFOLOGICI

3.1 Lineamenti geologici, idrografici e geomorfologici generali delle aree attraversate

Il canale Foggia di Rau è collocato nell'ambito morfologico della *Pianura Brindisino-Leccese*: questa si presenta in forma di un vasto e uniforme bassopiano, compreso tra la porzione meridionale dell'altopiano murgiano a Nord-Ovest e le Serre Salentine a Sud-Est.

Si caratterizza, oltre che per la quasi totale assenza di pendenze significative e di forme morfologiche degne di rilievo, per la rilevante presenza di bacini endoreici ove a luoghi si rinvencono notevoli accumuli di terra rossa, per l'intensa antropizzazione agricola del territorio e per la presenza di zone umide costiere.

Il terreno, prevalentemente di natura calcarea, calcarenitica e sabbiosa, ove affiorante, si caratterizza per la frequente presenza di forme carsiche quali doline e inghiottitoi (chiamate anche "vore"), spesso organizzate in veri e propri sistemi di assorbimento in corrispondenza delle aree depresse, che convogliano i deflussi idrici nel sottosuolo alimentando gli acquiferi sotterranei.

Brevi corsi d'acqua, a carattere temporaneo e più o meno modificati da opere di regimazione idraulica, si delineano in vari bacini esoreici ed endoreici; questi ultimi recapitano come detto le acque in doline e inghiottitoi carsici modificati, in genere, dall'intervento dell'uomo.

Nel Brindisino la locale rete idrografica è caratterizzata da un regime essenzialmente "torrentizio", ovvero interessato da portate significative solo in occasione di precipitazioni pluviali intense e/o prolungate. In questa zona l'incidenza e la diffusione delle manifestazioni carsiche diminuisce. Le litologie interessate dal tracciato risultano essere sabbie poco cementate argillose che passano a marne-siltose di colore grigio-azzurro con all'interno numerosi foraminiferi planctonici appartenenti alla Formazione denominata "Formazione di Gallipoli".

Il canale Foggia di Rau, in particolare, è un canale artificiale facente parte del reticolo esoreico localizzato a sud di Brindisi, nella piana costiera adriatica che digrada dolcemente dall'entroterra verso il mare.

3.2 Caratteri morfologici del bacino

Il canale Foggia di Rau ha un bacino di circa 60 km². Esso scorre per 24 km all'interno del territorio comunale di Brindisi. Morfologicamente il canale si presenta poco inciso con profondità che si attestano intorno ai 2 m e sezioni non molto larghe (dell'ordine dei 10 m), lungo tutto il suo corso d'acqua. Le aree presentano una quota media che si attesta intorno ai 45 m s.l.m., con quote più elevate nella zona di monte fino ad arrivare alla zona di foce con quote prossime al livello del mare.

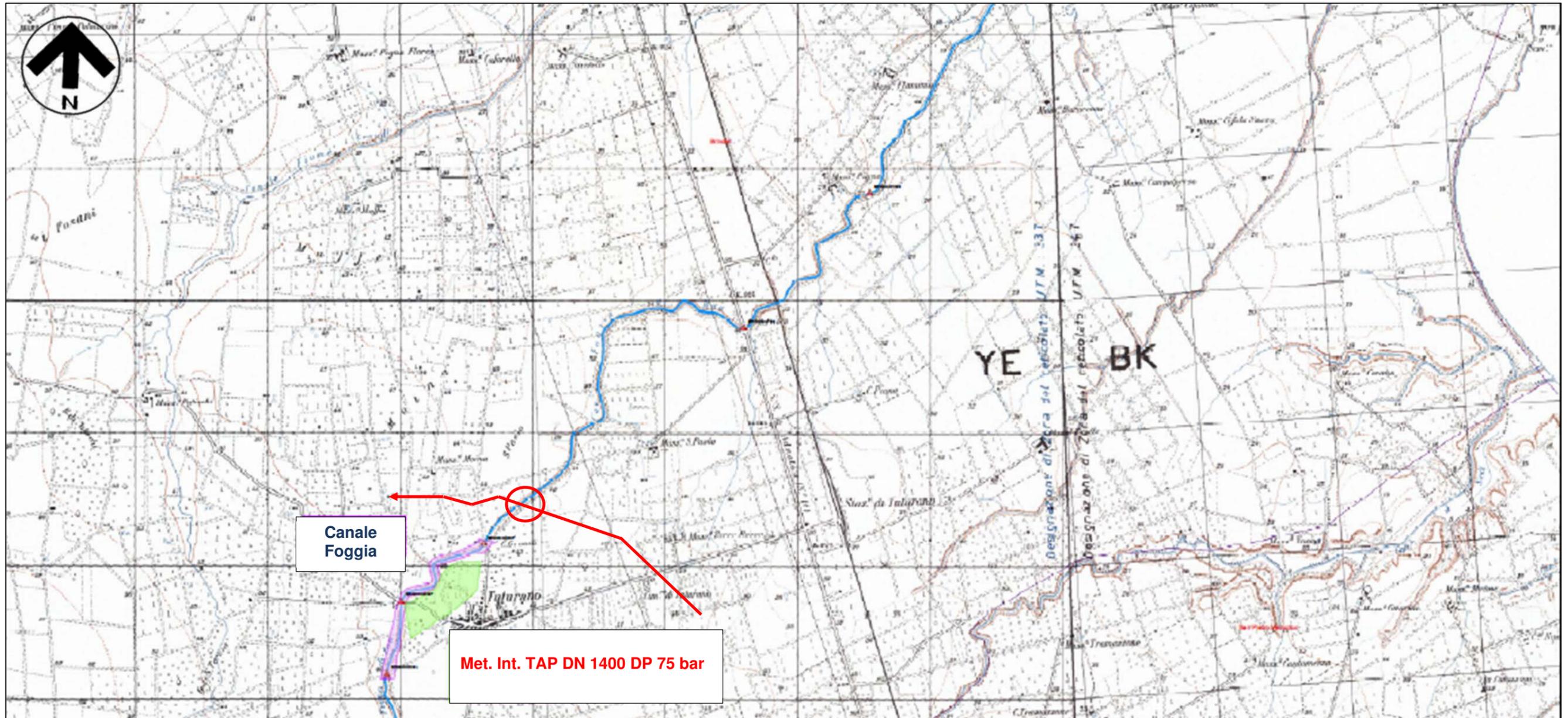
Lungo tutto il percorso, l'uso del suolo è caratterizzato prevalentemente da vigneti, boschi di latifoglie e seminativi semplici in aree non irrigue, frutteti e uliveti.

Nel presente studio si considera il sottobacino con sezione di chiusura in località Tuturano, il quale sottende una superficie di circa 33 km² e una lunghezza dell'asta principale di circa 13 km.

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56"), DP 75 bar	Pagina 6 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

Fig. 3.2/A - Individuazione della zona di attraversamento del Canale Foggia sulla Cartografia IGM 1:25.000



 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56''), DP 75 bar	Pagina 7 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

3.3 Caratteri idrologici e morfologici dell'area di attraversamento

L'area interessata dall'attraversamento del metanodotto si trova nei pressi della Località Tutturano, in zona agricola.

In questo tratto il canale presenta un andamento rettilineo e una sezione trapezoidale rivestita in calcestruzzo, come illustrato in Fig. 3.3/A.

I rilievi topografici effettuati in campo hanno rilevato una sezione di attraversamento ampia circa 10 m in sommità e profonda circa 2 m.



Fig. 3.3/A: foto dell'area di attraversamento.

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56"), DP 75 bar	Pagina 8 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

4. **METODOLOGIA DELL'ATTRAVERSAMENTO E RIPRISTINI POST-OPERAM**

Per l'attraversamento del Canale Foggia di Rau è prevista la posa del tubo di protezione mediante trivella spingitubo. La suddetta tecnica comporta le seguenti operazioni:

- scavo del pozzo di spinta;
- impostazione dei macchinari e verifiche topografiche;
- esecuzione della trivellazione mediante l'avanzamento del tubo di protezione, spinto da martinetti idraulici, al cui interno agisce solidale la trivella dotata di coclee per lo smarino del materiale di scavo.

Contemporaneamente alla messa in opera del tubo di protezione, si procede, fuori opera, alla preparazione dei cosiddetto "sigaro". Questo è costituito dal tubo di linea, cui si applicano alcuni collari distanziatori che facilitano le operazioni di inserimento e garantiscono nel tempo un adeguato isolamento elettrico della condotta. Il "sigaro" viene poi inserito nel tubo di protezione e collegato alla linea.

Una volta completate le operazioni di inserimento, alle estremità del tubo di protezione vengono applicati i tappi di chiusura con fasce termorestringenti.

La sezione del corso d'acqua non verrà interessata dai lavori, la copertura minima della tubazione dal fondo alveo sarà di 3 m, non verrà realizzata alcun tipo di opera idraulica né saranno necessarie opere di ripristino.

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56''), DP 75 bar	Pagina 9 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

5. STUDIO IDROLOGICO PER LA STIMA DELLE PORTATE DI PIENA

5.1 Premessa

Lo scopo dell'analisi idrologica è la determinazione delle portate di piena che si verificano in corrispondenza di eventi pluviometrici con determinati tempi di ritorno (30, 200, 500 anni).

Per far questo, non avendo nel corso d'acqua oggetto di studio, delle sezioni strumentate in grado di fornire dei dati diretti di portata, si è proceduto in questo modo:

- **Analisi pluviometrica** derivata dagli studi di regionalizzazione delle piogge per la Regione Puglia, condotti nell'ambito del progetto Valutazione Piene (VaPi) del Gruppo Nazionale Difesa delle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche;
- **Stima della pioggia netta**, ossia dell'aliquota della precipitazione che effettivamente contribuisce alla formazione dell'onda di piena nel corso d'acqua, depurata delle quantità perse per infiltrazione, immagazzinamento superficiale, evapo-traspirazione, etc.;
- **Modello di trasformazione afflussi-deflussi**, per il calcolo delle portate al colmo di piena con diversi tempi di ritorno e per la stima degli idrogrammi di piena; in analogia con gli studi condotti dall'Autorità di Bacino della Regione Puglia è stato applicato il metodo del Curve Number del Soil Conservation Service (CN-SCS).

5.2 Analisi Pluviometrica

Modello di regionalizzazione delle piogge

Il modello di regionalizzazione messo a punto in Italia nell'ambito del progetto VAPI (Valutazione delle Piene) promosso dal Gruppo Nazionale per la Difesa delle Catastrofi Idrogeologiche, ha codificato una metodologia basata su :

- modello probabilistico TCEV (Two-Component Extreme Value), particolarmente adatto a descrivere la distribuzione di grandezze idrologiche (piogge e portate), perché spiega in modo plausibile la presenza dei valori straordinari (outliers) che caratterizzano le serie storiche.
- tecnica di regionalizzazione di tipo gerarchico, capace di ridurre al minimo l'incertezza nella stima dei parametri regionali.
- utilizzazione contemporanea di tutta l'informazione idrologica disponibile.

L'approccio gerarchico consiste nel:

- Definire regioni omogenee rispetto al coefficiente di asimmetria teorico CS, ricavando così i valori di θ^* e Λ^* ;
- Definire, all' interno delle regioni, delle zone omogenee rispetto al coefficiente di variazione teorico CV, fissando in questo modo $\Lambda 1$;
- Individuare delle sottozone caratterizzate da relazioni univoche tra il parametro $\theta 1$ e delle variabili geografiche del territorio indagato (quota, esposizione...).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56"), DP 75 bar	Pagina 10 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

Questa struttura gerarchica, si lega in maniera soddisfacente con il comportamento dei parametri statistici che rappresentano le serie storiche.

Infatti il coefficiente di asimmetria non sembra risentire in maniera sensibile dei cambiamenti morfologici e così rimane costante in regioni ampie, mentre il coefficiente di variazione ha valori omogenei in zone meno estese.

Regionalizzazione delle piogge in Puglia

L'analisi regionale delle piogge massime annuali di durata compresa tra 1 ora e 24 ore è stata effettuata per il territorio della Puglia centro-meridionale ad integrazione di quanto effettuato in Puglia settentrionale da Claps et al., (1994).

Il modello statistico utilizzato fa riferimento alla distribuzione TCEV (Rossi et al. 1984) con regionalizzazione di tipo gerarchico (Fiorentino et al. 1987).

I risultati hanno evidenziato (Castorani e Iacobellis, 2001) per l'area esaminata la consistenza di una Zona unica di primo e secondo livello che include la parte centro-meridionale del Tavoliere e della Murgia e la Penisola Salentina.

L'analisi di terzo livello basata sull'analisi di regressione delle precipitazioni di diversa durata con la quota ha portato alla individuazione, di sei zone omogenee per tutta la Puglia, nella Zona 6 ricade la Penisola Salentina.

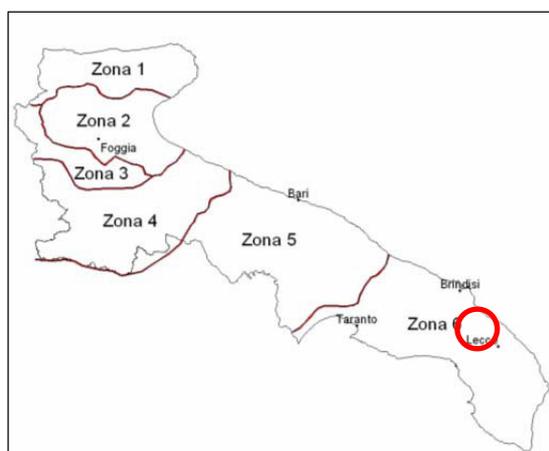


Fig. 5.2/A: Zone omogenee al terzo livello di regionalizzazione

 Zona dell'attraversamento in progetto

Curva di possibilità pluviometrica

I bacini Brindisini ricadono nella zona omogenea 6, per la quale vale la seguente equazione della **Curva di Possibilità Pluviometrica**:

$$\text{Zona 6: } x(t, z) = 33.7 t^{[(0.488 + 0.0022z)/3.178]}$$

dove:

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56''), DP 75 bar	Pagina 11 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

- t: durata della precipitazione
- z: quota media sul livello medio del mare del bacino idrografico.

L'applicazione della formula della curva di possibilità pluviometrica consente la stima dell'altezza media di precipitazione espressa in mm. Per valutare la precipitazione con diversi tempi di ritorno, si usa la formula:

$$h_m [\text{mm}] = x(t,z) \times K_T$$

dove:

- K_T : fattore di crescita ed è uguale a:

$$K_T = a + b \ln T$$

- a, b: parametri stimati dalla regionalizzazione di I e II livello che cambiano a seconda della zona.
- T: tempo di ritorno.

Nella Puglia centro-meridionale i valori di a e b sono:

- a=0.1599
- b=0.5166

Il valore del coefficiente di crescita K_T per i diversi tempi di ritorno sono riassunti nella seguente tabella:

Tempo di ritorno	K_T
30 anni	1.917
200 anni	2.897
500 anni	3.370

5.3 Stima delle portate di piena

La valutazione idrologica per i corsi d'acqua del brindisino è stata condotta seguendo il metodo Curve Number del Soil Conservation Service (CN-SCS). Questo metodo consente di ricavare l'idrogramma delle portate a partire dall'idrogramma adimensionale di Mockus.

Stima della pioggia netta

Il Curve Number, proposto nella procedura del Soil Conservation Service (SCS, 1972), è un parametro utilizzato per determinare l'aliquota di precipitazione netta che contribuisce direttamente alla formazione del deflusso del bacino.

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56"), DP 75 bar	Pagina 12 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

Il modello CN-SCS descrive un processo di produzione del deflusso di tipo prevalentemente hortoniano. Il meccanismo individuato da Horton, a cui si riconduce il comportamento dei bacini del territorio carsico pugliese, si verifica quando l'intensità della pioggia supera la velocità di infiltrazione del suolo, producendo un deflusso superficiale pari alla differenza fra il volume piovuto e la capacità di assorbimento nell'unità di tempo.

Il CN, che assume valori compresi tra 100 e 0, rappresenta l'attitudine del bacino a produrre deflusso e si stima in funzione delle caratteristiche idrologiche dei suoli e della loro copertura vegetale.

Il SCS ha classificato i vari tipi di suolo in 4 (quattro) gruppi così definiti:

- GRUPPO A: Suoli aventi scarsa permeabilità di deflusso; capacità di infiltrazione in condizioni di saturazione molto elevata.
- GRUPPO B: Suoli aventi moderata potenzialità di deflusso; elevate capacità di infiltrazione anche in condizioni di saturazione.
- GRUPPO C: Suoli aventi potenzialità di deflusso moderatamente alta; scarsa capacità di infiltrazione e saturazione.
- GRUPPO D: Potenzialità di deflusso molto elevata; scarsissima capacità di infiltrazione e saturazione.

Per tali gruppi si riportano i valori del parametro CN corrispondenti a diverse tipologie di utilizzo del suolo.

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56''), DP 75 bar	Pagina 13 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

<i>Valori del parametro CN (adimensionale)</i> ↓ <i>Tipologia di Uso del Territorio</i>	← <i>Tipo idrologico Suolo</i> →			
	A	B	C	D
Coltivazioni, in presenza di pratiche di conservazione del suolo	62	71	78	81
Coltivazioni, in assenza di pratiche di conservazione del suolo	72	81	88	91
Terreno da pascolo: cattive condizioni	68	79	86	89
	buone condizioni	39	61	74
Boschi, in presenza di copertura rada e senza sottobosco	45	66	77	83
Boschi e foreste, in presenza di copertura fitta e con sottobosco	25	55	70	77
Spazi aperti con manto erboso superiore al 75% dell'area	39	61	74	80
Spazi aperti con manto erboso compreso tra il 50 ed il 75% dell'area	49	69	79	84
Spazi aperti con manto erboso inferiore al 50% dell'area	68	79	86	89
Zone industriali (area impermeabile 72%)	81	88	91	93
Zone commerciali e industriali (area imperm. 85%)	89	92	94	95
Zone residenziali, lotti fino a 500 m ² (area imperm. 65%)	77	85	90	92
Zone residenziali, lotti di 500÷1000 m ² (area imperm. 38%)	61	75	83	87
Zone residenziali, lotti di 1000÷1500 m ² (area imperm. 30%)	57	72	81	86
Zone residenziali, lotti di 1500÷2000 m ² (area imperm. 25%)	54	70	80	85
Zone residenziali, lotti di 2000÷5000 m ² (area imperm. 20%)	51	68	79	84
Zone residenziali, lotti di 5000÷10000 m ² (area imperm. 12%)	46	65	77	82
Parcheggi, tetti, autostrade, ...	98	98	98	98
Strade pavimentate o asfaltate, dotate di drenaggio	98	98	98	98
Strade con letto in ghiaia	76	85	89	91
Strade battute in terra	72	82	87	89

Tab.5.3/A: Valori del CN in funzione delle caratteristiche idrologiche, di copertura vegetale e delle condizioni medie di umidità (per AMC II)

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56''), DP 75 bar	Pagina 14 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

L'SCS ha definito tre classi AMC (Antecedent Moisture Condition), funzione della precipitazione nei cinque giorni precedenti:

Classe AMC	Precipitazioni nei dieci giorni precedenti (mm)
I (Terreno secco)	0 < P < 50
II (Umidità media)	50 < P < 110
III (Terreno da mediamente umido a saturo)	P > 110

Tab.5.3/B: Definizione delle classi di umidità antecedenti l'evento (AMC)

Nel caso in esame, in analogia con quanto stimato nello "Studio per la definizione delle opere necessarie alla messa in sicurezza del reticolo idraulico interessato dagli eventi di ottobre e novembre 2005 nelle provincie di Bari e Brindisi" realizzato dall'Autorità di Bacino della Puglia, si è adottato come valore del Curve Number per il bacino considerato **CN** pari a **77**.

Stima dell'idrogramma di piena

Il metodo considera un idrogramma di forma triangolare secondo la seguente figura:

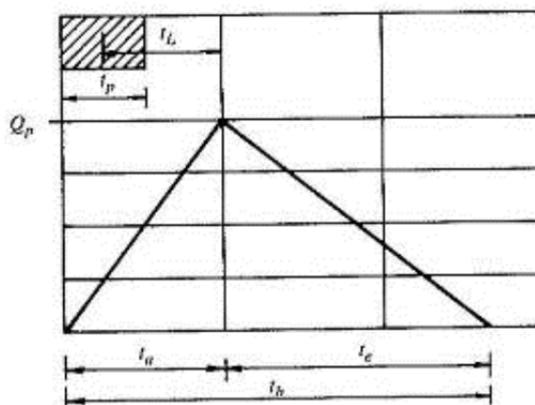


Fig. 5.3/A: Idrogramma triangolare utilizzato per il calcolo della portata al colmo con metodo SCS

L'idrogramma ha una fase crescente di durata t_a (tempo di accumulo) e una di esaurimento di durata t_e (tempo di esaurimento), per cui il volume V è risultante dall'area del diagramma che è pari a:

$$V = \frac{Q_p}{2} (t_a + t_e) = \frac{Q_p t_b}{2}$$

dove:

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56''), DP 75 bar	Pagina 15 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

- Q_p : portata di colmo [m^3/h];
- t_a : tempo di accumulo [h];
- t_e : tempo di esaurimento [h];
- t_b : durata evento di piena [h].

Il SCS ha realizzato un'analisi sperimentale dove ha stabilito che nella fase crescente dell'idrogramma defluisce un volume d'acqua pari al 37,5% del volume totale di deflusso, quindi la sua durata sarà 0.375 volte la durata dell'evento di piena t_b :

$$t_b = 2.67 t_a$$

Di conseguenza la portata di colmo è data dalla formula:

$$Q_p = 0.208 \frac{V A}{t_a}$$

dove:

- Q_p : portata di colmo [m^3/h];
- V : volume di deflusso [mm];
- t_a : tempo di accumulo [h];
- A : area bacino [Km^2].

Si calcola t_a considerando una precipitazione con intensità costante, di durata t_p secondo la seguente formula:

$$t_a = 0.5 t_p + t_L$$

dove:

- t_a : tempo di accumulo [h];
- t_p : durata di pioggia [h];
- t_L : tempo di ritardo [h].

