

	PROGETTISTA  TechnipFMC	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 1 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

PROGETTO:

**RIFACIMENTO METANODOTTO
"SANSEPOLCRO - TERRANUOVA BRACCIOLINI"
DN 750 (30"), DP 75 bar ED OPERE CONNESSE**

***Attraversamento in subalveo del
FIUME TEVERE***

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



0	Emissione	M.VITELLI	M.AGOSTINI	V. FORLIVESI G. GIOVANNINI	27/07/2020
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato Autorizzato	Data

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 2 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

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	ANALISI DI CARATTERIZZAZIONE DELL'AMBITO	8
	3.1 Assetto idrografico e descrizione generale del bacino del corso d'acqua	8
	3.2 Descrizione dell'ambito di attraversamento	10
	3.3 Caratterizzazione litostratigrafica	12
4	VALUTAZIONI IDROLOGICHE	14
	4.1 Generalità	14
	4.2 Considerazioni specifiche preliminari	14
	4.3 Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino	14
	4.4 PGRAAC / PAI ex Adb Tevere - Valutazioni idrologiche	16
	4.5 Piano Strutturale di Sansepolcro	18
	4.6 Portata di progetto	19
5	STUDIO IDRAULICO IN MOTO PERMANENTE	20
	5.1 Presupposti e limiti dello studio	20
	5.2 Assetto geometrico e modellazione idraulica	21
	5.3 Risultati della simulazione idraulica	23
	5.4 Analisi dei risultati conseguiti	28
6	VALUTAZIONE EROSIONI DI FONDO ALVEO	29
	6.1 Generalità	29
	6.2 Criteri di calcolo	30
	6.3 Stima dei massimi approfondimenti attesi	32
	6.4 Considerazione sui risultati conseguiti	33

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 3 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

7	METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI	34
7.1	Metodologia costruttiva: Microtunnel	34
7.2	Configurazioni geometriche di progetto	34
8	DESCRIZIONE DELLA TECNICA DEL MICROTUNNELLING	36
8.1	Generalità	36
8.2	Requisiti generali del sistema costruttivo	36
8.3	Fasi Operative	38
8.4	Considerazioni sulla stabilità per filtrazione in sub-alveo	41
9	VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA	44
9.1	Quadro normativo generale	44
9.2	Quadro normativo di riferimento per l'ambito in esame	47
9.3	Interferenze nell'ambito specifico di attraversamento	51
9.4	Analisi delle condizioni di compatibilità idraulica	52
10	CONCLUSIONI	55
	Appendice 1: Colonne Stratigrafiche dei sondaggi	57
	Appendice 2: Studio Idraulico - Metodologia di calcolo	61
	Appendice 3: Studio Idraulico- Report Programma HEC RAS	66
	ANNESSI:	
	• Disegno di Attraversamento	

	PROGETTISTA  TechnipFMC	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 4 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

1 GENERALITA'

1.1 Premessa

La società Snam S.p.A. intende realizzare un metanodotto denominato "Rifacimento metanodotto Sansepolcro - Terranuova Bracciolini, DN 750 (30") - DP 75bar", della lunghezza di circa 45km, che si sviluppa nell'ambito del territorio della Toscana e più esattamente in provincia di Arezzo, in sostituzione di un tratto di metanodotto in esercizio ed in fase di dismissione.

Il suddetto tracciato del metanodotto in progetto interseca l'alveo del fiume TEVERE nei pressi della località Falcigiano, nell'ambito del territorio comunale di Sansepolcro (AR). In corrispondenza del sopracitato attraversamento fluviale, la linea in progetto interferisce con l'alveo del corso d'acqua e le relative fasce fluviali censite nel Piano di Assetto Idrogeologico (PAI). Gli stessi ambiti territoriali risultano censiti nel Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del distretto idrografico dell'Appennino Centrale (PGRAAC), come aree a pericolosità da alluvioni fluviali.

