

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 1 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

**RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI"
TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26"), DP 75 bar
ED OPERE CONNESSE**

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE
APPROFONDIMENTI TEMATICI RELATIVI ALLA RICHIESTA MATTM
PROT. DVA N. 025243 DEL 09.11.2018**

**Approfondimenti tematici
Nota CTVA del 19/10/2018**

**ALLACCIAMENTO:
MET. RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER RICCIONE
DN 100 (4"), DP 75 BAR**

**ANNESSO A25
*Attraversamento in subalveo del
TORRENTE MELO***

**STUDIO IDROLOGICO - IDRAULICO E
RELAZIONE TECNICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA**



0	Emissione	M.VITELLI	M.AGOSTINI	V. FORLIVESI G. GIOVANNINI	15/05/2019
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato Autorizzato	Data

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 2 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

INDICE

1	GENERALITA'	4
	1.1 Premessa	4
	1.2 Scopo e descrizione dell'elaborato	4
	1.3 Disegno di Attraversamento	5
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	6
3	CARATTERIZZAZIONE IDROGRAFICA DELL'AMBITO IN ESAME	8
	3.1 Assetto idrografico e descrizione generale del bacino del corso d'acqua	8
	3.2 Descrizione dell'area d'intervento	10
4	VALUTAZIONI IDROLOGICHE	12
	4.1 Generalità	12
	4.2 Considerazioni specifiche preliminari	12
	4.3 Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino	12
	4.4 Studi PAI - Metodologia e risultati di interesse	14
	4.5 Valutazione idrologiche specifiche	15
	4.6 Portata di progetto	16
5	STUDIO IDRAULICO IN MOTO PERMANENTE	17
	5.1 Premessa e metodologia di calcolo	17
	5.2 Assetto geometrico e modellazione idraulica	17
	5.3 Risultati della simulazione idraulica	20
	5.4 Analisi dei risultati conseguiti	25
6	VALUTAZIONE EROSIONI DI FONDO ALVEO	26
	6.1 Generalità	26
	6.2 Criteri di calcolo	27
	6.3 Stima dei massimi approfondimenti attesi	29
	6.4 Considerazione sui risultati conseguiti	30

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 3 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

7	METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI	31
7.1	Premessa	31
7.2	Metodologia operativa: Scavi a cielo aperto	31
7.3	Geometria della condotta ed interventi di ripristino	33
8	VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA	34
8.1	Premessa	34
8.2	Interferenze nell'ambito specifico di riferimento	35
8.3	Analisi dei criteri di compatibilità idraulica	36
9	CONCLUSIONI	39
	Appendice 1: Studio Idraulico - Metodologia di calcolo	40
	Appendice 2: Studio Idraulico- Report Programma HEC RAS	45
	ANNESSO:	
	• Disegno DIS-AT-712 Met. Der. per Riccione DN100 Attraversamento: Rio Melo	

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 4 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

1 GENERALITA'

1.1 Premessa

La Snam Rete Gas, nell'ambito del progetto "Rifacimento Allacciamenti sul Met. Ravenna - Chieti, Tratto Ravenna - Recanati - 2^a Fase", intende realizzare un Allacciamento denominato "Rifacimento Derivazione per Riccione", DN100 (4"), in sostituzione dell'Allacciamento in esercizio ed in fase di dismissione.

In particolare il tracciato di progetto del sopracitato Allacciamento interseca il TORRENTE MELO, in un ambito di confine tra i territori di Coriano (RN) e di Riccione (RN), la cui pertinenza fluviale è regolamentata dal Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) redatto dall' ex Autorità di Bacino Interregionale Marecchia - Conca.

Il torrente in esame rappresenta uno dei corsi d'acqua di significativa importanza per il quale l'ex Autorità di Bacino Marecchia - Conca, nell'ambito del P.A.I., ha individuato l'alveo del corso d'acqua e le relative fasce fluviali nei tratti idraulicamente più significativi.

Nello specifico, in corrispondenza del sopracitato attraversamento fluviale, il tracciato del metanodotto in progetto interferisce con l'alveo del corso d'acqua e con delle fasce territoriali censite di pertinenza del corso d'acqua stesso, ai sensi PAI vigente.

1.2 Scopo e descrizione dell'elaborato

Lo scopo del presente elaborato è dunque analizzare le condizioni di compatibilità idraulica del metanodotto (Allacciamento) in progetto nell'ambito specifico d'interferenza con le aree di pericolosità idraulica.

Nell'ambito della presente relazione vengono inoltre illustrati gli studi effettuati al fine di individuare le caratteristiche di progettazione nell'attraversamento in subalveo del corso d'acqua, con particolare riferimento alla definizione della metodologia operativa, del profilo di posa della condotta e delle caratteristiche delle eventuali opere di ripristino e di presidio idraulico.

Le scelte sono state effettuate, in funzione di valutazioni di tipo geomorfologico, geologico ed idraulico, con lo scopo di garantire la sicurezza del metanodotto per tutto il periodo di esercizio, nonché di assicurare la compatibilità dell'infrastruttura in considerazione dell'aspetto idraulico del corso d'acqua, subordinandola alla dinamica evolutiva dello stesso.

In tal senso le valutazioni specifiche di cui al presente elaborato sono state condotte in riferimento alle fasi di studio qui di seguito sinteticamente descritte:

- Inquadramento territoriale dell'area d'attraversamento in modo da consentire di individuare in maniera univoca il tratto del corso d'acqua interessato dall'interferenza con l'infrastruttura lineare in progetto;
- Caratterizzazione idrografica del corso d'acqua e descrizione dell'ambito di attraversamento;
- Studio idrologico al fine di stimare le portate al colmo di piena di progetto in corrispondenza della sezione di studio (coincidente con quella dell'attraversamento in esame);

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 5 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

- Studio idraulico, volto ad individuare i parametri caratteristici di deflusso idrico ed i fenomeni associati alla dinamica fluviale locale in corrispondenza dell'ambito di attraversamento, con particolare riferimento alla valutazione dei fenomeni erosivi di fondo alveo;
- Descrizione delle scelte progettuali inerenti la metodologia costruttiva, la geometria della condotta in subalveo e le eventuali opere di presidio idraulico;
- Valutazioni inerenti la compatibilità idraulica del sistema d'attraversamento, in riferimento ai criteri stabiliti nelle Norme di Piano per la regolamentazione degli interventi in ambiti censiti di pericolosità idraulica ai sensi del PAI.

1.3 Disegno di Attraversamento

Il progetto dell'attraversamento del corso d'acqua, comprendente le caratteristiche geometriche e strutturali della condotta, il profilo di posa della stessa, nonché le caratteristiche tipologiche e dimensionali delle eventuali opere di sistemazione, è stato sviluppato nel seguente elaborato grafico:

- DIS. AT-712
*Met. "Rifacimento Derivazione per Riccione", DN100 (4"),
 Attraversamento: Rio Melo*

Pertanto, per gli approfondimenti di alcune tematiche affrontate nel presente documento, si rimanda alla visione dell'elaborato grafico sopra citato.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 6 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'attraversamento del corso d'acqua da parte del tracciato di progetto dell'Allacciamento "Rifacimento Derivazione per Riccione", DN100 (4") ricade in località Ponte di Ca Rossa, in un ambito di confine tra i territori di Coriano (RN) e di Riccione (RN).

Dal punto di vista idrografico l'ambito d'attraversamento ricade nel tratto basso dello sviluppo del corso d'acqua, a circa 4,5 km dalla foce.

Al fine di consentire un inquadramento territoriale dell'ambito di attraversamento, qui di seguito si riporta una corografia in scala 1:25.000 (estratta dalle tavolette IGM), dove:

- il tracciato del metanodotto Allacciamento in progetto è riportato mediante una linea continua in rosso;
- l'area di attraversamento in esame è indicata mediante un cerchio in colore blu;
- il tracciato di progetto del metanodotto Ravenna- Chieti (tratto Ravenna - Recanati) è riportato tramite una linea tratteggiata in rosso;
- i metanodotti in fase di dismissione sono riportati tramite delle linee in verde;
- i metanodotti esistenti (da mantenere in esercizio) sono indicati con linee in blu;

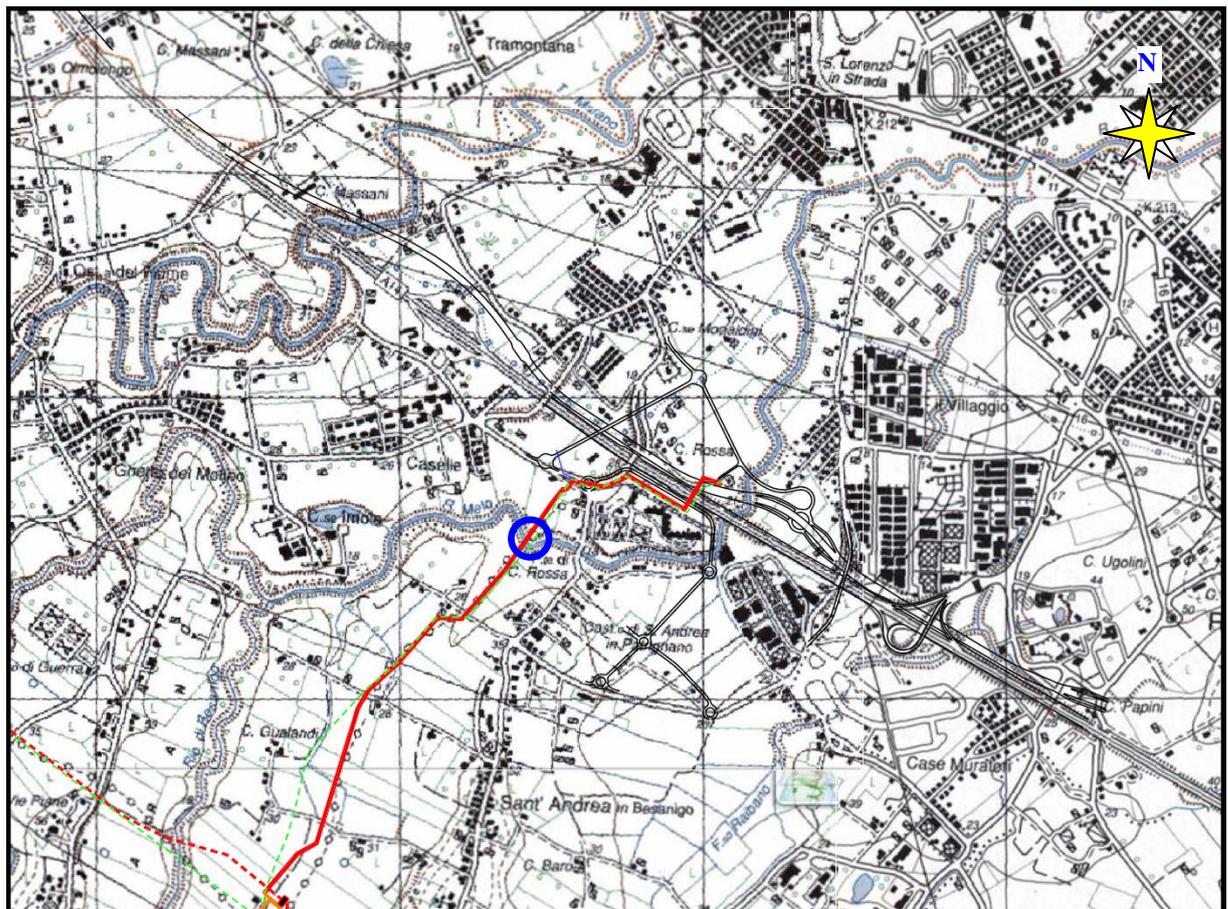


Fig.2.1/A: Corografia generale in scala 1:25.000 (dalle tavolette IGM)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 7 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

Le coordinate piane dell'ambito di attraversamento del corso d'acqua sono riportate nella tabella seguente:

Tab.2.1/A: Coordinate ambito di attraversamento del corso d'acqua

Coordinate ambito di attraversamento del corso d'acqua		
Coordinate Piane WGS84 - Fuso 33: Est /Nord	309337 m E	4873328 m N

Nella figura seguente è infine riportato uno stralcio planimetrico di maggior dettaglio (CTR in scala 1:10.000), nel quale sono riportate le medesime informazioni di cui allo stralcio precedente.

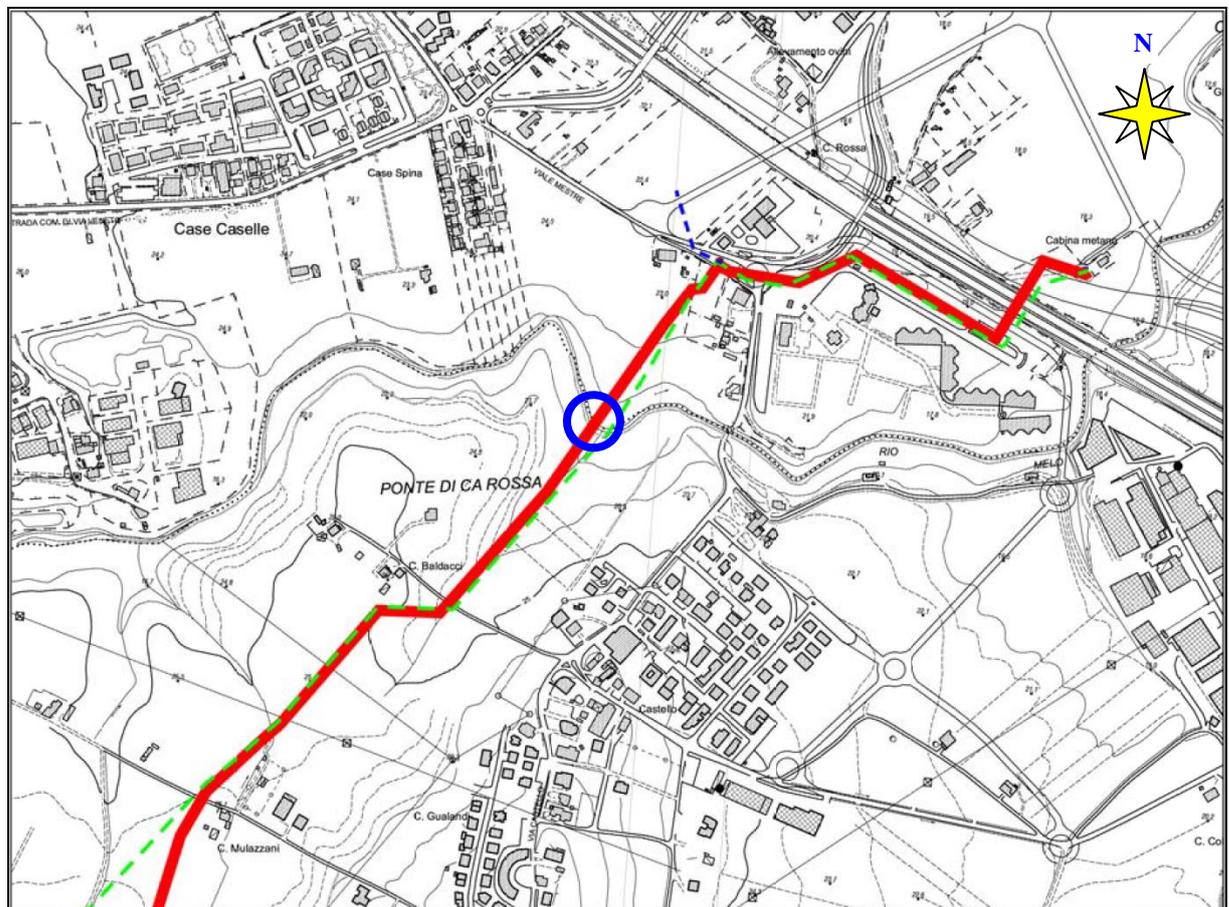


Fig.2.1/B: Stralcio planimetrico in scala 1:10.000 (C.T.R. Regionali)

Dalla figura precedente si rileva, in particolare, che l'attraversamento in esame ricade immediatamente a monte (a circa 20m di distanza) dall'attraversamento da parte del metanodotto esistente "Derivazione per Riccione" DN100 (4"), in fase di dismissione.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 8 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

3 CARATTERIZZAZIONE IDROGRAFICA DELL'AMBITO IN ESAME

3.1 Assetto idrografico e descrizione generale del bacino del corso d'acqua

Il torrente Melo rappresenta un corso d'acqua caratterizzato da un bacino idrografico di circa 47 km², delimitato in sinistra dal Marano e in destra dal Conca.

Trae origine dai colli di Montescudo (576 m) e inizialmente assume il nome di Fosso delle Fornaci. Prima della chiusura dell'areale montano, che può essere individuata poco a monte dell'attraversamento dell'autostrada A14, si immette dalla destra idraulica il Rio Besanigo (principale tributario); nel breve tratto di pianura il torrente riceve le acque del Fosso Raibano

Quindi il corso d'acqua, dopo uno sviluppo complessivo di circa 16 km, sfocia nel Mare Adriatico dando origine al porto canale di Riccione.

Nella figura seguente è riportato il bacino complessivo del corso d'acqua (in color magenta), su una base cartografica costituita dalle tavolette IGM, con indicazione dell'asta del corso d'acqua e del principale affluente (da destra) Rio di Besanigo.

Nella stessa figura è anche riportato mediante un cerchio in rosso l'ambito d'interferenza tra il metanodotto in progetto e l'alveo del torrente Melo.



PROGETTISTA  TechnipFMC

COMMESSA
NR/17350

CODICE TECNICO

LOCALITA'
REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE

RE-CIV-305

PROGETTO
RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA –
CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") –
DP 75 bar ED OPERE CONNESSE

Fg. 9 di 57

Rev.
0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

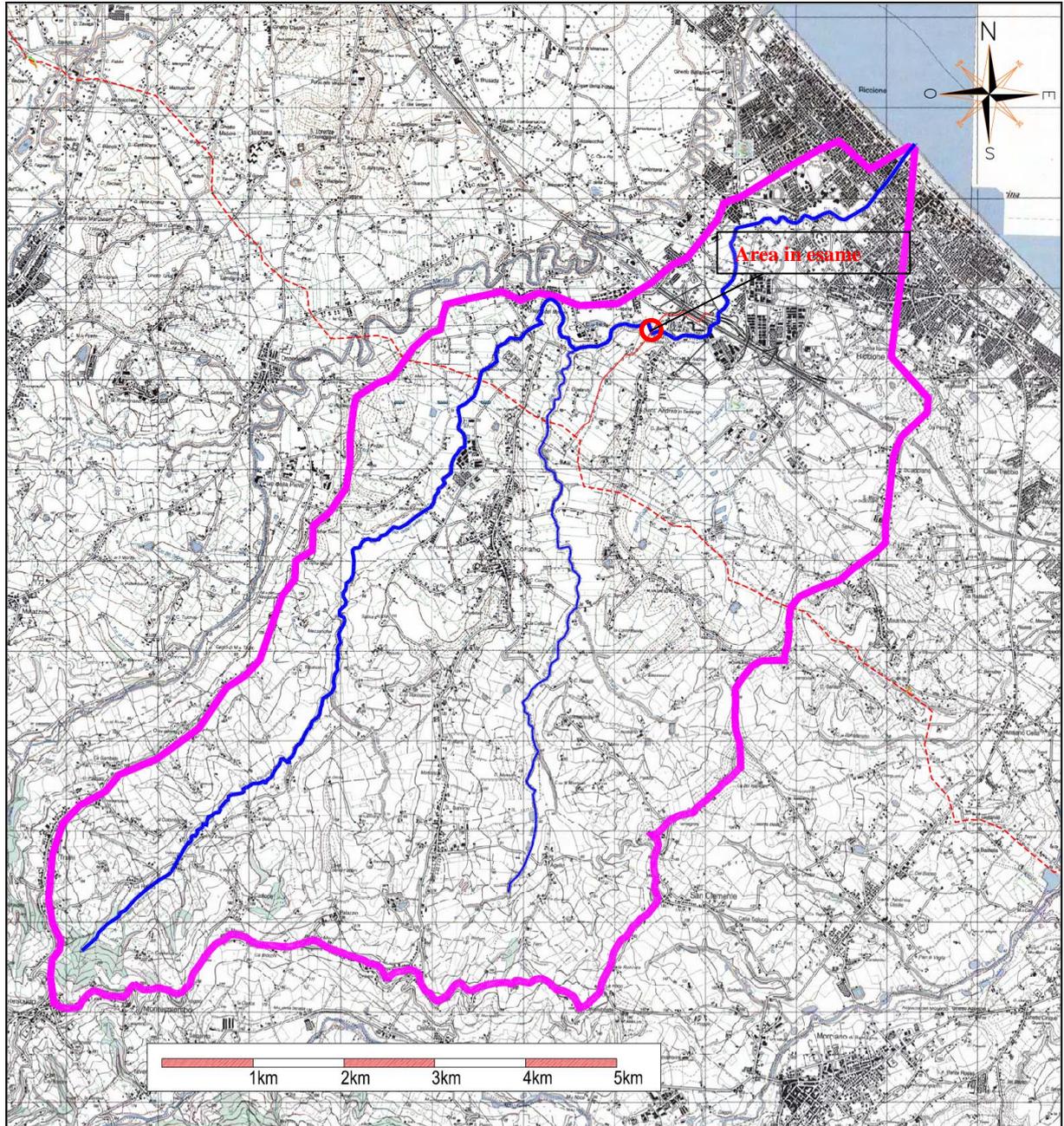


Fig.3.1/A: Bacino complessivo del corso d'acqua ed indicazione dell'ambito di studio

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 10 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

3.2 Descrizione dell'area d'intervento

Come si rileva dalla precedente Fig.3.1/A, l'attraversamento da parte del metanodotto in progetto ricade nel tratto basso dello sviluppo del corso d'acqua. Più esattamente l'ambito d'interferenza ricade a circa 1km a valle della confluenza da destra del Rio Besanigo e a circa 4.5 km dalla foce nel Mar Adriatico.