La formula per il calcolo del volume di deflusso che è funzione della precipitazione è la seguente:

$$V = \frac{(P - 0.2 S)^2}{P + 0.8 S}$$

dove:

- V : volume di deflusso;
- P : precipitazione totale;
- S : massima capacità di invaso dato dalla formula:

$$S = 25.4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right)$$

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56''), DP 75 bar	Pagina 16 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

Il tempo di ritardo (Lag Time) viene calcolato secondo l'equazione di Mockus:

$$t_L = 0.342 \frac{L^{0.8}}{s^{0.3}} \left(\frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0.7}$$

dove:

- t_L : tempo di ritardo [h];
- CN: curve number;
- s: pendenza bacino [%];
- L: lunghezza asta fino alla sezione di chiusura [Km]

Inoltre, studi empirici dell'SCS dimostrano che il tempo di corrivazione t_c di un bacino è proporzionale al tempo di ritardo:

$$t_c = \frac{t_L}{0.6}$$

sostituendo alle formule precedenti si trovano le seguenti relazioni:

$$t_p = \frac{t_L}{4.5}$$

$$t_a = \frac{t_L}{0.9}$$

Di seguito di riporta la tabella con i valori stimati per il Bacino oggetto di studio:

CN	L (km)	s (%)	t_c (h)	t_L (h)	t_p (h)	t_A (h)	Q_P (m ³ /h)
77	13.2	0.008	13.2	7.9	1.8	8.8	0.77

Tab. 5.3/C: valori calcolati per lo studio in oggetto.

Per il calcolo, l'evento di pioggia viene scomposto in intervalli di durata pari al tempo t_p e si procede alla valutazione dell'incremento di deflusso relativo a ciascun intervallo di durata t_p e al relativo idrogramma. L'idrogramma complessivo è il risultato dell'integrale di convoluzione.

Di seguito si riporta l'idrogramma calcolato per un tempo di ritorno di 200 anni.

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56''), DP 75 bar	Pagina 17 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

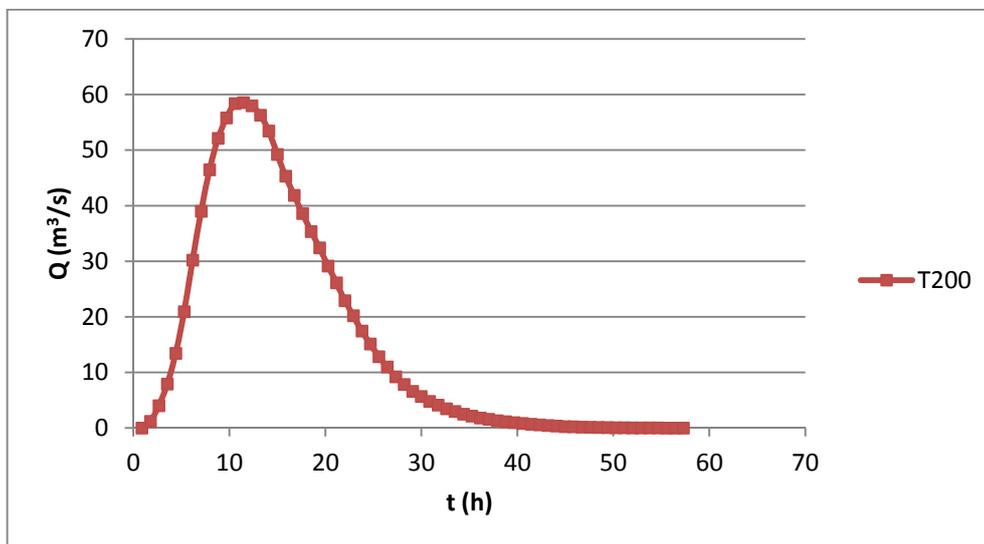


Fig. 5.3/B: idrogramma di piena per $TR=200$ anni.

e i valori delle portate al colmo di piena in funzione del tempo di ritorno:

PORTATE AL COLMO DI PIENA PER DIVERSI TEMPI DI RITORNO		
T ritorno [anni]	Coefficiente di Crescita KT	QMAX [mc/s]
30	1.917	29,73
200	2.897	58,56
500	3,370	73,44

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56"), DP 75 bar	Pagina 18 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

5.4 Idrogramma adimensionale di Mockus

L'idrogramma unitario è costruito utilizzando il metodo di Mockus utilizzando i due fattori caratteristici del bacino oggetto di studio t_a (tempo di accumulo che è la durata del tempo di crescita) e Q_p (portata di colmo) considerando un volume di deflusso unitario ($V=1$).

Questi valori sono messi in relazione con la generica portata Q al generico istante t utilizzando, quindi, come variabili adimensionali i rapporti t/t_a e Q/Q_p .

ASCISSE E ORDINATE UTILIZZATE PER L'IDROGRAMMA DI MOCKUS					
t/t_a	Q/Q_p	t/t_a	Q/Q_p	t/t_a	Q/Q_p
0.1	0.0300	2.3	0.1770	4.5	0.0050
0.2	0.1000	2.4	0.1470	4.6	0.0040
0.3	0.1900	2.5	0.1270	4.7	0.0030
0.4	0.3100	2.6	0.1070	4.8	0.0020
0.5	0.4700	2.7	0.0920	4.9	0.0010
0.6	0.6600	2.8	0.0770	5.0	0.0000
0.7	0.8200	2.9	0.0660	5.1	0.0000
0.8	0.9300	3.0	0.0550	5.2	0.0000
0.9	0.9900	3.1	0.0475	5.3	0.0000
1.0	1.000	3.2	0.0400	5.4	0.0000
1.1	0.9900	3.3	0.0345	5.5	0.0000
1.2	0.9300	3.4	0.0290	5.6	0.0000
1.3	0.8600	3.5	0.0250	5.7	0.0000
1.4	0.7800	3.6	0.0210	5.8	0.0000
1.5	0.6800	3.7	0.0180	5.9	0.0000
1.6	0.5600	3.8	0.0150	6.0	0.0000
1.7	0.4600	3.9	0.0130	6.1	0.0000
1.8	0.3900	4.0	0.0110	6.2	0.0000
1.9	0.3300	4.1	0.0098	6.3	0.0000
2.0	0.2800	4.2	0.0086	6.4	0.0000
2.1	0.2435	4.3	0.0074	6.5	0.0000
2.2	0.2070	4.4	0.0062		

Tab.5.4/A: Valori adimensionali utilizzati per calcolare l'idrogramma secondo Mockus

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56''), DP 75 bar	Pagina 19 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

6. STUDIO IDRAULICO

6.1 Premessa

6.2 Descrizione del modello idraulico

Per la determinazione del profilo della superficie libera del corso d'acqua si sono utilizzate le equazioni del moto permanente e del moto vario monodirezionale di una corrente a pelo libero, risolte applicando il codice di calcolo HEC-RAS, sviluppato da Hydrologic Engineering Center dell'US Army Corps of Engineers (release 5.0).

La prima fase della modellazione consiste nel fornire le informazioni relative alla geometria del corso d'acqua del tratto che si desidera analizzare utilizzando la finestra Geometric Data, all'interno della quale si devono definire il corso del fiume (Reach) e la geometria delle sezioni (Cross Section Data). All'interno della finestra Cross Section Data, oltre alla geometria della sezione è necessario inserire la distanza fra le sezioni (Reach Length), il coefficiente di scabrezza, rappresentativo delle perdite di carico, secondo la formulazione di Manning, inoltre, è possibile definire la posizione delle sponde (Left and Right Bank) e degli argini (Levees) e inserire nella sezione delle aree dove l'acqua arriva ma non contribuisce al deflusso (Ineffective Flow Areas) e delle coperture (Lids).

All'interno della finestra Geometric Data sono disponibili altre opzioni, fra le quali la procedura di interpolazione fra una sezione e l'altra (XS Interpolation), molto utile quando occorre infittire il numero di sezioni, qualora i rilievi originali siano troppo distanti fra loro; il programma permette anche di fornire la geometria dei ponti in una sezione (Bridge and Clvert Data) nella quale è possibile definire per ogni ponte l'impalcato (Deck/Roadway), le pile (Piers), le spalle (Sloping Abutments) e le condizioni di calcolo (Bridge Modelling Approach); si possono inserire inoltre strutture perpendicolari al corso d'acqua (Inline Structure), sfioratori laterali (Lateral Structure) e casse di laminazione (Storage Area).

Una volta completata l'inserzione dei dati geometrici, si passa all'inserimento dei dati di portata tramite il comando Steady Flow Data, in caso di moto permanente, o Unsteady Flow Data, in caso di moto vario.

In caso di moto permanente, all'interno della finestra Steady Flow Data è necessario definire il numero dei profili da calcolare, i dati di massima portata (almeno una portata per ogni ramo e per ogni profilo) e le condizioni al contorno (Reach Boundary Conditions). Le condizioni al contorno sono necessarie per stabilire il livello del pelo libero dell'acqua all'estremità del sistema (a monte e/o a valle a seconda che si intenda eseguire un'analisi in regime di corrente lenta, veloce o mista) e comprendono: quota del fondo alveo (Know Water Surface Elevation); altezza critica (Critical Depth); altezza di moto uniforme (Normal Depth); scala di deflusso (Rating curve). A questo punto è possibile passare ad eseguire la simulazione idraulica in moto permanente tramite il comando Steady Flow Analysis.

In caso di analisi in moto vario, all'interno della finestra Unsteady Flow Data, devono essere inserite le condizioni al contorno (Boundary Conditions) e le condizioni iniziali (Initial Condition) per quel che riguarda portate e volumi di invaso.

Le possibili condizioni al contorno sono:

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56''), DP 75 bar	Pagina 20 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

- Stage hydrograph: variazione del livello in funzione del tempo;
- Flow Hydrograph: variazione della portata in funzione del tempo;
- Stage/flow hydr.: condizione mista variazione di livello e poi portata in funzione del tempo;
- Rating Curve: scala di deflusso;
- Normal Depth: altezza moto uniforme;
- Lateral Inflow Hydr.: idrogramma laterale, immissione concentrata;
- Uniform Lateral Inflow: Idrogramma laterale, immissione distribuita;
- Groundwater Interflow: idrogramma laterale, immissione concentrata della falda;
- T.S. Gate Opnings: variazione di apertura di saracinesche in funzione del tempo;
- Elev Controlled Gates: caratteristica di manovra delle saracinesche;
- Navigation Dams: chiuse per la navigazione;
- IB Stage/Flow: idrogramma misurato da inserire a monte di una traversa.

Dopo aver definito le condizioni al contorno è necessario definire le condizioni iniziali, almeno nelle sezioni estreme di monte per ogni tronco fluviale, le quali consistono nei dati di portata per ogni tratto e di quota del pelo libero per le eventuali aree di invaso definite.

A questo punto è possibile passare ad eseguire la simulazione idraulica in moto vario tramite il comando Unsteady Flow Analysis.

I risultati delle computazioni idrauliche sono riassunti in tabelle riepilogative (Detail Output Tables e Profile Summary Table), immagini relative alle sezioni geometriche utilizzate (Plot Cross-Section) e al profilo longitudinale (General Plot Profile e Water Surface Profile) e, infine, con una visione tridimensionale del sistema fluviale (X, Y, Z Perspective Plot).

6.2.1 *Descrizione del modello matematico*

Moto Permanente

La procedura di calcolo si basa sulla soluzione dell'equazione del moto permanente gradualmente variato con un metodo alle differenze finite. Questa equazione differenziale è la seguente:

$$\frac{dH}{ds} = -S_f$$

con:

$$H = z + \frac{v^2}{2g}$$

in cui:

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56"), DP 75 bar	Pagina 21 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

H = carico totale della corrente nella sezione generica di ascissa s misurato rispetto ad un riferimento orizzontale;

S_f = perdita di carico unitaria dovuta alle resistenze continue;

z = quota del pelo liquido misurato rispetto ad un riferimento orizzontale;

v = velocità media della corrente nella sezione generica di ascissa s;

g = accelerazione di gravità.

Passando alle differenze finite l'equazione, applicata tra due sezioni distanti Δs , può essere scritta come:

$$H_2 - H_1 = -S_{fm} \cdot \Delta s$$

in cui:

H_1 = carico totale della corrente nella sezione iniziale;

H_2 = carico totale della corrente nella sezione finale;

S_{fm} = perdita di carico unitaria dovuta alle resistenze continue media tra le due sezioni.

Sostituendo ed indicando con i pedici 1 e 2 rispettivamente le grandezze relative alla sezione iniziale e finale la precedente equazione diviene:

$$z_1 + \frac{Q^2}{2g \cdot A_1^2} - z_2 - \frac{Q^2}{2g \cdot A_2^2} + \frac{1}{2} \cdot \left[\frac{Q^2 \cdot n^2}{A_1^2 \cdot R_1^{\frac{4}{3}}} + \frac{Q^2 \cdot n^2}{A_2^2 \cdot R_2^{\frac{4}{3}}} \right] \cdot \Delta s = 0$$

in cui:

Q = portata;

A_1 = area bagnata della corrente nella sezione iniziale;

A_2 = area bagnata della corrente nella sezione finale.

Essendo le caratteristiche geometriche di una data sezione funzione del solo tirante idrico. L'equazione permette di determinare il valore del tirante nella sezione finale di un tratto di corrente lungo Δs , una volta noto il suo valore in corrispondenza della sezione iniziale (condizione al contorno).

Per conoscere, quindi, il profilo relativo alla zona in esame del corso d'acqua, occorre suddividere il tronco in una successione di tratti delimitati da sezioni di cui sia nota la geometria.

Il programma Hec-Ras permette la determinazione del profilo secondo tre schemi di calcolo:

- *Corrente lenta (Subcritical Flow)*: è applicabile quando la corrente è ovunque lenta (in tutte le sezioni di calcolo il tirante è maggiore dell'altezza critica). Questo tipo di corrente richiede che la condizione al contorno sia posta in corrispondenza della sezione di valle del tratto considerato;
- *Corrente veloce (Supercritical Flow)*: è applicabile quando la corrente è ovunque veloce (in tutte le sezioni di calcolo il tirante è minore dell'altezza critica). Questo tipo di corrente richiede che la condizione al contorno sia posta in corrispondenza della sezione di monte del tratto considerato;

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56"), DP 75 bar	Pagina 22 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

- Corrente mista (Mixed Flow)*: è applicata quando nel tratto in esame si possono verificare transizioni da un tipo di corrente all'altro, dando luogo ad una successione di tronchi con differenti caratteristiche di moto. Questa condizione nel caso di transizione da corrente veloce a lenta porterà alla formazione di risalti idraulici. Tale schema richiede che siano definite due diverse condizioni al contorno in corrispondenza delle sezioni (di monte e di valle) del tratto considerato.

Nella simulazione del tratto oggetto di studio si utilizzerà la condizione di corrente mista.

Nella condizione di moto permanente sarà sufficiente introdurre il valore della portata in ingresso a monte, eventuali cambiamenti della stessa (dovuta a immissioni localizzate o distribuite) e le condizioni al contorno nella sezione a valle del tronco in esame.

Le perdite di carico sono determinate tramite l'equazione di Manning, in particolare, in corrispondenza di brusche variazioni di velocità dovute ad irregolarità d'alveo, tramite appositi coefficienti di espansione/contrazione. Le irregolarità idrauliche (salti di fondo, confluenze, sbarramenti, etc...) nelle quali si crea una brusca variazione nel profilo della corrente, sono calcolate attraverso la conservazione della spinta totale.

Moto vario

Il codice per il calcolo utilizza la teoria di De Saint Venant per risolvere il problema della propagazione dell'onda di piena. Queste equazioni definiscono la corrente idrica (portata e livelli) in funzione del tempo e dell'asse longitudinale del corso d'acqua (asse X).

De Saint Venante ipotizza che si tratti di un moto monodimensionale, in particolare si assume che le sezioni trasversali sono piane e verticali e la pressione distribuita secondo la legge idrostatica. Per questo la corrente si considera gradualmente variata e le equazioni di propagazione dell'onda di piena utilizzate sono le equazioni differenziali di moto e di continuità:

- equazione di moto:
$$\frac{\delta Q}{\delta t} + \frac{\delta QV}{\delta X} + gA \left(\frac{\delta Z}{\delta X} + S_f \right) = 0$$
- equazione di continuità:
$$\frac{\delta A}{\delta t} + \frac{\delta Q}{\delta X} - q_1 = 0$$

in cui:

$\frac{\delta A}{\delta t}$ = variazione dell'area totale in funzione del tempo;

$\frac{\delta Q}{\delta X}$ = variazione della portata lungo la distanza;

q_1 = portata di ingresso trasversale per unità di lunghezza;

S_f = termine di resistenza;

$\frac{\delta QV}{\delta t}$ = variazione della quantità di moto lungo la distanza;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56''), DP 75 bar	Pagina 23 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

$\frac{\delta Q}{\delta t}$ = variazione della portata in funzione del tempo;

$\frac{\delta Z}{\delta X}$ = pendenza della linea del pelo libero.

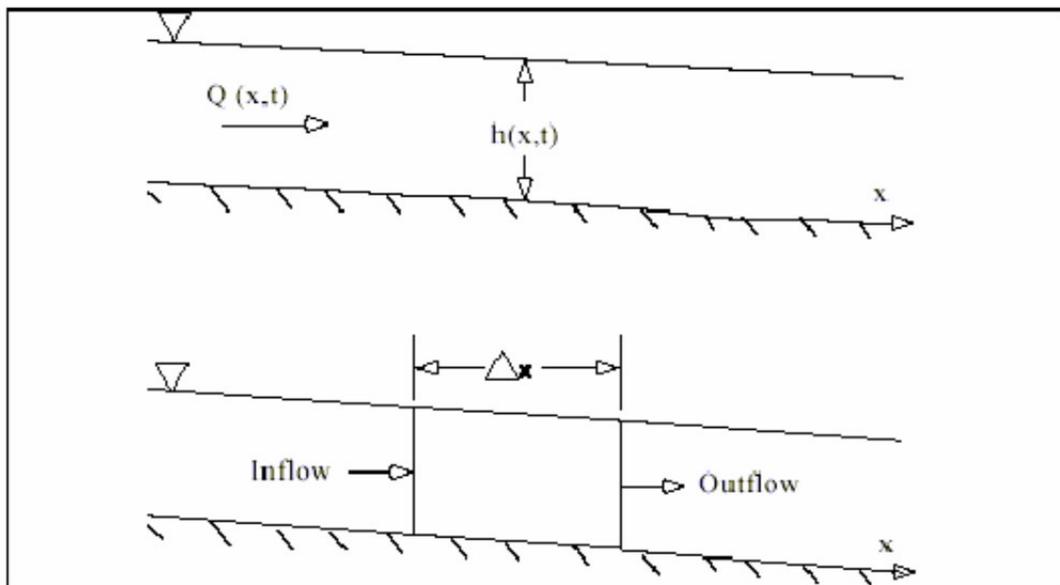


Fig.6.1.2/A: Portata nel canale e nelle aree golenali

La direzione principale del moto è lungo il corso dell'alveo e quindi, anche se si hanno alterazioni del flusso di tipo bidimensionale, si può considerare il moto monodirezionale.

Queste equazioni sono risolte dal programma con il metodo delle differenze finite e utilizzando il metodo di Newton-Raphson dopo che si sono definite le condizioni al contorno e quelle iniziali. Per definirle Hec-Ras permette di scegliere tra:

- Un valore costante del livello idrico o della portata;
- La variazione nel tempo del livello idrico o della portata
- Relazione tra il livello idrico e la portata;
- Valore costante della pendenza dell'alveo a valle della sezione considerata.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56''), DP 75 bar	Pagina 24 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

6.2 Modellazione idraulica canale Foggia di Rau

Per prima cosa è stata inserita la geometria del tratto analizzato del canale Foggia di Rau.

In particolare sono state inserite 19 sezioni numerate dalla 180 alla 5 proseguendo da monte verso valle, le quali sono distribuite lungo il tratto di studio di circa 500 m. È inoltre stato inserito un ponte con sezione 15, quindi quasi alla fine (verso valle) del tratto analizzato. Per il valore del coefficiente di Manning, è stato adottato un valore pari a $0.035 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$, in accordo a quanto indicato nello "Studio per la definizione delle opere necessarie alla messa in sicurezza del reticolo idraulico interessato dagli eventi alluvionali di ottobre e novembre 2005 nelle provincie di Bari e Brindisi", effettuato dall'Autorità di Bacino della Puglia.



Fig.6.2/A: Tratto del canale analizzato con indicazione delle sezioni studiate

Una volta inserita la geometria è necessario eseguire una prima simulazione in moto permanente. Lo scopo di tale simulazioni è essenzialmente quello di effettuare un'analisi preliminare delle criticità del fiume, prima di passare a una simulazione più completa in condizioni di moto vario.

Per l'analisi in moto permanente è stata utilizzata la portata di picco dell'idrogramma di piena relativo a un tempo di ritorno di 200 anni, pari a $58,56 \text{ m}^3/\text{s}$.

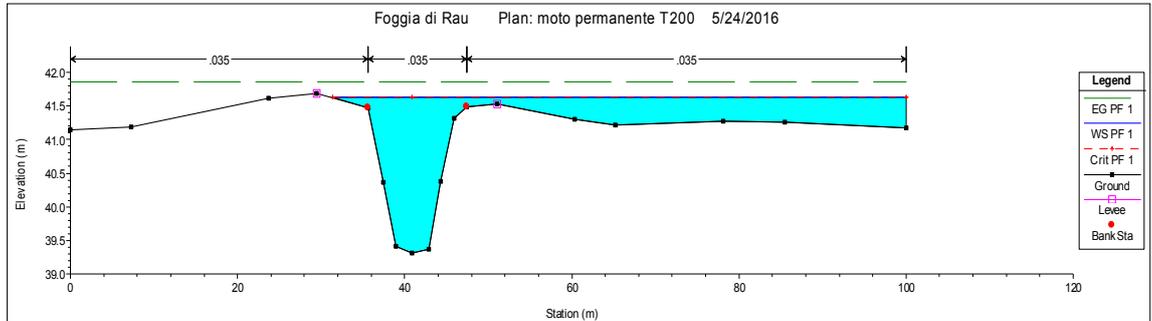
Di seguito si riportano i risultati dell'analisi (sezione in corrispondenza attraversamento - sez.100, profilo e tabella riepilogativa).

Relativamente alle sezioni, EG rappresenta la linea dell'energia, WS rappresenta l'altezza d'acqua, Crit rappresenta l'altezza di stato critico, Ground è il terreno.