1.2 Scopo e descrizione dell'elaborato

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

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, idrologico 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 analisi di caratterizzazione dell'ambito di attraversamento;
- Valutazioni idrologiche 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);
- 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;

	PROGETTISTA  TechnipFMC	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 5 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

- 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 ed alle disposizioni stabilite dalla L.R. n.41/2018 della Regione Toscana.

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-001
Microtunnel Fiume Tevere

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 6 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'attraversamento del fiume Tevere da parte del metanodotto in progetto "Sansepolcro - Terranuova Bracciolini", DN750 (30") ricade nell'ambito del territorio comunale di Sansepolcro (AR), nei pressi della località Falcigiano.

Dal punto di vista idrografico l'ambito di attraversamento ricade nel tratto di iniziale dello sviluppo del corso d'acqua, nell'ambito dell'alto bacino del Tevere e più esattamente a circa 5.5 km a valle del lago artificiale di Montedoglio.

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 in progetto è riportato mediante una linea in rosso, il metanodotto in fase di dismissione è indicato tramite una linea in verde e l'area di attraversamento in esame è indicata mediante un cerchio in colore blu.

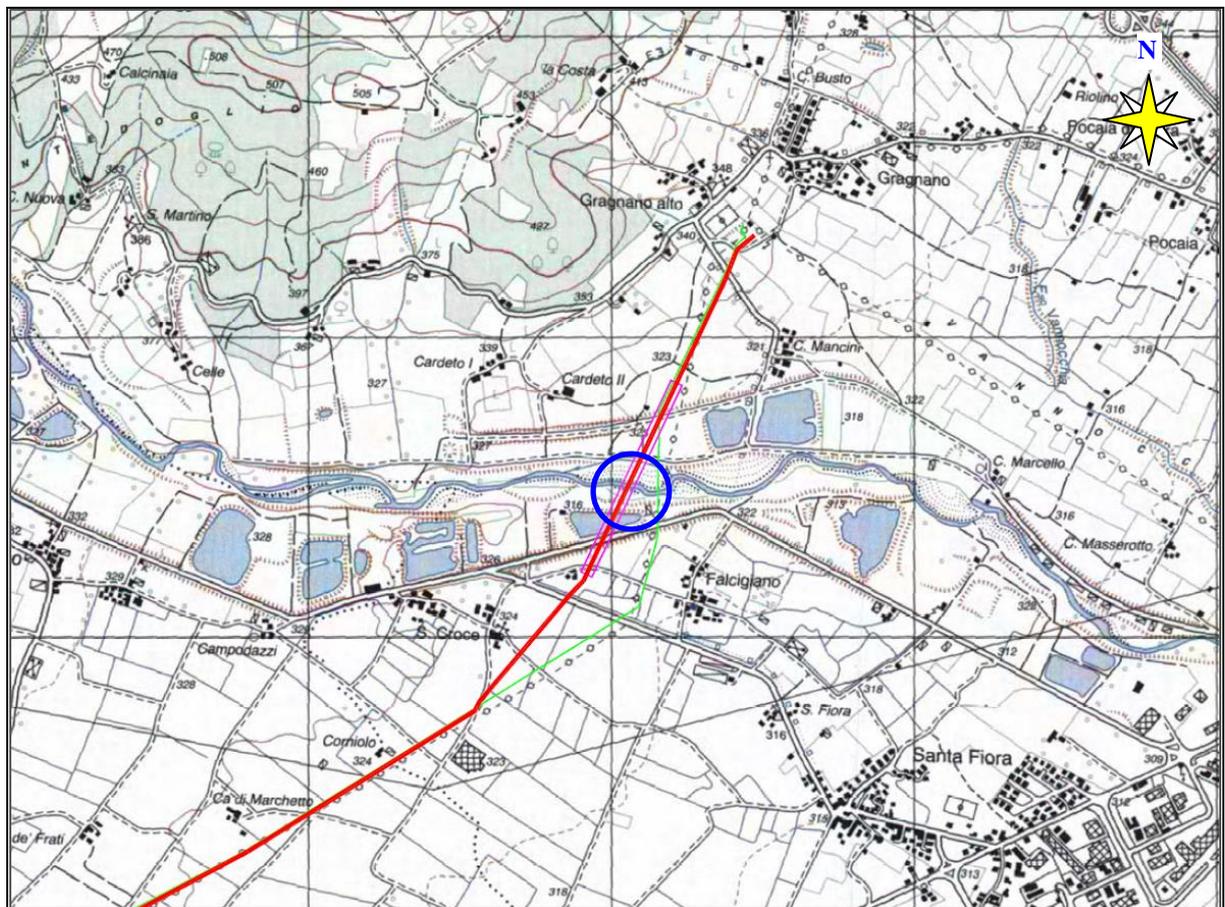


Fig.2.1/A: Corografia generale in scala 1:25.000 (dalle tavolette IGM)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 7 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

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		
Coord. Piane: Monte Mario, Zona 1 - Datum: Roma 40 (EPSG 3003)	1749542 m E	4828850 m N

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico di maggior dettaglio (CTR in scala 1:10.000), dal quale si può individuare il tracciato del metanodotto in progetto (riportato mediante una linea in colore rosso), il metanodotto in fase di dismissione (indicato tramite una linea in colore verde) e l'area di attraversamento del corso d'acqua in esame (evidenziata mediante un cerchio in colore blu).

Nella stessa figura è inoltre indicato schematicamente (mediante sagoma rettangolare in color magenta) il tratto di condotta con posa prevista in trivellazione. Ciò in quanto (come meglio specificato in seguito) l'attraversamento dell'alveo e della regione fluviale del corso d'acqua verrà eseguito in trenchless.