Nell'intorno dell'attraversamento il corso d'acqua assume un andamento longitudinale sostanzialmente tortuoso. L'alveo presenta una configurazione incisa e con dimensioni sostanzialmente modeste. La larghezza del fondo infatti risulta di circa 3÷3.5m; le sponde, mediamente acclivi ed interessate da vegetazione arbustiva, si elevano dal fondo di circa 2.5÷3m. In prossimità dell'area d'attraversamento non si rileva la presenza di segni di erosioni spondali e/o del fondo e pertanto la configurazione d'alveo appare stabile. Dal punto di vista idrologico il rio Melo è caratterizzato da regime torrentizio; infatti durante la stagione estiva ha portate pressoché nulle.

Al fine di consentire una visione diretta dell'ambito in esame nella figura seguente è riportata una foto aerea (estratta da Google Earth) dell'ambito d'interferenza tra il metanodotto in progetto ed il corso d'acqua, dove il tracciato del metanodotto in progetto è riportato mediante una linea in rosso e l'area di attraversamento in esame è indicata mediante un cerchio in colore blu.

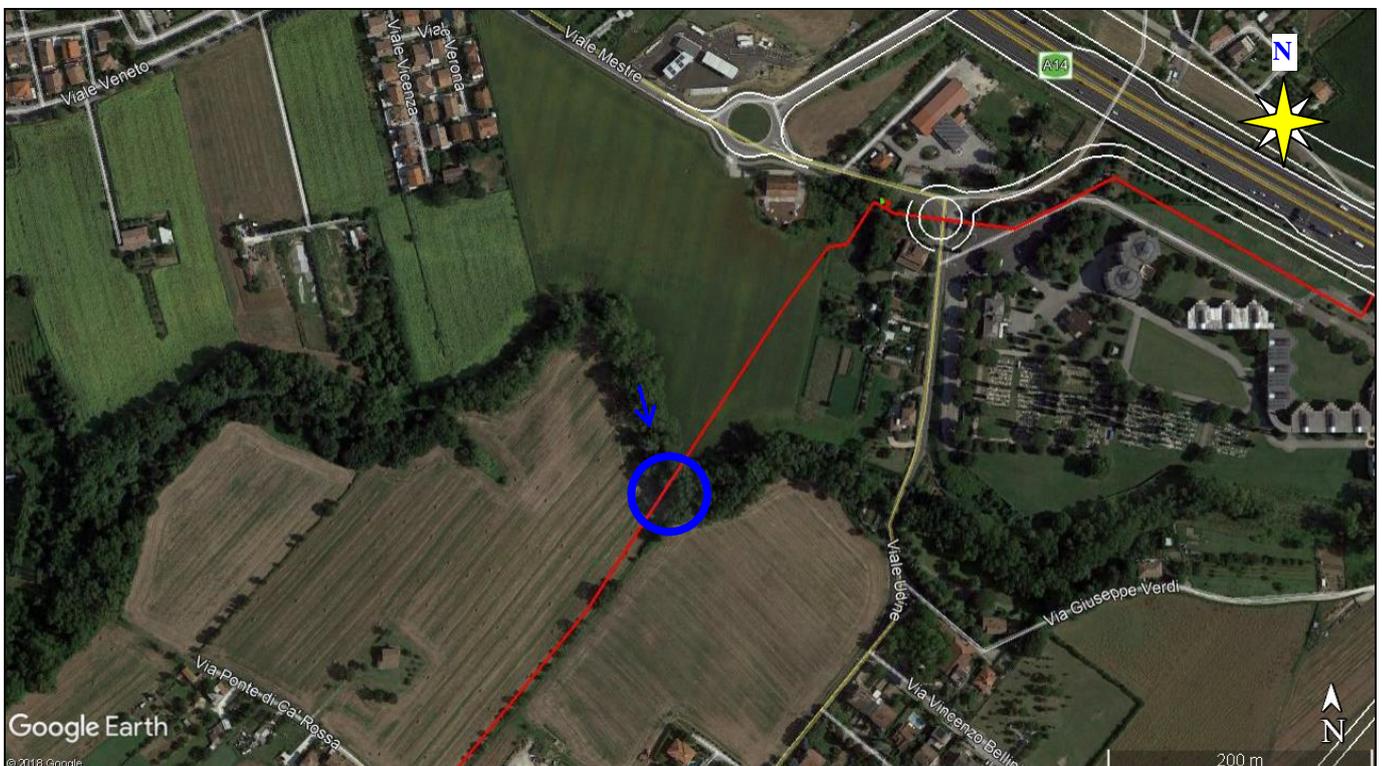


Fig.3.2/A: Foto aerea dell'ambito di attraversamento (estratta da google earth)

	PROGETTISTA  TechnipFMC	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 11 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

Nella figura seguente è inoltre riportata una foto relativa all'ambito d'attraversamento in esame del corso d'acqua (foto scattata dalla sponda destra del corso d'acqua). La linea indicata in rosso rappresenta la posizione del tracciato del metanodotto in progetto.



Fig.3.2/B: Foto ambito di attraversamento del corso d'acqua

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 12 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

4 VALUTAZIONI IDROLOGICHE

4.1 Generalità

Lo studio idrologico in generale assume la finalità di determinazione delle portate al colmo di piena e/o degli idrogrammi di piena di uno o più corsi d'acqua in prefissate sezioni di studio ed in funzione di associati tempi di ritorno.

I risultati di tale studio costituiscono la base per le verifiche idrauliche, in relazione alle quali verranno analizzate le condizioni di deflusso del corso d'acqua ed individuati i valori di copertura della linea in progetto, per la sua posa in sicurezza.

La valutazione delle portate può essere eseguita con diverse metodologie di calcolo, in funzione della natura dei dati disponibili.

In generale, avendo a disposizione dati di portata registrati in continuo da una stazione idrometrica presente sul corso d'acqua, si esegue l'elaborazione statistica degli eventi estremi disponibili (metodo diretto).

In mancanza di detti dati, si verifica se sono disponibili dati di portata di altri corsi d'acqua, siti nelle circostanze del fiume oggetto di studio, con le medesime caratteristiche idrologiche. In detto caso si esegue l'elaborazione statistica di dati disponibili e successivamente si cerca di interpretare le portate del corso d'acqua in esame sulla base dei risultati ottenuti (metodo della similitudine idrologica).

In molti casi è possibile utilizzare i cosiddetti "metodi di regionalizzazione", attraverso i quali è possibile valutare le portate di piena in riferimento a parametri idrologici caratteristici del bacino in esame.

Infine, è possibile ricorrere al metodo indiretto (Afflussi- Deflussi), che permette la valutazione delle portate al colmo in funzione delle precipitazioni intense.

4.2 Considerazioni specifiche preliminari

Il fiume in esame, ricadente nella pertinenza "dell'Autorità Interregionale di Bacino Marecchia - Conca" per il quale l'Autorità di Bacino, nell'ambito del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI), ha proceduto ad effettuare specifiche valutazioni idrologiche ed idrauliche con lo scopo di individuare e perimetrare le aree di pericolosità idraulica lungo lo sviluppo dell'asta fluviale.

Pertanto, in ragione di quanto evidenziato, per le valutazioni idrologiche nella sezione in esame, ci si riferisce esplicitamente agli "studi ufficiali" prodotti dall'Autorità di Bacino, per i quali qui di seguito si riporta una breve descrizione delle metodologie di elaborazione utilizzate e la selezione dei risultati di interesse.

4.3 Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino

Si assume come sezione di studio quella di attraversamento da parte del metanodotto in progetto, il quale ricade nel tratto basso dello sviluppo del corso d'acqua, a circa 1 km a valle della confluenza da destra del Rio Besanigo.

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico, ricavato dalle tavolette IGM, con la delimitazione del bacino sotteso dalla sezione di studio (sez. attraversamento) e con indicazione dell'asta principale del corso d'acqua e del principale tributario Rio

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 13 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

Besanigo. Nella stessa figura il tracciato del metanodotto in progetto è indicato mediante una linea in colore rosso.

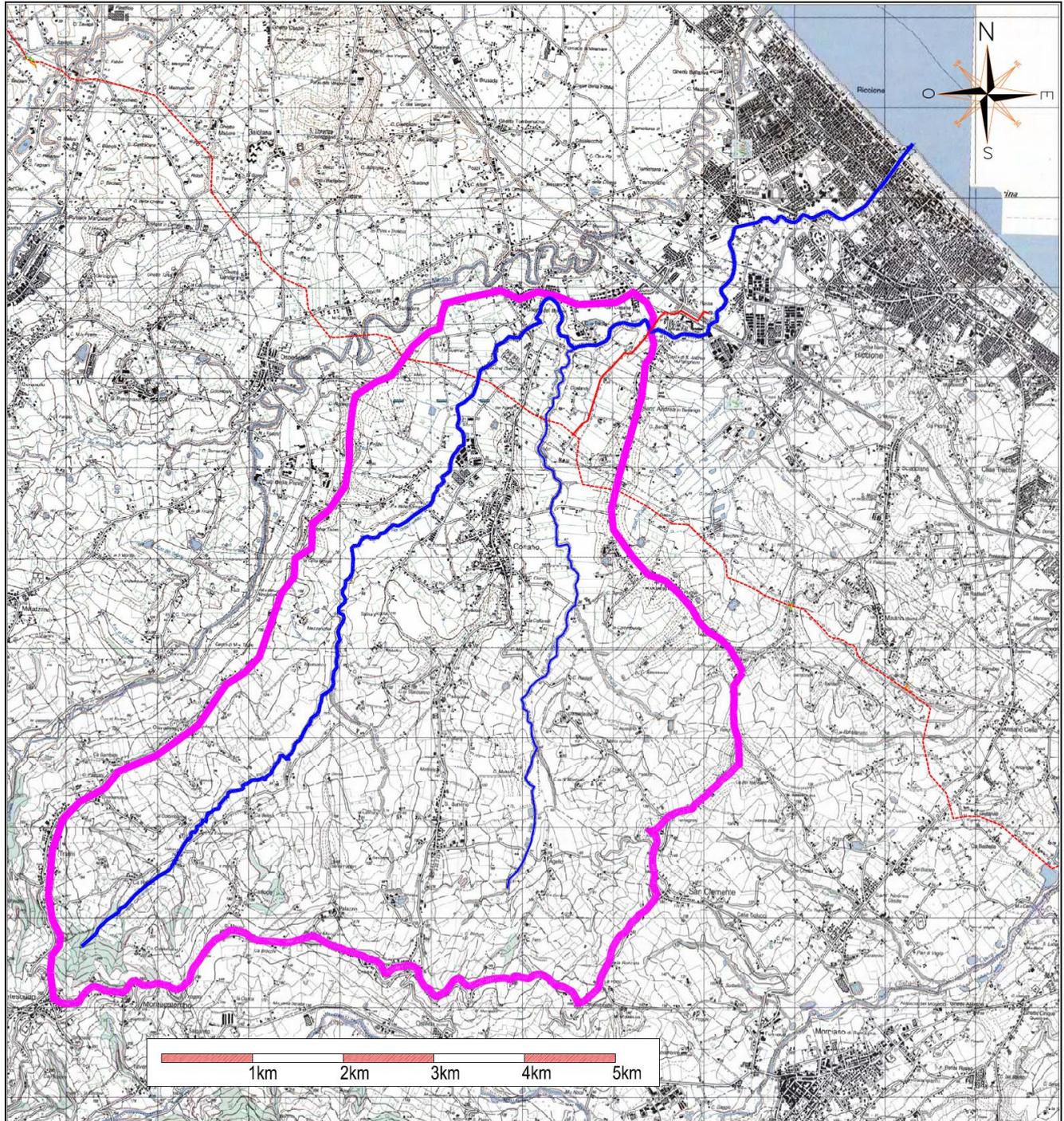


Fig.4.3/A: Bacino Imbrifero sotteso dalla sezione di studio

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 14 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

Nella tabella seguente sono riportati i parametri morfometrici del bacino sotteso dalla sezione di studio (sezione di attraversamento).

Tab.4.3/A: Parametri morfometrici

Corso d'acqua / Sezione Studio	Superficie Bacino (kmq)	Lungh. asta principale (km)	Altitudine max Bacino (m)	Altitudine media Bacino (m)	Altitudine Sezione chiusura (m)
T.Melo - Sez. di studio	35.4	11.5	576	103	12

4.4 Studi PAI - Metodologia e risultati di interesse

Nell'ambito degli studi idrologici redatti dall'Autorità di Bacino per la stesura del PAI, le valutazioni delle portate massime al colmo nelle sezioni ritenute rappresentative sono state eseguite secondo il metodo della regionalizzazione "VA.PI" modificata.

Questo metodo è stato sviluppato apportando alcune modifiche alla regionalizzazione VA.PI., per tener conto delle possibili disomogeneità idrologiche fra i bacini emiliano-romagnoli nei confronti di quelli abruzzesi e del sud delle Marche. Ciò ha consentito la possibilità di reperire leggi "regionali" caratterizzati da un ambito di validità più locale, escludendo dall'insieme delle osservazioni disponibili quelle riferite ai bacini più meridionali.

L'illustrazione della metodologia di calcolo e degli algoritmi utilizzati sono evidenziati nel capitolo 2.7 della Relazione del PAI.

In particolare, nell'ambito del territorio dell'Autorità di Bacino di Marecchia - Conca, sono stati individuati n.7 bacini principali e i cui risultati delle elaborazioni idrologiche in alcune sezioni ritenute rappresentative sono sintetizzati nella Tabella 2.7.1 - Relazione PAI, qui di seguito riportata.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 15 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

Tab.4.4/A: Tab.2.7.1 Relazione PAI- Sezioni di interesse nei sette bacini principali portate massime al colmo (regionalizzazione "VA.PI." modificata)

Bacino	Corpo idrico	Codice sotto_bacino	Toponimo identificativo della sezione di chiusura	Area imbriferà (km ²)	Portate al colmo (m ³ /s) per tempi di ritorno di anni:							
					5	10	20 =Q _r	50	100	200	500	1000
Uso	T. Uso	B26.01	P.te Uso di Sogliano	40.5	52	69	86	108	125	142	165	182
	T. Uso	B26.02	Poggio Berni (inizio rilievi asta fluviale)	92.5	77	102	127	160	184	209	242	267
	T. Uso	B26.03	S. Vito di Rimini	107.0	87	115	143	180	209	237	274	302
	T. Uso	B26.04	Confluenza nell'Uso	130.4	103	136	169	213	246	279	322	356
	T. Uso	B26.05	Foce	140.7	109	144	179	226	261	296	342	378
Marecchia – Ausa	F. Marecchia	B27.01	Monte confluenza del T. Il Presale	45.9	49	65	81	102	118	134	155	171
	F. Marecchia	B27.02	Valle confluenza del T. Il Presale	96.9	105	139	173	217	251	285	330	364
	F. Marecchia	B27.03	Monte confluenza Senatello	153.6	163	216	268	337	390	443	512	565
	F. Marecchia	B27.04	Valle confluenza del T. Senatello (inizio rilievi asta fluviale)	202.7	214	283	352	444	513	582	673	743
	F. Marecchia	B27.05	Maciano di Pennabilli	265.5	274	362	451	567	656	744	861	949
	F. Marecchia	B27.06	Secchiano di Novafeltria	342.5	342	452	562	707	817	928	1073	1184
	F. Marecchia	B27.07	Pietracuta di San Leo	365.1	358	474	589	742	857	972	1125	1241
	F. Marecchia	B27.08	Valle confluenza del T. Mazzocco	412.0	396	524	652	821	948	1076	1245	1373
	F. Marecchia	B27.09	P.te Verucchio	465.7	434	574	713	898	1038	1178	1363	1503
	F. Marecchia	B27.10	Santarcangelo di Romagna	494.5	449	594	739	930	1075	1220	1412	1557
	T. Ausa	B27.11	Confine di stato Repubblica di S. Marino	24.8	38	51	63	79	92	104	120	133
	T. Ausa	B27.12	Confluenza in Marecchia	72.0	53	71	88	111	128	145	168	185
	F. Marecchia	B27.13	Foce	609.9	502	664	826	1040	1202	1364	1578	1741
Marano	T. Marano	B28.01	Confine di stato Repubblica di S. Marino (inizio rilievi asta fluviale)	28.2	46	61	76	96	111	126	146	161
	T. Marano	B28.02	Ospedaletto di Coriano	40.0	64	84	105	132	153	173	201	221
	T. Marano	B28.03	C.se del Molino di Riccione	54.2	80	106	131	165	191	217	251	277
	T. Marano	B28.04	Foce	60.4	84	111	138	174	201	228	263	291
Melo	R. Melo	B29.01	C.se del Molino di Riccione (inizio rilievi asta fluviale)	19.6	40	53	66	83	96	109	126	139
	R. Melo	B29.02	Valle confluenza R. Bessanigo	34.7	65	85	106	134	154	175	203	224
	R. Melo	B29.03	Foce	47.0	75	99	123	154	178	202	234	258
Conca	T. Conca	B30.01	Confine con. M. Colombo e Montegrimano (inizio rilievi asta fluviale)	40.2	63	83	103	130	150	170	197	217
	T. Conca	B30.02	Tavenna di Monte Colombo	81.9	79	104	129	163	188	213	247	272
	T. Conca	B30.03	Valle confluenza del T. Ventena di Gemmano	125.5	114	151	188	236	273	310	358	395
	T. Conca	B30.04	Morciano di Romagna	141.6	126	166	207	261	301	342	395	436
	T. Conca	B30.05	Foce	162.4	140	185	230	289	334	379	439	484
Ventena	T. Ventena	B31.01	C.se Torri di Morciano di Romagna	29.2	31	41	51	64	75	85	98	108
	T. Ventena	B31.02	S. Giovanni in Marignano (inizio rilievi asta fluviale)	36.7	36	48	60	75	87	98	114	125
	T. Ventena	B31.03	Foce	42.3	39	52	65	82	94	107	124	137
Tavollo	T. Tavollo	B32.01	Tavullia	28.1	30	40	50	63	72	82	95	105
	T. Tavollo	B32.02	P.te presso S. Giovanni in Marignano (inizio rilievi asta fluviale)	48.7	43	57	71	89	103	117	136	149
	T. Tavollo	B32.03	Valle confluenza F.ssa Taviolo	68.5	51	68	84	106	123	139	161	178
	T. Tavollo	B32.04	Foce	79.3	59	78	96	121	140	159	184	203
F. Foglia	B40.01	Poco a monte di Belforte	65.7	67	89	111	139	161	183	212	233	

Nella tabella precedente i risultati relativi al corso d'acqua in esame sono evidenziati mediante una campitura delimitata in colore rosso.

4.5 Valutazione idrologiche specifiche

La sezione di studio in esame (sezione di attraversamento) è localizzata poco a valle della Sezione B29.02 "Valle confluenza Rio Bessanigo", di cui alla tabella riportata nella Tab.4.4/A (caratterizzata da un bacino sotteso di 34.7 km²).

Pertanto, in considerazione che le superfici dei bacini sottesi dalla ns. sezione di studio e quella relativa alla Sez. B29.02 dello studio PAI risultano estremamente paragonabili, le valutazioni idrologiche in corrispondenza della sezione di studio vengono eseguite moltiplicando la superficie sottesa del bacino in esame (35.4km²) per le portate per unità di superficie (espresse in m³/s/km²) relative alla Sez. B29.02 e riferite a vari tempi di ritorno.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 16 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

Pertanto, procedendo come precedentemente descritto, nella tabella seguente si riportano i valori delle portate al colmo di piena considerate nella sezione di studio e riferite ai tempi di ritorno di 100, 200 e 500 anni.

Tab.4.5/A: Sez. Studio - Portate al colmo di piena

Corso d'acqua / Sezione Studio	Superficie Bacino (kmq)	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=100anni)	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=200anni)	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=500anni)
Torrente Melo / Sez. di studio	35.4	157	179	207

4.6 Portata di progetto

Si adotta come portata di progetto quella associata ad un tempo di ritorno (TR) pari a 200 anni.

Nella tabella seguente si riepiloga dunque la portata di progetto, la quale verrà presa in considerazione per le verifiche idrauliche di cui al capitolo seguente.