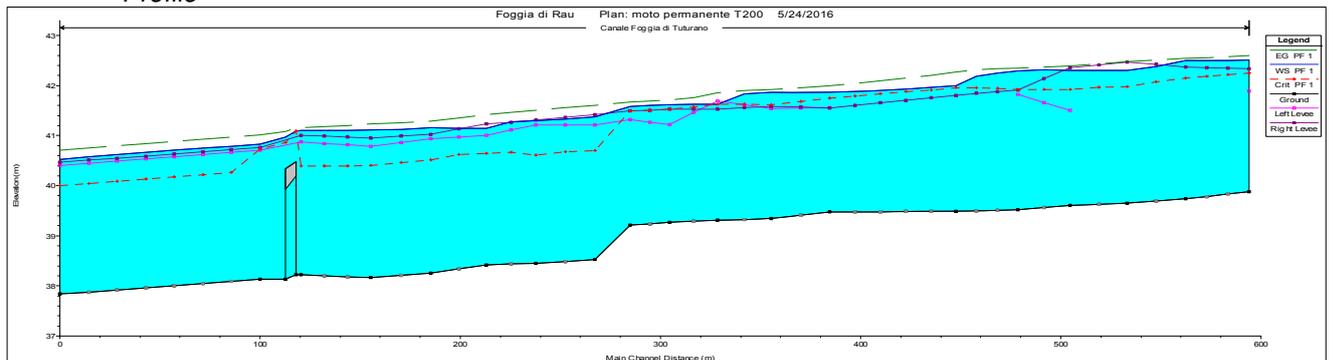
	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56"), DP 75 bar	Pagina 25 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

Sezione 100



Profilo



Profile Output Table

River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
180	58.56	39.88	42.50	42.24	42.59	0.001700	1.66	54.49	81.15	0.39
170	58.56	39.74	42.50	42.15	42.54	0.000821	1.21	79.00	109.45	0.27
160	58.56	39.65	42.30	41.97	42.48	0.002659	2.08	34.70	30.13	0.48
150	58.56	39.61	42.30	41.92	42.39	0.001570	1.60	48.45	47.48	0.37
140	58.56	39.52	42.29	41.92	42.35	0.001166	1.35	61.45	71.29	0.32
130	58.56	39.49	42.00	41.95	42.27	0.004334	2.56	30.99	44.10	0.61
120	58.56	39.47	41.86	41.75	42.00	0.002597	1.98	45.61	72.14	0.48
110	58.56	39.34	41.86	41.62	41.92	0.001256	1.41	66.43	95.63	0.33
100	58.56	39.31	41.62	41.62	41.85	0.005128	2.45	34.68	68.71	0.65
90	58.56	39.26	41.62	41.53	41.71	0.002091	1.73	56.70	105.65	0.42
80	58.56	39.21	41.58	41.49	41.67	0.002020	1.68	58.34	109.58	0.42
70	58.56	38.52	41.37	40.70	41.61	0.003464	2.27	32.33	50.49	0.55
60	58.56	38.46	41.30	40.61	41.50	0.002868	2.18	35.01	50.18	0.50
50	58.56	38.42	41.14	40.65	41.42	0.003880	2.48	30.17	42.63	0.58
40	58.56	38.25	41.15	40.52	41.29	0.002152	1.91	46.90	82.26	0.43
30	58.56	38.16	41.11	40.40	41.23	0.001767	1.79	49.58	75.89	0.39
20	58.56	38.22	41.10	40.39	41.16	0.001184	1.38	66.11	98.99	0.32
15	Bridge									
10	58.56	38.14	40.83	40.73	41.01	0.002886	2.14	41.06	78.29	0.50
5	58.56	37.84	40.52	40.00	40.71	0.003006	2.17	40.25	78.29	0.51

Q Total: Portata totale

Min Ch Elev: Quota minima della sezione s.l.m.

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56"), DP 75 bar	Pagina 26 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

WS Elev: Altezza idrica calcolata dall'equazione dell'energia s.l.m.
EG Elev: Energia calcolata per un determinata altezza idrica
EG Slope: Pendenza della linea dell'energia
Vel Ch: velocità media del flusso nel canale principale
Flow Area: Area totale del flusso nella sezione di attraversamento
Top Widht: Altezza max
Froude: numero di Froude

Dai risultati della simulazione, l'alveo del canale non risulta in grado di smaltire la portata di piena duecentennale lungo tutto il tratto analizzato, tale portata va ad interessare quindi le aree golenali di ogni sezione. Ciò conferma quanto contenuto nella documentazione resa disponibile dall'autorità di bacino relativa allo "studio per la definizione delle opere necessarie alla messa in sicurezza del reticolo idraulico interessato dagli eventi alluvionali di ottobre e novembre 2005 nelle province di Bari e Brindisi" ed in particolare i risultati illustrati all'allegato 5.10. Quest'ultimo, infatti, mostra come nel tratto analizzato (subito a valle dell'attraversamento BR06500033SP), si abbia ovunque esondazione.

Quando, come in questo caso, il deflusso delle acque impegna le fasce golenali o le zone di pertinenza fluviale nelle quali i fenomeni di accumulo d'acqua diventano più importanti di quelli di trasferimento, è necessario utilizzare una modellazione idraulica in regime di moto vario.

Il programma Hec-Ras però, considera la propagazione della piena nelle golene alla stregua di quella nell'alveo inciso, trascurando, quindi, l'effetto di laminazione insito nel fatto che l'acqua, esondando dall'alveo inciso e allagando le golene, disperde parte del suo volume in tali aree laterali che, per effetto di una maggiore scabrezza del fondo e di una diversa configurazione morfologica, rilasciano tale acqua molto più lentamente e secondo più direzioni.

Per questo motivo, essendo la schematizzazione bidimensionale molto complessa ed onerosa sia dal punto di vista del modello di calcolo che dei dati da utilizzare, solitamente si adotta uno schema di moto cosiddetto quasi-bidimensionale, che è caratterizzato da uno schema monodimensionale lungo il reticolo idrografico e da celle di accumulo connesse idraulicamente al reticolo e tra di loro, che rappresentano le zone limitrofe ai corsi d'acqua dove la propagazione dell'acqua non avviene attraverso uno schema monodimensionale; si raffina cioè la simulazione in Hec-Ras imponendo una forzatura alla laminazione che nella realtà è determinata dalle golene e che nel software viene simulata inserendo una cassa di espansione fittizia in parallelo al fiume.

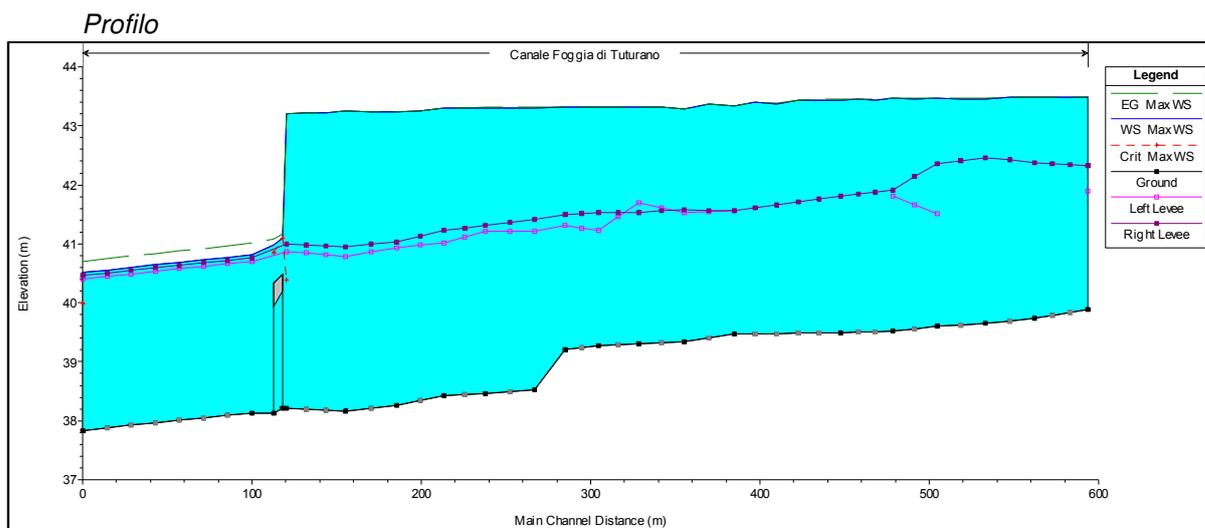
Nel caso in esame però, poiché risulta allagato l'intero tratto di studio, ed essendo quest'ultimo limitato ad una porzione di circa 500 m del corso d'acqua, non si ritiene opportuno l'inserimento di celle di accumulo. Sarebbe infatti necessario l'inserimento della cella lungo l'intero tratto e non in una porzione limitata, inoltre, in considerazione del fatto che l'analisi non terrebbe conto dell'effetto di laminazione già avvenuto a monte del tratto analizzato, non risulterebbe accurata in ogni caso. E' stata quindi eseguita l'analisi in moto vario senza celle di accumulo.

L'analisi in moto vario conferma l'incapacità dell'alveo di contenere l'onda di piena. In questa analisi il livello idrico nelle sezioni di monte, compresa quella in corrispondenza dell'attraversamento da parte del metanodotto, risulta più elevato, probabilmente risentendo maggiormente dell'ostruzione generata dal ponte inserito alla sezione 15, come emerge dai risultati riportati in seguito ed in particolare dal profilo del pelo libero.

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56"), DP 75 bar	Pagina 27 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

Di seguito si riportano i risultati dell'analisi relativi alla massima altezza di pelo libero; in particolare si riportano il profilo del pelo libero, la tabella riassuntiva dei risultati della simulazione e la sezione in corrispondenza dell'attraversamento del metanodotto (sezione 100).



Profile Output Table

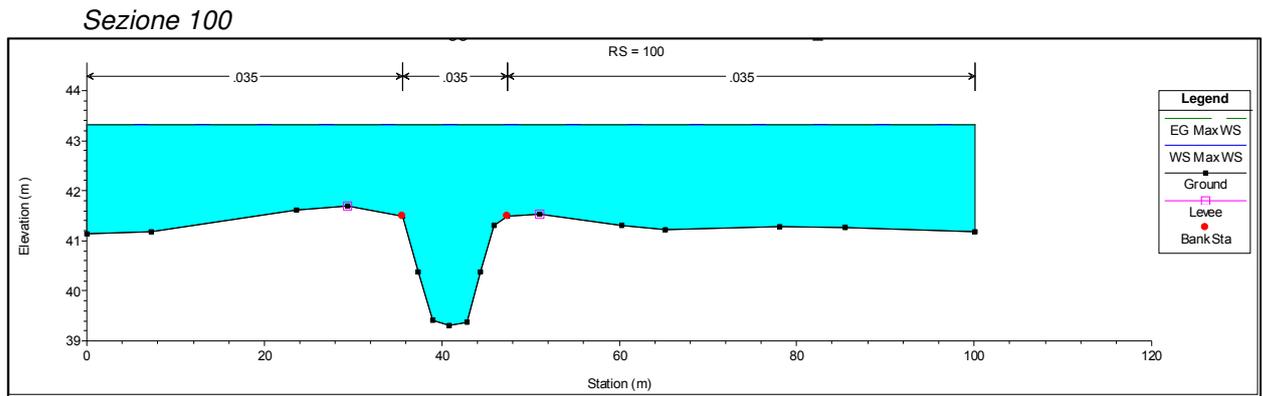
River Sta	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
180	58.03	39.88	43.48		43.49	0.000119	0.58	133.53	81.15	0.11
170	58.03	39.74	43.48		43.48	0.000059	0.42	186.12	109.45	0.08
160	58.03	39.65	43.45		43.47	0.000143	0.65	112.40	58.14	0.12
150	58.03	39.61	43.46		43.47	0.000066	0.45	164.09	84.40	0.08
140	58.03	39.52	43.46		43.47	0.000080	0.49	145.18	71.29	0.09
130	58.03	39.49	43.44		43.46	0.000179	0.77	94.57	44.10	0.14
120	58.02	39.47	43.33		43.34	0.000070	0.49	151.56	72.14	0.09
110	58.02	39.34	43.28		43.29	0.000039	0.36	202.14	95.63	0.06
100	58.02	39.31	43.31		43.32	0.000036	0.34	210.45	100.05	0.06
90	58.02	39.26	43.32		43.32	0.000026	0.31	236.12	105.65	0.05
80	58.02	39.21	43.32		43.32	0.000023	0.29	248.37	109.58	0.05
70	58.02	38.52	43.31		43.32	0.000041	0.41	179.34	73.96	0.07
60	58.02	38.46	43.31		43.31	0.000031	0.36	202.96	80.85	0.06
50	58.02	38.42	43.30		43.30	0.000037	0.40	181.97	69.87	0.06
40	58.02	38.25	43.24		43.24	0.000025	0.33	218.36	82.26	0.05
30	58.02	38.16	43.25		43.26	0.000025	0.34	212.51	75.89	0.05
20	58.02	38.22	43.21	40.38	43.21	0.000015	0.26	274.84	98.99	0.04
15	Bridge									
10	58.02	38.14	40.81		41.01	0.003027	2.18	39.74	78.29	0.51
5	58.02	37.84	40.52	39.99	40.71	0.003023	2.17	39.77	78.29	0.51

Q Total: Portata totale

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56"), DP 75 bar	Pagina 28 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

Min Ch Elev: Quota minima della sezione s.l.m.
WS Elev: Altezza idrica calcolata dall'equazione dell'energia s.l.m.
EG Elev: Energia calcolata per un determinata altezza idrica
EG Slope: Pendenza della linea dell'energia
Vel Ch: velocità media del flusso nel canale principale
Flow Area: Area totale del flusso nella sezione di attraversamento
Top Widht: Altezza max
Froude: numero di Froude



È stata poi studiata una ipotetica sezione dell'alveo che permetterebbe di contenere la portata di piena duecentennale, così da posizionare il metanodotto nell'ottica di una possibile futura riprofilatura del canale.

Il software Hac-Ras permette infatti di considerare eventuali modifiche di sezione che si rendano necessarie per adeguare l'alveo a portate maggiori di quelle attualmente smaltibili.

Si è ipotizzata una sezione profonda 3 m e larga 16 m in sommità, con una pendenza delle sponde di 45 gradi, prevedendo quindi un approfondimento di circa 1 m e un allargamento di circa 5 m della sezione originaria, come illustrato nelle figure seguenti.

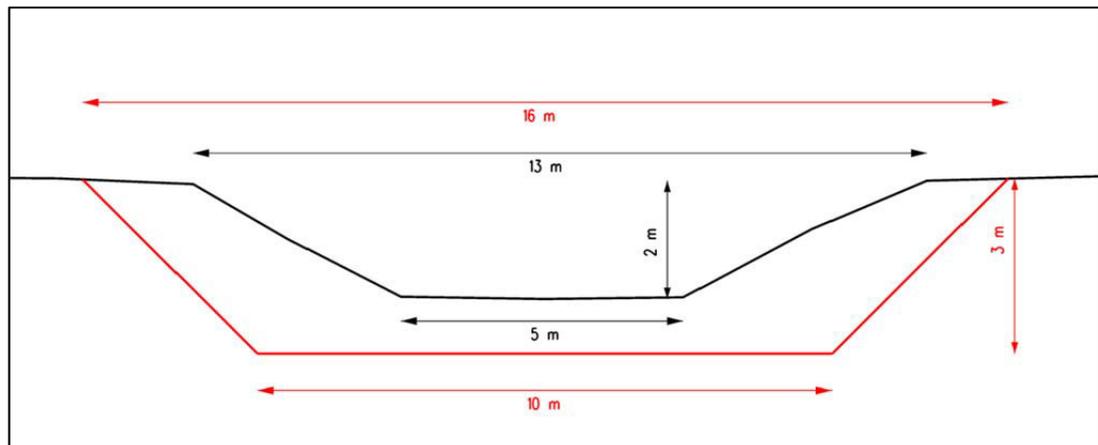
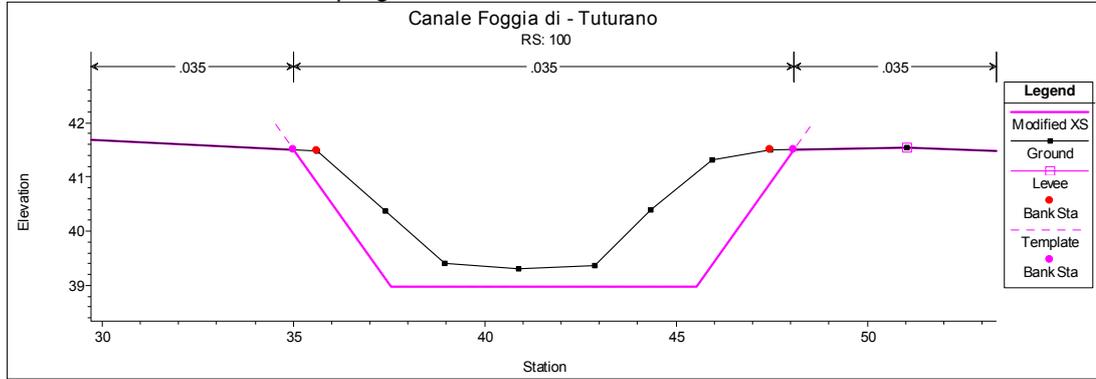


Fig. 6.2/A Ipotesi di riprofilatura della sezione relativa all'attraversamento del metanodotto (in nero è indicato il profilo originario e in rosso quello di riprofilatura).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56"), DP 75 bar	Pagina 29 di 39	Rev. 0

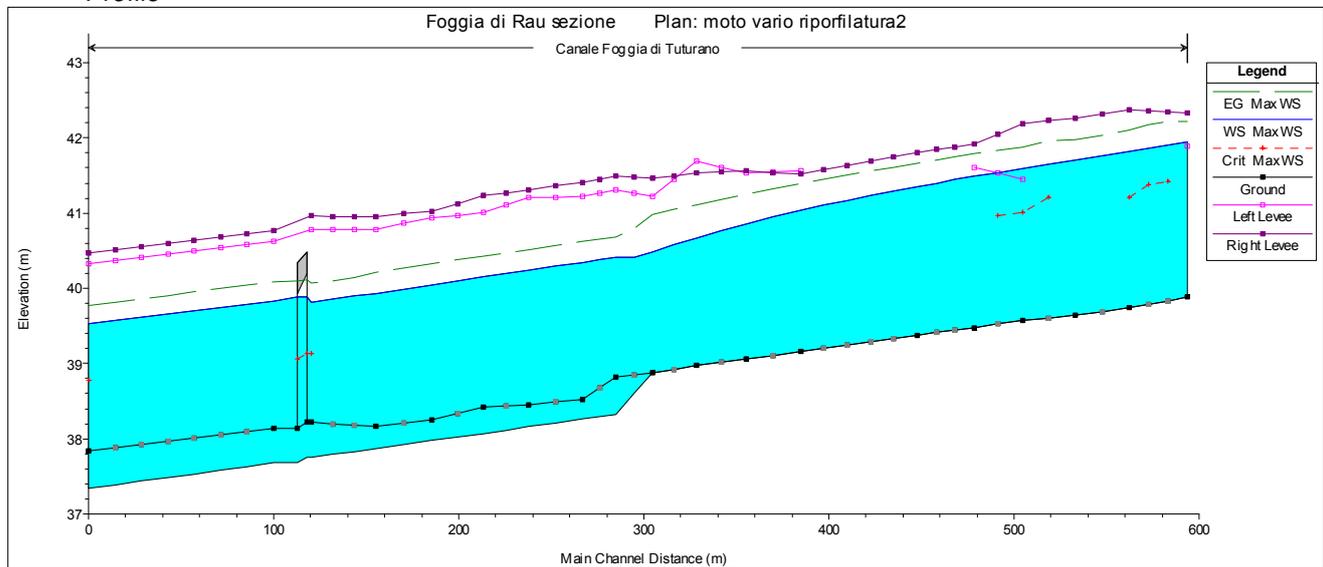
Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

Sezione 100 modificata dal programma Hec-Ras



Eseguendo la simulazione in moto vario con la nuova geometria, estesa a tutto il tratto analizzato, la portata duecentennale risulta ampiamente smaltita, come evidenziato dai risultati della simulazione relativi alla massima altezza di pelo libero di seguito riportati.

Profilo



 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56"), DP 75 bar	Pagina 30 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

Profile Output Table

River Sta	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude #
	(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
180	58.56	39.88	41.94		42.22	0.003499	2.32	27.24	39.34	0.55
170	58.56	39.74	41.81	41.21	42.10	0.003757	2.37	25.58	40.94	0.57
160	58.55	39.65	41.71		41.97	0.003540	2.31	27.90	32.73	0.56
150	58.55	39.57	41.59	41.01	41.88	0.003818	2.38	26.67	49.83	0.58
140	58.55	39.48	41.49		41.79	0.004059	2.43	24.13	14.02	0.59
130	58.55	39.38	41.35		41.67	0.004328	2.48	23.61	13.94	0.61
120	58.55	39.16	41.03		41.39	0.005148	2.63	22.25	13.75	0.66
110	58.55	39.06	40.86		41.25	0.005951	2.76	21.18	13.59	0.71
100	58.55	38.97	40.67		41.11	0.007143	2.94	19.91	13.40	0.77
90	58.55	38.88	40.48		40.99	0.008750	3.15	18.59	13.20	0.85
80	58.55	38.32	40.41		40.68	0.003548	2.32	25.27	14.18	0.55
70	58.55	38.26	40.35		40.62	0.003571	2.32	25.22	14.17	0.56
60	58.55	38.16	40.24		40.52	0.003614	2.33	25.11	14.16	0.56
50	58.55	38.07	40.15		40.43	0.003602	2.33	25.14	14.16	0.56
40	58.55	37.98	40.05		40.33	0.003692	2.35	24.93	14.13	0.56
30	58.55	37.87	39.94		40.22	0.003695	2.35	24.92	14.13	0.56
20	54.92	37.75	39.82	39.14	40.07	0.003222	2.20	25.00	14.14	0.53
15	Bridge									
10	58.55	37.68	39.83		40.09	0.003212	2.24	26.15	14.30	0.53
5	58.55	37.33	39.53	38.78	39.77	0.003002	2.19	26.77	14.39	0.51

Q Total: Portata totale

Min Ch Elev: Quota minima della sezione s.l.m.

WS Elev: Altezza idrica calcolata dall'equazione dell'energia s.l.m.