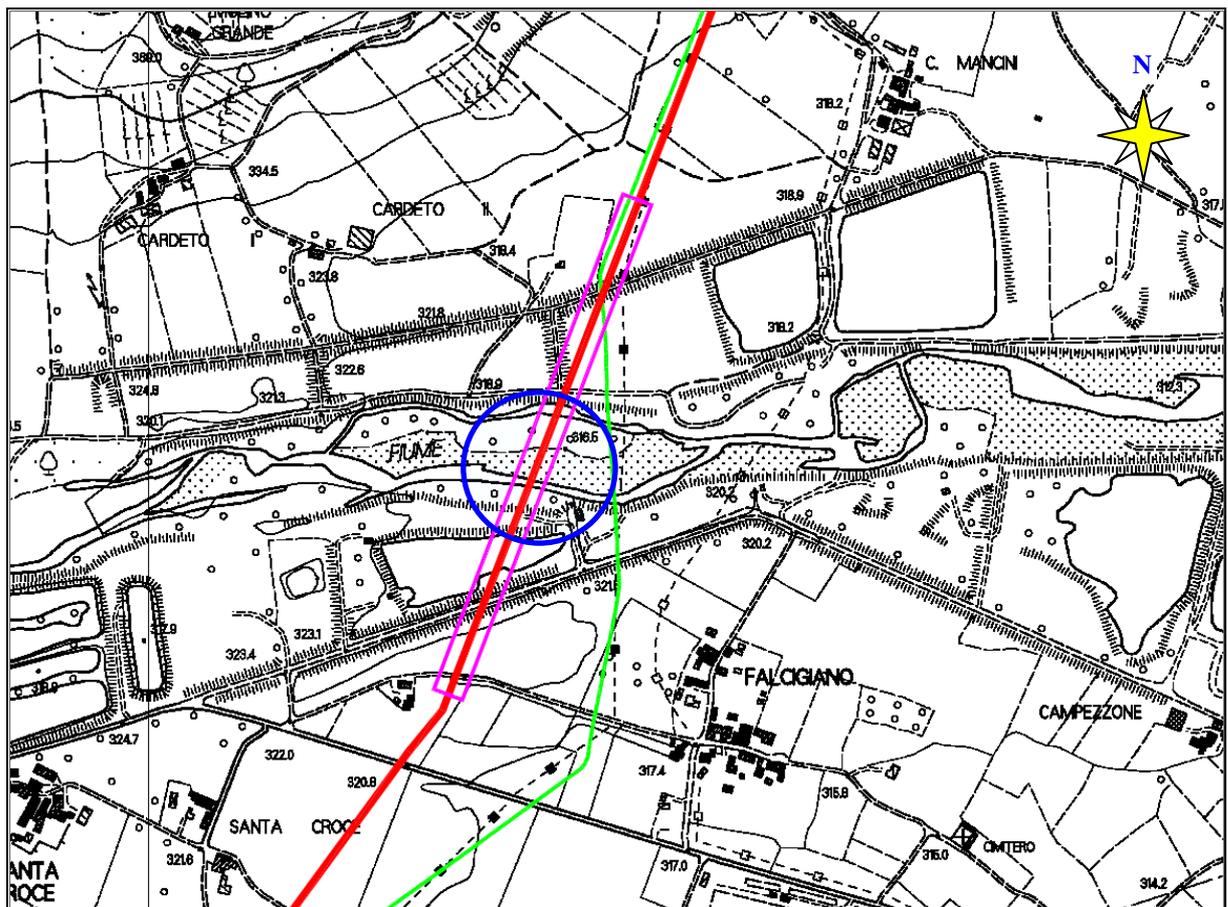


Fig.2.1/B: Stralcio planimetrico in scala 1:10.000 (C.T.R. Regionali)

Dall'analisi della figura precedente si rileva che l'attraversamento in progetto del corso d'acqua ricade poco a monte (a circa 100m di distanza) dell'attraversamento da parte del metanodotto esistente (in fase dismissione).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 8 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

3 ANALISI DI CARATTERIZZAZIONE DELL'AMBITO

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

Il fiume Tevere, con il suo bacino idrografico di superficie di 17.375 kmq, rappresenta secondo fiume italiano per estensione del bacino, il terzo (dopo Po e Adige) per lunghezza dell'asta fluviale (di 405 km) ed è il quarto per deflussi.

Il bacino interessa principalmente due regioni, il Lazio e l'Umbria, in cui si concentra circa il 90% del suo territorio. Il restante 10% ricade in Emilia-Romagna, Toscana, Marche e Abruzzo.

Il Tevere nasce dalle pendici del monte Fumaiolo (1.407 s.l.m.) vicino alle Balze, frazione del comune di Verghereto (in Provincia di Forlì-Cesena) e dopo aver attraversato l'estremità orientale della Toscana, l'Umbria e il Lazio, bagna Roma e va a sfociare nel Tirreno.