Tab.4.6/A: Portata di progetto - tabella riepilogativa

Sezione Idrologica		Sup. Bacino (kmq)	Qprogetto (mc/s)	qmax (mc/s×kmq)
Torrente Melo	Sez. Attraversamento (Sez. di studio)	35.4	179	5.05

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 17 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

5 STUDIO IDRAULICO IN MOTO PERMANENTE

5.1 Premessa e metodologia di calcolo

Lo studio idraulico è finalizzato alla valutazione dei parametri idraulici che caratterizzano il deflusso (velocità media della corrente, battente d'acqua, numero di Froude, carico totale e cinetico, ecc.) di una generica portata in uno o più ambiti di studio del corso d'acqua.

Nello specifico le elaborazioni sono state effettuate in riferimento all'evento di piena corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 200 anni (al quale si associa la probabilità di non superamento del 99.5%), considerando un tronco d'alveo idraulicamente significativo a cavallo della sezione d'attraversamento da parte del metanodotto. A tal proposito si evidenzia che le finalità ultime dell'elaborazione sono quelle di individuare le condizioni generali di deflusso nell'ambito in esame con lo scopo di valutare i fenomeni erosivi di fondo alveo in corrispondenza dell'area di attraversamento della condotta.

Le elaborazioni sono state condotte considerando il moto in regime permanente ed utilizzando il codice di calcolo HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center – River Analysis System*, prodotto da U.S. Army Corp of Engineer, versione 4.1.0).

In *Appendice 1* viene descritta, con dettaglio, la metodologia di calcolo utilizzata; mentre in *Appendice 2* sono riportati i tabulati di output del programma di calcolo.

Nei paragrafi seguenti vengono invece descritti i parametri di calcolo utilizzati, vengono riportate le tavole e tabelle rappresentative dell'elaborazione, nonché vengono illustrati i risultati delle elaborazioni.

5.2 Assetto geometrico e modellazione idraulica

5.2.1 Assetto geometrico di modellazione dell'alveo

Al fine di eseguire la modellazione idraulica nell'ambito di riferimento è stato considerato un tronco d'alveo idraulicamente significativo a cavallo della sezione di attraversamento del metanodotto, per uno sviluppo complessivo di circa 325m.

La definizione topografica della configurazione d'alveo per il tronco idraulico di studio è stata eseguita avvalendosi di specifici rilievi topografici eseguiti nella primavera del 2019. La configurazione d'alveo così individuata risulta pertinente sia alla attuale configurazione idraulica del corso d'acqua, che a quella di fine lavori. Ciò in quanto, con i lavori di costruzione del metanodotto, non verranno apportate al corso d'acqua alterazioni tali da modificarne le condizioni di deflusso della corrente.

	PROGETTISTA  TechnipFMC	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 18 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

Entrando nello specifico, nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico ricavato dai CTR regionali, nel quale l'asta del corso d'acqua è indicata in colore blu, le sezioni trasversali utilizzate per il calcolo idraulico sono indicate in magenta, mentre il tracciato del metanodotto in progetto è indicato in rosso. La sezione 1 (RS90) coincide con la sezione di monte del tronco idraulico; la sezione 10 (RS10) rappresenta quella di valle.

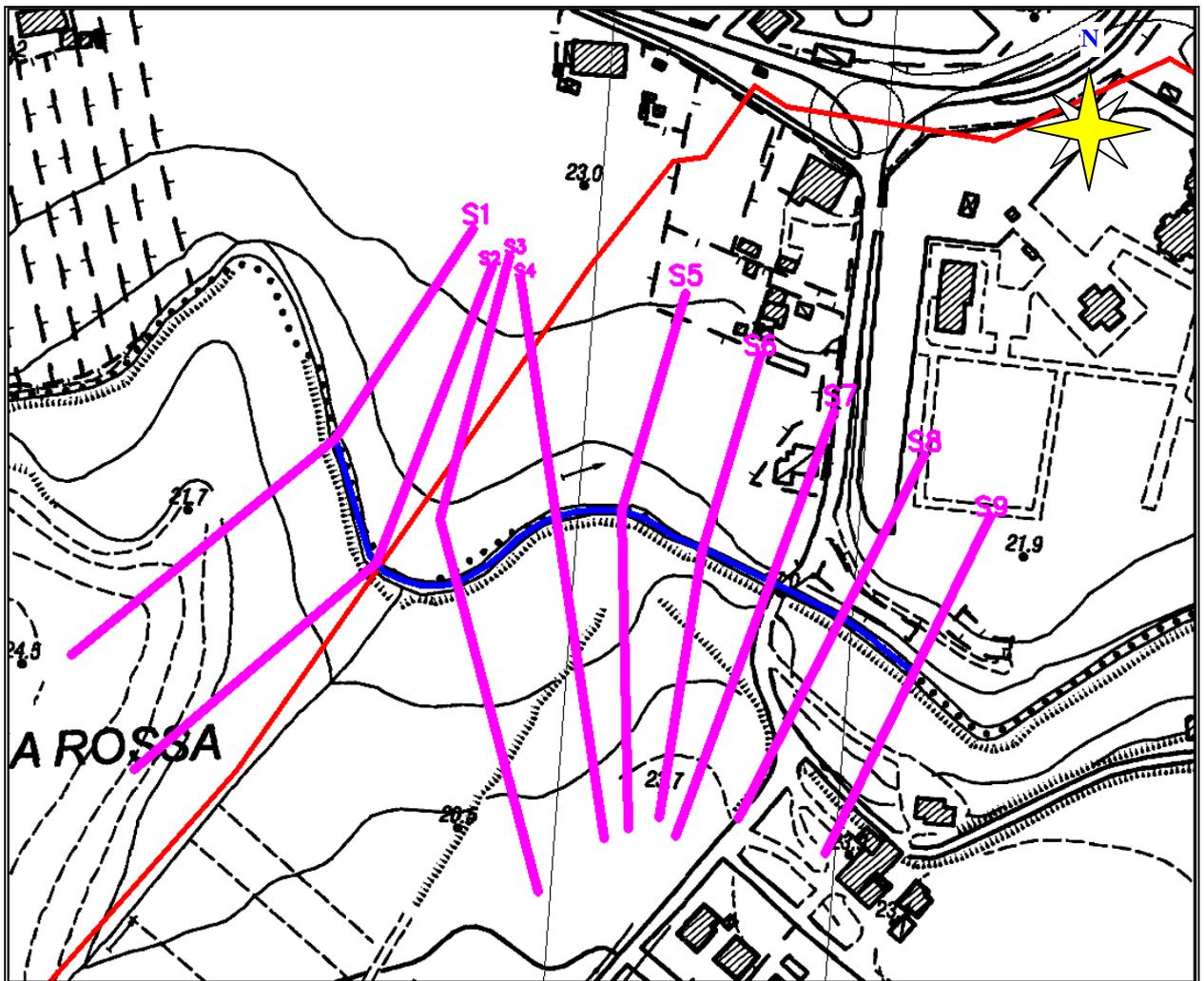


Fig.5.2/A: Stralcio CTR regionale, con tronco d'alveo analizzato e sezioni iniziali di input

Invece nella successiva tabella vengono riportate le denominazioni delle sezioni di input nella modellazione idraulica (con la corrispondenza con le sezioni del rilievo), nonché vengono indicate le progressive metriche lungo l'asta fluviale e le distanze reciproche tra le varie sezioni.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 19 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

Tab.5.2/A

SEZIONE IDRAULICA (River Station)	SEZIONE DEL RILIEVO	PROGRESSIVA (m)	DISTANZA dalla Sez. succ. (m)	DESCRIZIONE
RS90	Sez.1	0.00	58.35	Sezione di monte
RS80	Sez.2	58.35	38.08	
RS70	Sez.3	96.43	52.65	
RS60	Sez.4	149.08	29.36	
RS50	Sez.5	178.44	39.66	
RS40	Sez.6	218.10	33.01	
RS30	Sez.7	251.11	34.78	ciglio monte ponte
RS20	Sez.8	285.89	39.81	
RS10	Sez.9	325.70	0.00	Sezione di valle

In aggiunta, si pone in evidenza, che per ottenere una migliore modellazione numerica nell'elaborazione di calcolo sono utilizzate anche una serie di "sezioni intermedie", le quali sono state individuate in maniera automatizzata dal programma mediante interpolazione lineare tra le sezioni di input immediatamente a monte ed a valle.

Nella figura seguente si riporta lo schema planimetrico di input geometrico utilizzato per la modellazione idraulica, dove le sezioni in verde scuro sono di input da rilievo, mentre quelle in verde chiaro sono state ricavate per interpolazione dal programma.

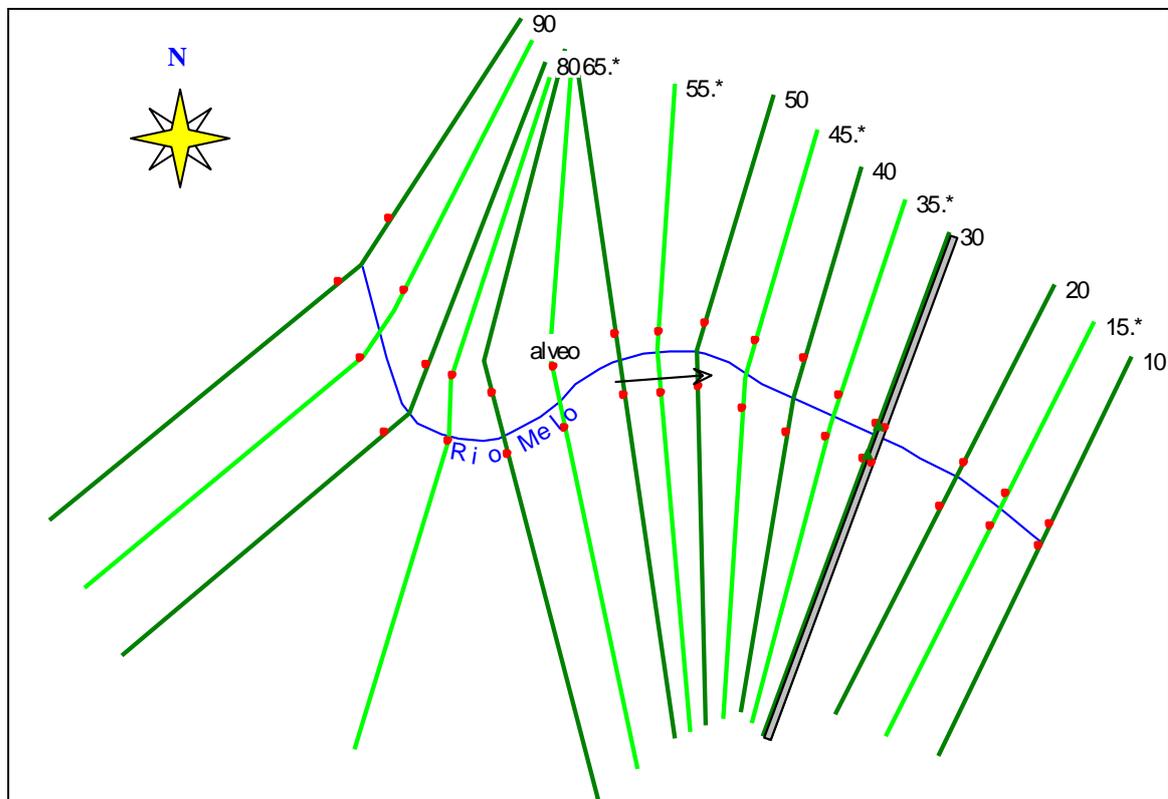


Fig.5.2/B: Modellazione geometrica in Hec Ras (RS90 a monte e RS10 a valle)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 20 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

5.2.2 Dati di Input e condizioni al contorno

Le elaborazioni sono state effettuate considerando l'evento di piena associato ad un tempo di ritorno di 200 anni, per il quale (in riferimento alle valutazioni idrologiche di cui al capitolo precedente) è stata valutata una portata al colmo di piena Q pari a:

- $Q_{200}=179$ mc/s

Il valore di portata è stato mantenuto costante per tutto il tronco d'alveo in esame nella modellazione idraulica. Inoltre la portata è stata mantenuta costante nel tempo, in conformità ad una delle ipotesi del moto permanente.

Le condizioni al contorno imposte alle estremità del tronco d'alveo oggetto di studio, sono costituite da un flusso in moto uniforme "normal depth" a monte (RS90) ed a valle (RS10), in considerazione delle pendenze al fondo individuate per i tratti immediatamente esterni all'estremità del tronco.

Per quanto concerne il coefficiente d'attrito si è fatto riferimento agli indici di scabrezza di Manning "n", i cui valori caratteristici, assunti costanti per l'intero tronco di analisi, sono:

- 0,035 per l'alveo medio principale (Chan);
- 0,055 per le aree di deflusso oltre i limiti d'alveo (LOB, ROB).

5.3 Risultati della simulazione idraulica

I tabulati di Report dell'elaborazione idraulica (in forma estesa) sono riportati in *Appendice 2*, mentre qui di seguito si riportano alcuni grafici e tabelle che consentono una più rapida visualizzazione dell'output dell'elaborazione.

Al fine di fornire un inquadramento visivo generale sull'assetto geometrico, sull'ubicazione delle sezioni di studio e sui risultati conseguiti, qui di seguito si riporta una visione prospettica dell'output di elaborazione.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 21 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

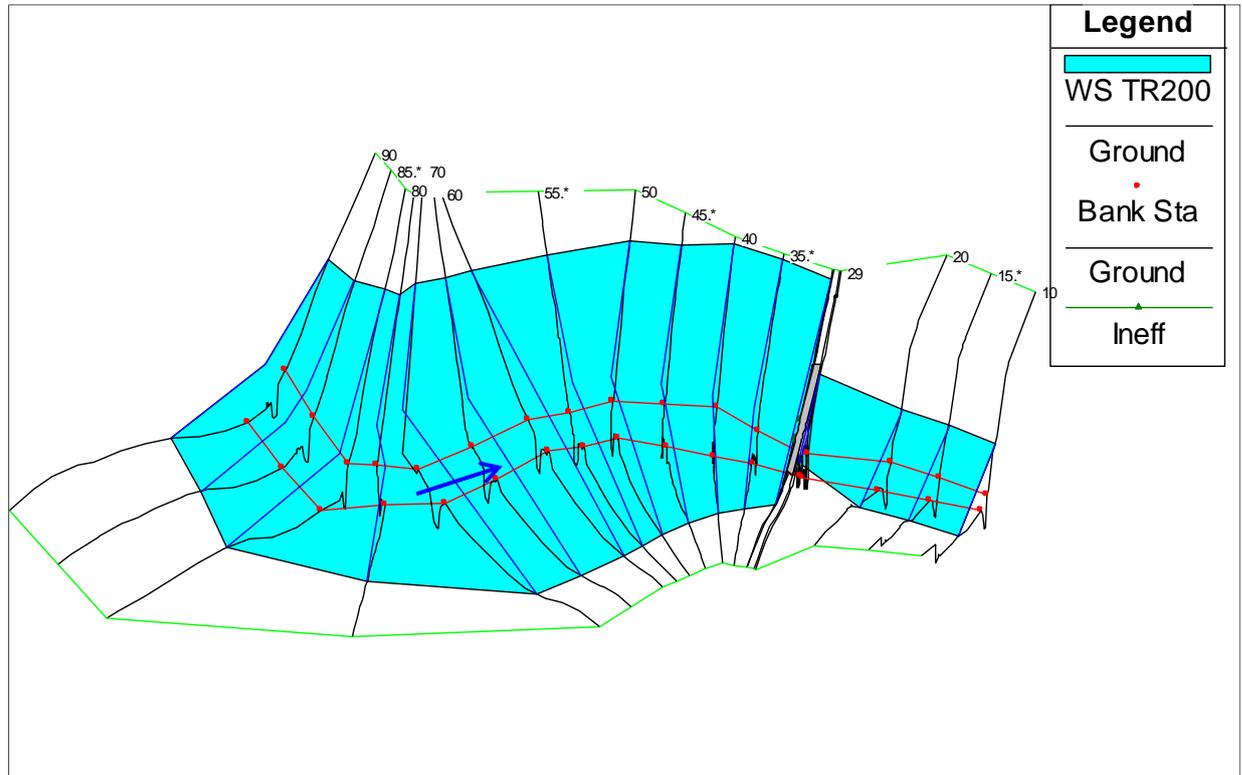


Fig.5.3/A: Schermata di Output del programma – visione prospettica (RS90: monte /RS10: valle)

Qui di seguito è riportata la tabella riepilogativa dei risultati conseguiti nell'elaborazione idraulica, relativa alle varie sezioni di calcolo.

Tab.5.3/A: Tabella Riepilogativa di Output

River Station	Q Total (m3/s)	Min Ch Elev (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)	Hydr Depth C (m)	Shear Chan (N/m2)	Froude Chl
90	179	11.23	18.28	14.95	18.3	0.000104	0.78	347.14	118.89	4.86	4.51	0.11
85.*	179	11.08	18.28		18.29	0.000086	0.73	391.53	135.74	4.91	3.83	0.1
80	179	10.94	18.28		18.29	0.000073	0.67	445.95	162.99	4.96	3.28	0.1
75.*	179	11.08	18.27		18.29	0.000077	0.69	460.01	178.6	4.91	3.48	0.1
70	179	11.22	18.27		18.29	0.000079	0.68	481.93	187.68	4.83	3.37	0.1
65.*	179	11.05	18.27		18.28	0.000073	0.66	488.74	180.12	4.93	3.16	0.09
60	179	10.88	18.27		18.28	0.00007	0.63	492.9	172.26	4.97	2.93	0.09
55.*	179	11.05	18.27		18.28	0.00007	0.64	486.55	171.79	4.98	3.02	0.09
50	179	11.22	18.27		18.28	0.000069	0.64	481.76	169.4	4.98	3.02	0.09
45.*	179	11.1	18.26		18.28	0.000086	0.72	424.54	158.94	4.82	3.78	0.1
40	179	10.98	18.26		18.28	0.000107	0.78	379.61	153.52	4.67	4.5	0.12
35.*	179	10.83	18.23		18.27	0.00019	1.11	308.87	143.08	5.36	8.83	0.15
30	179	10.68	18.13	15.2	18.26	0.000576	1.84	187.02	129.73	5.02	24.83	0.26
29.5	Bridge											
29	179	10.65	16.63		16.96	0.001588	2.72	89.99	51.12	4.22	57.6	0.42
20	179	10.56	16.68		16.89	0.001258	2.19	111.16	58.29	3.66	39.31	0.37

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 22 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

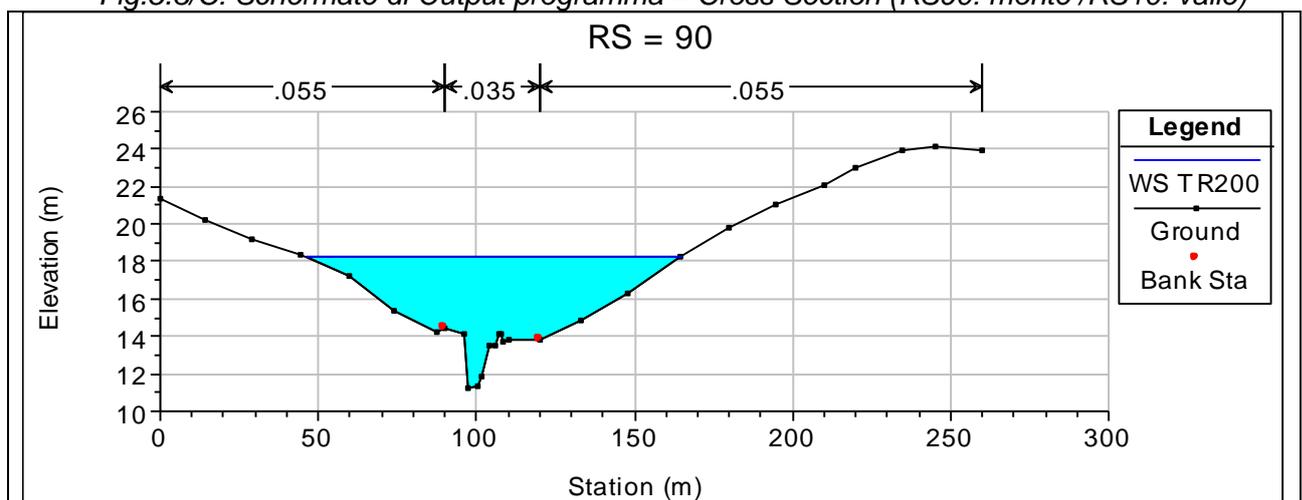
River Station	Q Total (m3/s)	Min Ch Elev (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Hydr Depth C (m)	Shear Chan (N/m2)	Froude Chl
15.*	179	10.68	16.64		16.86	0.001244	2.38	113.61	55.47	4.12	44.17	0.37
10	179	10.8	16.6	15.34	16.84	0.001501	2.68	113.71	52.55	4.58	55.57	0.4

Nella tabella di "output", i parametri riportati assumono i significati qui di seguito specificati.