EG Elev: Energia calcolata per un determinata altezza idrica

EG Slope: Pendenza della linea dell'energia

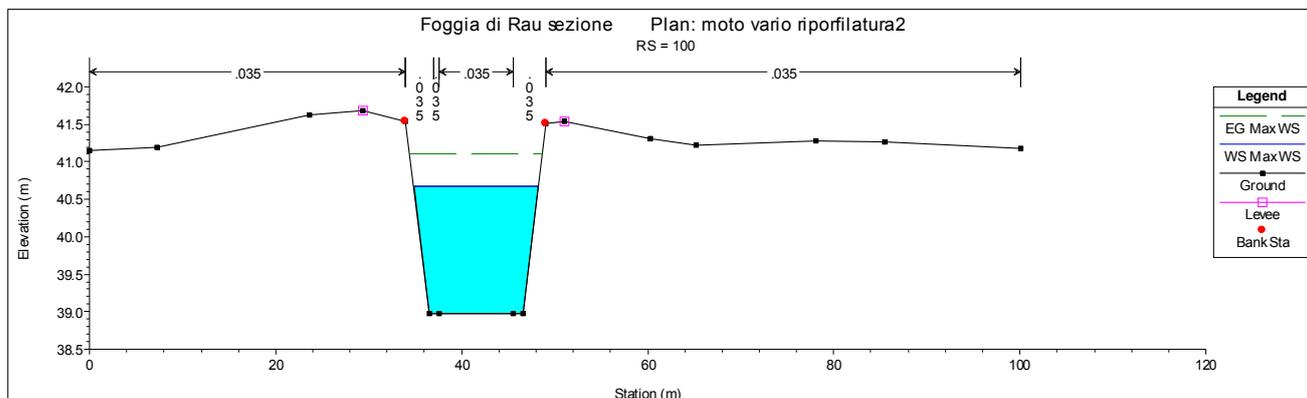
Vel Ch: velocità media del flusso nel canale principale

Flow Area: Area totale del flusso nella sezione di attraversamento

Top Widht: Altezza max

Froude: numero di Froude

Sezione 100



A seguito delle simulazioni eseguite, si ritiene cautelativo, anche in vista di possibili riprofilature dell'alveo finalizzate al contenimento della portata di piena duecentennale,

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56"), DP 75 bar	Pagina 31 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

posizionare il metanodotto ad una profondità di 3 m dal fondo attuale del canale e di mantenere tale profondità per circa 15 m oltre le sponde laterali, così da garantire una adeguata copertura nel caso di approfondimento e di allargamento dell'alveo.

Naturalmente, una possibile sistemazione dell'alveo deve essere fatta sulla base di studi specifici che tengano conto dell'intero corso d'acqua e delle relative opere; il presente studio non è finalizzato alla progettazione di opere di sistemazione dell'alveo ma ha il solo scopo di individuare le dimensioni cautelative per la progettazione dell'attraversamento del canale da parte del metanodotto, in modo da non interferire con ipotetiche future riprofilature del corso d'acqua.

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56''), DP 75 bar	Pagina 32 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

7. PERIMETRAZIONE DELLE AREE ALLAGABILI

7.1 Premessa

I risultati delle simulazione con la portata duecentennale evidenziano una diffusa condizione di esondazione della piena nel tratto analizzato.

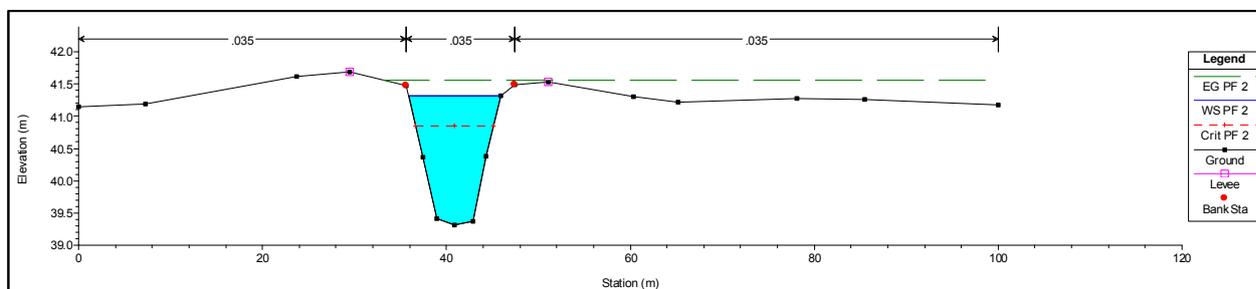
Per la perimetrazione delle aree allagate è stata ripetuta la simulazione in moto permanente anche per le portate con Tr 30 e 500 anni.

7.2 Risultati del calcolo

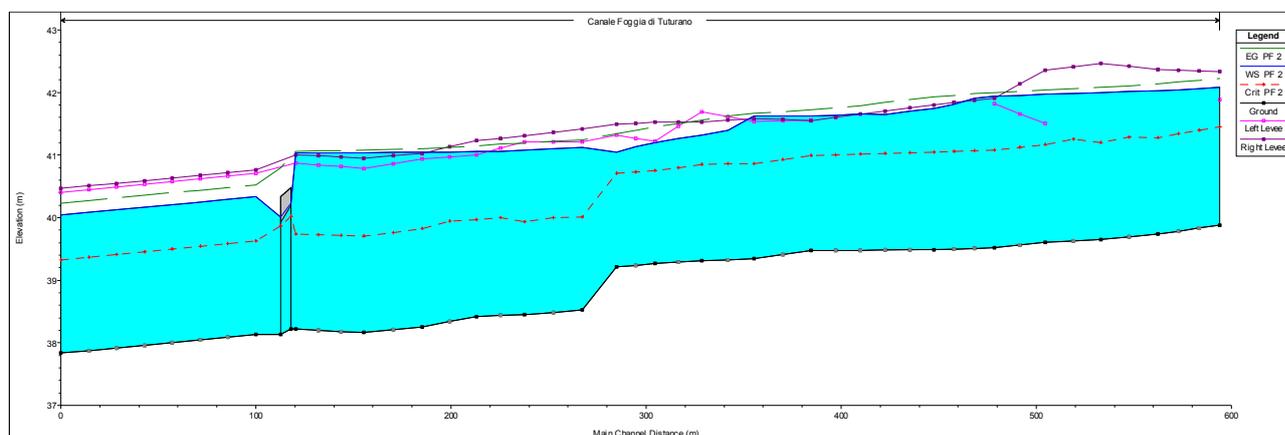
Di seguito si riportano i risultati della simulazione:

TR 30

sezione 100 in corrispondenza dell'Attraversamento



profilo longitudinale



 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56"), DP 75 bar	Pagina 33 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
180	29.73	39.88	42.08	41.45	42.22	0.002559	1.77	21.15	36.60	0.46
170	29.73	39.74	42.03	41.28	42.14	0.001979	1.61	24.75	47.94	0.40
160	29.73	39.65	41.99	41.20	42.08	0.001551	1.46	25.49	29.72	0.36
150	29.73	39.61	41.98	41.17	42.04	0.001124	1.24	33.21	47.04	0.31
140	29.73	39.52	41.95	41.08	42.00	0.001164	1.18	37.07	71.29	0.31
130	29.73	39.49	41.74	41.04	41.93	0.002963	1.91	16.63	24.91	0.49
120	29.73	39.47	41.62	40.99	41.73	0.002000	1.58	28.15	72.14	0.41
110	29.73	39.34	41.62	40.86	41.67	0.001009	1.15	43.19	95.63	0.29
100	29.73	39.31	41.32	40.85	41.56	0.004604	2.20	13.52	10.07	0.61
90	29.73	39.26	41.20	40.75	41.45	0.004642	2.21	13.46	10.03	0.61
80	29.73	39.21	41.05	40.70	41.34	0.005991	2.41	12.36	9.84	0.69
70	29.73	38.52	41.13	40.01	41.24	0.001570	1.48	20.09	11.86	0.36
60	29.73	38.46	41.08	39.93	41.19	0.001484	1.48	20.09	11.16	0.35
50	29.73	38.42	41.06	39.97	41.15	0.001286	1.38	26.60	42.14	0.33
40	29.73	38.25	41.05	39.82	41.11	0.000819	1.14	38.63	82.26	0.26
30	29.73	38.16	41.04	39.70	41.08	0.000576	1.00	44.60	75.89	0.22
20	29.73	38.22	41.04	39.74	41.06	0.000389	0.77	60.23	98.99	0.18
15	Bridge									
10	29.73	38.14	40.34	39.63	40.53	0.003000	1.91	15.54	10.08	0.49
5	29.73	37.84	40.04	39.33	40.23	0.003000	1.91	15.54	10.08	0.49

Q Total: Portata totale

Min Ch Elev: Quota minima della sezione s.l.m.

WS Elev: Altezza idrica calcolata dall'equazione dell'energia s.l.m.

EG Elev: Energia calcolata per un determinata altezza idrica

EG Slope: Pendenza della linea dell'energia

Vel Ch: velocità media del flusso nel canale principale

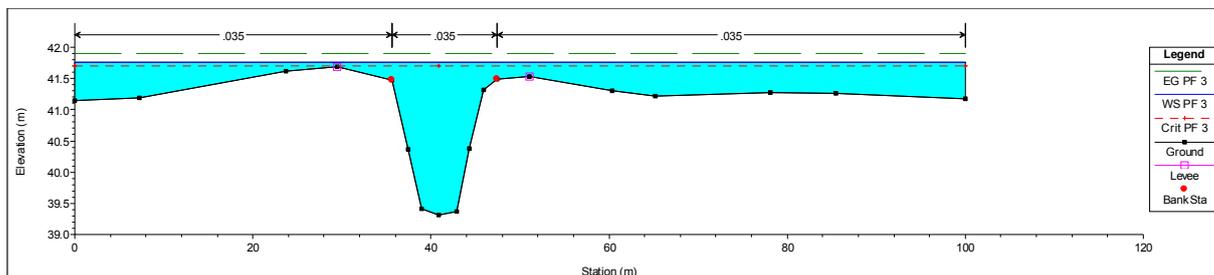
Flow Area: Area totale del flusso nella sezione di attraversamento

Top Widht: Altezza max

Froude: numero di Froude

TR 500

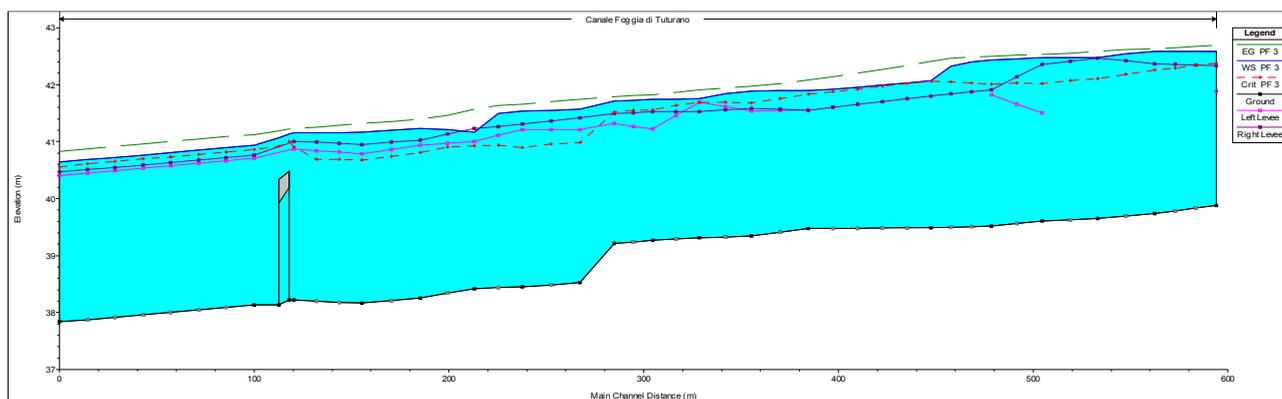
sezione 100 in corrispondenza dell'Attraversamento



 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56''), DP 75 bar	Pagina 34 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

profilo longitudinale



River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
180	73.44	39.88	42.59	42.38	42.69	0.001957	1.84	61.25	81.15	0.42
170	73.44	39.74	42.58	42.25	42.63	0.000945	1.33	88.14	109.45	0.29
160	73.44	39.65	42.47	42.11	42.59	0.001926	1.84	55.30	58.14	0.41
150	73.44	39.61	42.48	42.02	42.53	0.000948	1.31	80.91	84.40	0.29
140	73.44	39.52	42.44	42.01	42.50	0.001146	1.41	72.04	71.29	0.32
130	73.44	39.49	42.07	42.07	42.41	0.005288	2.91	34.43	44.10	0.68
120	73.44	39.47	41.89	41.83	42.08	0.003642	2.38	47.65	72.14	0.57
110	73.44	39.34	41.89	41.68	41.97	0.001767	1.69	69.08	95.63	0.39
100	73.44	39.31	41.76	41.70	41.90	0.003401	2.12	55.17	100.05	0.54
90	73.44	39.26	41.74	41.57	41.83	0.001888	1.72	69.50	105.65	0.41
80	73.44	39.21	41.71	41.52	41.79	0.001761	1.65	72.32	109.58	0.39
70	73.44	38.52	41.57	40.98	41.74	0.002572	2.10	50.34	73.96	0.48
60	73.44	38.46	41.54	40.90	41.66	0.001794	1.87	59.66	80.85	0.40
50	73.44	38.42	41.16	40.93	41.57	0.005713	3.03	31.14	43.68	0.70
40	73.44	38.25	41.23	40.80	41.39	0.002523	2.12	53.38	82.26	0.47
30	73.44	38.16	41.16	40.68	41.32	0.002287	2.08	53.84	75.89	0.45
20	73.44	38.22	41.15	40.91	41.23	0.001515	1.59	71.38	98.99	0.37
15	Bridge									
10	73.44	38.14	40.94	40.86	41.13	0.002997	2.26	49.53	78.29	0.51
5	73.44	37.84	40.64	40.56	40.83	0.003003	2.26	49.49	78.29	0.51

Q Total: Portata totale

Min Ch Elev: Quota minima della sezione s.l.m.

WS Elev: Altezza idrica calcolata dall'equazione dell'energia s.l.m.

EG Elev: Energia calcolata per un determinata altezza idrica

EG Slope: Pendenza della linea dell'energia

Vel Ch: velocità media del flusso nel canale principale

Flow Area: Area totale del flusso nella sezione di attraversamento

Top Widht: Altezza max

Froude: numero di Froude

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56"), DP 75 bar	Pagina 35 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

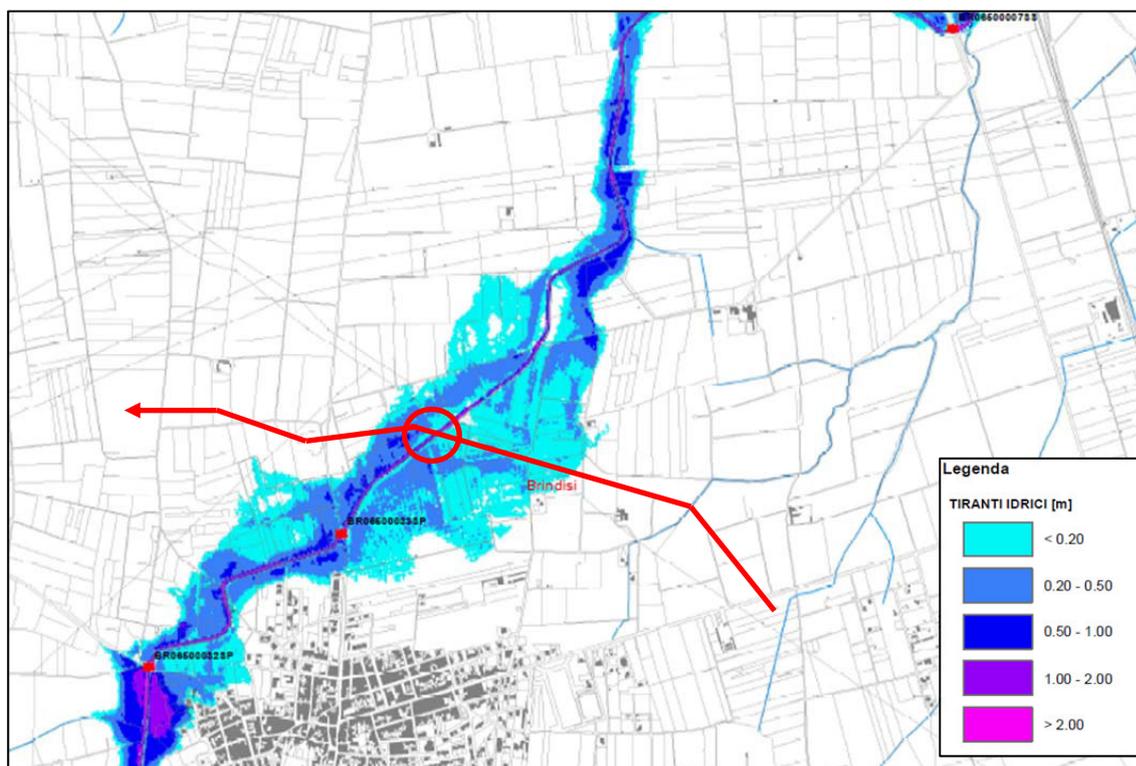


Fig. 7.2/A Perimetrazione delle Aree Allagate eseguita dall'AdB Puglia e relativi tiranti idrici con la portata $Tr=200$ anni, la linea rossa rappresenta il met. Int. TAP

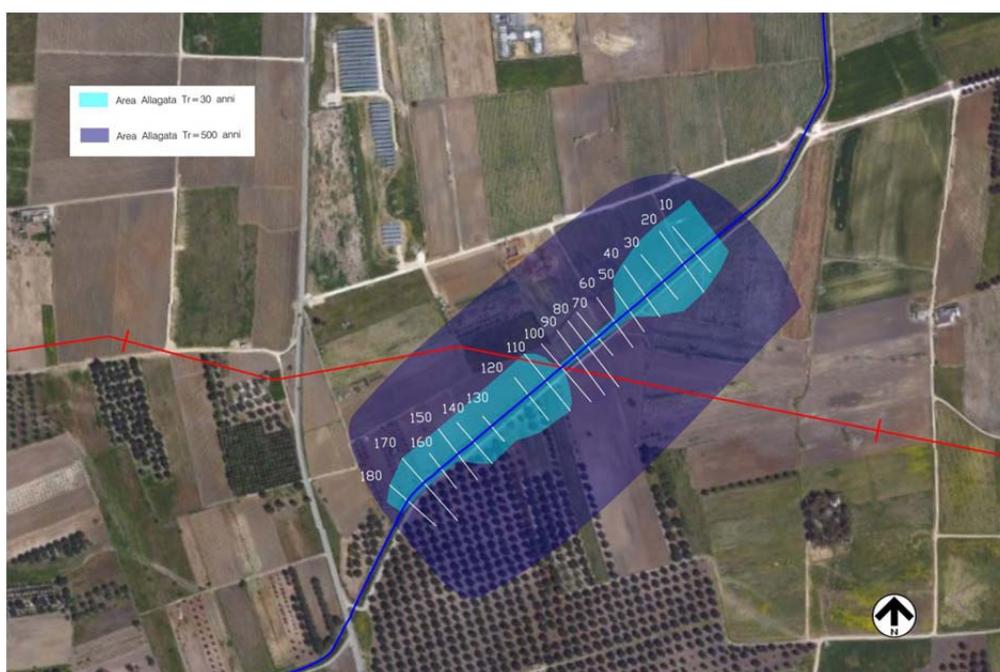


Fig.7.2/B Perimetrazione delle Aree Allagate con $Tr=30$ anni, $Tr=500$ anni

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56''), DP 75 bar	Pagina 36 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

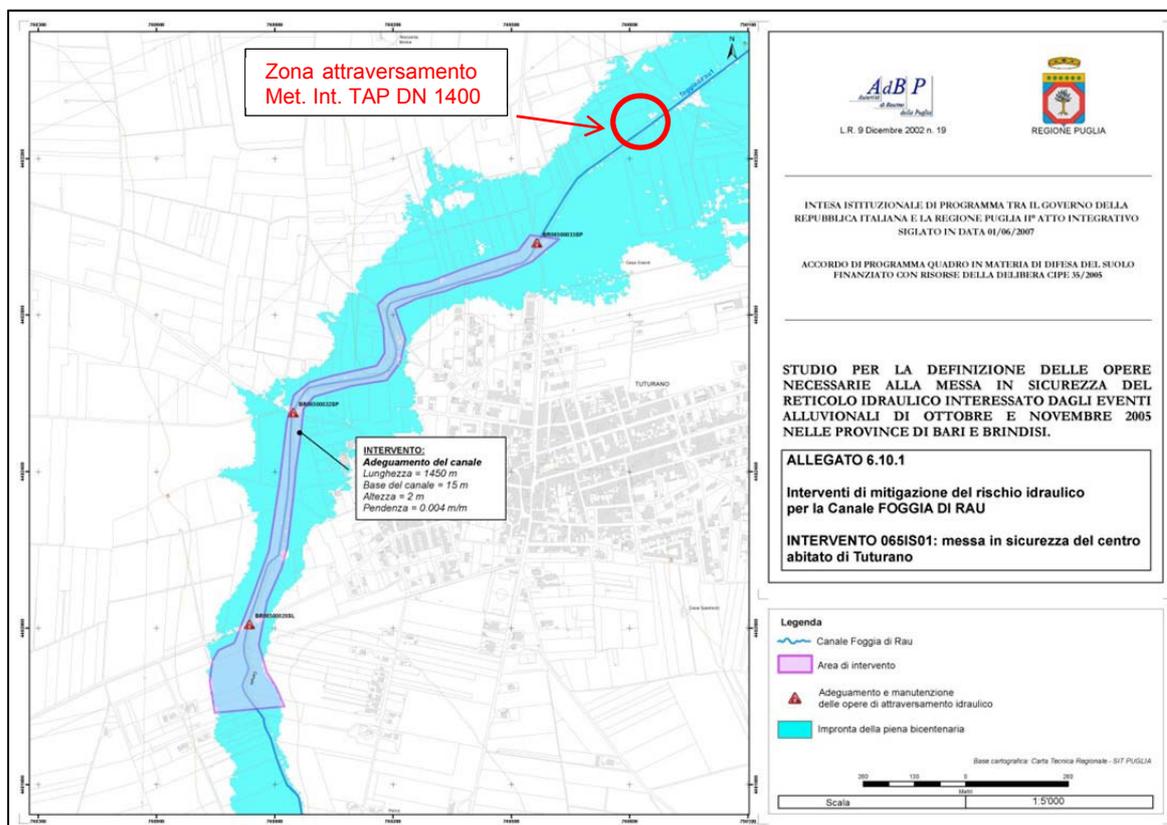


Fig.7.2/C Interventi di mitigazione del rischio idraulico proposti dall'AdB Puglia per l'abitato di Turturano

Limitatamente al tratto oggetto di studio gli allagamenti sono diffusi già con l'evento di piena trentennale, la portata non viene contenuta in alveo, in particolare nelle sezioni di monte. Le aree allagate sono confermate anche dallo studio dell'Autorità di Bacino (Fig. 7.2/A), il quale indica per il tratto interessato dall'attraversamento, in occasione della portata duecentennale, dei tiranti idrici inferiori a 20 cm in destra idraulica e compresi tra 20 cm e 50 cm in sinistra, per una superficie molto estesa.