Ancora un modesto torrente quando attraversa l'abitato di Pieve Santo Stefano, penetra quindi nella Val Tiberina e, dopo aver formato il lago artificiale di Montedoglio, lascia la Toscana ed entra in Umbria, dove bagna Città di Castello, Umbertide e, presso Perugia, Ponte San Giovanni; poco dopo riceve, da sinistra, il primo dei suoi affluenti importanti, il Chiascio, poi, dopo un tratto diretto da N a S, lambisce il colle di Todi e volge verso SO. Prima e dopo la confluenza con la Paglia, il Tevere forma i laghi-serbatoi di Corbara e Alviano, quindi riceve la Nera, il più ricco dei suoi tributari.

Divenuto ormai un vero fiume, con alveo largo fino a 200 m, riceve le acque di altri affluenti (il maggiore è l'Aniene), traversa Roma stretto tra alti muraglioni e, a Capo Due Rami, si biforca nei rami deltizi della Fiumara Grande, che è la vera foce, e del canale di Fiumicino.

Nella figura seguente è riportato il bacino complessivo del corso d'acqua (in color nero), con indicazione dell'asta del corso d'acqua e del reticolo idrografico.

Nella stessa figura è anche indicato, mediante un cerchio in rosso, l'ambito d'interferenza in esame tra il metanodotto in progetto (riportato mediante una linea in rosso) e l'alveo del corso d'acqua.