- River Station: Numero identificativo della sezione;
- Q Total: Portata complessiva defluente nell'intera sez. trasversale;
- Min. Ch Elev: Quota minima di fondo alveo;
- W.S. Elev: Quota del pelo libero;
- Crit W.S: Quota critica del pelo libero (corrispondente al punto di minimo assoluto della linea dell'energia);
- E.G. Elev: Quota della linea dell'energia per il profilo liquido calcolato;
- E.G. Slope: Pendenza della linea dell'energia;
- Vel Chnl: Velocità media nell'alveo attivo;
- Flow Area: Area della sezione liquida effettiva;
- Top Width: Larghezza superficiale della sezione liquida;
- Hydr Depth C: Altezza liquida media nel canale principale;
- Shear Chnl: Tensione di attrito nel canale d'alveo principale.
- Froude Chnl: Numero di Froude nel canale d'alveo principale;

Inoltre nella figura seguente si riportano le schermate di output delle varie sezioni principali di calcolo (Cross Section) considerate nell'elaborazione di calcolo.

Fig.5.3/C: Schermate di Output programma – Cross Section (RS90: monte /RS10: valle)





PROGETTISTA TechnipFMC

COMMESSA
NR/17350

CODICE TECNICO

LOCALITA'
REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE

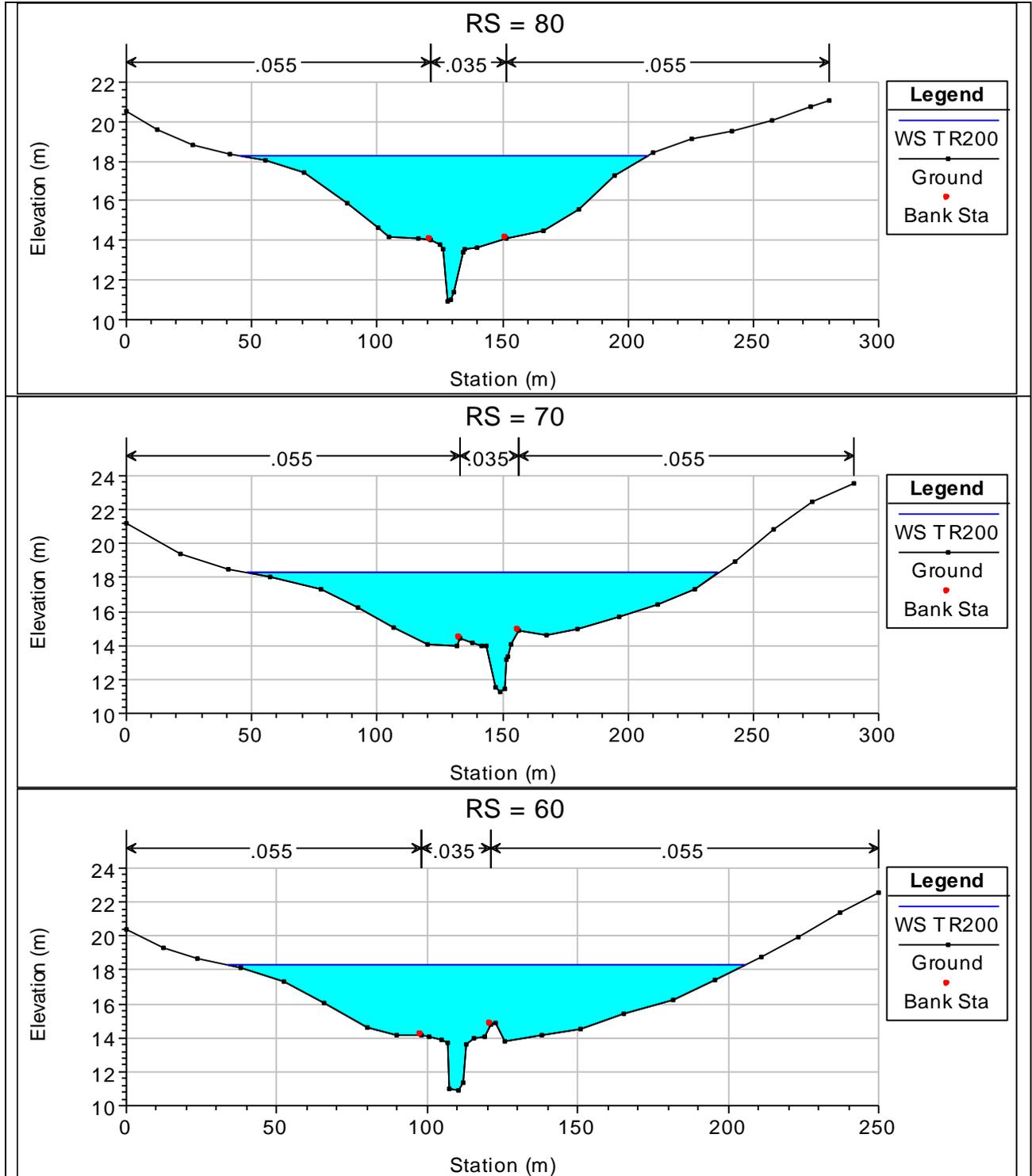
RE-CIV-305

PROGETTO
RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA -
CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") -
DP 75 bar ED OPERE CONNESSE

Fg. 23 di 57

Rev.
0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315





PROGETTISTA TechnipFMC

COMMESSA
NR/17350

CODICE TECNICO

LOCALITA'
REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE

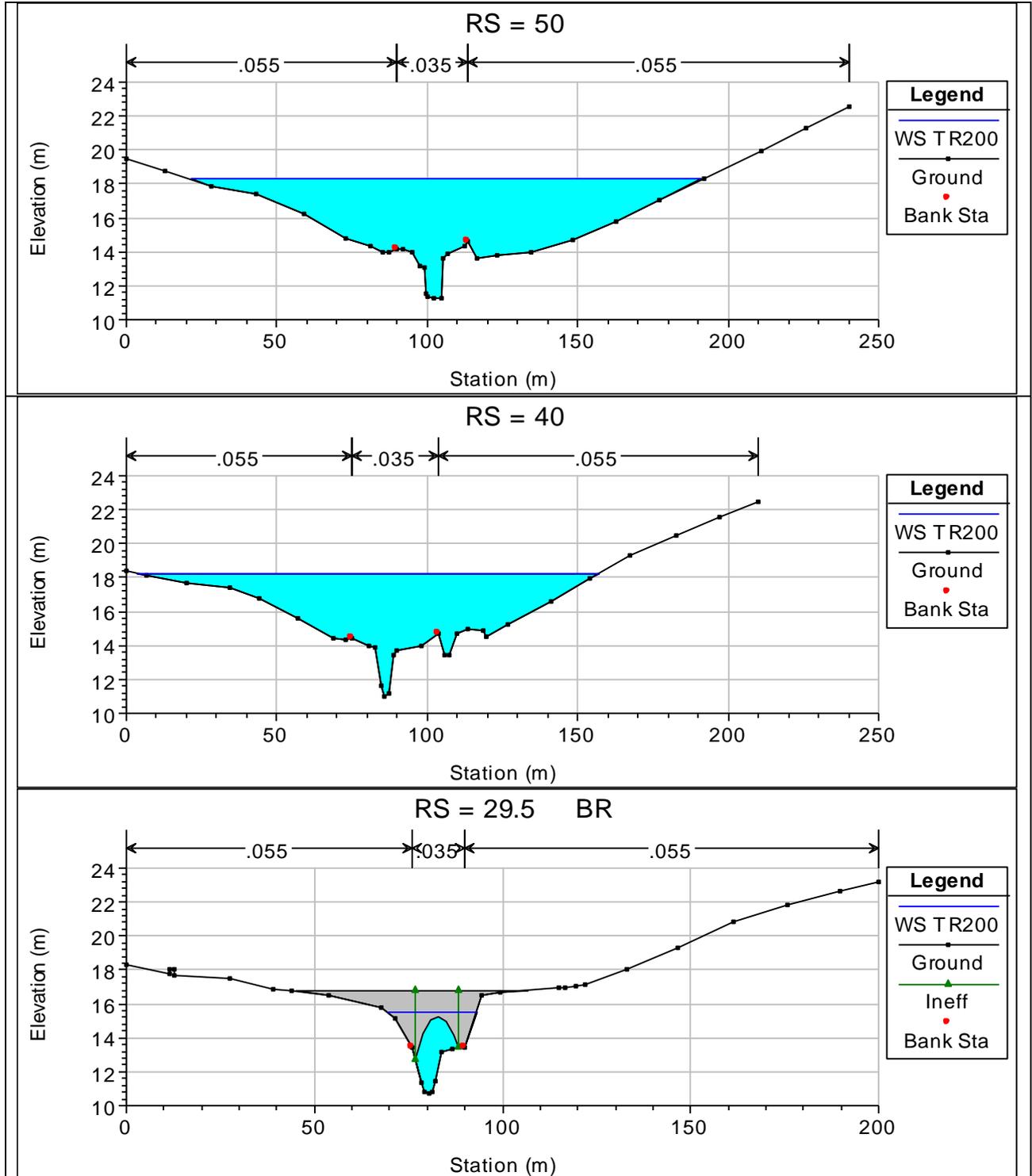
RE-CIV-305

PROGETTO
RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA -
CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") -
DP 75 bar ED OPERE CONNESSE

Fg. 24 di 57

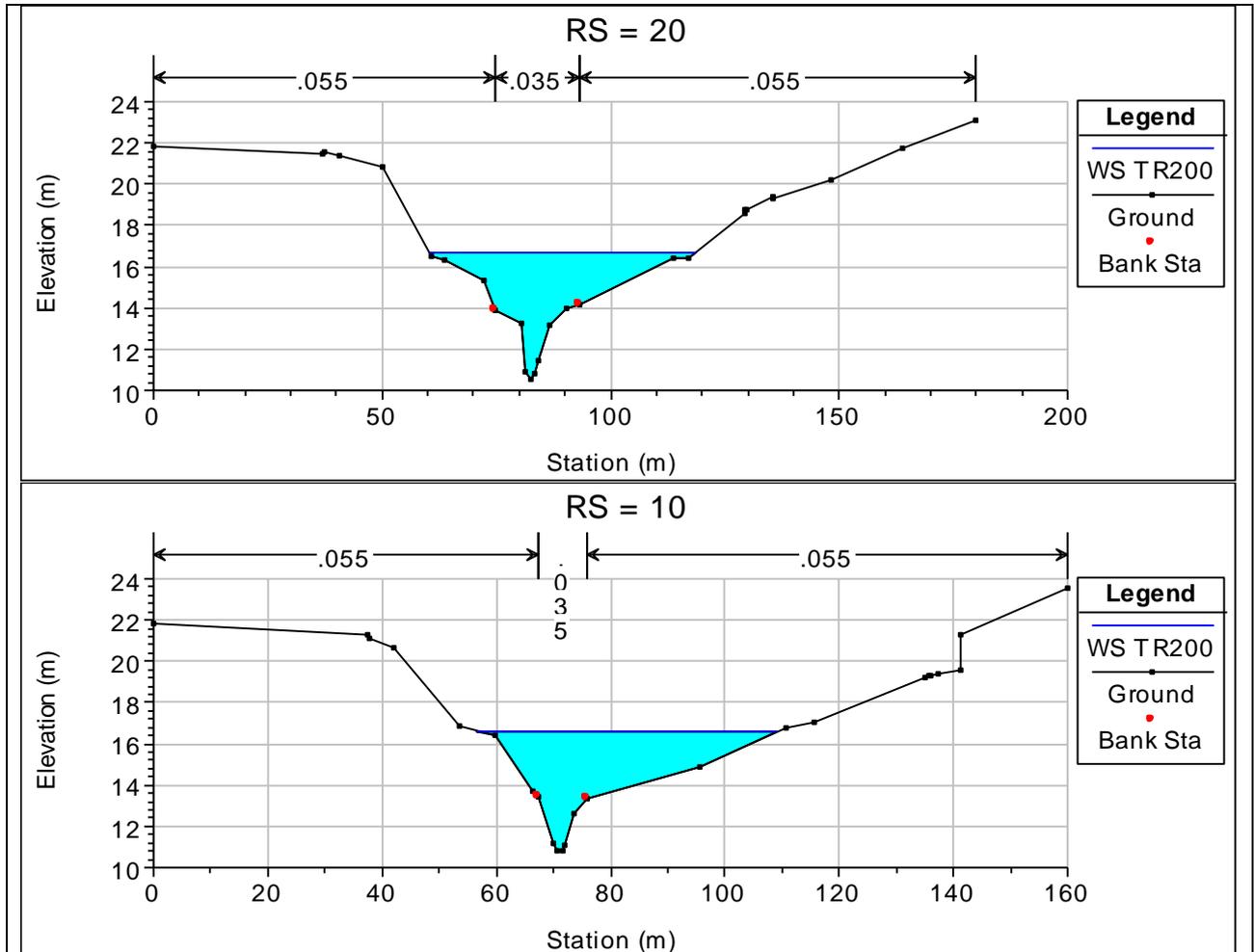
Rev.
0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315



	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 25 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315



5.4 Analisi dei risultati conseguiti

Nel paragrafo precedente sono state riportate le principali schermate di output del programma Hec Ras; mentre in *Appendice 2* sono riportati i tabulati di Report in forma estesa del programma, al quale si rimanda per gli eventuali approfondimenti di dettaglio.

Dall'esame dei risultati della simulazione idraulica, si rileva che nel tronco idraulico considerato la sezione d'alveo non risulta in grado di contenere la portata di progetto.

Fasce di esondazione molto ampie si rilevano soprattutto nel tratto a monte del ponte di S.Andrea (tra Coriano e Riccione). Ciò in quanto la configurazione del ponte risulta assolutamente inadeguata per far defluire correttamente la piena duecentennale; conseguente il ponte rappresenta un ostacolo al deflusso delle acque e conseguentemente nel tratto a monte il livello idrometrico tende ad elevarsi notevolmente.

Come ulteriore conseguenza della presenza dell'ostacolo idraulico rappresentato dal ponte è che in concomitanza della piena considerata la velocità media di deflusso risulta particolarmente bassa (inferiore a 1 m/s) nel tronco idraulico analizzato a monte del ponte stesso.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 26 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

6 VALUTAZIONE EROSIONI DI FONDO ALVEO

6.1 Generalità

Nel corso degli eventi di piena, il fondo degli alvei subisce modifiche morfologiche, in molti casi anche di notevole entità, innescate da cause che possono essere definite "intrinseche" (dovute cioè a fenomeni naturali quali confluenze, curve, ostacoli naturali ecc.) o "indotte" (legate ad alterazioni di origine antropica diretta o indiretta, quali opere in alveo, escavazioni, ecc.). La valutazione di tali fenomeni riveste notevole importanza ai fini del dimensionamento degli interventi in alveo.

Allo stato attuale delle conoscenze tecniche, la valutazione dell'entità degli approfondimenti, dei fenomeni di escavazione e di trasporto localizzato, nella maggioranza dei casi, dipende da un puntuale riscontro sul campo, atto a valutare lo stato generale dell'alveo. La stima del valore atteso per tali fenomeni rimane, nella maggioranza dei casi, un'attività dipendente in massima parte dall'esperienza e dalla sensibilità del progettista, il quale deve avvalersi in misura preponderante degli esiti di appositi sopralluoghi per valutare lo stato generale dell'alveo. Le analisi di natura sperimentale disponibili, pur fornendo utili indicazioni circa l'entità dei fenomeni, risultano spesso legate alle particolari condizioni al contorno poste a base delle indagini, ed ai modelli rappresentativi utilizzati.

Il lavoro di ricerca ha prodotto negli ultimi cinquanta anni una serie di risultati, che forniscono utili indicazioni circa l'entità dei fenomeni di escavazione e trasporto localizzato solo in alcuni casi tipici. Va sottolineato che tali risultati sono in generale caratterizzati dai seguenti limiti principali:

- la quasi totalità dei dati utilizzati per la definizione delle metodologie di valutazione delle escavazioni proviene da prove effettuate in laboratorio, su modelli in scala ridotta e su terreni di fondo alveo a granulometria maggiormente omogenea di quanto effettivamente riscontrabile in natura;
- ogni formula determinata per via sperimentale è strettamente legata a casi particolari di escavazione in alveo e risulta difficilmente estrapolabile a casi dissimili da quelli direttamente analizzati in campo o in laboratorio;
- non si dispone di analisi effettuate su ripristini di scavo e su rivestimenti eseguiti in opera, che si differenzino dalle condizioni teoriche di depositi aventi una granulometria ordinaria;
- le sperimentazioni sono in massima parte riferite a condizioni che prevedono una portata di base sostanzialmente costante e non tengono conto di fenomeni di estrema variabilità che caratterizzano gli eventi di piena in alvei a regime torrentizio;
- gli studi sono condotti essenzialmente per alvei di pianura di grandi dimensioni.

Le considerazioni sopra riportate devono condurre pertanto ad un atteggiamento di estrema cautela nell'uso delle relazioni utilizzate per il calcolo degli approfondimenti, avendo cura di utilizzare ciascuna di esse per casi simili a quelli per cui sono state ricavate ed associando comunque alle valutazioni condotte su scala locale (buche, approfondimenti localizzati) considerazioni ed analisi sulla dinamica d'alveo generale nella zona di interesse (presenza o meno di trasporto solido, variazioni storiche della planimetria d'alveo, granulometria dei sedimenti ed indagine geotecnica sui litotipi presenti nei primi metri del fondo, ecc.).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 27 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

Nel seguito si descrivono quindi le espressioni generali che si ritengono utilizzabili nel caso in oggetto, per la valutazione dei fenomeni erosivi in alveo, al fine di quantificare il valore che un eventuale approfondimento potrebbe raggiungere rispetto alla quota media iniziale del fondo, interessando quindi la quota di collocazione della condotta.

6.2 Criteri di calcolo

Approfondimenti localizzati

Per quanto attiene alla formazione locale di buche ed approfondimenti, le posizioni e le caratteristiche di queste erosioni sono talvolta abbastanza prevedibili, come ad esempio nel punto di gorgo dei meandri o in corrispondenza di manufatti, ed a volte del tutto imprevedibili, specialmente in alvei a fondo mobile, cioè costituiti da un materiale di fondo essenzialmente granulare.

Infatti, in tali alvei, anche in assenza di manufatti, sul fondo possono crearsi buche di notevole profondità; le condizioni necessarie per lo sviluppo del fenomeno sembrano individuarsi nella formazione di correnti particolarmente veloci sul fondo e nella presenza di irregolarità geometriche dell'alveo, che innescano il fenomeno stesso.

In questi casi, e quando le dimensioni granulometriche del materiale di fondo sono inferiori a 5 centimetri, i valori raggiungibili dalle suddette erosioni sono generalmente indipendenti dalla granulometria; per dimensioni dei grani maggiori di 5 centimetri, invece, all'aumentare della pezzatura diminuisce la profondità dell'erosione¹. Occorre quindi poter stimare quale sia il diametro limite dei clasti trasportabili dalla piena e quindi valutare gli eventuali approfondimenti. Per i casi di posa di condotte in sub-alveo con eventuale rivestimento, da effettuare in corsi d'acqua a regime torrentizio, è inoltre necessario adeguare le analisi alle condizioni concrete di esecuzione. Fra i modelli più noti atti a determinare il valore dell'eventuale approfondimento rispetto alla quota media iniziale del fondo durante le piene (Schoklitsh, Eggemberger, Adami, ecc.), la formula di Schoklitsh² è quella che presenta minori difficoltà nella determinazione dei parametri caratteristici.

Per determinare un valore medio rappresentativo dell'eventuale approfondimento rispetto alla quota media iniziale del fondo, si ricorre alla citata formula di Schoklitsh:

$$S = 0.378 \cdot H^{1/2} \cdot q^{0.35} + 2.15 \cdot a$$

dove

- **S** è la profondità massima degli approfondimenti rispetto alla quota media del fondo, nella sezione d'alveo considerata;
- **H** = $h_0 + v^2/2g$ rappresenta il carico totale relativo alla sezione immediatamente a monte della buca;
- **q** = Q_{Max}/L è la portata specifica per unità di larghezza L della corrente in alveo;
- **a** è dato dal dislivello delle quote d'alveo a monte e a valle della buca.

Il valore di **a** viene assunto in funzione delle caratteristiche geometriche del corso d'acqua, sulla base del dislivello locale del fondo alveo, in corrispondenza della massima

¹ Adami A., Fenomeni localizzati ed erosioni negli alvei, Atti "Moderne vedute sulla meccanica dei fenomeni fluviali"; C.N.R., P.F. Conservazione del suolo; 1979.

² Schoklitsh A., "Stauraum verlandung und kolkbewehr", Springer ed., Vienna, 1935.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 28 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

incisione, relativo ad una lunghezza (in asse alveo) pari all'altezza idrica di piena ivi determinata.

Arature di fondo

Per quanto attiene al fenomeno di scavo temporaneo durante le piene o "aratura di fondo", esso raggiunge valori modesti, se inteso come generale abbassamento del fondo alveo, mentre può assumere valori consistenti, localmente, se inteso come migrazione trasversale o longitudinale dei materiali incoerenti.

Nel primo caso si tratta della formazione di canali effimeri di fondo alveo sotto l'azione di vene particolarmente veloci.