In effetti le quote topografiche variano molto lentamente, le altezze idriche raggiunte con la portata con tempo di ritorno 500 anni vanno oltre la fascia del rilievo topografico disponibile.

Da sottolineare il fatto che il tratto interessato dall'attraversamento del metanodotto è posto in aree agricole, a valle dell'abitato di Turturano. Negli studi dell'AdB Puglia per gli interventi di messa in sicurezza idraulica dell'abitato di Turturano è prevista la riprofilatura del canale, realizzando una sezione profonda 2 m e larga alla base 15 m, nel tratto di canale che attraversa il centro abitato. Questa sistemazione idraulica non interferisce con la posizione della tubazione (vedi fig. 7.2/C), che attraversa il corso d'acqua circa 500 m a valle del termine dell'intervento, tuttavia la profondità di posa rispetto al piano campagna sarebbe comunque compatibile con la riprofilatura dell'alveo.

Si ribadisce inoltre che l'opera è completamente interrata, non sono previsti manufatti fuori terra, né verrà in alcun modo modificata la permeabilità dei suoli circostanti, lasciando inalterata la possibilità della lama d'acqua esondata di infiltrarsi nel terreno o riconfluire naturalmente all'interno dell'alveo.

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56"), DP 75 bar	Pagina 37 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

8. EROSIONE

Essendo l'opera in oggetto una condotta interrata posta al di sotto di un alveo fluviale, l'erosione risulta essere solitamente un dato fondamentale dello studio idraulico, in quanto, se si fosse in presenza di un'intensa attività erosiva, il fondo potrebbe essere scavato fino a raggiungere la condotta minandone la stabilità. Facendo delle considerazioni sulla morfologia dell'alveo si può stimare a grandi linee se l'alveo è potenzialmente soggetto o meno a fenomeni erosivi.

Come emerso dal sopralluogo in campo, allo stato attuale il canale Foggia di Rau, nel tratto interessato dall'attraversamento, risulta rivestito in calcestruzzo, pertanto si può considerare nulla l'attività erosiva del corso d'acqua.

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56''), DP 75 bar	Pagina 38 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

9. CONCLUSIONI

Per la verifica della compatibilità idraulica del Metanodotto Interconnessione TAP DN 1400 (56'') DP 75 bar è stato condotto uno studio idrologico/idraulico utilizzando i valori dell'idrogramma di piena con tempo di ritorno 200 anni.

Per il calcolo della curva di possibilità pluviometrica è stato utilizzato il modello VAPI del Gruppo Nazionale Difesa delle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche, al terzo livello di regionalizzazione è stata assunta la curva di possibilità pluviometrica della Zona 6 - Penisola Salentina.

Per la stima dell'idrogramma di piena è stato adottato il metodo Curve Number del Soil Conservation Service (CN-SCS), che consente di ricavare le portate a partire dall'idrogramma adimensionale di Mockus.

La portata di picco dell'idrogramma di piena per un tempo di ritorno di 200 anni risulta pari a 58,56 m³/s.

Per la verifica idraulica è stato utilizzato il software HEC-RAS, sviluppato da Hydrologic Engineering Center dell'US Army Corps of Engineers (release 5.0.1).

È stata dapprima eseguita una simulazione in moto permanente allo scopo di effettuare un'analisi preliminare delle condizioni di deflusso del canale, per poi passare a una simulazione più raffinata in condizioni di moto vario.

Dalla simulazione in moto permanente l'alveo del canale non risulta in grado di smaltire la portata di piena duecentennale lungo tutto il tratto analizzato, si è pertanto passati alla simulazione in moto vario, la quale ha confermato l'esondazione del canale nella zona di interesse.

Ritenendo poco significativo, nel caso in esame adottare la schematizzazione tramite celle di accumulo delle aree golenali, che solitamente viene applicata per consentire al software di tenere conto dell'effetto di laminazione delle golene, si è proceduto direttamente con la valutazione di una sezione di progetto del canale che consenta il contenimento della portata duecentennale.

A seguito delle simulazioni eseguite, si ritiene cautelativo, in vista di possibili riprofilature dell'alveo finalizzate al contenimento della portata di piena duecentennale, posizionare il metanodotto ad una profondità di 3 m dall'attuale fondo del canale e mantenere tale profondità per circa 15 m oltre le sponde laterali.

In conclusione si può affermare che l'opera è compatibile idraulicamente con il corso d'acqua attraversato in quanto è completamente interrata, non prevede la presenza di manufatti fuori terra né la modifica della permeabilità dei suoli circostanti, lasciando inalterata la possibilità della lama d'acqua esondata di infiltrarsi nel terreno o riconfluire naturalmente all'interno dell'alveo.

La sua realizzazione non determina alterazioni dell'alveo e del libero deflusso delle acque, non interferisce con future possibili riprofilature del canale atte a contenere la portata di piena duecentennale e non sono necessari ripristini post-operam poiché l'attraversamento sarà realizzato tramite trivellazione spingitubo.

Per quanto riguarda il problema del trasporto solido, allo stato attuale il canale Foggia di Rau, nel tratto interessato dall'attraversamento, risulta rivestito in calcestruzzo, pertanto si può considerare nulla l'attività erosiva del corso d'acqua.

 SNAM RETE GAS	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/13167	UNITA 00
	LOCALITA' REGIONE PUGLIA	RE-IDR-327	
	PROGETTO/IMPIANTO MET. INTERCONNESSIONE TAP DN 1400 (56''), DP 75 bar	Pagina 39 di 39	Rev. 0

Rif. TFM: 011014-00-RB-E-0327

10. ALLEGATI

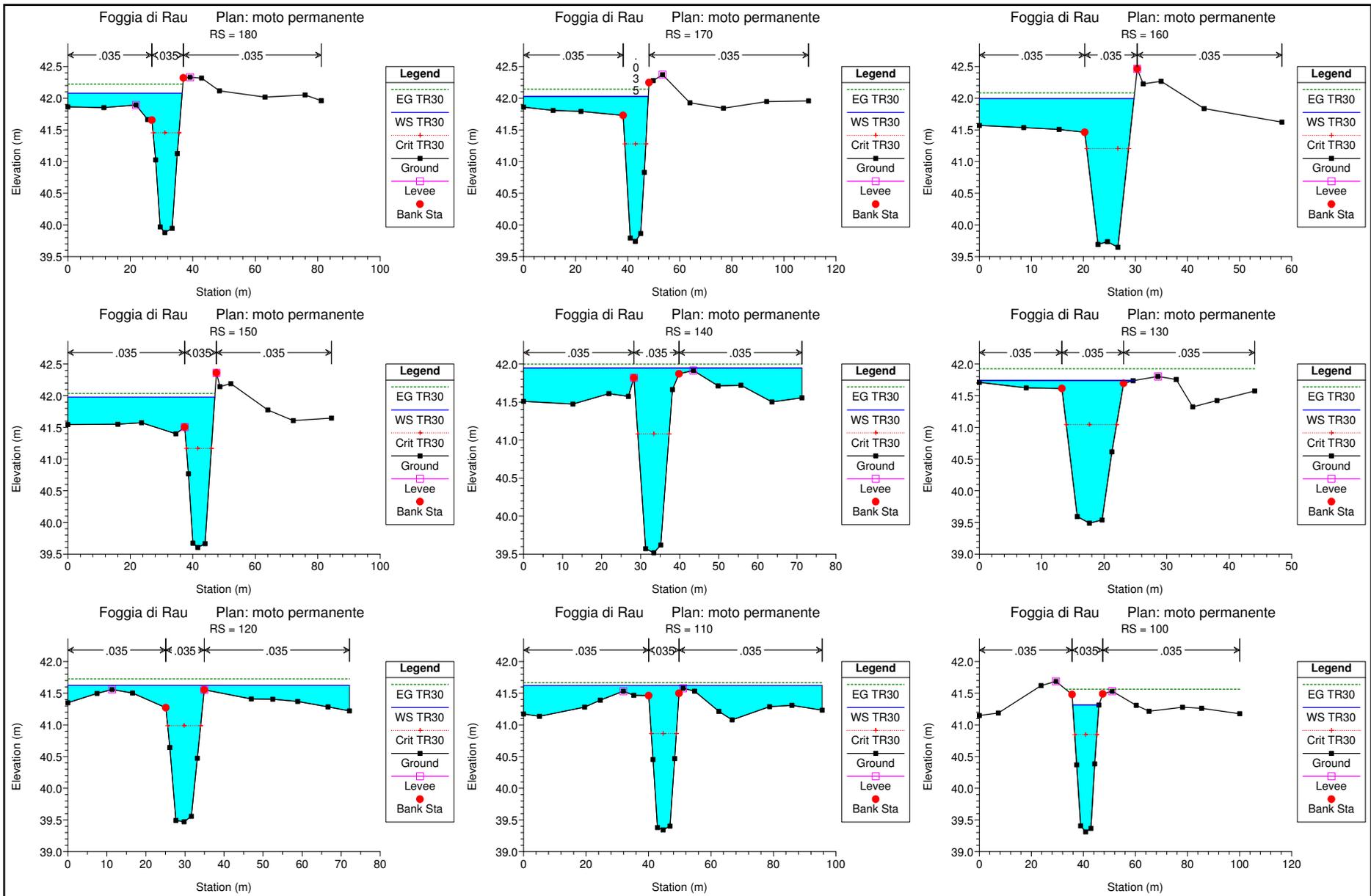
- ALLEGATO 1: SEZIONI RELATIVE ALLA SIMULAZIONE IN MOTO PERMANENTE CON TEMPO DI RITORNO 30 ANNI
- ALLEGATO 2: SEZIONI RELATIVE ALLA SIMULAZIONE IN MOTO PERMANENTE CON TEMPO DI RITORNO 200 ANNI
- ALLEGATO 3: SEZIONI RELATIVE ALLA SIMULAZIONE IN MOTO PERMANENTE CON TEMPO DI RITORNO 500 ANNI
- ALLEGATO 4: SEZIONI RELATIVE ALLA SIMULAZIONE IN MOTO VARIO CON TEMPO DI RITORNO 200 ANNI

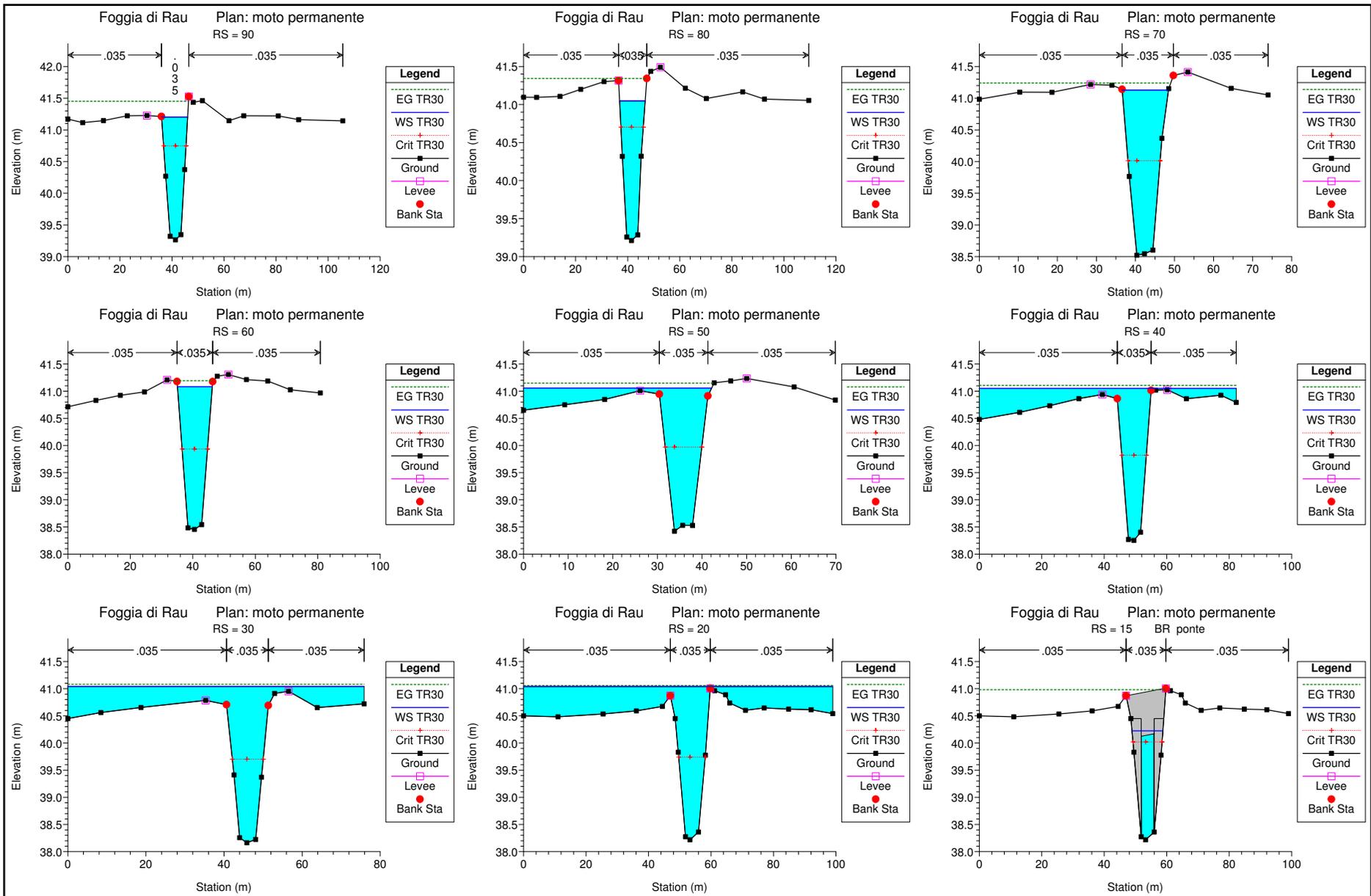
11. BIBLIOGRAFIA

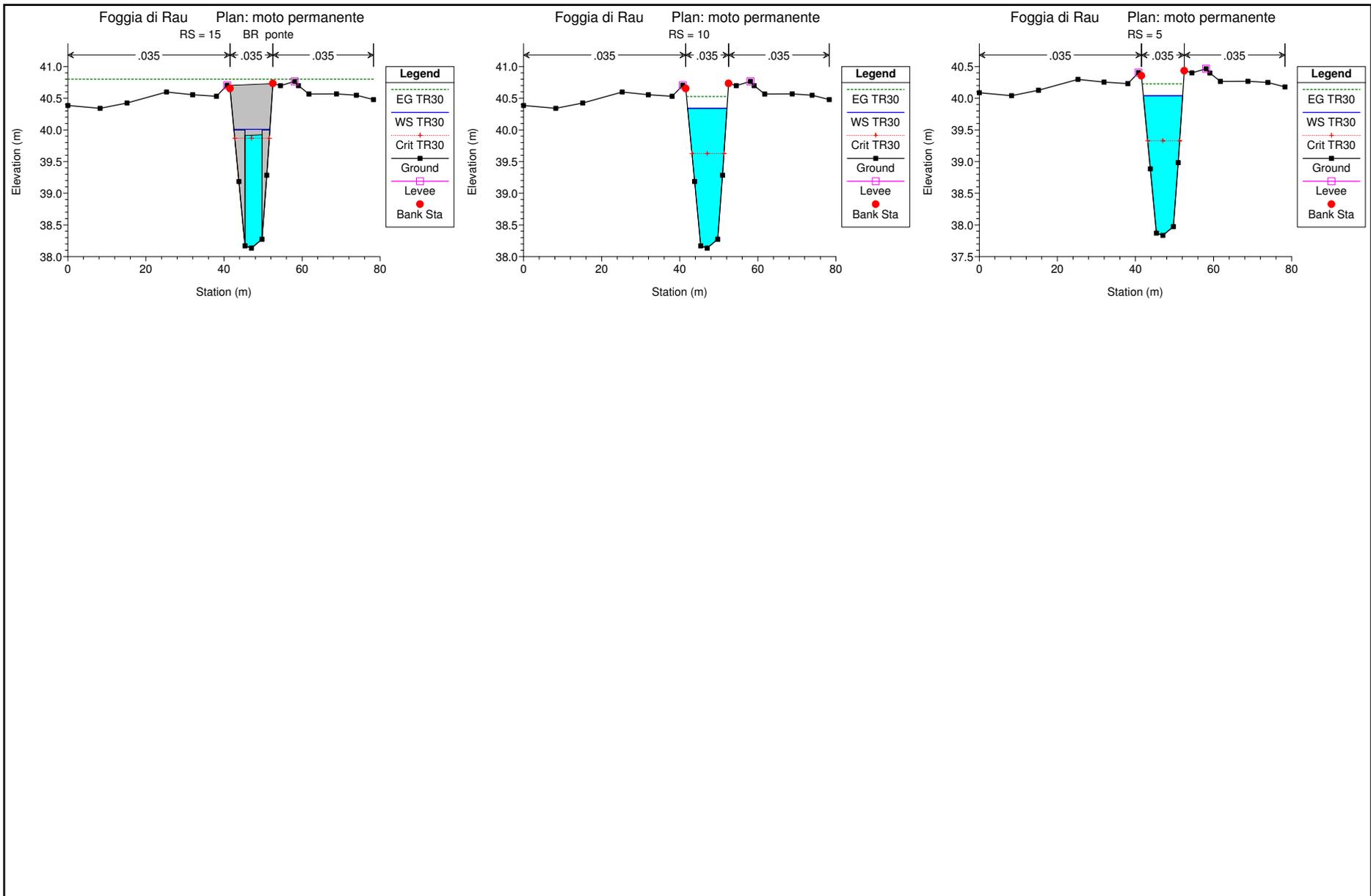
- AUTORITA' DI BACINO DELLA PUGLIA - "Studio per la definizione delle opere necessarie alla messa in sicurezza del reticolo idraulico interessato dagli eventi alluvionali di ottobre e novembre 2005 nelle province di Bari e Brindisi Ed. dicembre (2012)"
- AUTORITA' DI BACINO DELLA PUGLIA – Piano di Bacino, Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) (2004).
- CHOW V.T. "Open Channel Hydraulics" McGraw-Hill, 1959.
- COPERTINO V., FIORENTINO M. (a cura di) "Valutazione delle piene in Puglia", CNR-GNDICI, Potenza, 1992.
- ROSSI F., FIORENTINO M., VERSACE P. "Two component extreme value distribution for flood frequency analysis", Water Resour. Res., Vol. 20, n.7, pp.847-856, 1984.
- RUWA srl acqua territorio energia – Modellistica Idrologica e Idraulica (2010)
- Schoklitsch A. (1962) - Handbuch des Wasserbaues, 3rd edn. Springer, Vienna, 1-475
- Soil Conservation Service (SCS), National Engineering Handbook, Section 4 Hydrology, 192
- US Army Corps of Engineers, HEC-RAS River Analysis System, User's Manual.