PROGETTISTA  TechnipFMC

COMMESSA
NR/17143

CODICE TECNICO

LOCALITA'
REGIONE TOSCANA

RE-CIV-001

PROGETTO
Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini
DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse

Fg. 9 di 90

Rev.
0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

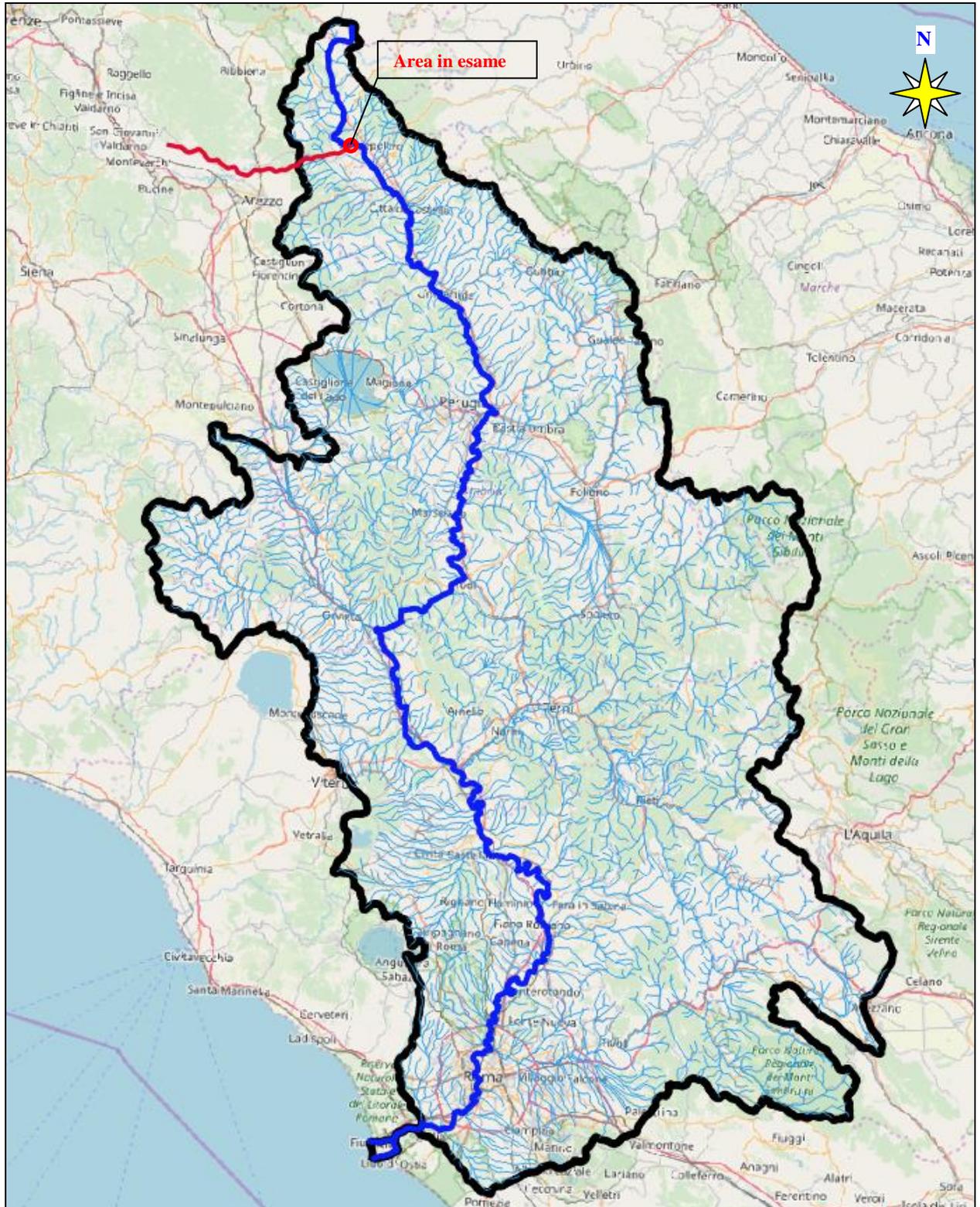


Fig.3.1/A: Bacino complessivo del corso d'acqua, con indicazione dell'ambito in esame