Nel secondo caso, tali approfondimenti possono derivare, durante il deflusso di massima piena, dalla formazione di dune disposte trasversalmente alla corrente fluida, che comportano un temporaneo abbassamento della quota d'alveo, in corrispondenza del cavo tra le dune stesse.

Allo stato attuale non potendosi fare che semplici ipotesi sul fenomeno, non è possibile proporre algoritmi per calcolare la profondità degli scavi. Le proprietà geometriche del fondo alveo, in relazione all'entità delle tensioni tangenziali indotte dalla corrente, sono state studiate³ da Yalin (1964), Nordin (1965) ed Altri, che hanno proposto di assegnare a tali escavazioni un valore cautelativo pari ad una percentuale dell'altezza idrometrica di piena ivi determinata. In particolare, nel caso di regime di corrente lenta, venne concluso che, per granulometrie comprese nel campo delle sabbie, la profondità del fenomeno risulta comunque inferiore a 1/6 o al massimo 1/3 dell'altezza idrica. Una generalizzazione prudenziale, proposta in Italia⁴, sulla base di osservazioni dirette nei corsi d'acqua della pianura padana, estende il limite massimo dei fenomeni di escavazione per aratura, indipendentemente dalla natura del fondo e dal regime di corrente, ad un valore cautelativo pari al 50% dell'altezza idrometrica di piena.

Per quanto riguarda il fenomeno di scavo temporaneo durante le piene, come detto, non disponendo allo stato di algoritmi opportunamente tarati, atti a determinare la potenziale entità del fenomeno in relazione alle specificità del sito in studio, ci si basa sulle considerazioni empiriche proposte in letteratura tecnica, secondo le quali un valore del tutto cautelativo della profondità di tali potenziali escavazioni del fondo (**Z**) è stimabile, in corrispondenza di una assegnata sezione, al massimo in ragione del 50% del battente idrometrico di piena (**ho**), ovvero

$$Z = 0,5 \cdot ho$$

Diametro limite dei clasti trasportabili

In merito al problema della determinazione del diametro limite dei clasti trasportabili dalla piena, si ricorre alla formula di Shields, che, per i casi di regime turbolento ($Re > 1000$), diviene

$$\delta = \frac{\tau_0}{[0.06 \cdot (\gamma_s - \gamma_w)]}$$

dove

- δ è il diametro delle particelle;
- τ_0 è la tensione tangenziale in alveo;

³ Si veda la sintesi di questi lavori in Graf W.H., "Hydraulics of sediment transport"; McGraw-Hill, U.S.A.; 1971.

⁴ Zanovello A., Sulle variazioni di fondo degli alvei durante le piene; L'Energia elettrica, XXXIV, n. 8; 1959.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 29 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

- γ_s è il peso specifico delle particelle (considerato 24 kN/m^3);
- γ_w è il peso specifico dell'acqua, considerata, per semplicità, limpida.

6.3 Stima dei massimi approfondimenti attesi

Le valutazioni dei fenomeni erosivi e di trasporto solido sono state eseguite in riferimento alla portata di massima piena duecentennale (TR=200 anni), i cui parametri di deflusso nelle sezioni di studio sono evidenziati nel capitolo precedente.

A tal proposito qui di seguito si riportano rispettivamente i valori delle erosioni di fondo alveo e dei diametri limiti dei clasti trasportabili dalla corrente, nelle varie sezioni di studio considerate nello studio idraulico.

Nello specifico nella seguente tabella vengono riportati i valori delle erosioni in alveo. In particolare i valori riportati in nero sono stati estrapolati dai parametri caratteristici del deflusso, di cui alla Tab.5.3/A del capitolo precedente; mentre i valori riportati in blu sono stati valutati in considerazione degli algoritmi descritti nel paragrafo precedente.

In tabella, inoltre, le righe riportate con campitura in grigio rappresentano quelle relative alle sezioni localizzate in prossimità dell'ambito di attraversamento del metanodotto, le quali sono state prese in esame per la valutazione dei fenomeni erosivi in alveo.

Tab. 6.3/A: Erosioni di fondo nell'alveo principale

River Station	Q Total (m ³ /s)	Vel Chnl (m/s)	Top Width (m)	Hydr Depth C (m)	Portata specifica (m ³ /s m)	Carico totale (m)	Approfond. Localizzati (m)	Arature di fondo (m)
90	179	0.78	118.89	4.86	1.51	4.89	1.18	2.43
85.*	179	0.73	135.74	4.91	1.32	4.94	1.14	2.46
80	179	0.67	162.99	4.96	1.10	4.98	1.09	2.48
75.*	179	0.69	178.6	4.91	1.00	4.93	1.06	2.46
70	179	0.68	187.68	4.83	0.95	4.85	1.03	2.42
65.*	179	0.66	180.12	4.93	0.99	4.95	1.05	2.47
60	179	0.63	172.26	4.97	1.04	4.99	1.07	2.49
55.*	179	0.64	171.79	4.98	1.04	5.00	1.07	2.49
50	179	0.64	169.4	4.98	1.06	5.00	1.08	2.49
45.*	179	0.72	158.94	4.82	1.13	4.85	1.08	2.41
40	179	0.78	153.52	4.67	1.17	4.70	1.08	2.34
35.*	179	1.11	143.08	5.36	1.25	5.42	1.17	2.68
30	179	1.84	129.73	5.02	1.38	5.19	1.18	2.51
29.5	Bridge							
29	179	2.72	51.12	4.22	3.50	4.60	1.47	2.11
20	179	2.19	58.29	3.66	3.07	3.90	1.32	1.83
15.*	179	2.38	55.47	4.12	3.23	4.41	1.41	2.06
10	179	2.68	52.55	4.58	3.41	4.95	1.51	2.29

Nella seguente tabella vengono riportati i valori stimati per il diametro limite dei clasti trasportabili dalla corrente. In particolare in color nero sono riportati le River Station e le Shear Channel (tensioni tangenziali in alveo), di cui alla Tab.5.3/A del capitolo

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 30 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

precedente; mentre i valori riportati in blu sono stati valutati in considerazione degli algoritmi descritti nel paragrafo precedente.

In tabella, inoltre, le righe riportate con campitura in grigio rappresentano quelle relative alle sezioni localizzate in prossimità dell'ambito di attraversamento del metanodotto.

Tab.6.3/B: Diametro limite dei clasti trasportati

River Station	Shear Chan (N/m2)	Diametro limite clasti trasportati (m)
90	4.51	0.005
85.*	3.83	0.004
80	3.28	0.004
75.*	3.48	0.004
70	3.37	0.004
65.*	3.16	0.004
60	2.93	0.003
55.*	3.02	0.004
50	3.02	0.004
45.*	3.78	0.004
40	4.5	0.005
35.*	8.83	0.010
30	24.83	0.029
29.5		
29	57.6	0.068
20	39.31	0.046
15.*	44.17	0.052
10	55.57	0.07

6.4 Considerazione sui risultati conseguiti

Sulla base delle valutazioni di cui al paragrafo precedente si evince che, relativamente al tronco d'alveo localizzato in prossimità dell'ambito di attraversamento del metanodotto in progetto, le massimi erosioni attese al fondo alveo si attestano intorno a valori di circa dei **2,5 m**.

Questa stima delle erosione, nel caso specifico, è da intendere notevolmente sovrastimato. Ciò in quanto le aratura al fondo sono state valutate in funzione delle altezze idrometriche le quali, a loro volta, risultano elevata per la presenza a valle dell'ostacolo idraulico rappresentato dal ponte "S.Andrea".

La corrente, avendo una velocità di deflusso molto bassa a monte del ponte (per effetto del moderato deflusso sotto il ponte), risulta in grado di trasportare clasti di dimensioni poco significative (inferiori al centimetro).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 31 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

7 METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI

7.1 Premessa

La definizione del progetto dell'attraversamento in esame è stata effettuata in riferimento a valutazioni di tipo geomorfologico, geotecnico ed idraulico, condotte nell'ambito specifico d'intervento.

In particolare in considerazione delle caratteristiche del corso d'acqua e dei risultati conseguiti sono state definite le scelte progettuali inerenti ai punti qui di seguito elencati:

- la metodologia costruttiva per la realizzazione dell'opera;
- La geometria di posa "in subalveo", con particolare riferimento alla quota di posa;
- le caratteristiche dimensionali e tipologiche delle opere di difesa idraulica.

7.2 Metodologia operativa: Scavi a cielo aperto

La scelta del sistema di posa in subalveo della condotta, particolarmente nel caso di corsi d'acqua di significativa importanza, deve essere effettuata in modo da garantire la massima sicurezza dal punto di vista idraulico e geotecnico, sia nella fase operativa che a lungo termine, tanto per la condotta in progetto quanto per la configurazione d'alveo del corso d'acqua (fondo, sponde ed eventuali manufatti esistenti).

Nello specifico, l'insieme delle caratteristiche morfologiche, geologiche, geometriche ed idrauliche dell'ambito d'interferenza ha condotto all'individuazione del sistema di posa in subalveo della pipeline mediante la metodologia degli "scavi a cielo aperto". Ciò in quanto, in corrispondenza dell'ambito di attraversamento in esame, la configurazione d'alveo presenta dimensioni sostanzialmente modeste, le portate defluenti risultano in generale moderate, nonché non si rileva la presenza di manufatti e/o infrastrutture significative in prossimità dell'alveo stesso. Pertanto nel caso in esame si individuano condizioni favorevoli per il corretto sviluppo dei lavori senza particolari criticità.

Infatti, in attraversamenti come quello in esame, che non necessitano dell'applicazione di differenti metodologie (per presenza di infrastrutture prossime alle sponde quali argini, strade, ferrovie e sottoservizi significativi), la posa di una condotta mediante scavi e successivi rinterri è il sistema più frequentemente utilizzato. Ciò in considerazione della sua versatilità costruttiva, della semplicità nell'organizzazione delle fasi di lavoro e della possibilità di adattare la geometria della condotta a quella della sezione di attraversamento. Inoltre, ostacoli incontrati nelle fasi di scavo, o variazioni di progetto in corso d'opera, generalmente non sono tali da inficiarne la fattibilità o la corretta esecuzione.

La metodologia esecutiva consiste sostanzialmente nelle seguenti fasi:

- nello scavo di una trincea lungo il profilo d'attraversamento fino al raggiungimento delle quote di posa;
- nel successivo alloggiamento della colonna di condotta (precedentemente preassemblata fuori dall'ambito fluviale) nel fondo-scavo;
- infine nel rinterro degli scavi, con il medesimo materiale di scavo (precedentemente accantonato), per il ripristino morfologico dell'area, ivi comprese la realizzazione e/o ripristino di eventuali opere di protezione idraulica.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 32 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

In relazione alle specifiche caratteristiche idrauliche del corso d'acqua, al periodo climatico di esecuzione, ai volumi di deflusso attesi nel corso delle operazioni esecutive ed alla durata delle stesse, la sequenza operativa dei lavori può essere articolata con uno dei seguenti modi:

- lavori in continuità con quelli di linea; tale procedura riguarda l'attraversamento di corsi d'acqua "poco importanti" (in relazione all'aspetto idraulico, alla morfologia dei terreni e a rischi di tipo operativo) o caratterizzati da periodi di "secca" o di magra, anche se di breve durata; in tali condizioni i lavori di scavo, posa e rinterro della condotta vengono effettuati in continuità con quelli lungo la linea; in genere si tratta di torrenti, o canali, caratterizzati da modesti valori di portata, che pertanto non necessitano di una specifica struttura atta a consentirne il minimo deflusso, che può essere garantito mediante dispositivi ordinari;
- lavori per "fasi chiuse"; tale procedura prevede che si completi ogni fase prima dell'inizio della successiva; eseguendo in progressione scavo, posa della condotta e rinterri; questa sequenza viene adottata ogni qualvolta è necessario garantire lo smaltimento di un'eventuale portata non trascurabile, che dovesse manifestarsi durante la costruzione.

Preliminarmente alla fase di scavo verranno in generale realizzati dei by-pass, costituiti tomboni e/o da argini, ture ecc., per consentire il normale deflusso delle acque.

Per i corsi d'acqua ampi e/o con deflusso significativo di acqua, i lavori verranno eseguiti per tratti successivi. In questo caso anche gli interventi temporanei di deviazione del flusso verranno adattati nel corso dei lavori, con lo scopo di operare sempre nelle condizioni favorevoli.

Al termine dei lavori tutte le eventuali opere di deviazione e di regimentazione temporanea del deflusso idraulico verranno rimosse e verrà integralmente ripristinata la configurazione dell'alveo preesistente.

Si precisa inoltre che durante le fasi operative i mezzi ed il personale presenti in alveo saranno quelli strettamente necessari per l'esecuzione dei lavori, con deposito dei materiali e delle attrezzature fuori dall'ambito fluviale. Ciò con lo scopo di agevolare il rapido allontanamento dei mezzi e del personale dall'ambito fluviale in caso di manifestazione di un evento di piena significativo. In ogni caso le procedure di sicurezza connesse a sistemi di preallertamento e alle disposizioni operative in caso di manifestazione di eventi di piena verranno stabilite nel PSC.

I tempi operativi saranno quelli strettamente necessari per lo svolgimento dei lavori, individuando il periodo d'intervento in considerazione delle peculiarità idrologiche stagionali del corso d'acqua.

Si pone in evidenza infine che al completamento dei lavori necessari per dare l'opera finita, si ristabilirà l'originale conformazione plano-altimetrica delle aree interessate, senza alcuna modificazione della sezione idrica offerta al deflusso di piena. In tal modo, l'intervento in progetto non apporterà alterazioni alle condizioni geometriche ed idrauliche dell'alveo. Considerata inoltre la natura dei lavori, non si prevede alcuna variazione delle condizioni di scabrezza dei terreni e pertanto non si darà luogo ad alcuna alterazione della capacità di laminazione naturale dell'alveo e della portata naturalmente rilasciata a valle: l'opera risulta influente sulle condizioni di smaltimento delle portate del corso d'acqua.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 33 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

7.3 Geometria della condotta ed interventi di ripristino

Copertura di progetto

Relativamente al profilo di posa della condotta in progetto in subalveo in corrispondenza dell'attraversamento in esame, in considerazione dei risultati conseguiti negli studi precedentemente riportati, delle condizioni peculiari del sito di intervento e delle tipologie di opere di presidio idraulico previste in progetto (con particolare riferimento alla realizzazione di un presidio d'alveo costituito da un rivestimento in massi - si veda il sottoparagrafo seguente) è stato previsto di posizionare la condotta in progetto con una copertura minima in alveo di 3.5 m (riferita alla generatrice superiore del tubo, nei confronti della quota minima dell'alveo).

Detta profondità di posa della condotta, unitamente alle tipologie di opere di presidio d'alveo previste, assicurano la sicurezza dell'infrastruttura lineare per tutto il periodo d'esercizio nei confronti dei potenziali processi erosivi.

Opere di ripristino

Le opere di difesa idraulica previste nell'ambito sono:

- Rivestimento d'alveo (sponde e fondo) in massi ciclopici, da realizzare per tutta la fascia interessata dai lavori;

Detti interventi assicureranno dunque il ripristino della configurazione morfologica d'alveo preesistente ed un'efficace funzione di stabilizzazione locale dell'alveo stesso (presidio idraulico nei confronti dei potenziali fenomeni erosivi in concomitanza ad eventi di piena). Le opere presentano caratteristiche tipologiche ottimali al fine di inserirsi nel contesto naturale esistente.

I lavori di ripristino si completano con la ripresa, stendimento e riprofilatura dello strato superficiale di terreno accantonato, per il ripristino morfologico e vegetazionale dell'intera area. Gli interventi vegetazionali consistono in generale nell'inerbimento dell'area e l'eventuale messa a dimora di vegetazione arbustiva ed arborea costituite da essenze autoctone.

Si precisa tuttavia che, per un esame di dettaglio della configurazione tipologica e dimensionale delle opere in progetto e del profilo geometrico della condotta, si rimanda alla visione del disegno di attraversamento.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 34 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

8 VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA

8.1 Premessa

Generalità

L'ambito territoriale in esame è regolamentato, limitatamente al settore dell'assetto idrogeologico e agli ambiti dei corsi d'acqua, dei versanti e degli abitati in dissesto, attraverso il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) redatto dall'ex Autorità di Bacino Interregionale Marecchia -Conca.

Si precisa che dal 17 febbraio 2017, con la pubblicazione nella G.U.R.I. n. 27 del 2 febbraio 2017, entra in vigore il DM 25/10/2016 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), da tale data sono sopresse su tutto il territorio nazionale, le Autorità di bacino nazionali, interregionali e regionali e il trasferimento delle competenze alle Autorità di bacino distrettuali. Con l'entrata in vigore del DM 25/10/2016 gli aggiornamenti dei PAI vengono gestiti dalle Autorità di Bacino Distrettuale.

Nello specifico l'Autorità di bacino distrettuale di riferimento risulta essere Autorità di bacino distrettuale del fiume Po.

Norme di Piano PAI - Sintesi dei contenuti

Ai sensi dell'art.2, comma 2 delle Norme del PAI gli ambiti territoriali della rete idrografica e le relative fasce di inondazione, vengono disciplinati nell'ambito del Titolo II delle Norme stesse "Piano Stralcio delle Fasce Fluviali"

Ai sensi dell'art.7, comma 1, lettera a) delle Norme, nell'ambito della cartografia del PAI vengono individuati gli alvei, le fasce di territorio inondabili (per diversi tempi di ritorno) e le fasce ad alta vulnerabilità idrologica, per i tratti idraulicamente più significativi dei principali corsi d'acqua ricadenti nel bacino interregionale del Marecchia - Conca.

In particolare nell'art.8 delle Norme di Piano viene riportata la definizione l'alveo dei corsi d'acqua, vengono disciplinate le modalità di gestione ed enunciate le prescrizioni e le misure di tutela.

Nell'art.9 viene riportata la definizione delle fasce di territorio di pertinenza dei corsi d'acqua, vengono disciplinate le modalità di gestione ed enunciate le prescrizioni e le misure di tutela. In particolare nell'ambito di dette fasce ricadono le aree di inondazione per tempi di ritorno fino di 50 anni (di pericolosità idraulica molto elevata), quelle per tempi di ritorno di 200 anni (di pericolosità idraulica elevata), le fasce ad alta vulnerabilità idrologica, le fasce ripariali e quelle arginali.

Nell'art.10 viene riportata la definizione delle fasce di inondazione con tempi di ritorno di 500 anni. Per queste fasce la regolamentazione delle attività, in assenza di limitazioni di altro tipo (es. organi di protezione civile), attiene agli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica.

Le Norme (ai sensi dell'art.8, comma 4, lettera b; dell'art.9, comma 4.1, lettera b; dell'art.9, comma 4.2, lettera b) consentono l'interferenza da parte di opere pubbliche o di interesse pubblico e alle infrastrutture a rete con l'alveo e con le fasce di pertinenza dei corsi d'acqua, purché non comportino l'incremento del rischio idraulico.

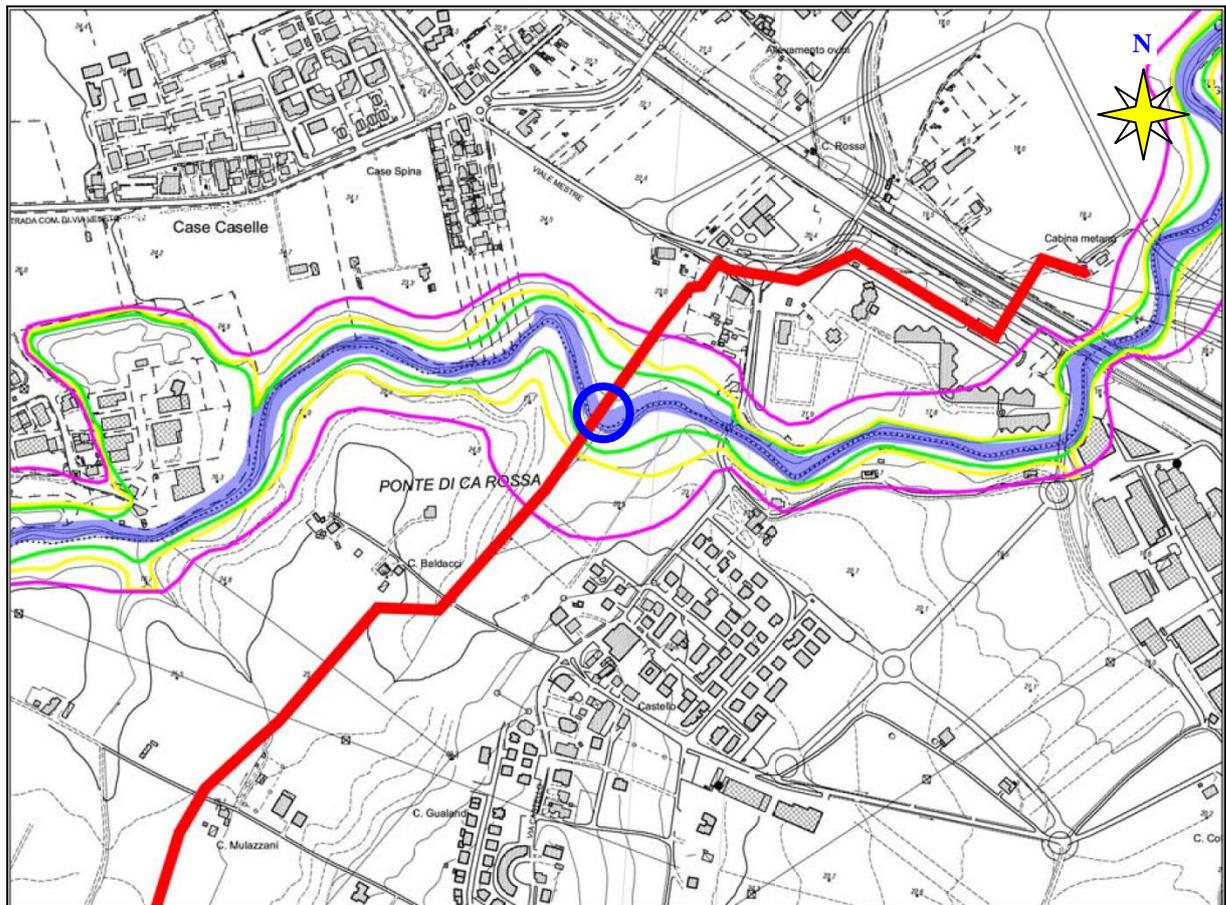
La realizzazione degli interventi è tuttavia subordinata al parere vincolante dell'Ente preposto al nulla-osta idraulico, che verifica le condizioni di compatibilità dell'opera con i contenuti del Piano Stralcio.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 35 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

8.2 Interferenze nell'ambito specifico di riferimento

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico in scala 1:10.000, dal quale si può individuare l'ambito d'interferenza tra il metanodotto in progetto con l'alveo del corso d'acqua, con le aree di pericolosità idraulica e con le fasce ad alta vulnerabilità idrologica individuate nel PAI.