ALLEGATO 1

SEZIONI RELATIVE ALLA SIMULAZIONE IN MOTO PERMANENTE CON TEMPO DI RITORNO 30 ANNI

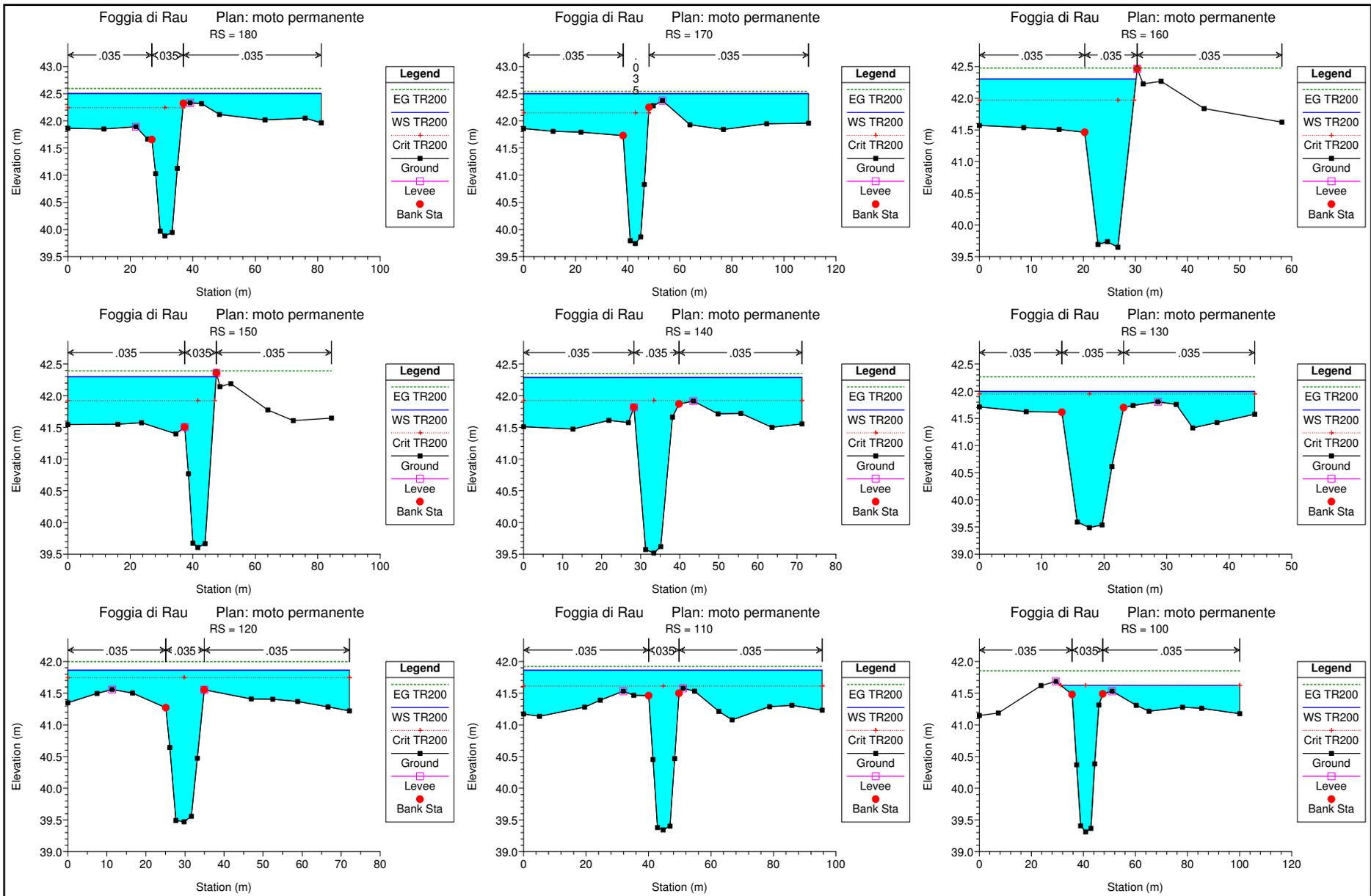


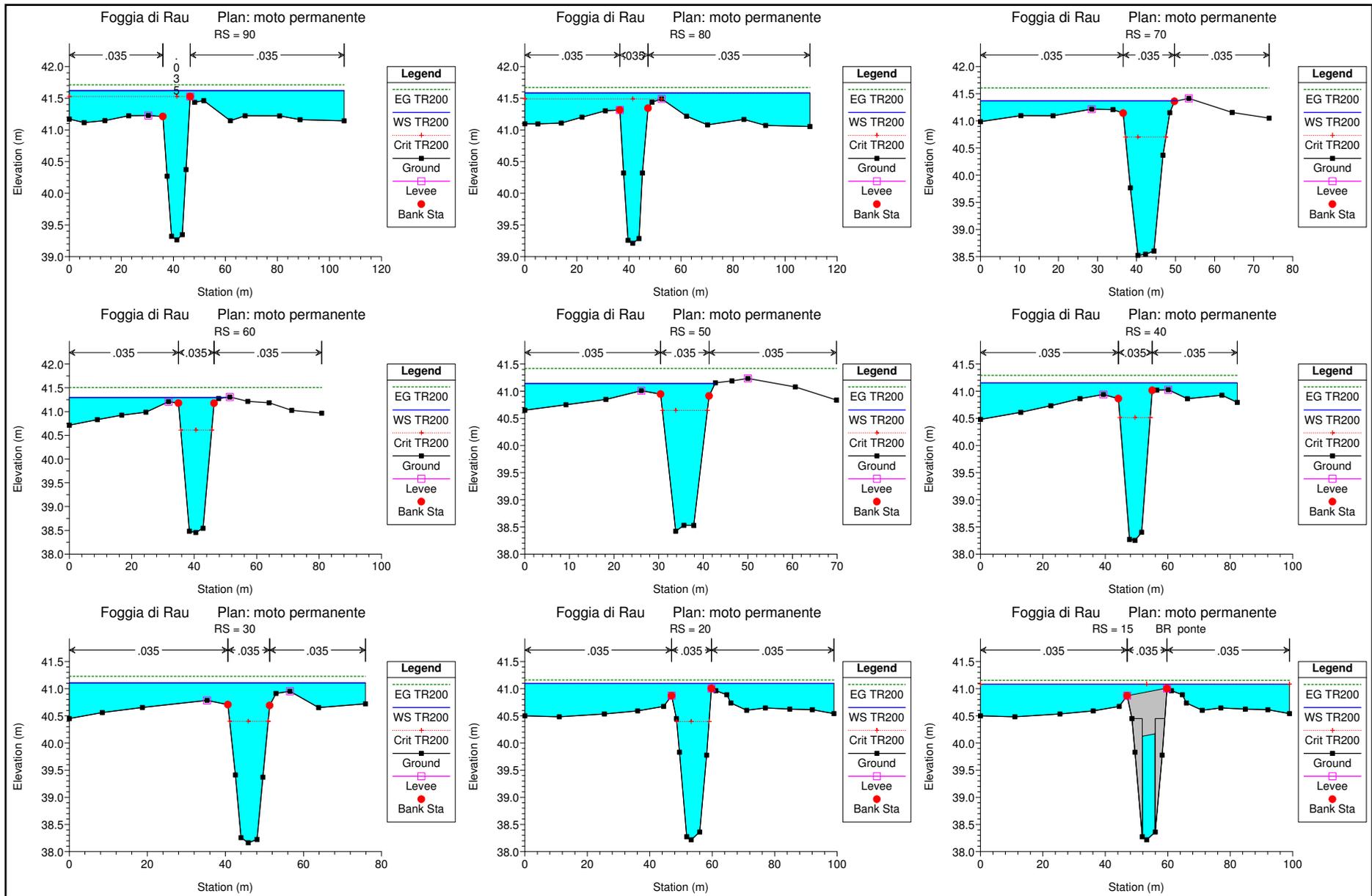


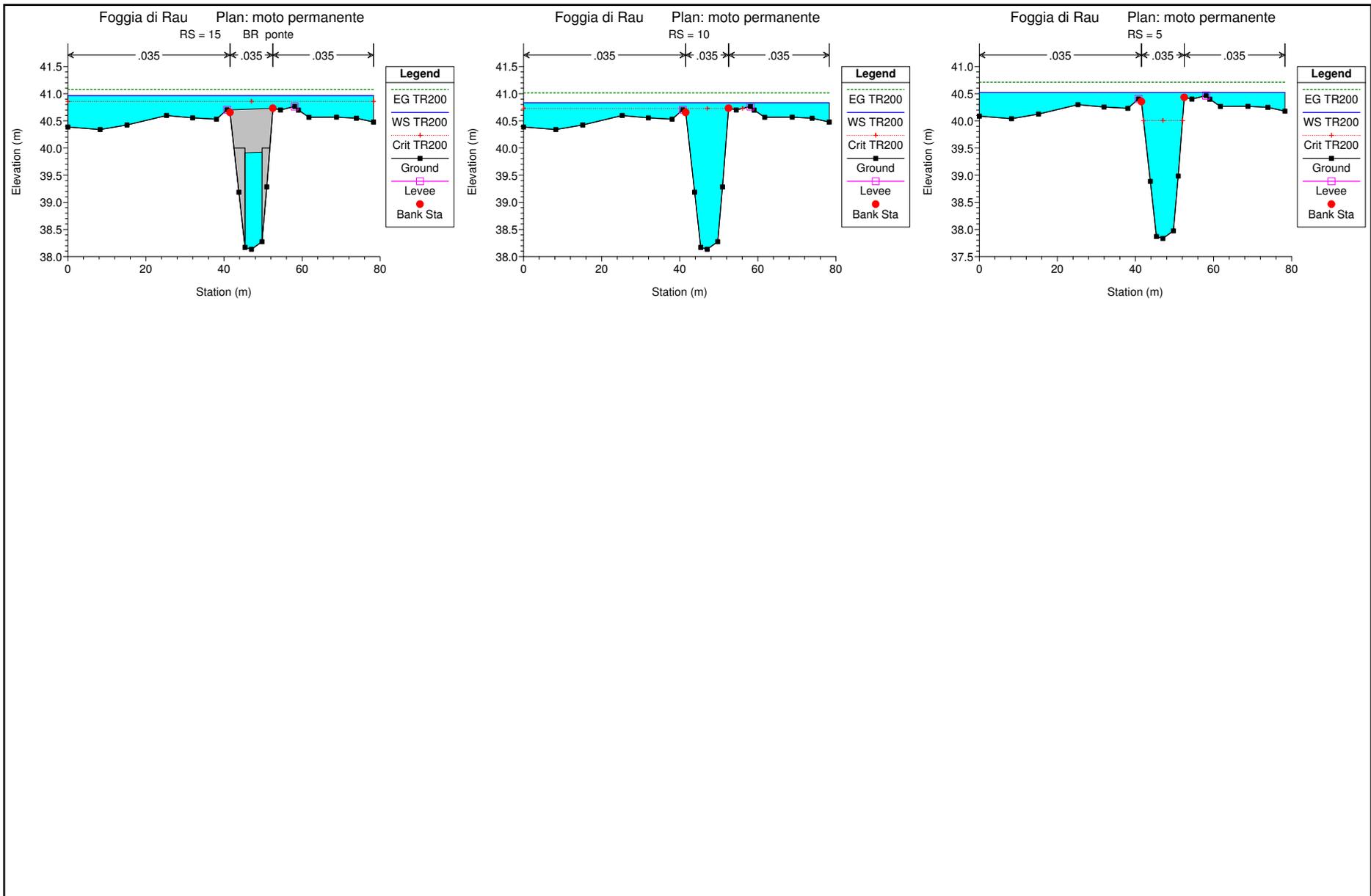


ALLEGATO 2

SEZIONI RELATIVE ALLA SIMULAZIONE IN MOTO PERMANENTE CON TEMPO DI RITORNO 200 ANNI

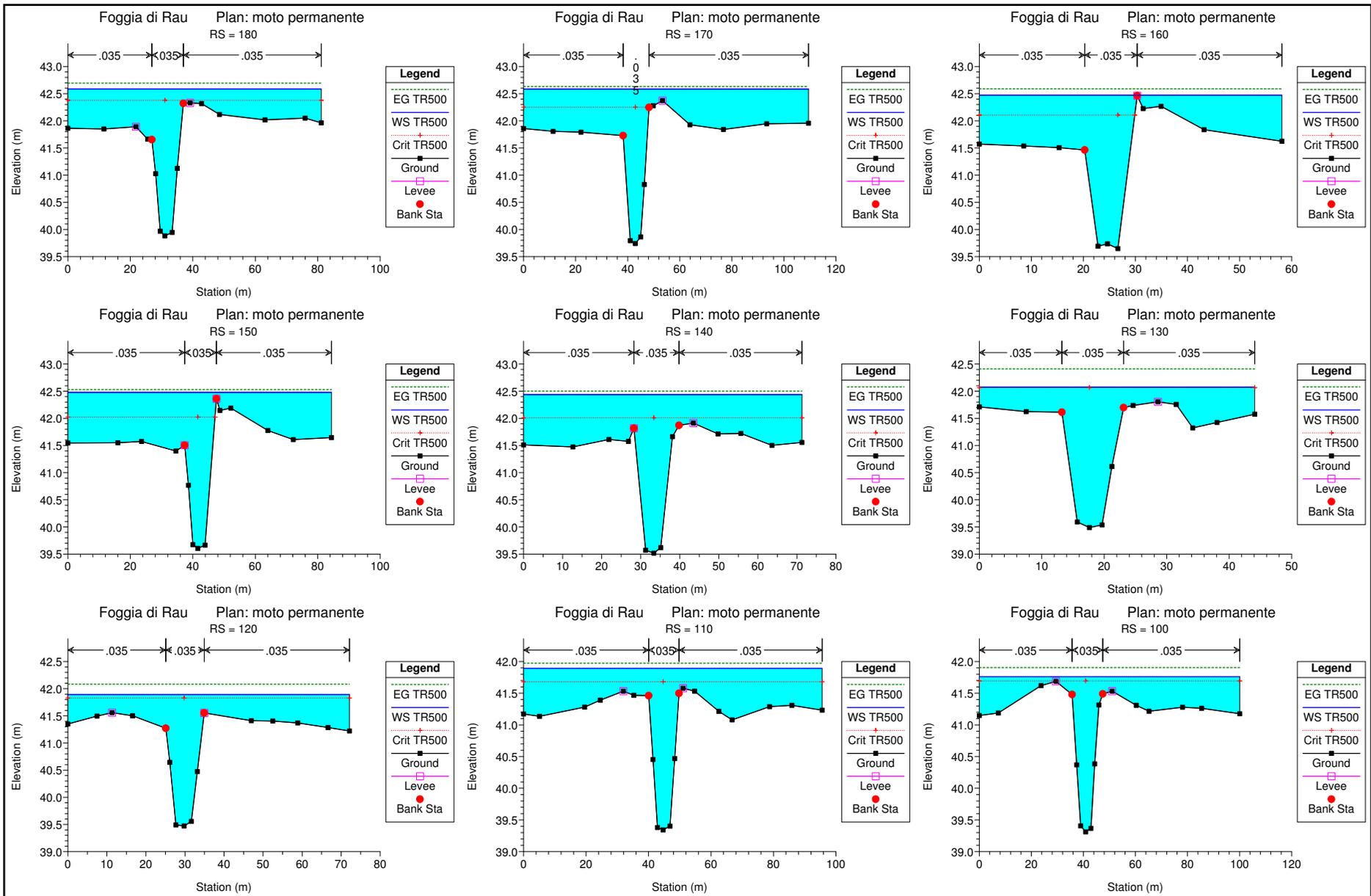


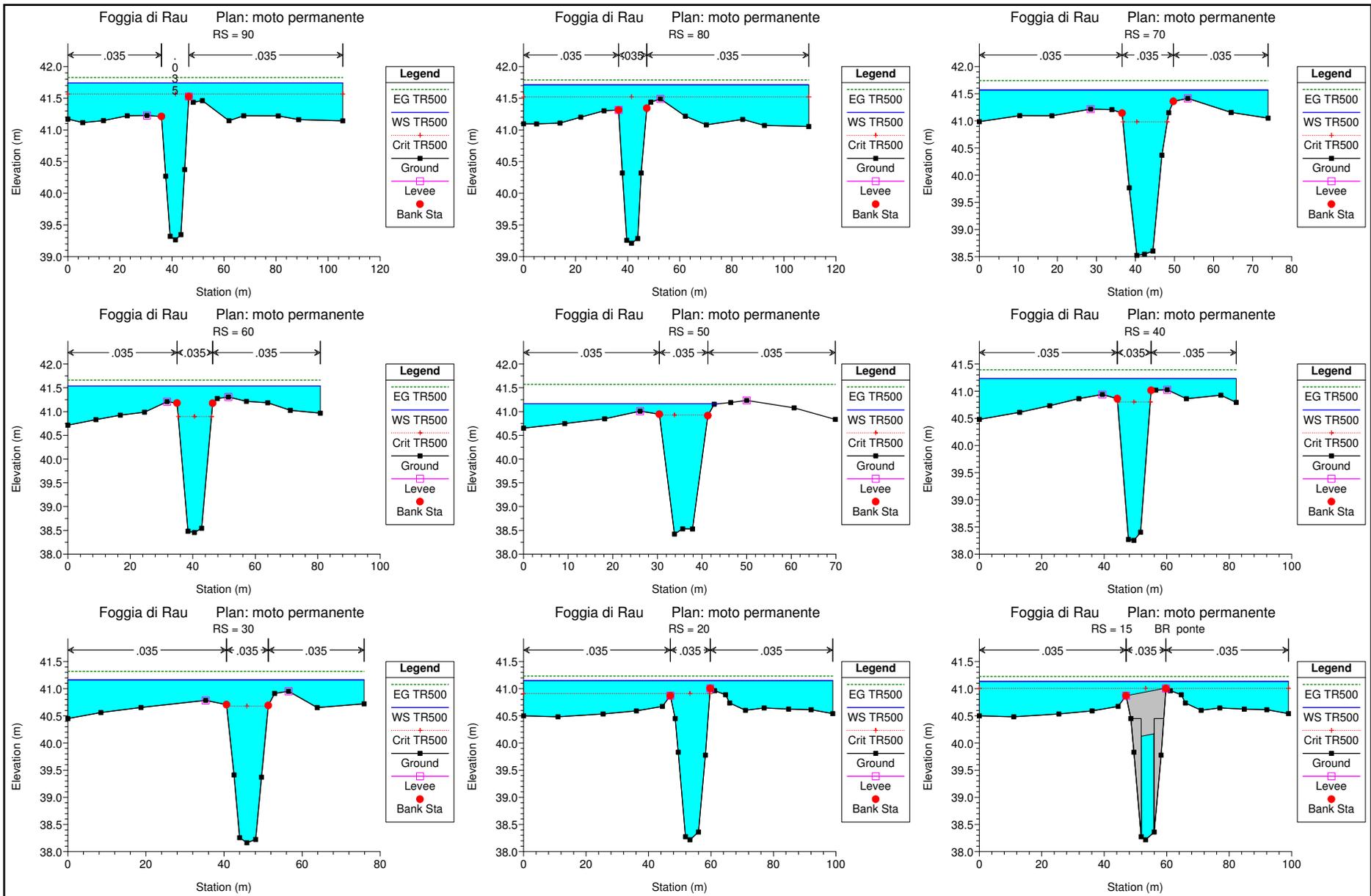


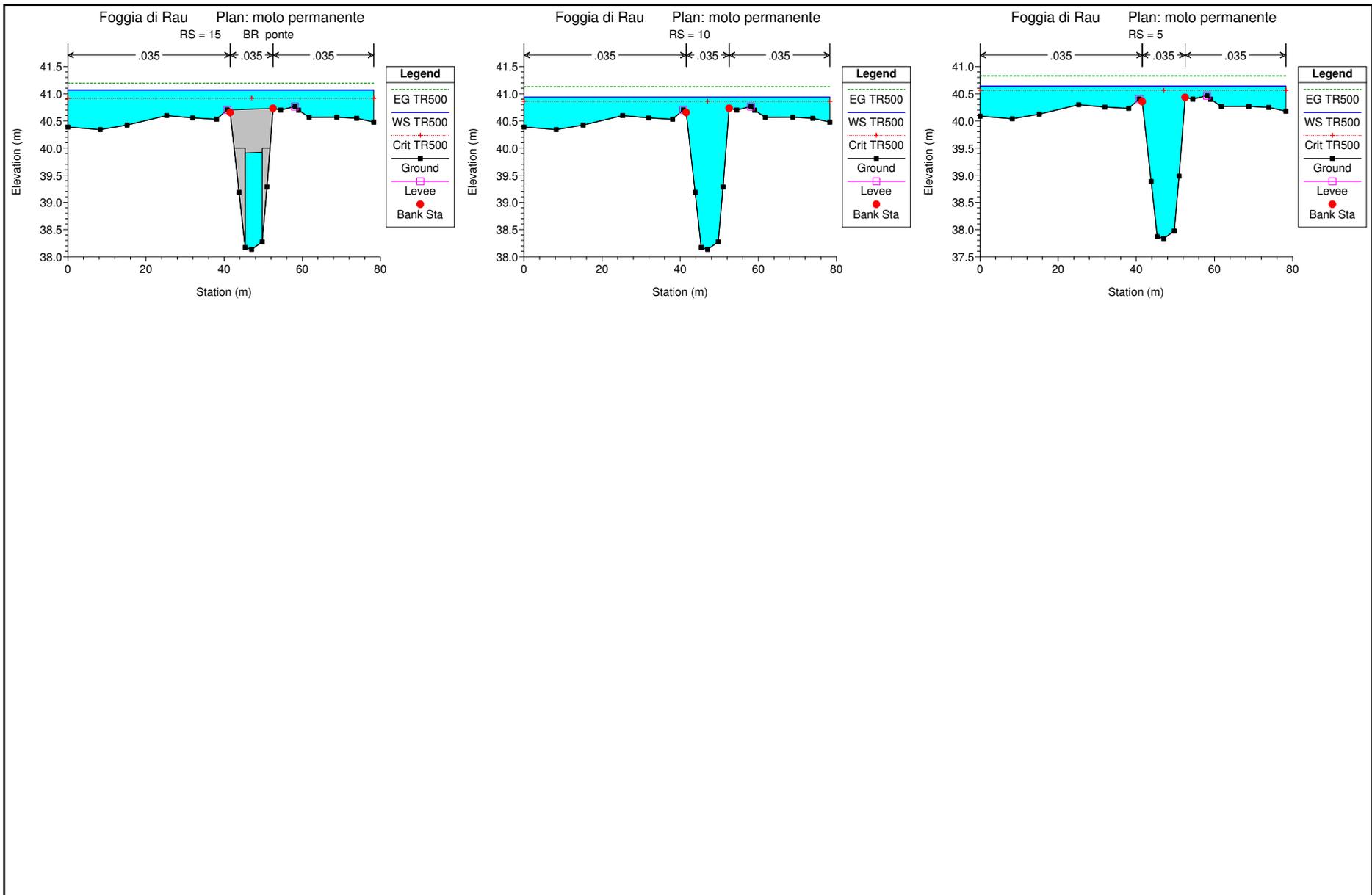


ALLEGATO 3

SEZIONI RELATIVE ALLA SIMULAZIONE IN MOTO PERMANENTE CON TEMPO DI RITORNO 500 ANNI