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 10 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

Dall'esame della figura precedente si rileva che l'attraversamento in esame ricade nel tratto iniziale dello sviluppo del corso d'acqua, nell'ambito del bacino dell'alto Tevere. Più esattamente l'area di attraversamento ricade poco a valle (a circa 5.5 km di sviluppo lungo l'asta fluviale) della diga di Montedoglio, realizzata, tra il 1977 e il 1993, dall'Ente Irriguo Umbro Toscano nella stretta di Montedoglio, a valle della confluenza dei torrenti Singerna e Tignana con il Tevere.

Il regime idrologico, in corrispondenza dell'ambito di attraversamento, è di tipo torrentizio, con andamento delle portate sostanzialmente legato al regime pluviometrico del bacino a monte (di tipo Sublitoraneo Appenninico).

In particolare i periodi di piena si verificano in primavera e soprattutto in autunno, i periodi di magra si verificano in estate.

3.2 Descrizione dell'ambito di attraversamento

Facendo seguito a quanto già evidenziato in precedenza, l'attraversamento in esame ricade nel tratto iniziale dello sviluppo del corso d'acqua, nel territorio comunale di Sansepolcro (AR).

Nell'intorno dell'attraversamento il fiume assume un andamento longitudinale moderatamente sinuoso.

Il corso d'acqua si presenta con un letto fluviale largo circa 120÷130m, che si sviluppa all'interno della regione fluviale, di ampiezza di circa 300÷400m, confinata da dei rilevati arginali che si elevano di circa 3m dal piano campagna.

L'alveo è delimitato da sponde che si elevano dal fondo di circa 4-5m ed è caratterizzato da una configurazione a wandering; con acque che defluiscono in più canali e con presenza di isole interessate da una folta vegetazione di tipo arbustivo e arboreo. I sedimenti presenti in alveo sono rappresentati da ghiaie e ciottolame, in matrice sabbiosa.

Nelle pertinenze fluviali nell'intorno dell'attraversamento, si individuano molti laghetti formati per escavazioni per estrazioni di inerti (laghetti ex cave).

In detto ambito, al fine di evitare fenomeni di divagazione laterali dell'alveo sono state realizzate una serie di pennelli trasversali (realizzati perlopiù tra i laghetti delle ex cave) che si estendono per tutta la fascia golenale, ossia sino ai rilevati arginali esterni.

Il regime idrologico del Tevere nell'ambito in esame è di tipo torrentizio, ed è strettamente condizionato dall'andamento delle precipitazioni; i deflussi sono massimi in novembre-aprile, e ridotti in giugno-settembre, con minime assolute in luglio ed agosto.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 11 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

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 e l'alveo del corso d'acqua, dove il tracciato del metanodotto in progetto è riportato mediante una linea in rosso e l'area di attraversamento dell'alveo è indicata mediante un cerchio in colore blu.

L'attraversamento in esame, come meglio specifico nel seguito, verrà eseguito in trenchless il cui sviluppo di trivellazione è indicato schematicamente mediante una sagoma rettangolare in magenta a cavallo della condotta da posare.