BACINO INTERREGIONALE MARECCHIA-CONCA

Titolo II - Piano Stralcio delle Fasce Fluviali

-  Alvei (Art. 8)
-  Fasce di Piena con TR 50 anni - Pericolosità idraulica molto elevata (Art. 9, comma 1a)
-  Fasce di Piena con TR 200 anni - Pericolosità idraulica elevata (Art. 9, comma 1a)
-  Fasce di Piena con TR 500 anni (Art. 10)
-  Fasce ad Alta Vulnerabilità Idrologica (Art. 9, comma 1b)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 36 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

Fig.8.2/A: Interferenze tra metanodotto in progetto con le fasce fluviali ai sensi del PAI
Dall'analisi della precedente Fig.8.2/A si rileva che in particolare il metanodotto in progetto nell'ambito di attraversamento (indicato schematicamente mediante un cerchio in blu) interferisce con l'alveo del corso d'acqua (Art.8 delle Norme PAI) e con la fascia di inondazione con tempo di ritorno di 200 anni (Art.9, comma 1a delle Norme PAI).

Nell'ambito in esame non si individuano invece interferenze tra il metanodotto in progetto con le fasce ad alta vulnerabilità idrologica, di cui all'Art.9, comma 1b delle Norme PAI.

8.3 Analisi dei criteri di compatibilità idraulica

Considerazioni di carattere generale

Il metanodotto in progetto rappresenta un'infrastruttura lineare di interesse pubblico. In tal senso, in riferimento alle Norme di Piano, risulta tra le tipologie di opere per le quali è consentito l'interferenza con l'alveo del corso d'acqua e le relative aree di pertinenza individuate nella cartografia PAI.

Si pone in evidenza che nel caso specifico non è risultato possibile evitare l'interessamento di aree di pericolosità idraulica di pertinenza del corso d'acqua in esame, in quanto il punto di partenza del metanodotto (Allacciamento) è posizionato nel lato in destra idrografica del fiume, mentre il punto di consegna terminale è posizionato nel lato in sinistra idrografica.

A tal proposito si mette in evidenza che il metanodotto in progetto risulta un'opera completamente interrata ed essendo costituita da tubazioni in acciaio saldate rivestite in polietilene, non presenta alcun problema operativo e di sicurezza in caso di innalzamento della falda e/o allagamento dell'area.

La costruzione della infrastruttura lineare inoltre non determina alcuna forma di trasformazione del territorio. Inoltre non sono previsti cambiamenti di destinazioni d'uso del suolo, né azioni di esproprio; ma unicamente una servitù di una stretta fascia a cavallo dell'asse della tubazione, lasciando dunque inalterate le possibilità di sfruttamento agricolo dei fondi.

Pertanto, in ragione di quanto esposto, si ritiene che la costruzione dell'opera non determina alcun mutamento significativo sulle condizioni idrogeologiche, idrologiche ed idrauliche dell'ambito fluviale interessato dall'attraversamento.

Infine in considerazione della tipologia di opera (tubazione interrata) non è previsto alcun incremento del carico insediativo nell'area di intervento.

Considerazioni specifiche

Quindi, entrando più in dettaglio in merito agli aspetti connessi alla specifica interferenza idraulica con l'alveo del corso d'acqua, si evidenzia quanto segue:

- L'attraversamento fluviale avviene in "subalveo" e prevede una profondità di posa della condotta di sufficiente garanzia nei confronti d'eventuali fenomeni di erosione di fondo (anche localizzati e/o temporanei) che si possono produrre anche in concomitanza di piene eccezionali, cosicché é da escludere qualsiasi interferenza tra tubazione e flusso della corrente;
- La configurazione morfologica dell'alveo, sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico, verrà mantenuta praticamente invariata nei confronti della situazione

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 37 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

preesistente. Le opere complementari (previste con tecniche di ingegneria naturalistica) sono infatti unicamente finalizzate al ripristino della configurazione originaria dell'alveo, oltre che al presidio idraulico dell'infrastruttura nei confronti di potenziali fenomeni erosivi in ambito locale da parte della corrente;

- La configurazione geometrica della pipeline nell'ambito in esame (quote in subalveo e profili di risalita) è stata stabilita anche in considerazione delle potenziali dinamiche fluviali del corso d'acqua e sono tali da non precludere la possibilità di effettuare interventi futuri in alveo, finalizzati ad attenuare o eliminare le condizioni di rischio idraulico (es: risagomature dell'alveo, realizzazione di eventuali opere di regimazione idraulica, ecc.).

In ragione delle scelte progettuali e del sistema d'attraversamento, si possono dunque esprimere le seguenti considerazioni inerenti alle interferenze con la dinamica fluviale del corso d'acqua:

1. *Modifiche indotte sul profilo involuppo di piena*
Non generando alterazioni dell'assetto morfologico (tubazione completamente interrata, con ripristino definitivo dei terreni allo stato preesistente), non sarà determinato dalla costruzione della condotta nessun effetto di variazione dei livelli idrici e quindi del profilo d'involuppo di piena.
2. *Riduzione della capacità di laminazione e/o di invaso dell'alveo*
La condotta in progetto, essendo completamente interrata, non crea alcun ostacolo al corretto deflusso delle acque e/o all'azione di laminazione delle piene, né contrazioni areali delle fasce d'inondazione e pertanto non sottrae capacità d'invaso.
3. *Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico ed altimetrico dell'alveo*
L'opera in progetto non induce alcuna modifica all'assetto morfologico dell'alveo inciso, sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico, essendo questa localizzata in subalveo ad una profondità superiore ad ogni prevedibile fenomeno d'approfondimento, e garantendo con la realizzazione d'opere di regimazione le preesistenti caratteristiche idrauliche della sezione di deflusso.
4. *Interazioni da parte delle opere di presidio idraulico*
Gli interventi previsti non costituiscono elementi d'interferenza con il regime idraulico naturale del corso d'acqua (quali restringimenti e/o modifiche dell'assetto longitudinale), in quanto le opere sono finalizzate al ripristino della configurazione originaria dell'alveo ed al presidio idraulico nei confronti di potenziali fenomeni erosivi. Le caratteristiche tipologiche delle opere previste si inseriscono perfettamente nel contesto naturale esistente.
5. *Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale*
Essendo l'opera del tutto interrata non saranno indotti effetti particolarmente impattanti con il contesto naturale della regione fluviale che possano pregiudicare in maniera "irreversibile" l'attuale assetto paesaggistico. Condizioni d'impatto sono limitate alle sole fasi di costruzione e per questo destinate a scomparire nel tempo, con la ricostituzione delle componenti naturalistiche ed ambientali.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 38 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

Infine relativamente ai tratti di metanodotto ricadenti esternamente dell'ambito di attraversamento dell'alveo del corso d'acqua, ma comunque collocati all'interno della regione fluviale si evidenzia quanto segue.

Queste interferenze riguardano porzioni di territorio che rappresentano delle aree di laminazione e/o di invaso del corso d'acqua in occasione di piene eccezionali ed in quanto tali, risultano degli ambiti di assoluta sicurezza per la condotta nei confronti dei processi di dinamica fluviale.

A tal proposito si mette in evidenza che l'intervento prevede il completo interrimento della tubazione (alla profondità di 1,5 m nei confronti del piano campagna, salvo eventuali tratti a copertura ulteriormente maggiorata) e l'integrale ripristino morfologico e vegetazionale delle aree interessate dai lavori.

In detti ambiti non sono previste modifiche circa lo stato dei luoghi, trasformazioni del territorio e/o cambiamenti di destinazione d'uso dei fondi. Le uniche strutture visibili risulteranno essere le paline ed i cartelli indicatori e pertanto non si introdurranno interferenze idrauliche significative per la laminazione delle piene del corso d'acqua e/o riduzione della capacità di invaso, né tantomeno alterazioni all'eventuale deflusso in occasione delle piene eccezionali.

Alla luce di quanto sopra affermato si ritiene che le specificità dell'opera (infrastruttura interrata) e le scelte progettuali inerenti alla metodologia costruttiva ed alla configurazione geometrica della condotta, non determinano alcun incremento dei livelli di pericolosità idraulica dell'ambito e che siano congruenti con i requisiti, le prescrizioni e le finalità stabilite nelle Norme di Piano e pertanto conformi con le relative disposizioni contenute.

In conclusione si ritiene quindi che l'opera in progetto risulta **COMPATIBILE** con il contesto idraulico dell'ambito in esame.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 39 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

9 CONCLUSIONI

La Snam Rete Gas, nell'ambito del progetto "Rifacimento Allacciamenti sul Met. Ravenna - Chieti, Tratto Ravenna - Recanati - 2^a Fase", intende realizzare un Allacciamento denominato "*Rifacimento Derivazione per Riccione*", DN100 (4"), in sostituzione dell'Allacciamento in esercizio ed in fase di dismissione.

il tracciato di progetto del sopracitato Allacciamento interseca il TORRENTE MELO, in un ambito di confine tra i territori di Coriano (RN) e di Riccione (RN).

Con lo scopo di individuare le soluzioni tecnico-operative più idonee per l'attraversamento in esame (metodologia costruttiva, profilo di posa in subalveo della condotta, eventuali opere di ripristino) sono state eseguite specifiche valutazioni di tipo geomorfologico, idrologico ed idraulico.

Alla luce dei risultati conseguiti, per il superamento in subalveo del corso d'acqua, è stata prevista l'adozione di un sistema di attraversamento mediante "scavi a cielo aperto", con posizionamento della condotta in progetto con coperture di sicurezza adeguatamente cautelative nei confronti dei potenziali processi erosivi.

In aggiunta sono state previste delle opere di protezione idraulica dell'alveo, con lo scopo di ripristinare la configurazione d'alveo esistente prima dell'inizio dei lavori. Gli interventi di progetto assicurano dunque il ripristino della configurazione d'alveo preesistente e garantiscono inoltre le adeguate condizioni di sicurezza della condotta, per tutto il periodo di esercizio.

Le opere previste non costituiscono elementi di interferenza con il regime idraulico naturale del corso d'acqua e non determinano delle variazioni significative all'assetto plano-altimetrico preesistente del corso d'acqua (quali restringimenti e/o modifiche dell'assetto longitudinale). Le stesse opere sono state scelte con caratteristiche tipologiche ottimali al fine di inserirsi nel contesto naturale esistente.

Nell'analisi delle interferenze tra la linea in progetto con le aree a pericolosità idraulica censite dal PAI (redatto dall' ex Autorità di Bacino Interregionale Marecchia -Conca), si rileva che in corrispondenza dell'ambito di attraversamento fluviale in esame, il metanodotto in progetto interferisce con l'alveo del corso d'acqua e con le relative fasce di inondazione.

In tal senso, nel presente studio di compatibilità, è stato evidenziato che l'intervento di progetto non determina alcuna modifica significativa allo stato dei luoghi e all'assetto idrogeologico della regione fluviale, non implica trasformazioni del territorio e/o cambiamenti circa l'uso del suolo e pertanto non introduce alterazioni al deflusso della corrente e/o riduzione della capacità di invaso e di laminazione del corso d'acqua.

Pertanto si ritiene che le specificità dell'opera (infrastruttura interrata) e le scelte progettuali inerenti lo specifico attraversamento possano essere ritenute COMPATIBILI con le disposizioni contenute nelle Norme del Piano.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 40 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

Appendice 1: Studio Idraulico - Metodologia di calcolo

Codice di calcolo

Il codice di calcolo utilizzato per le modellazioni è HEC-RAS, Hydrologic Engineering Center - River Analysis System, prodotto dal U.S. Army Corp of Engineer, che simula il flusso monodimensionale, stazionario, di fluidi verticalmente omogenei, in qualsiasi sistema di canali o aste fluviali, sul quale ampi riferimenti bibliografici sono disponibili in letteratura, in relazione sia alle basi teoriche sia allo sviluppo numerico delle equazioni, così come in merito ad esperienze analoghe di applicazione già maturate in Italia e nel mondo nell'ultimo decennio.

Il calcolo del profilo in moto permanente è stato eseguito per mezzo della versione 4.1. Il modello Hec-Ras permette di calcolare, per canali naturali od artificiali, il profilo idrico di correnti gradualmente variate ed in condizioni di moto stazionario (sia in regime di corrente lenta che di corrente veloce).

La scelta di operare con un modello che simuli le condizioni di moto permanente, scaturisce dalle seguenti considerazioni:

- la verifica idraulica considera un tratto limitato dell'asta torrentizia nell'intorno del punto di interesse;
- il risultato d'analisi non dipende dallo sviluppo temporale dell'evento di piena, ma solo dal massimo valore di livello idrico raggiunto durante l'evento stesso e dai regimi delle velocità osservate.

Le equazioni di conservazione del volume e della quantità di moto (equazioni di De Saint Venant) risolte nel modello sono derivate sulla base delle seguenti assunzioni:

- il fluido (acqua) è incomprimibile ed omogeneo, cioè senza significativa variazione di densità;
- la pendenza del fondo è contenuta;
- le lunghezze d'onda sono grandi se paragonate all'altezza d'acqua, in modo da poter considerare in ogni punto parallela al fondo la direzione della corrente: è cioè trascurabile la componente verticale dell'accelerazione e su ogni sezione trasversale alla corrente si può assumere una variazione idrostatica della pressione.

Integrando le equazioni di conservazione della massa e della quantità di moto ed introducendo la resistenza idraulica (attrito) e le portate laterali adottate si ottiene:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} = q$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\alpha \frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{\Lambda^2 A \cdot R} = 0$$

dove:

- A , area della sezione bagnata (m^2);
- Λ , coefficiente di attrito di Chezy ($m^{1/2}/s$);
- g , accelerazione di gravità (m/s^2);

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 41 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

- h , altezza del pelo libero rispetto ad un livello di riferimento orizzontale (m);
- Q , portata (m^3/s);
- R , raggio idraulico (m);
- α , coefficiente di distribuzione della quantità di moto;
- q , portata laterale addotta (m^2/s).

Condizioni di moto

Le simulazioni numeriche dell'interazione idrodinamica tra il deflusso di piena e la geometria dell'alveo sono state eseguite, come accennato precedentemente, in condizioni di moto permanente (stazionario), assumendo la portata al colmo definita per mezzo dell'analisi idrologica.

La soluzione stazionaria fornisce condizioni di verifica cautelative e permette di impostare un confronto corretto tra diversi profili idraulici, mantenute fisse le condizioni al contorno.

Si tenga presente che in relazione alla formazione del fenomeno del cappio di piena nelle simulazioni di moto vario non si ha concomitanza tra livelli massimi e portate massime, condizione di verifica cautelativa che è invece garantita dalla semplificazione del moto stazionario.

Nelle ipotesi di condizioni di moto permanente unidimensionale, corrente gradualmente variata (fatta eccezione per le sezioni in cui si risente della presenza di strutture, quali ponti o tombini per attraversamento) e pendenze longitudinali del fondo dell'alveo non eccessive, per un dato tratto fluviale elementare, di lunghezza finita, il modello si basa sulla seguente equazione di conservazione dell'energia tra le generiche sezioni trasversali di monte e di valle, rispettivamente indicate con i pedici 2 e 1

$$Y_2 + Z_2 + \alpha_2 V_2^2 / (2g) = Y_1 + Z_1 + \alpha_1 V_1^2 / (2g) + \Delta H$$

in cui

- Y_2 e Y_1 sono le profondità d'acqua,
- Z_2 e Z_1 le quote dei punti più depressi delle sezioni trasversali rispetto a un piano di riferimento (superficie livello medio del mare),
- V_2 e V_1 le velocità medie (rapporto tra portata e area bagnata della sezione),
- α_2 e α_1 i coefficienti di Coriolis di ragguglio delle potenze cinetiche,
- g l'accelerazione di gravità,
- ΔH le perdite di carico nel tratto considerato.

Le perdite energetiche per unità di peso che subisce la corrente fluida fra due sezioni trasversali sono espresse come segue:

$$\Delta H = L J_m + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right|$$

in cui

- L è la lunghezza del tratto in analisi,
- J_m è un valore medio rappresentativo della cadente (perdita di carico per unità di lunghezza) nel tratto medesimo,

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 42 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

- C è il coefficiente di contrazione o espansione.

In tal modo, si tiene conto sia delle perdite di carico continue o distribuite, rappresentate dal primo addendo del membro di destra, sia delle perdite di carico localizzate o concentrate, rappresentate dal secondo addendo del membro di destra e dovute alle variazioni di sezione trasversale e/o alla presenza di ostacoli strutturali.

La determinazione della cadente, J , sezione per sezione avviene tramite l'equazione di moto uniforme di Manning:

$$Q = KJ^{0,5}$$

essendo Q la portata totale e K un coefficiente di trasporto, espresso dalla relazione

$$K = AR_i^{2/3}/n$$

in cui A è l'area bagnata della sezione trasversale, R_i il raggio idraulico (rapporto tra area e perimetro bagnato), n il coefficiente di scabrezza.

Il coefficiente di trasporto K viene valutato separatamente per il canale principale e le golene; il suo valore per l'intera sezione trasversale è la somma delle tre aliquote. La cadente è quindi esprimibile come $J=(Q/K)^2$, in ciascuna sezione; il suo valore rappresentativo, J_m , nel tratto considerato è valutato mediante l'equazione più appropriata, automaticamente selezionata dal programma, a seconda che, nel tratto di volta in volta considerato, l'alveo sia a forte o debole pendenza e la corrente sia lenta o veloce, accelerata o decelerata.

Per ciascun tronco compreso tra due sezioni trasversali si considerano la lunghezza del canale centrale, L_c , e le lunghezze delle banchine laterali, L_{sx} e L_{dx} rispettivamente per la golena sinistra e quella destra. Per la determinazione delle perdite di carico continue, si adopera un valore della lunghezza pari alla media pesata di L_c , L_{sx} e L_{dx} sulle portate medie riferite anch'esse all'alveo centrale e alle golene ($Q_{c,m}$, $Q_{sx,m}$ e $Q_{dx,m}$):

$$L = (L_{sx}Q_{sx,m} + L_cQ_{c,m} + L_{dx}Q_{dx,m}) / (Q_{sx,m} + Q_{c,m} + Q_{dx,m})$$

Il coefficiente di Coriolis si esprime in funzione dei coefficienti di trasporto, K_i , e delle aree bagnate, A_i , del canale principale e delle golene; ovvero:

$$\alpha = \frac{A^2}{K^3} \sum_i \frac{K_i^3}{A_i^2}$$

Assetto geometrico

HEC-RAS richiede la schematizzazione del corso d'acqua con tratti successivi di lunghezza variabile individuati alle estremità da sezioni di geometria nota. La posizione delle sezioni trasversali va scelta in modo da descrivere in maniera adeguata il tratto

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 43 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

considerato, prevedendo in linea di massima, sezioni più fitte nei tratti dove la geometria trasversale dell'alveo risulta molto variabile e più rade nei tratti in cui la geometria si mantiene piuttosto uniforme.

Le sezioni trasversali sono suddivise in tre parti, caratterizzate da differenti valori della scabrezza, in cui la velocità si possa ritenere uniformemente distribuita: la parte centrale o canale principale, interessata dalle portate più basse, e le banchine laterali o golene, interessate dalle portate più alte. Il modello è in grado di simulare gli effetti indotti sui livelli dalla presenza di sezioni singolari quali ponti, tombini, stramazzi ed ostruzioni dell'alveo.