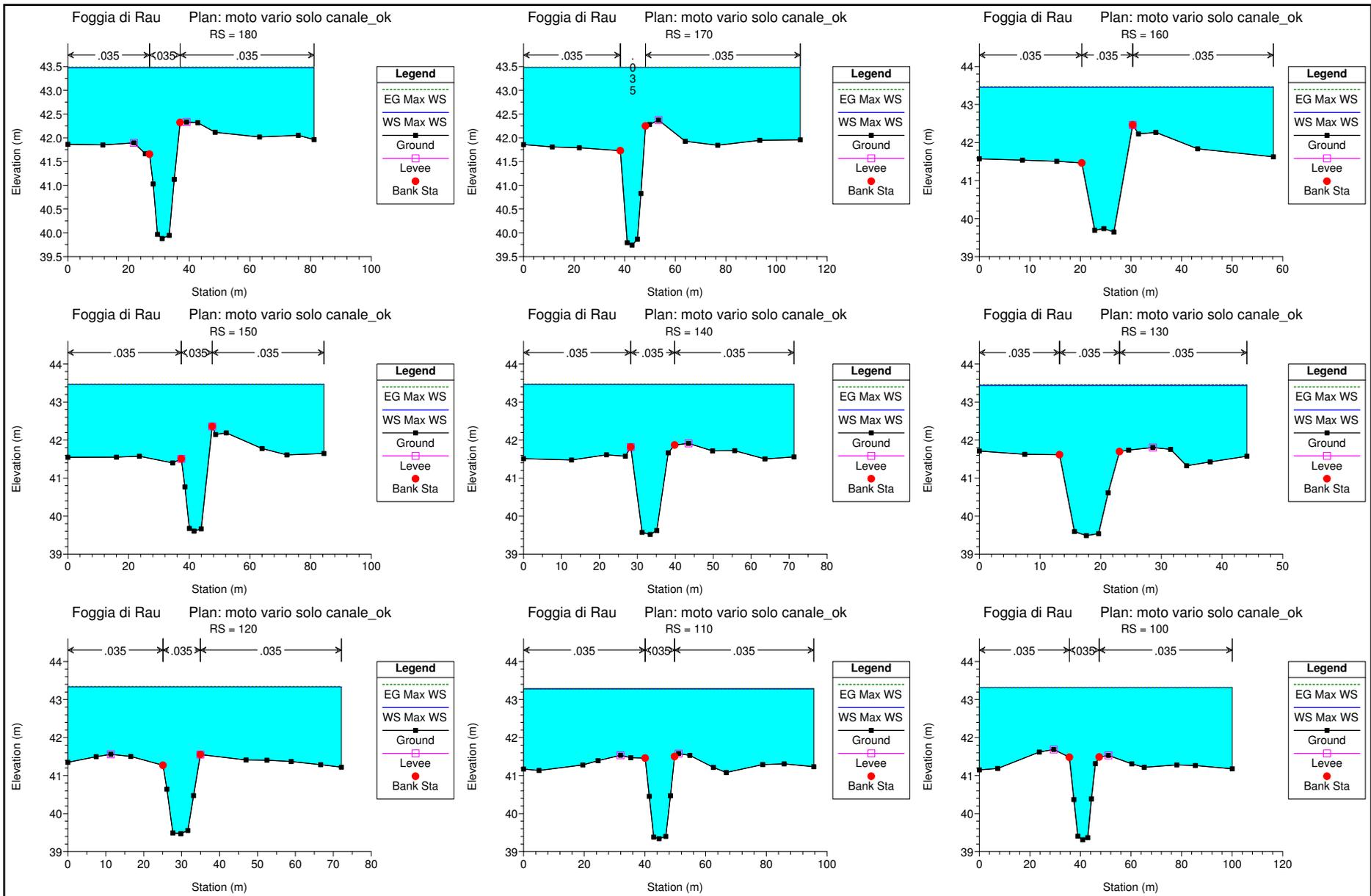


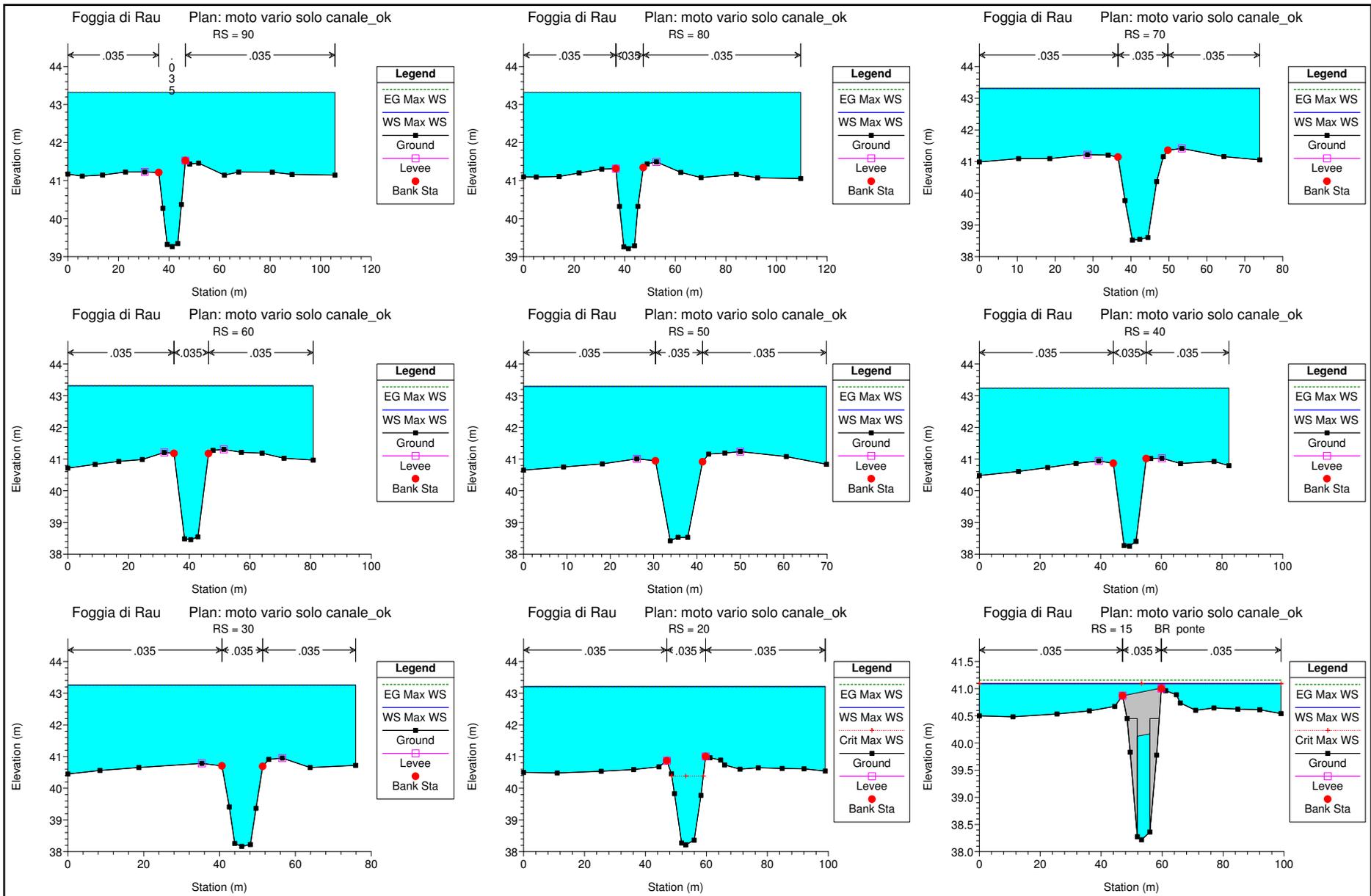


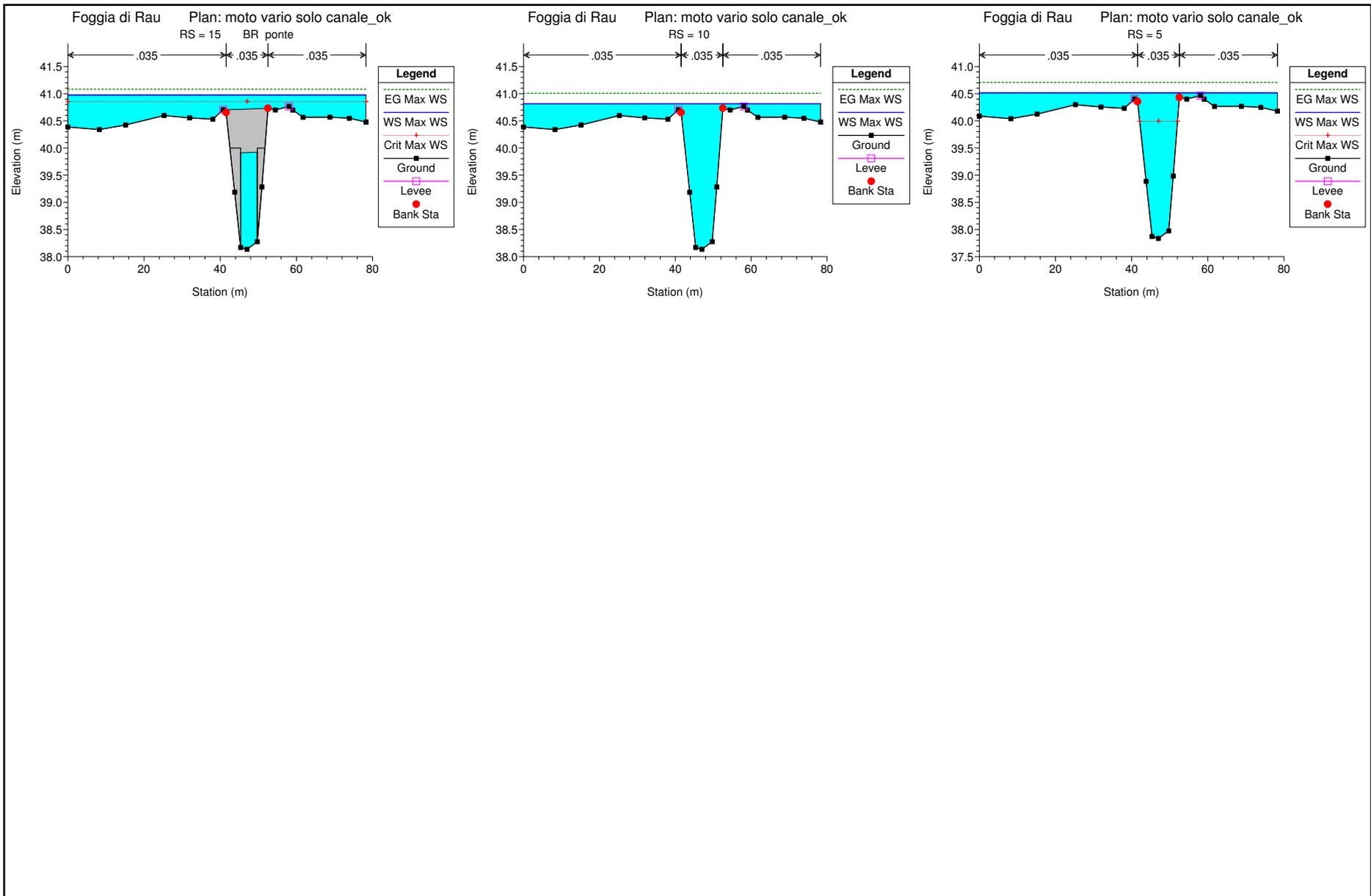


ALLEGATO 4

SEZIONI RELATIVE ALLA SIMULAZIONE IN MOTO VARIO CON TEMPO DI RITORNO 200 ANNI

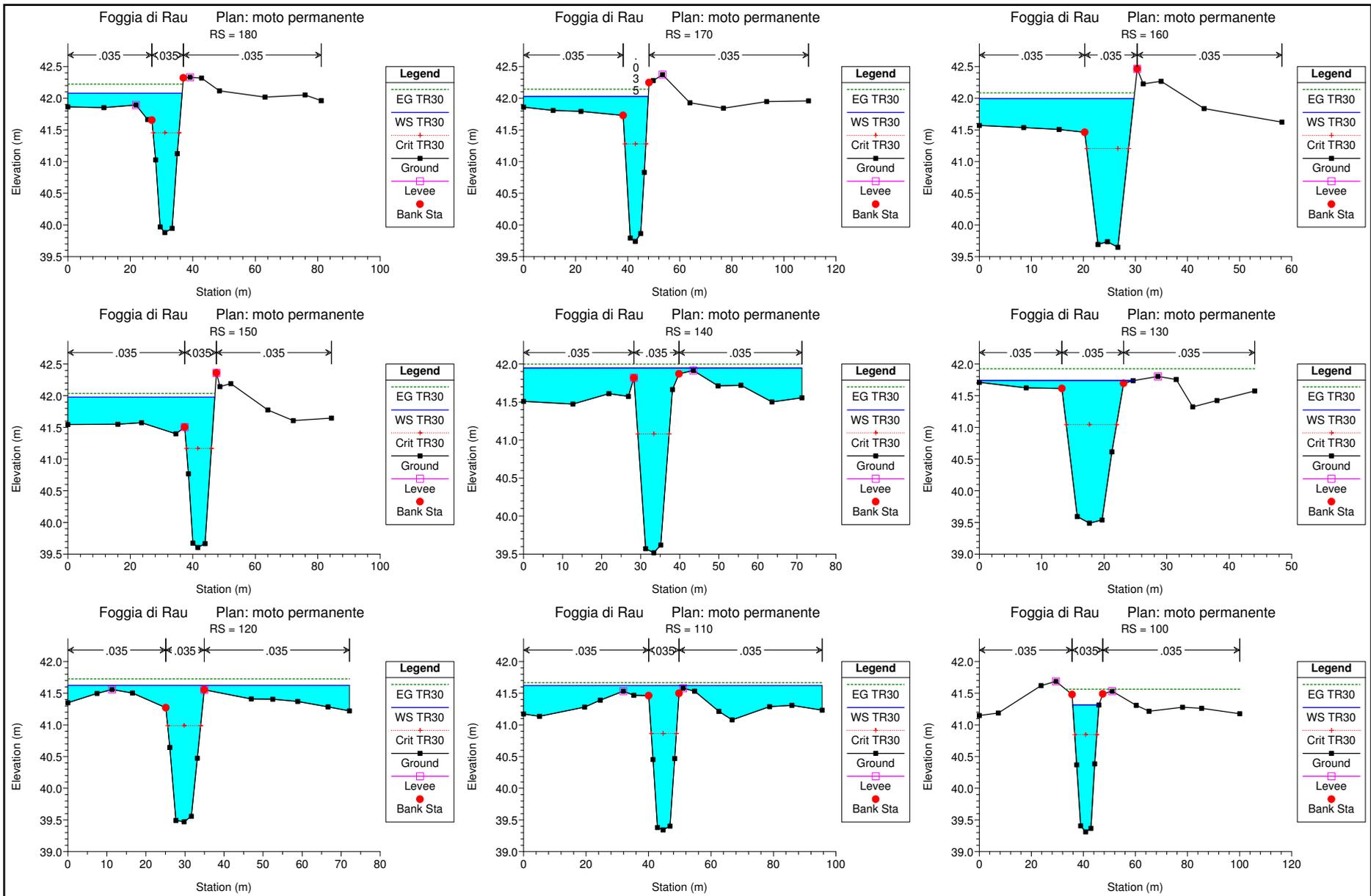


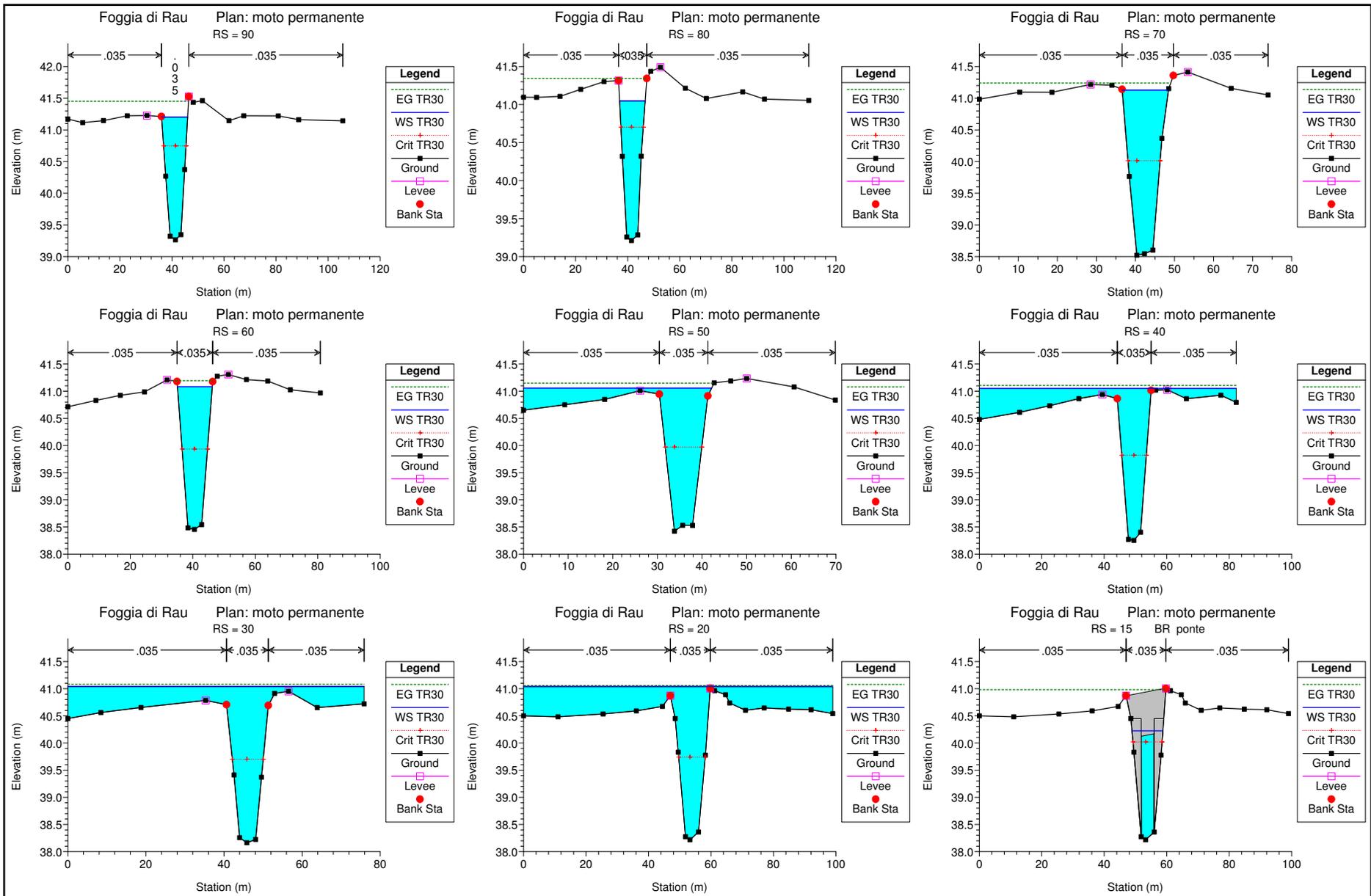


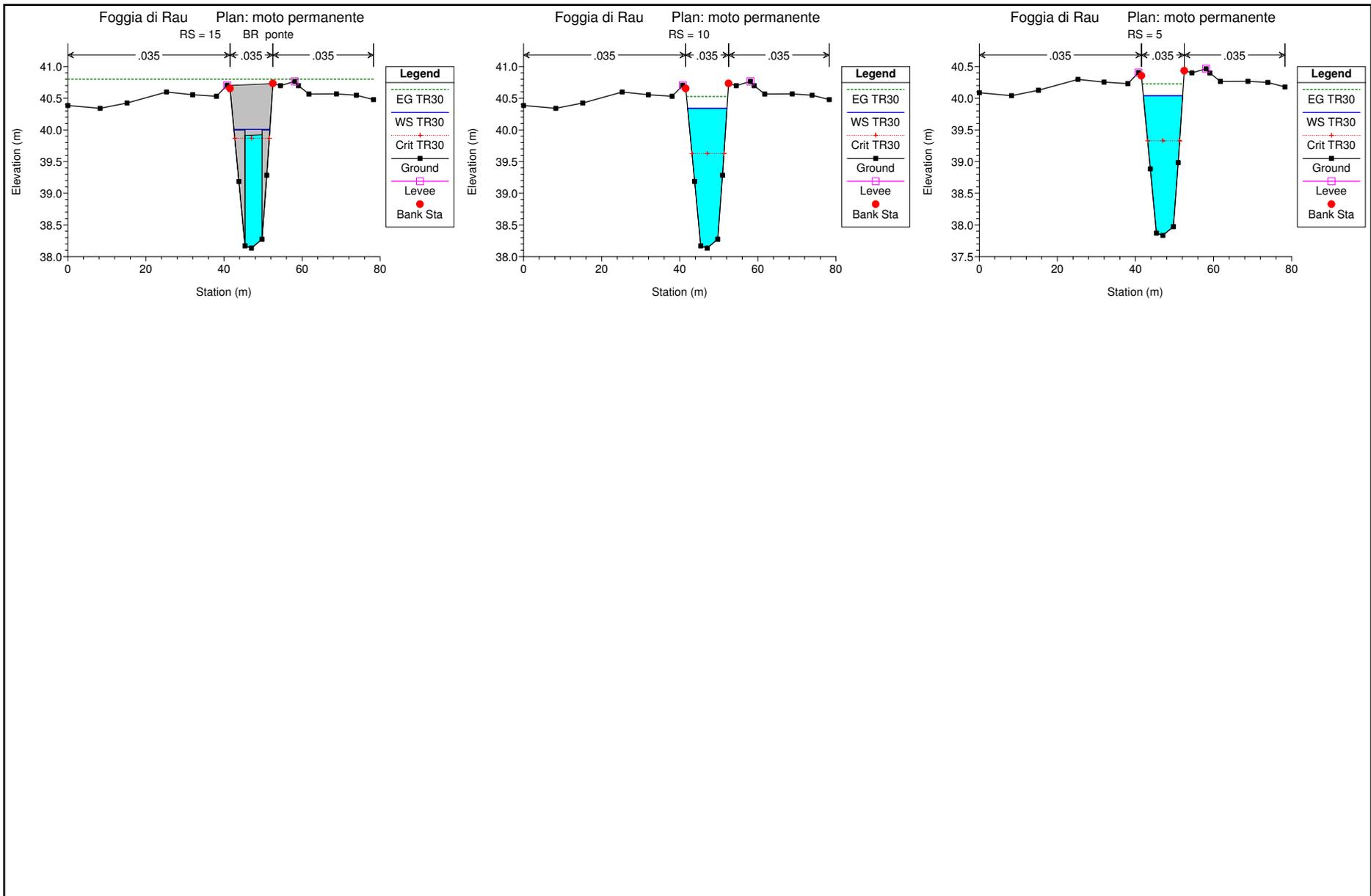


ALLEGATO 1

SEZIONI RELATIVE ALLA SIMULAZIONE IN MOTO PERMANENTE CON TEMPO DI RITORNO 30 ANNI

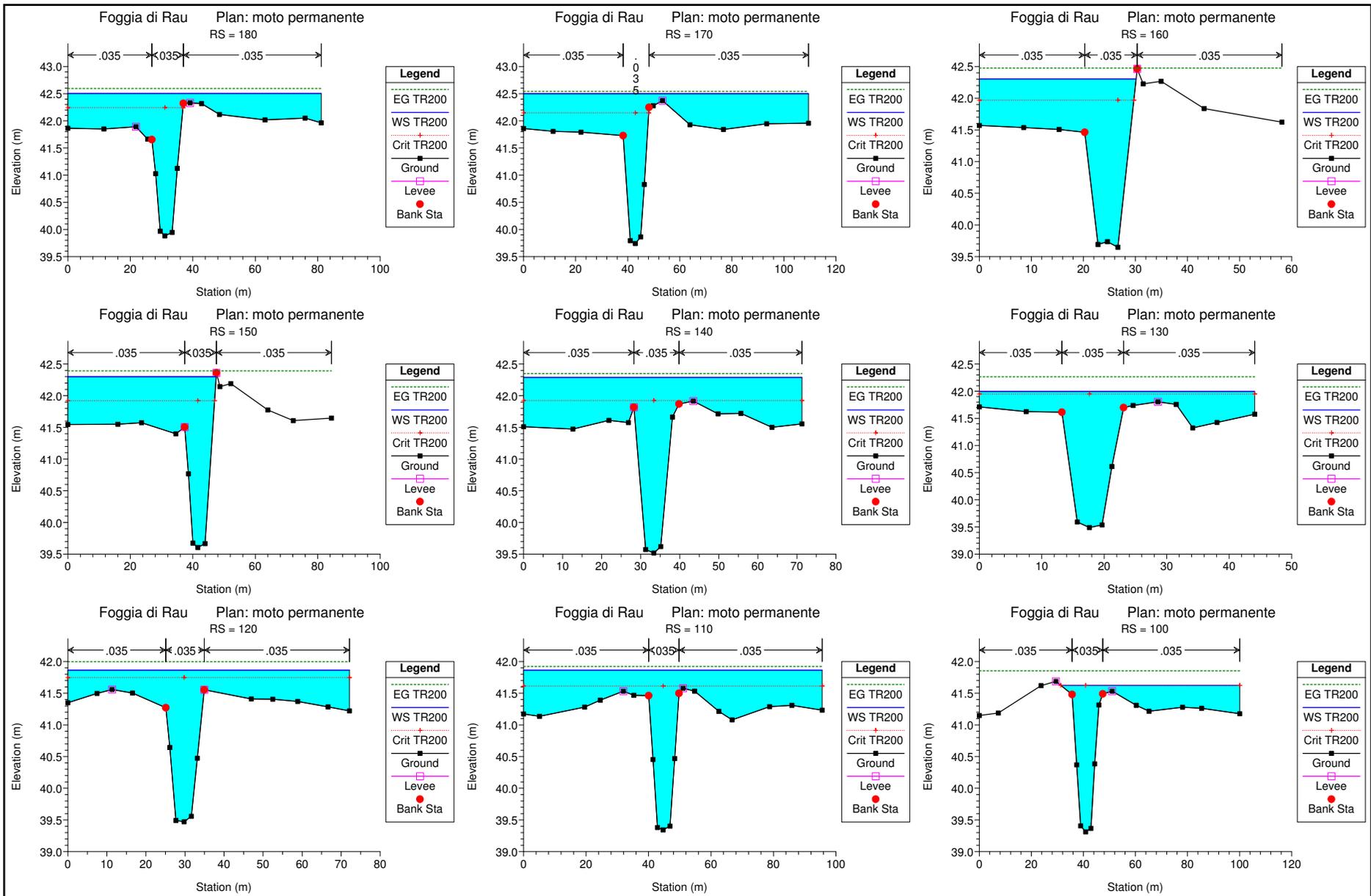