Nel caso in oggetto non si è fatto riferimento ad alcuna ramificazione dell'alveo, implementando un modello completamente monodimensionale, che si estende lungo il tracciato del corso d'acqua.

Condizioni al contorno

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). In un regime di corrente lenta, la condizione al contorno necessaria è quella di valle (se la corrente è lenta non risente di ciò che accade a monte), mentre nel caso di corrente veloce vale l'opposto. Se invece viene effettuato un calcolo in regime di flusso misto, allora le condizioni al contorno devono essere definite a valle e a monte.

Le condizioni al contorno disponibili sono:

- quota nota del pelo libero;
- altezza critica;
- altezza di moto uniforme;
- scala di deflusso

Risultati dei calcoli idraulici

La procedura di calcolo per la determinazione della profondità d'acqua in ogni sezione è iterativa: si assegna una condizione iniziale a valle o a monte e si procede verso monte o valle, in dipendenza dalle condizioni di analisi di un profilo di corrente lenta o veloce; si assume una quota della superficie libera, $WS^I=Y^I+Z$, di primo tentativo nella sezione in cui essa è incognita; si determinano K e V ; si calcolano J_m e ΔH ; si ottiene quindi dall'equazione dell'energia un secondo valore della quota dell'acqua, WS^{II} , che viene posto a confronto con il valore assunto inizialmente; tale ciclo viene ripetuto finché la differenza tra le quote della superficie libera risulta inferiore ad un valore massimo di tolleranza prestabilito dall'operatore. La profondità Y della corrente viene quindi paragonata con l'altezza critica, Y_{cr} , per stabilire se il regime di moto è subcritico o supercritico. L'altezza critica è definita come la profondità per cui il carico totale, H , assume valore minimo.

Si possono presentare situazioni in cui la curva dell'energia, data dalla funzione $H(WS)$, presenta più di un minimo (ad esempio in presenza di ampie golene oppure in caso di esondazione oltre gli argini identificati in fase di modellazione geometrica); il codice di calcolo può individuare fino a tre minimi nella curva, tra i quali seleziona il valore minore.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 44 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

Oltre ai valori di portata e di livello calcolati direttamente dal codice di calcolo il modello fornisce in output anche i valori dell'area, larghezza del pelo libero, della velocità, dell'altezza d'acqua e del numero di Froude per ogni sezione di calcolo.

E' fornita anche la linea del carico totale ottenuta come

$$H = WS + V^2/2g$$

dove

- h è il livello idrico (m);
- V la velocità media nella sezione trasversale (m/s).

Note la profondità d'acqua e l'altezza critica in una sezione, si determina se nella data sezione il regime è di corrente lenta o veloce. Se tale regime risulta differire da quanto identificato per la sezione precedente, la profondità d'acqua determinata perde di significato ed alla sezione viene assegnato il valore dell'altezza critica.

Nel caso di passaggio da regime supercritico a subcritico tramite risalto idraulico, la corrente perde il carattere gradualmente variato e l'equazione dell'energia non può essere applicata. In tal caso, il codice di calcolo ricorre all'equazione di conservazione della quantità di moto, che, indicando con i pedici 2 e 1 rispettivamente le sezioni di monte e di valle del tratto considerato, si esprime come

$$\frac{\beta_2 Q_2^2}{g A_2} + A_2 Y_{2,b} + \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot L \cdot i - \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot L \cdot J_m - \frac{\beta_1 Q_1^2}{g A_1} - A_1 Y_{1,b} = 0$$

dove:

- il primo ed il quinto termine rappresentano le spinte idrodinamiche dovute alle quantità di moto (con β coefficiente di ragguglio dei flussi di quantità di moto);
- il secondo e il sesto termine rappresentano le spinte idrostatiche dovute alle pressioni (essendo $Y_{2,b}$ e $Y_{1,b}$ gli affondamenti dei baricentri delle sezioni bagnate);
- il terzo termine rappresenta la componente del peso lungo la direzione del moto (con i pendenza longitudinale del fondo dell'alveo, calcolata in base alle quote medie in ciascuna sezione);
- il quarto termine rappresenta i fattori di resistenza al moto.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 45 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

Appendice 2: Studio Idraulico- Report Programma HEC RAS

HEC-RAS Version 4.1.0 Jan 2010
 U.S. Army Corps of Engineers
 Hydrologic Engineering Center
 609 Second Street
 Davis, California

```

X   X  XXXXXX   XXXX       XXXX       XX       XXXX
X   X  X        X   X      X   X      X   X      X
X   X  X        X        X   X      X   X      X
XXXXXXXX XXXX   X          XXX  XXXX   XXXXXXX  XXXX
X   X  X        X        X   X      X   X          X
X   X  X        X   X      X   X      X   X      X
X   X  XXXXXX   XXXX       X   X      X   X      XXXXX

```

PROJECT DATA

Project Title: melo
 Project File : melo.prj

Project in SI units

PLAN DATA

Plan Title: Plan 01
 Plan File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rav-Ch-2afase\melo.p01

Geometry Title: Melo
 Geometry File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rav-Ch-2afase\melo.g01

Flow Title : Melo
 Flow File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rav-Ch-2afase\melo.f01

Plan Summary Information:

Number of:	Cross Sections =	17	Multiple Openings =	0
	Culverts =	0	Inline Structures =	0
	Bridges =	1	Lateral Structures =	0

Computational Information

Water surface calculation tolerance = 0.003
 Critical depth calculation tolerance = 0.003
 Maximum number of iterations = 20
 Maximum difference tolerance = 0.1
 Flow tolerance factor = 0.001

Computation Options

Critical depth computed only where necessary
 Conveyance Calculation Method: At breaks in n values only
 Friction Slope Method: Average Conveyance
 Computational Flow Regime: Mixed Flow

FLOW DATA

Flow Title: Melo
 Flow File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rav-Ch-2afase\melo.f01

Flow Data (m3/s)

River	Reach	RS	TR200
Rio Melo	alveo	90	179

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 46 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

Boundary Conditions

River	Reach	Profile	Upstream
Downstream			
Rio Melo	alveo	TR200	Normal S = 0.0015
0.0015			Normal S =

GEOMETRY DATA

Geometry Title: Melo
 Geometry File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rav-Ch-2afase\melo.g01

CROSS SECTION

RIVER: Rio Melo
 REACH: alveo RS: 90

INPUT

Description:

Station Elevation Data	num=	29
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev		
0 21.39 14.19 20.24 29 19.2 44.5 18.4 59.65 17.22		
74.11 15.38 87.75 14.28 89.96 14.41 96.4 14.15 97.38 11.23		
100.22 11.37 101.78 11.82 103.96 13.47 106.24 13.52 107.35 14.09		
107.91 14.16 108.65 13.71 110 13.79 120.09 13.82 133.22 14.84		
148.15 16.26 164.54 18.23 179.86 19.81 194.51 21.02 210.1 22.06		
219.92 23.02 234.42 23.91 245.37 24.12 260 23.98		

Manning's n Values	num=	3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val		
0 .055 89.96 .035 120.09 .055		

Bank Sta: Left Right	Lengths: Left Channel Right	Coeff Contr.	Expan.
89.96 120.09	29.175 29.175 29.175	.1	.3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	18.30	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.02	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	18.28	Reach Len. (m)	29.17	29.17	29.17
Crit W.S. (m)	14.95	Flow Area (m2)	91.41	146.33	109.40
E.G. Slope (m/m)	0.000104	Area (m2)	91.41	146.33	109.40
Q Total (m3/s)	179.00	Flow (m3/s)	27.57	114.81	36.62
Top Width (m)	118.89	Top Width (m)	43.86	30.13	44.89
Vel Total (m/s)	0.52	Avg. Vel. (m/s)	0.30	0.78	0.33
Max Chl Dpth (m)	7.05	Hydr. Depth (m)	2.08	4.86	2.44
Conv. Total (m3/s)	17548.5	Conv. (m3/s)	2703.1	11255.4	3590.1
Length Wtd. (m)	29.17	Wetted Per. (m)	44.07	33.13	45.12
Min Ch El (m)	11.23	Shear (N/m2)	2.12	4.51	2.47
Alpha	1.62	Stream Power (N/m s)	12448.24	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.00	Cum Volume (1000 m3)	35.99	35.36	43.76
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	18.60	7.32	18.14

CROSS SECTION

RIVER: Rio Melo
 REACH: alveo RS: 85.*

INPUT

CENT.MDT.GG.GEN.09650 REV. 00

File dati: 2 Melo 2F (c.a)

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

TECHNIP ITALY DIREZIONE LAVORI S.p.A. - 00148 ROMA - Viale Castello della Magliana, 68

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 47 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

Description:

Station Elevation Data num= 53									
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	20.95	10.787	20.128	16.667	19.735	23.306	19.322	34.063	18.808
35.912	18.734	48.493	18.313	52.269	18.146	61.9	17.611	70.064	16.907
76.509	16.216	87.048	15.024	87.374	14.994	91.039	14.658	101.477	14.245
103.069	14.179	105.665	14.225	109.512	14.013	111.078	13.879	111.732	13.318
112.655	11.085	114.124	11.156	115.179	11.356	115.536	11.466	117.118	12.142
118.779	13.235	119.329	13.511	119.439	13.526	121.642	13.565	122.768	13.858
123.336	13.897	124.086	13.677	124.557	13.694	125.456	13.739	135.69	13.975
148.294	14.628	151.165	14.802	162.627	15.773	166.254	16.127	178.361	17.619
180.759	17.894	193.068	18.983	197.017	19.29	207.131	19.945	212.889	20.27
222.097	20.712	229.522	21.188	231.524	21.32	245.444	21.97	246.479	21.995
255.956	22.299	262.549	22.412	270	22.53				

Manning's n Values num= 3					
Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.055	105.665	.035	135.69	.055

Bank Sta:	Left	Right	Lengths:	Left Channel	Right	Coeff	Contr.	Expan.
	105.665	135.69		29.175	29.175		.1	.3

CROSS SECTION

RIVER: Rio Melo
REACH: alveo RS: 80

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 29									
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	20.51	12.39	19.61	26.77	18.8	41.25	18.35	55.7	18.06
71.1	17.46	87.88	15.91	100.36	14.63	104.57	14.21	116.56	14.1
121.37	14.04	124.98	13.78	126.45	13.58	127.93	10.94	129.42	11.01
130.49	11.36	134.14	13.41	134.81	13.58	140	13.65	151.29	14.13
166.12	14.48	180.58	15.54	194.48	17.3	210.06	18.43	225.27	19.12
241.21	19.56	257.46	20.06	272.86	20.77	280	21.08		

Manning's n Values num= 3					
Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.055	121.37	.035	151.29	.055

Bank Sta:	Left	Right	Lengths:	Left Channel	Right	Coeff	Contr.	Expan.
	121.37	151.29		19.04	19.04		.1	.3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	18.29	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.01	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	18.28	Reach Len. (m)	19.04	19.04	19.04
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	159.18	148.30	138.47
E.G. Slope (m/m)	0.000073	Area (m2)	159.18	148.30	138.47
Q Total (m3/s)	179.00	Flow (m3/s)	40.13	100.05	38.82
Top Width (m)	162.99	Top Width (m)	76.43	29.92	56.64
Vel Total (m/s)	0.40	Avg. Vel. (m/s)	0.25	0.67	0.28
Max Chl Dpth (m)	7.34	Hydr. Depth (m)	2.08	4.96	2.44
Conv. Total (m3/s)	21020.9	Conv. (m3/s)	4713.2	11749.2	4558.5
Length Wtd. (m)	19.04	Wetted Per. (m)	76.60	32.11	56.83
Min Ch El (m)	10.94	Shear (N/m2)	1.48	3.28	1.73
Alpha	1.77	Stream Power (N/m s)	13405.80	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.00	Cum Volume (1000 m3)	28.77	26.76	36.59
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	15.20	5.57	15.21

CROSS SECTION

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 48 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

RIVER: Rio Melo

REACH: alveo

RS: 75.*

INPUT

Description:

Station Elevation Data	num=	53
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev		
0 20.845 12.981 19.836 20.678 19.298 28.047 18.905 38.602 18.468		
43.218 18.345 54.948 18.093 58.357 17.996 74.492 17.39 74.517 17.389		
88.166 16.227 92.072 15.892 101.919 14.998 105.148 14.712 109.559 14.327		
114.774 14.097 122.121 14.043 126.251 14.005 127.16 14.245 130.752 14.015		
133.14 13.885 133.381 13.881 134.802 13.829 135.914 13.175 137.07 11.942		
138.465 11.08 139.451 11.146 140.159 11.343 142.494 12.406 142.575 12.516		
143.018 13.018 143.414 13.394 145.234 13.488 146.453 13.66 147.933 13.903		
153.925 14.505 164.534 14.498 169.027 14.606 176.95 14.99 183.753 15.399		
193.383 16.229 197.909 16.614 208.206 17.217 213.775 17.601 222.566 18.091		
229.264 18.576 238.637 19.172 245.497 19.693 253.931 20.347 262.046 20.912		
268.527 21.412 277.729 21.922 285 22.315		

Manning's n Values

num=	3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val	
0 .055 127.16 .035 153.925 .055	

Bank Sta: Left Right	Lengths: Left Channel Right	Coeff Contr.	Expan.
127.16 153.925	19.04 19.04 19.04	.1	.3

CROSS SECTION

RIVER: Rio Melo

REACH: alveo

RS: 70

INPUT

Description:

Station Elevation Data	num=	29
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev		
0 21.18 21.62 19.4 40.36 18.45 57.45 18.06 77.91 17.32		
92.18 16.2 106.56 15.05 120 14.03 132 13.96 132.95 14.45		
138.05 14.14 141.44 13.98 143.8 13.99 147.02 11.5 149 11.22		
150.97 11.47 151.42 13.2 152.31 13.35 153.63 14.06 156.56 14.88		
167.36 14.62 180 14.93 196.73 15.72 211.82 16.4 226.44 17.36		
242.8 18.97 258.37 20.88 273.23 22.47 290 23.55		

Manning's n Values

num=	3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val	
0 .055 132.95 .035 156.56 .055	

Bank Sta: Left Right	Lengths: Left Channel Right	Coeff Contr.	Expan.
132.95 156.56	26.325 26.325 26.325	.1	.3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	18.29	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.01	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	18.27	Reach Len. (m)	26.32	26.32	26.32
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	178.08	114.15	189.69
E.G. Slope (m/m)	0.000079	Area (m2)	178.08	114.15	189.69
Q Total (m3/s)	179.00	Flow (m3/s)	46.98	77.29	54.74
Top Width (m)	187.68	Top Width (m)	84.90	23.61	79.17
Vel Total (m/s)	0.37	Avg. Vel. (m/s)	0.26	0.68	0.29
Max Chl Dpth (m)	7.05	Hydr. Depth (m)	2.10	4.83	2.40
Conv. Total (m3/s)	20175.4	Conv. (m3/s)	5294.7	8711.3	6169.4
Length Wtd. (m)	26.32	Wetted Per. (m)	85.16	26.15	79.29
Min Ch El (m)	11.22	Shear (N/m2)	1.61	3.37	1.85
Alpha	1.75	Stream Power (N/m s)	13884.59	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.00	Cum Volume (1000 m3)	22.35	21.76	30.41

CENT.MDT.GG.GEN.09650 REV. 00

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

File dati: 2 Melo 2F (c.a)

TECHNIP ITALY DIREZIONE LAVORI S.p.A. - 00148 ROMA - Viale Castello della Magliana, 68

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 49 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

C & E Loss (m) 0.00 Cum SA (1000 m2) 12.13 4.55 12.57

CROSS SECTION

RIVER: Rio Melo
 REACH: alveo

RS: 65.*

INPUT

Description:

Station Elevation Data	num=	54
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev		
0 20.785 14.682 19.56 18.8 19.26 27.847 18.766 35.096 18.433		
44.788 18.143 49.957 17.956 61.787 17.439 67.749 17.063 77.187 16.239		
80.157 15.984 92.662 14.898 94.199 14.768 104.349 14.126 105.669 14.096		
114.784 14.037 115.61 14.28 118.314 14.162 120.119 14.069 122.975 13.944		
123.116 13.934 125.203 13.845 125.53 13.687 126.278 12.01 128.049 11.212		
129.8 11.05 130.94 11.351 132.002 12.553 132.14 12.572 132.675 13.482		
133.732 13.647 133.996 13.73 135.3 14.042 137.079 14.275 138.78 14.835		
140.57 14.843 143.612 14.271 149.4 14.284 156.368 14.472 161.83 14.626		
169.083 14.914 178.282 15.392 183.934 15.68 193.121 16.126 200.291 16.549		
207.497 17.075 214.847 17.733 223.585 18.559 230.227 19.269 238.896 20.231		
242.993 20.653 253.509 21.758 257.203 22.066 270 23.035		

Manning's n Values

num=	3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val	
0 .055 115.61 .035 138.78 .055	

Bank Sta: Left	Right	Lengths: Left	Channel	Right	Coeff	Contr.	Expan.
115.61	138.78	26.325	26.325	26.325	.1	.3	

CROSS SECTION

RIVER: Rio Melo
 REACH: alveo

RS: 60

INPUT

Description:

Station Elevation Data	num=	30
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev		
0 20.39 12.48 19.33 23.67 18.66 38.07 18.09 52.52 17.31		
65.61 16.01 80.07 14.62 89.82 14.17 98.27 14.11 100.62 14.06		
104.67 13.9 106.89 13.67 107.54 10.97 110.6 10.88 111.92 11.36		
113.15 13.65 115.46 13.99 119.03 14.07 121 14.79 122.76 14.85		
125.75 13.78 138.29 14.15 150.79 14.55 165.39 15.38 181.47 16.22		
195.78 17.37 210.9 18.74 223.45 19.98 237.42 21.42 250 22.52		

Manning's n Values

num=	3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val	
0 .055 98.27 .035 121 .055	

Bank Sta: Left	Right	Lengths: Left	Channel	Right	Coeff	Contr.	Expan.
98.27	121	14.68	14.68	14.68	.1	.3	

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	18.28	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.01	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	18.27	Reach Len. (m)	14.68	14.68	14.68
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	145.25	113.06	234.59
E.G. Slope (m/m)	0.000070	Area (m2)	145.25	113.06	234.59
Q Total (m3/s)	179.00	Flow (m3/s)	37.76	71.09	70.14
Top Width (m)	172.26	Top Width (m)	64.80	22.73	84.73
Vel Total (m/s)	0.36	Avg. Vel. (m/s)	0.26	0.63	0.30
Max Chl Dpth (m)	7.39	Hydr. Depth (m)	2.24	4.97	2.77

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 50 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

Conv. Total (m3/s)	21405.1	Conv. (m3/s)	4515.7	8501.5	8387.9
Length Wtd. (m)	14.68	Wetted Per. (m)	64.96	26.48	85.06
Min Ch El (m)	10.88	Shear (N/m2)	1.53	2.93	1.89
Alpha	1.56	Stream Power (N/m s)	11969.47	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.00	Cum Volume (1000 m3)	13.81	15.76	19.26
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	8.18	3.33	8.26

CROSS SECTION

RIVER: Rio Melo

REACH: alveo RS: 55.*

INPUT

Description:

Station Elevation Data	num=	56
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev		
0 19.955 11.935 19.102 13.653 19.001 22.637 18.47 29.675 18.129		
36.408 17.883 45.141 17.499 50.227 17.18 61.958 16.166 62.746 16.085		
76.575 14.697 76.607 14.694 85 14.267 85.899 14.202 89.045 14.038		
91.591 14.039 93.98 14.125 96.359 14.085 99.415 13.94 100.458 13.751		
101.826 13.46 102.705 13.392 103.16 12.447 103.363 11.784 103.792 11.259		
104.168 11.158 106.46 11.05 107.838 11.31 108.562 11.966 109.122 13.321		
109.33 13.655 110.856 13.872 111.533 13.948 115.259 14.143 116.269 14.362		
117.315 14.685 119.057 14.409 120.104 14.036 122.017 13.719 127.126 13.871		
134.429 14.045 138.352 14.143 146.801 14.496 152.598 14.811 161.253 15.377		
167.088 15.744 177.169 16.451 181.597 16.825 191.333 17.634 196.652 18.103		
206.299 18.953 215.809 19.83 218.721 20.099 230.794 21.244 232.548 21.413		
245 22.515		

Manning's n Values	num=	3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val		
0 .055 93.98 .035 117.315 .055		

Bank Sta: Left Right	Lengths: Left Channel Right	Coeff Contr.	Expan.
93.98 117.315	14.68 14.68 14.68	.1	.3

CROSS SECTION

RIVER: Rio Melo

REACH: alveo RS: 50

INPUT

Description:

Station Elevation Data	num=	32
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev		
0 19.52 13.03 18.78 28.32 17.89 43.08 17.4 59.13 16.24		
73.11 14.77 81.12 14.32 84.98 13.93 87.41 13.95 89.69 14.14		
92.1 14.11 95.19 13.94 97.63 13.16 98.98 13.09 99.62 11.56		
100 11.37 102.32 11.22 104.51 11.28 105.31 13.63 106.9 13.85		
112.54 14.3 113.63 14.58 116.39 13.6 123.34 13.81 134.45 14.01		
148.55 14.74 162.89 15.8 177.25 17.07 192.15 18.35 211.11 19.97		
225.94 21.25 240 22.51		

Manning's n Values	num=	3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val		
0 .055 89.69 .035 113.63 .055		

Bank Sta: Left Right	Lengths: Left Channel Right	Coeff Contr.	Expan.
89.69 113.63	19.83 19.83 19.83	.1	.3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	18.28	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.01	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 51 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

W.S. Elev (m)	18.27	Reach Len. (m)	19.83	19.83	19.83
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	138.30	119.18	224.28
E.G. Slope (m/m)	0.000069	Area (m2)	138.30	119.18	224.28
Q Total (m3/s)	179.00	Flow (m3/s)	33.63	76.59	68.79
Top Width (m)	169.40	Top Width (m)	67.88	23.94	77.58
Vel Total (m/s)	0.37	Avg. Vel. (m/s)	0.24	0.64	0.31
Max Chl Dpth (m)	7.05	Hydr. Depth (m)	2.04	4.98	2.89
Conv. Total (m3/s)	21473.7	Conv. (m3/s)	4034.3	9187.6	8251.8
Length Wtd. (m)	19.83	Wetted Per. (m)	68.06	26.89	77.92
Min Ch El (m)	11.22	Shear (N/m2)	1.38	3.02	1.96
Alpha	1.62	Stream Power (N/m s)	11490.70	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.00	Cum Volume (1000 m3)	9.65	12.35	12.52
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	6.22	2.65	5.87

CROSS SECTION

RIVER: Rio Melo

REACH: alveo RS: 45.*

INPUT

Description:

Station Elevation Data	num=	58								
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev										
0 18.965 7.532 18.577 11.948 18.381 22.222 17.919 25.969 17.76										
37.604 17.424 39.504 17.339 48.687 16.728 54.222 16.273 62.596 15.435										
67.041 14.991 74.386 14.453 75.879 14.308 77.926 14.173 80.002 14.159										
80.154 14.163 82.245 14.3 84.497 14.195 87.384 13.994 88.226 13.816										
89.663 13.54 90.646 13.493 90.924 13.335 91.522 12.248 91.877 11.962										
92.754 11.46 94.045 11.1 95.362 11.194 96.565 12.352 96.89 12.398										
97.483 13.145 97.93 13.66 99.996 13.819 103.871 14.029 107.324 14.38										
108.74 14.62 110.766 13.599 111.279 13.508 112.3 13.542 115.41 14.218										
117.673 14.327 119.013 14.383 124.632 14.398 125.76 14.249 127.894 14.361										
133.876 14.783 140.866 15.297 149.439 16.029 154.059 16.431 163.469 17.322										
167.27 17.681 178.562 18.732 180.978 18.931 195.122 20.092 198.421 20.356										
210.784 21.35 212.065 21.45 225 22.48										

Manning's n Values	num=	3			
Sta n Val Sta n Val Sta n Val					
0 .055 82.245 .035 108.74 .055					

Bank Sta: Left Right	Lengths: Left Channel Right	Coeff Contr.	Expan.
82.245 108.74	19.83 19.83 19.83	.1	.3

CROSS SECTION

RIVER: Rio Melo

REACH: alveo RS: 40

INPUT

Description:

Station Elevation Data	num=	31								
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev										
0 18.41 6.85 18.1 20.21 17.71 34.2 17.38 44.28 16.78										
56.93 15.59 69.01 14.46 72.76 14.37 74.8 14.46 80.36 13.98										
82.61 13.88 84.57 11.61 85.77 10.98 87.39 11.14 88.87 13.43										
90 13.67 97.86 13.97 103.85 14.66 105.7 13.4 107.1 13.45										
109.94 14.7 113.23 14.93 118.36 14.85 119.39 14.53 126.8 15.22										
141.01 16.63 153.82 17.94 167.6 19.34 182.72 20.52 197.02 21.57										
210 22.45										

Manning's n Values	num=	3			
Sta n Val Sta n Val Sta n Val					
0 .055 74.8 .035 103.85 .055					

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 52 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
 74.8 103.85 16.505 16.505 16.505 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	18.28	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.02	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	18.26	Reach Len. (m)	16.50	16.50	16.50
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	114.20	135.60	129.81
E.G. Slope (m/m)	0.000107	Area (m2)	114.20	135.60	129.81
Q Total (m3/s)	179.00	Flow (m3/s)	29.34	105.84	43.82
Top Width (m)	153.52	Top Width (m)	71.39	29.05	53.08
Vel Total (m/s)	0.47	Avg. Vel. (m/s)	0.26	0.78	0.34
Max Chl Dpth (m)	7.28	Hydr. Depth (m)	1.60	4.67	2.45
Conv. Total (m3/s)	17305.5	Conv. (m3/s)	2836.2	10232.7	4236.6
Length Wtd. (m)	16.50	Wetted Per. (m)	71.53	31.59	53.97
Min Ch El (m)	10.98	Shear (N/m2)	1.67	4.50	2.52
Alpha	1.79	Stream Power (N/m s)	10054.35	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.00	Cum Volume (1000 m3)	4.67	7.30	5.60
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	3.50	1.60	3.29

CROSS SECTION

RIVER: Rio Melo
 REACH: alveo RS: 35.*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 57

Sta	Elev								
0	18.38	6.522	18.07	12.172	17.848	12.172	17.973	13.593	17.952
13.593	17.802	19.243	17.675	29.103	17.483	32.563	17.343	40.864	16.851
42.161	16.806	46.381	16.586	54.205	16.084	56.532	15.936	65.707	15.254
69.278	15.119	71.22	15.115	74.828	14.646	77.216	14.072	79.125	13.651
79.642	13.409	81.437	11.641	81.756	11.341	82.08	11.131	83.05	10.83
84.364	10.977	84.5	11.067	84.874	11.613	85.825	12.85	86.837	13.412
90.242	13.578	93.873	13.714	93.923	13.718	99.235	15.565	101.078	14.969
102.473	15.019	103.882	15.356	105.303	15.682	108.581	15.825	113.692	15.828
114.719	15.677	119.76	15.956	121.466	16.065	122.102	16.106	124.035	16.236
126.846	16.431	136.26	17.271	137.645	17.396	149.024	18.516	151.445	18.753
162.754	19.9	166.129	20.202	177.819	21.077	180.561	21.276	192.067	22.033
194.723	22.2	205	22.835						

Manning's n Values num= 3

Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.055	77.216	.035	93.873	.055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
 77.216 93.873 16.505 16.505 16.505 .1 .3

CROSS SECTION

RIVER: Rio Melo
 REACH: alveo RS: 30

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 32

Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	18.35	11.56	17.77	11.57	18.02	12.9	18.02	12.91	17.72
27.64	17.5	38.81	16.84	44.05	16.81	53.69	16.51	67.64	15.77
71.51	15.12	76.12	13.4	78.6	11.33	79.29	10.81	80.33	10.68
81.49	10.83	81.94	11.44	83.68	13.16	86.68	13.34	89.93	13.46
94.62	16.47	99.25	16.64	115.07	16.91	116.77	16.97	119.33	17.06

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 53 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

122.13 17.17 132.89 18.02 146.64 19.32 161.27 20.8 175.65 21.83
 189.76 22.65 200 23.22

Manning's n Values num= 3
 Sta n Val Sta n Val Sta n Val
 0 .055 76.12 .035 89.93 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
 76.12 89.93 10 10 10 .1 .3

Ineffective Flow num= 2
 Sta L Sta R Elev Permanent
 0 76.99 16.77 T
 88.1 200 16.77 T

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	18.26	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.13	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	18.13	Reach Len. (m)	1.00	1.00	1.00
Crit W.S. (m)	15.20	Flow Area (m2)	70.40	69.37	47.25
E.G. Slope (m/m)	0.000576	Area (m2)	96.98	78.74	57.21
Q Total (m3/s)	179.00	Flow (m3/s)	30.06	127.67	21.27
Top Width (m)	129.73	Top Width (m)	71.78	13.81	44.15
Vel Total (m/s)	0.96	Avg. Vel. (m/s)	0.43	1.84	0.45
Max Chl Dpth (m)	7.45	Hydr. Depth (m)	0.98	5.02	1.07
Conv. Total (m3/s)	7459.3	Conv. (m3/s)	1252.7	5320.2	886.4
Length Wtd. (m)	1.00	Wetted Per. (m)	72.73	15.77	45.08
Min Ch El (m)	10.68	Shear (N/m2)	5.47	24.83	5.92
Alpha	2.70	Stream Power (N/m s)	9575.58	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.00	Cum Volume (1000 m3)	1.04	4.05	2.32
C & E Loss (m)	0.24	Cum SA (1000 m2)	1.09	0.97	1.63

BRIDGE

RIVER: Rio Melo
 REACH: alveo RS: 29.5

INPUT

Description:

Distance from Upstream XS = 1
 Deck/Roadway Width = 7
 Weir Coefficient = 1.4

Upstream Deck/Roadway Coordinates

num=	10
Sta Hi Cord Lo Cord	Sta Hi Cord Lo Cord
0 16.77 12.5	77 16.77 12.67
81 16.77 15.04	83 16.77 15.25
87 16.77 14.17	88.1 16.77 13.39
200 16.77 13	89 16.77 13

Upstream Bridge Cross Section Data

Station Elevation Data	num=	32
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev		
0 18.35 11.56 17.77 11.57 18.02 12.9 18.02 12.91 17.72		
27.64 17.5 38.81 16.84 44.05 16.81 53.69 16.51 67.64 15.77		
71.51 15.12 76.12 13.4 78.6 11.33 79.29 10.81 80.33 10.68		
81.49 10.83 81.94 11.44 83.68 13.16 86.68 13.34 89.93 13.46		
94.62 16.47 99.25 16.64 115.07 16.91 116.77 16.97 119.33 17.06		
122.13 17.17 132.89 18.02 146.64 19.32 161.27 20.8 175.65 21.83		
189.76 22.65 200 23.22		

Manning's n Values num= 3
 Sta n Val Sta n Val Sta n Val
 0 .055 76.12 .035 89.93 .055

CENT.MDT.GG.GEN.09650 REV. 00

File dati: 2 Melo 2F (c.a)

Documento di proprietà Snam Rete Gas. La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

TECHNIP ITALY DIREZIONE LAVORI S.p.A. - 00148 ROMA - Viale Castello della Magliana, 68

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 54 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

Bank Sta: Left Right Coeff Contr. Expan.
 76.12 89.93 .1 .3

Ineffective Flow num= 2
 Sta L Sta R Elev Permanent
 0 76.99 16.77 T
 88.1 200 16.77 T

Downstream Deck/Roadway Coordinates
 num= 10

Sta	Hi	Cord	Lo	Cord	Sta	Hi	Cord	Lo	Cord	Sta	Hi	Cord	Lo	Cord
0	16.77	12.5	77	16.77	12.67	79	16.77	14.25						
81	16.77	15.04	83	16.77	15.25	85	16.77	15						
87	16.77	14.17	88.1	16.77	13.39	89	16.77	13						
200	16.77	13												

Downstream Bridge Cross Section Data
 Station Elevation Data num= 32

Sta	Elev								
0	18.32	11.56	17.74	11.57	17.99	12.9	17.99	12.91	17.69
27.64	17.47	38.81	16.81	44.05	16.78	53.69	16.48	67.64	15.74
71.51	15.09	76.12	13.37	78.6	11.3	79.29	10.78	80.33	10.65
81.49	10.8	81.94	11.41	83.68	13.13	86.68	13.31	89.93	13.43
94.62	16.44	99.25	16.61	115.07	16.88	116.77	16.94	119.33	17.03
122.13	17.14	132.89	17.99	146.64	19.29	161.27	20.77	175.65	21.8
189.76	22.62	200	23.19						

Manning's n Values num= 3

Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.055	76.12	.035	89.93	.055

Bank Sta: Left Right Coeff Contr. Expan.
 76.12 89.93 .1 .3

Upstream Embankment side slope = 0 horiz. to 1.0 vertical
 Downstream Embankment side slope = 0 horiz. to 1.0 vertical
 Maximum allowable submergence for weir flow = .98
 Elevation at which weir flow begins =
 Energy head used in spillway design =
 Spillway height used in design =
 Weir crest shape = Broad Crested

Number of Bridge Coefficient Sets = 1

Low Flow Methods and Data
 Energy
 Selected Low Flow Methods = Highest Energy Answer

High Flow Method
 Energy Only

Additional Bridge Parameters
 Add Friction component to Momentum
 Do not add Weight component to Momentum
 Class B flow critical depth computations use critical depth inside the bridge at the upstream end
 Criteria to check for pressure flow = Upstream energy grade line

BRIDGE OUTPUT Profile #TR200

E.G. US. (m)	18.26	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	18.13	E.G. Elev (m)	18.02	17.61
Q Total (m3/s)	179.00	W.S. Elev (m)	15.50	15.14
Q Bridge (m3/s)	179.00	Crit W.S. (m)	14.91	14.89
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	4.82	4.49
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	7.03	6.97
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	25.45	25.68

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 55 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

Weir Submerg		Froude # Chl	1.02	1.05
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	185.99	176.73
Min El Weir Flow (m)	16.77	Hydr Depth (m)		13.11
Min El Prs (m)	15.25	W.P. Total (m)	25.04	23.28
Delta EG (m)	1.30	Conv. Total (m3/s)	735.1	783.1
Delta WS (m)	1.51	Top Width (m)		1.96
BR Open Area (m2)	25.45	Frctn Loss (m)	0.39	0.01
BR Open Vel (m/s)	7.03	C & E Loss (m)	0.01	0.64
Coef of Q		Shear Total (N/m2)	591.02	565.09
Br Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	0.00	0.00

CROSS SECTION

RIVER: Rio Melo
 REACH: alveo RS: 29

INPUT

Description:

Station Elevation Data	num=	32							
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev									
0 18.32 11.56 17.74 11.57 17.99 12.9 17.99 12.91 17.69									
27.64 17.47 38.81 16.81 44.05 16.78 53.69 16.48 67.64 15.74									
71.51 15.09 76.12 13.37 78.6 11.3 79.29 10.78 80.33 10.65									
81.49 10.8 81.94 11.41 83.68 13.13 86.68 13.31 89.93 13.43									
94.62 16.44 99.25 16.61 115.07 16.88 116.77 16.94 119.33 17.03									
122.13 17.14 132.89 17.99 146.64 19.29 161.27 20.77 175.65 21.8									
189.76 22.62 200 23.19									

Manning's n Values	num=	3			
Sta n Val Sta n Val Sta n Val					
0 .055 76.12 .035 89.93 .055					

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.							
76.12 89.93 24.78 24.78 24.78 .1 .3							

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	16.96	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.34	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	16.63	Reach Len. (m)	24.78	24.78	24.78
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	23.25	58.34	8.40
E.G. Slope (m/m)	0.001588	Area (m2)	23.25	58.34	8.40
Q Total (m3/s)	179.00	Flow (m3/s)	15.07	158.87	5.05
Top Width (m)	51.12	Top Width (m)	27.10	13.81	10.21
Vel Total (m/s)	1.99	Avg. Vel. (m/s)	0.65	2.72	0.60
Max Chl Dpth (m)	5.98	Hydr. Depth (m)	0.86	4.22	0.82
Conv. Total (m3/s)	4491.6	Conv. (m3/s)	378.2	3986.6	126.8
Length Wtd. (m)	24.78	Wetted Per. (m)	27.49	15.77	11.09
Min Ch El (m)	10.65	Shear (N/m2)	13.18	57.60	11.79
Alpha	1.68	Stream Power (N/m s)	9575.58	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.03	Cum Volume (1000 m3)	0.97	3.74	2.29
C & E Loss (m)	0.04	Cum SA (1000 m2)	1.03	0.94	1.59

CROSS SECTION

RIVER: Rio Melo
 REACH: alveo RS: 20

INPUT

Description:

Station Elevation Data	num=	27							
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev									

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 56 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

0	21.8	37.15	21.5	37.41	21.53	40.53	21.37	50.08	20.85
60.73	16.53	63.81	16.36	72.35	15.34	74.66	13.88	80.67	13.29
81.46	10.86	82.52	10.56	83.55	10.81	84.02	11.43	86.67	13.17
90.42	13.95	93.3	14.14	113.91	16.39	117.14	16.41	129.19	18.57
129.52	18.72	129.82	18.72	135.48	19.4	135.48	19.28	148.28	20.17
163.82	21.78	180	23.1						

Manning's n Values	num=	3
Sta n Val	Sta n Val	Sta n Val
0 .055	74.66 .035	93.3 .055

Bank Sta:	Left	Right	Lengths:	Left	Channel	Right	Coeff	Contr.	Expan.
	74.66	93.3		19.905	19.905	19.905	.1	.3	

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	16.89	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.21	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	16.68	Reach Len. (m)	19.90	19.90	19.90
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	12.63	68.26	30.28
E.G. Slope (m/m)	0.001258	Area (m2)	12.63	68.26	30.28
Q Total (m3/s)	179.00	Flow (m3/s)	7.32	149.78	21.90
Top Width (m)	58.29	Top Width (m)	14.30	18.64	25.35
Vel Total (m/s)	1.61	Avg. Vel. (m/s)	0.58	2.19	0.72
Max Chl Dpth (m)	6.12	Hydr. Depth (m)	0.88	3.66	1.19
Conv. Total (m3/s)	5046.7	Conv. (m3/s)	206.3	4223.0	617.4
Length Wtd. (m)	19.90	Wetted Per. (m)	14.82	21.42	25.49
Min Ch El (m)	10.56	Shear (N/m2)	10.51	39.31	14.65
Alpha	1.58	Stream Power (N/m s)	8618.02	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.02	Cum Volume (1000 m3)	0.52	2.17	1.81
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	0.52	0.54	1.15

CROSS SECTION

RIVER: Rio Melo
REACH: alveo RS: 15.*

INPUT

Description:

Station Elevation Data	num=	46
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev		
0 21.8 35.359 21.427 35.606 21.44 38.576 21.341 39.585 21.306		
39.859 21.223 44.125 20.876 47.665 20.213 56.355 16.983 57.802 16.627		
60.733 16.444 63.107 16.216 68.861 14.738 69.986 14.147 71.06 13.66		
75.243 12.241 75.34 11.999 75.792 10.935 76.53 10.68 77.297 10.81		
77.647 11.123 77.96 11.263 78.75 11.731 79.621 12.381 81.305 13.13		
82.415 13.408 84.56 13.74 104.687 15.605 104.87 15.627 108.054 15.841		
119.928 17.684 119.942 17.688 120.254 17.766 120.549 17.772 125.027 18.133		
126.127 18.261 126.127 18.201 138.741 19.348 144.697 19.993 145.225 20.096		
145.529 20.112 147.041 20.221 150.919 20.52 151.04 21.397 154.055 21.731		
170 23.325		

Manning's n Values	num=	3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val		
0 .055 71.06 .035 84.56 .055		

Bank Sta:	Left	Right	Lengths:	Left	Channel	Right	Coeff	Contr.	Expan.
	71.06	84.56		19.905	19.905	19.905	.1	.3	

CROSS SECTION

RIVER: Rio Melo
REACH: alveo RS: 10

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-305	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") - DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 57 di 57	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-033-RT-3220-315

INPUT

Description:

Station Elevation Data	num=	24
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev		
0 21.8 37.58 21.3 37.84 21.15 41.89 20.7 53.5 16.82		
59.91 16.37 66.44 13.7 67.46 13.44 69.87 11.14 70.54 10.8		
71.48 10.82 72 11.06 73.68 12.62 75.82 13.34 95.65 14.84		
110.68 16.8 115.69 17 135.07 19.19 135.59 19.34 135.89 19.34		
137.38 19.4 141.2 19.59 141.32 21.33 160 23.55		

Manning's n Values	num=	3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val		
0 .055 67.46 .035 75.82 .055		

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right	Coeff Contr.	Expan.
67.46 75.82 0 0 0	.1	.3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	16.84	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.23	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	16.60	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	15.34	Flow Area (m2)	13.70	38.30	61.70
E.G. Slope (m/m)	0.001501	Area (m2)	13.70	38.30	61.70
Q Total (m3/s)	179.00	Flow (m3/s)	10.90	102.80	65.30
Top Width (m)	52.55	Top Width (m)	10.85	8.36	33.34
Vel Total (m/s)	1.57	Avg. Vel. (m/s)	0.80	2.68	1.06
Max Chl Dpth (m)	5.80	Hydr. Depth (m)	1.26	4.58	1.85
Conv. Total (m3/s)	4620.1	Conv. (m3/s)	281.5	2653.3	1685.4
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)	11.41	10.15	33.51
Min Ch El (m)	10.80	Shear (N/m2)	17.67	55.57	27.10
Alpha	1.85	Stream Power (N/m s)	7660.46	0.00	0.00
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)			