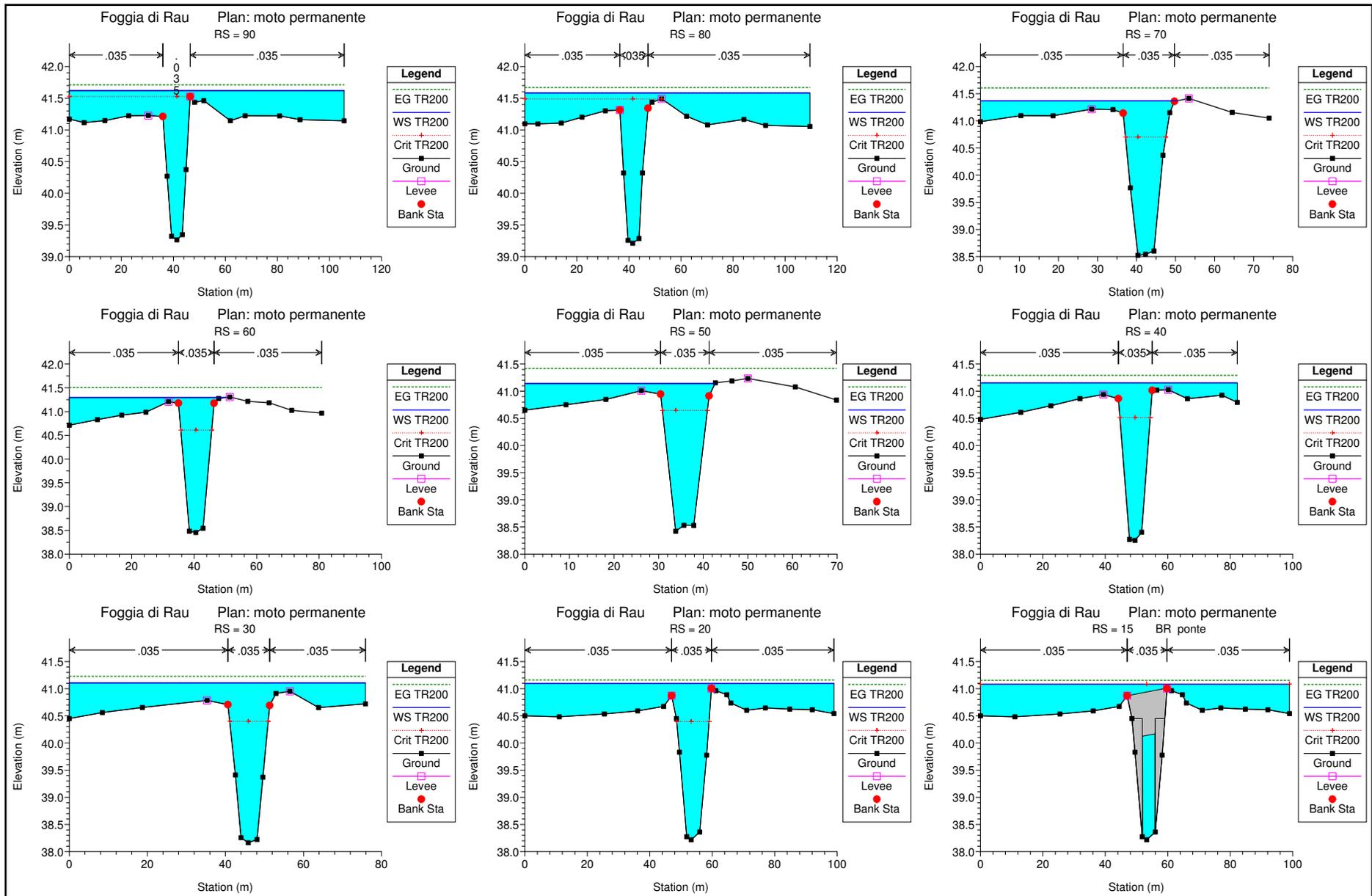


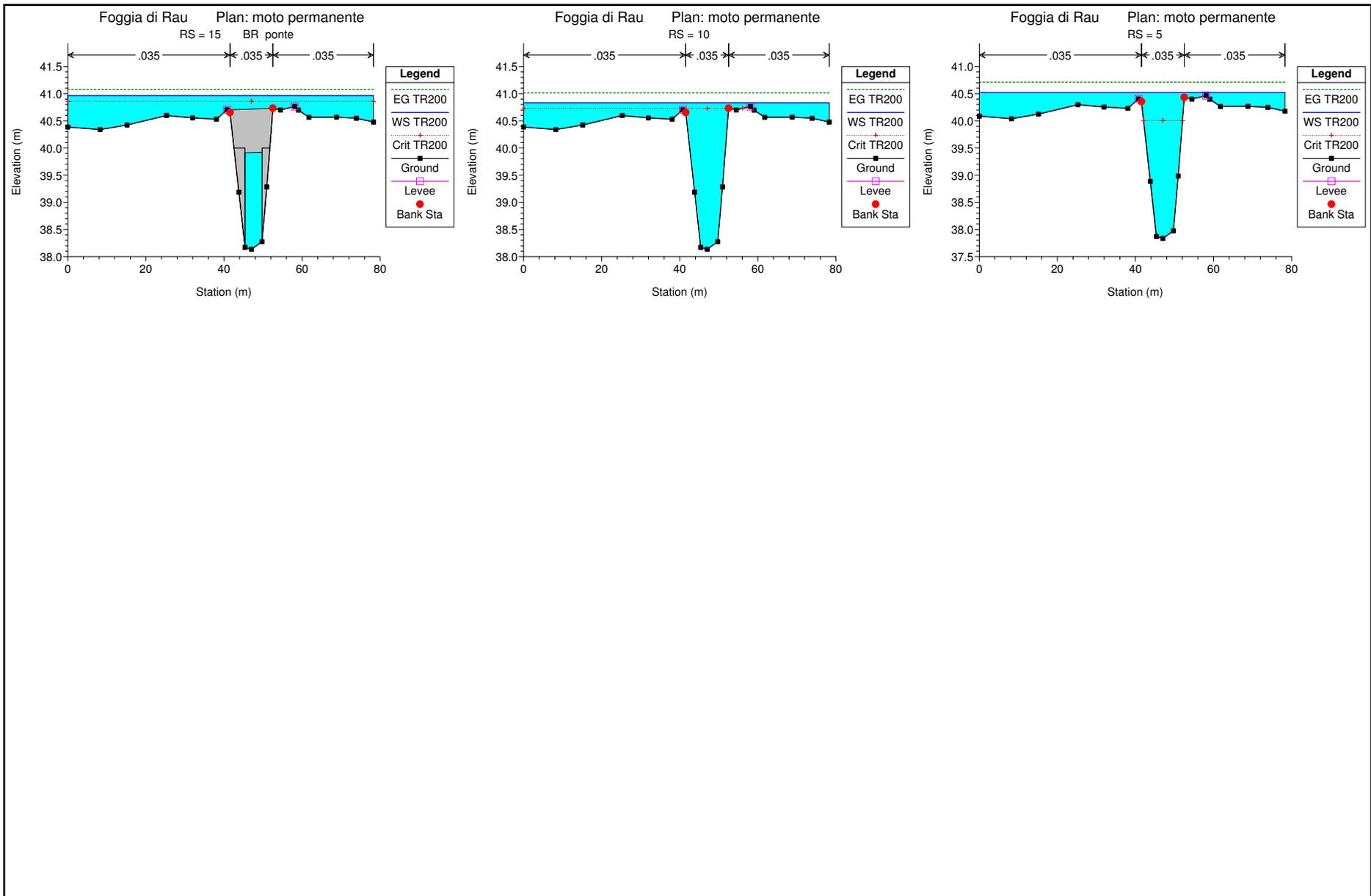


ALLEGATO 2

SEZIONI RELATIVE ALLA SIMULAZIONE IN MOTO PERMANENTE CON TEMPO DI RITORNO 200 ANNI

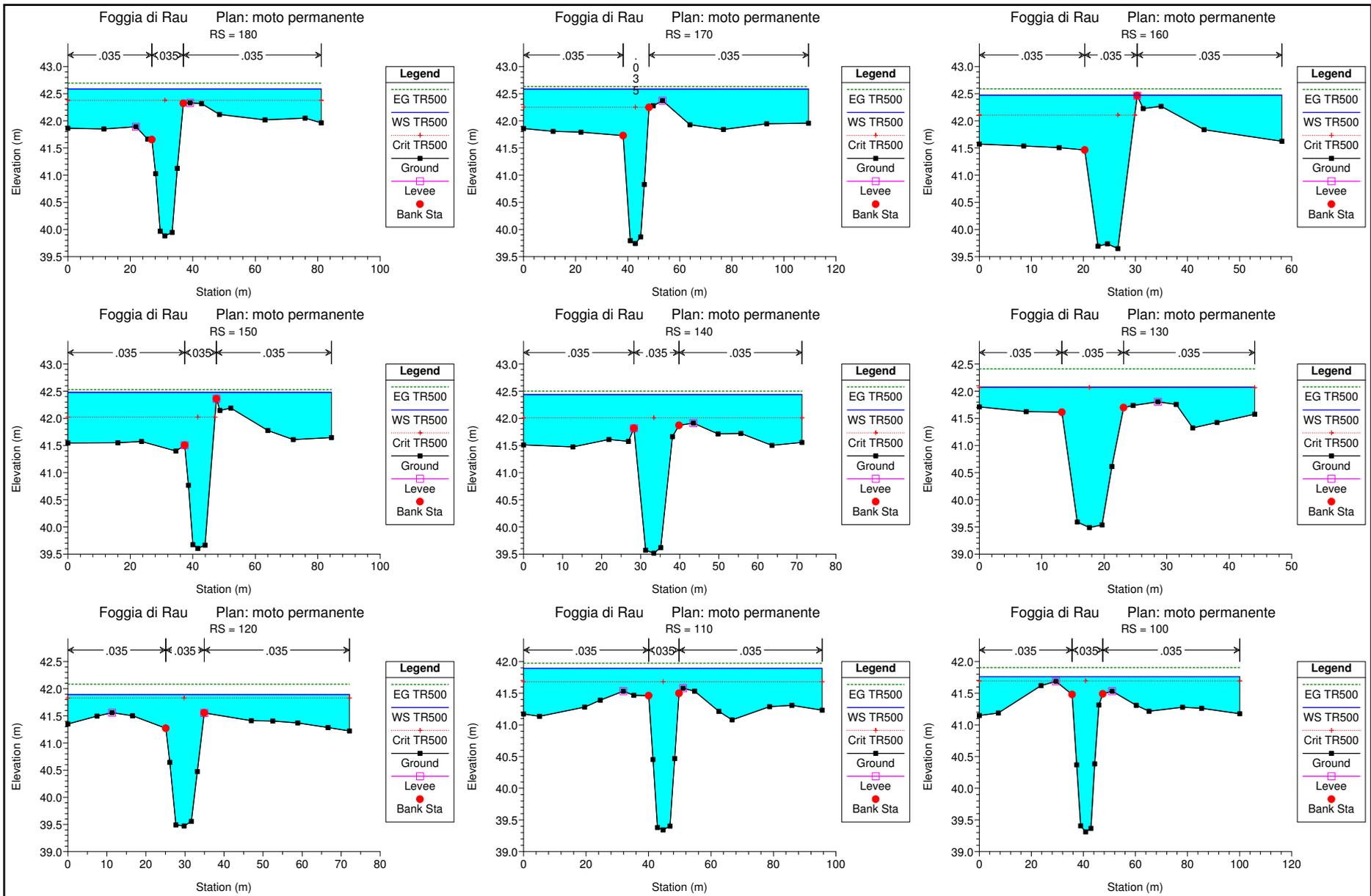


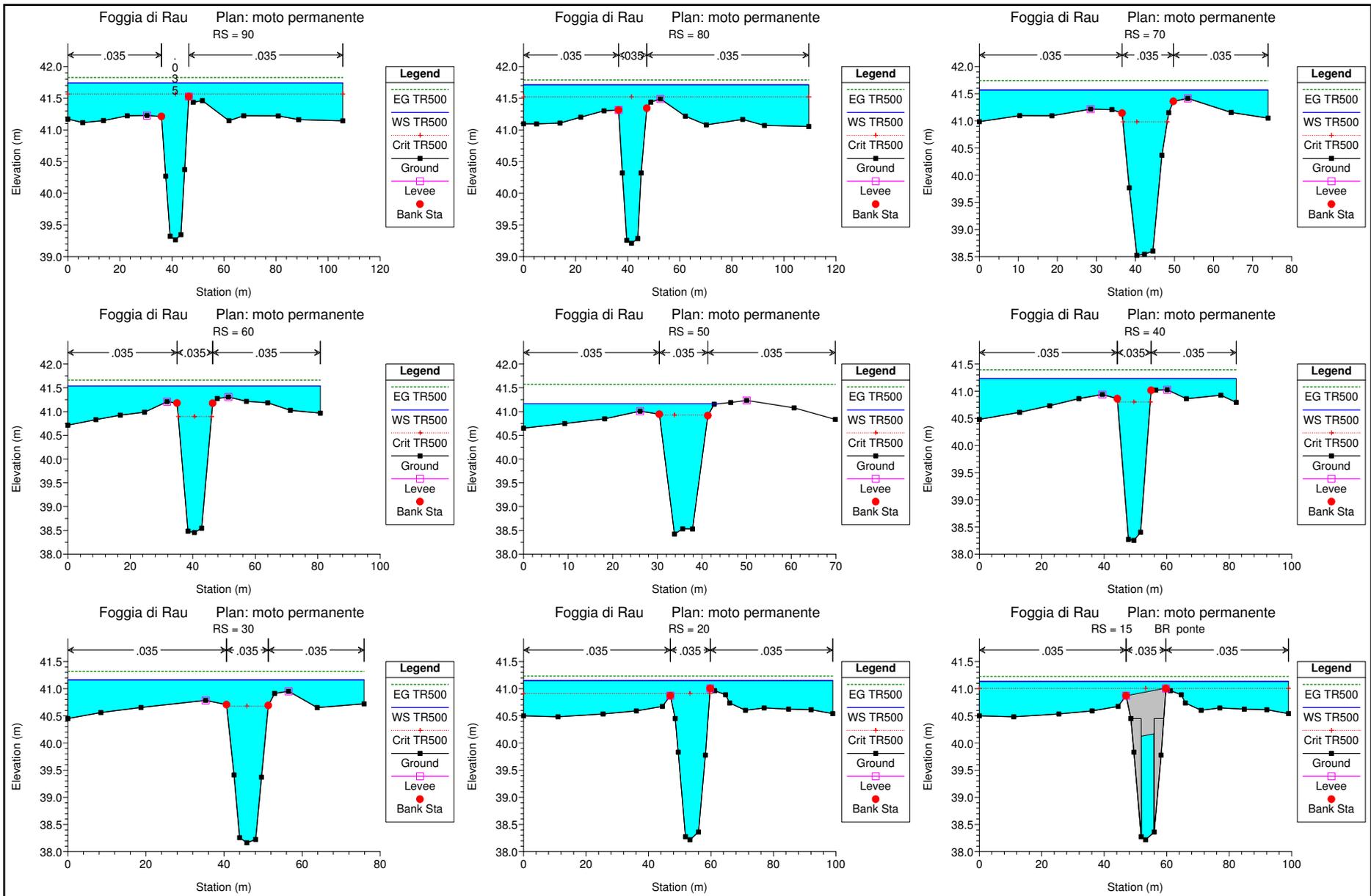


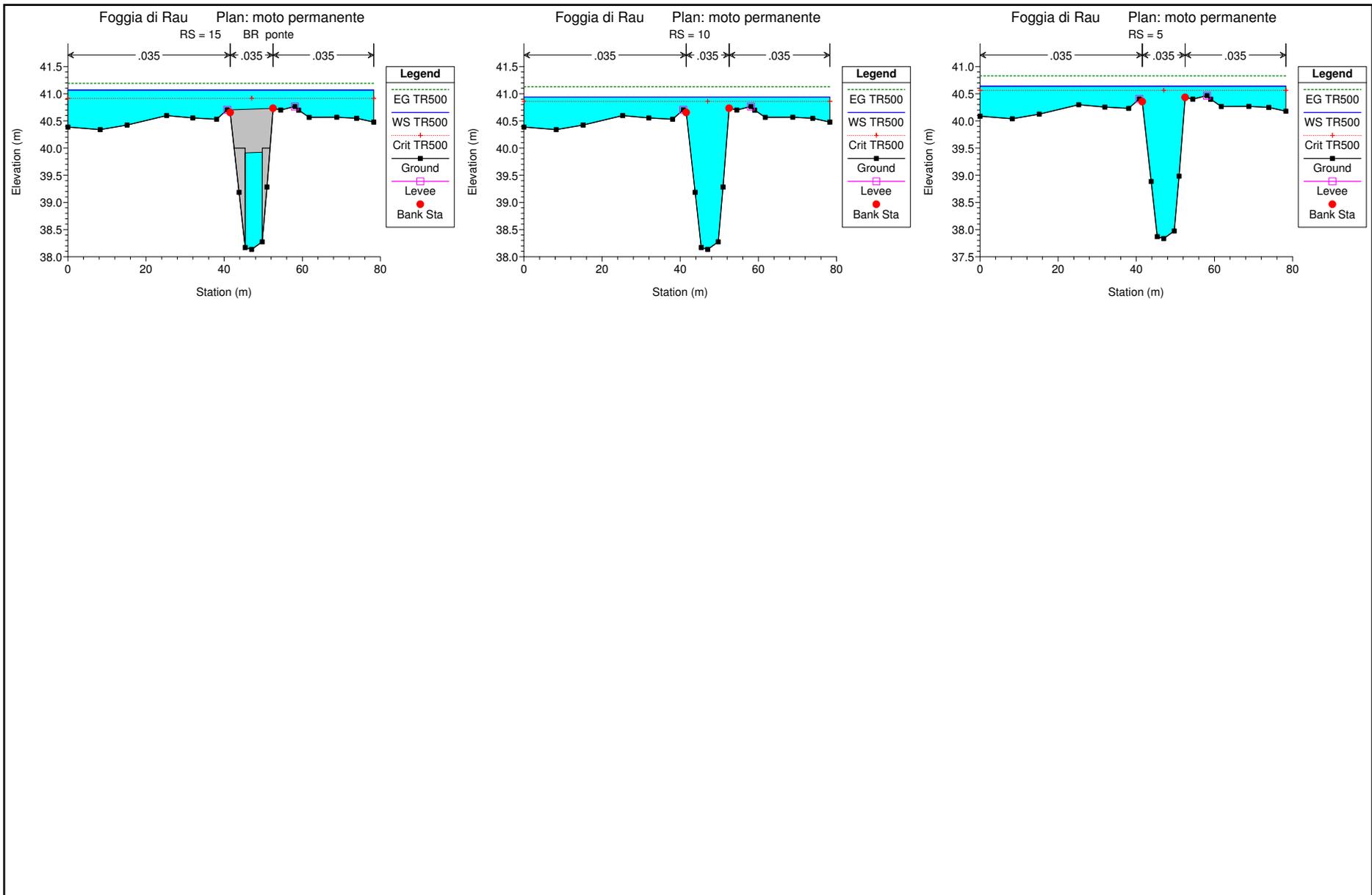


ALLEGATO 3

SEZIONI RELATIVE ALLA SIMULAZIONE IN MOTO PERMANENTE CON TEMPO DI RITORNO 500 ANNI







ALLEGATO 4

SEZIONI RELATIVE ALLA SIMULAZIONE IN MOTO VARIO CON TEMPO DI RITORNO 200 ANNI