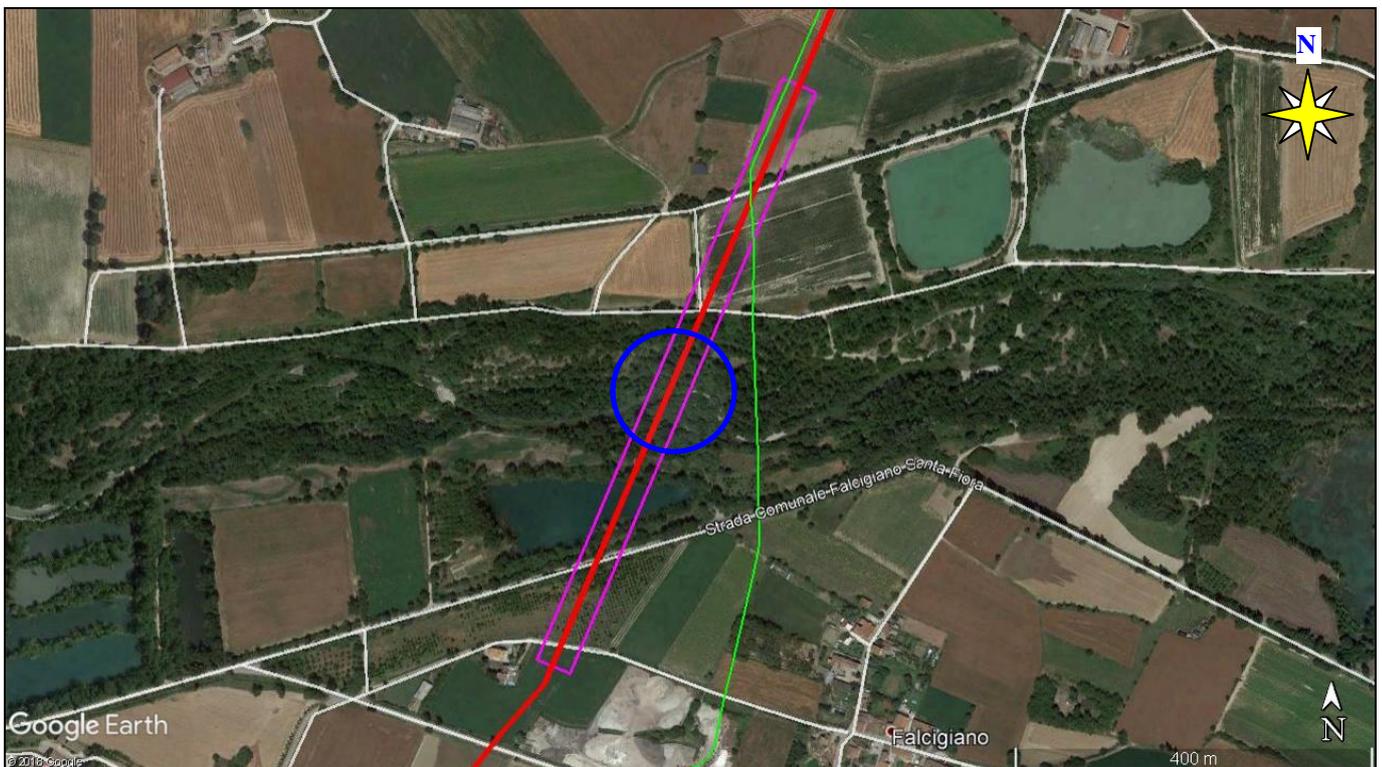


Fig.3.2/A: Foto aerea dell'ambito di attraversamento (estratta da google earth)

Nella figura seguente è inoltre riportata una foto relativa all'ambito d'attraversamento dell'alveo del corso d'acqua (foto scattata dalla sponda in destra idrografica).

La linea indicata in rosso rappresenta la posizione del tracciato del metanodotto in progetto.

La stessa linea è stata riportata tratteggiata per indicare che l'attraversamento verrà eseguito in trivellazione.

	PROGETTISTA  TechnipFMC	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 12 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035



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

3.3 Caratterizzazione litostratigrafica

Per l'acquisizione degli elementi che hanno permesso di esprimere un giudizio sui litotipi costituenti i terreni nell'ambito fluviale in esame, recentemente (nel Gennaio 2020) è stata eseguita una campagna geognostica nell'ambito fluviale in esame consistente in n.2 sondaggi, spinti sino a 30m di profondità, denominati S1 e S3. In aggiunta sono state effettuate n.2 tomografie geoelettriche, una in sinistra e l'altra in destra idrografica.

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico in scala 1:10000, con l'ubicazione dei sondaggi di riferimento.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 13 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

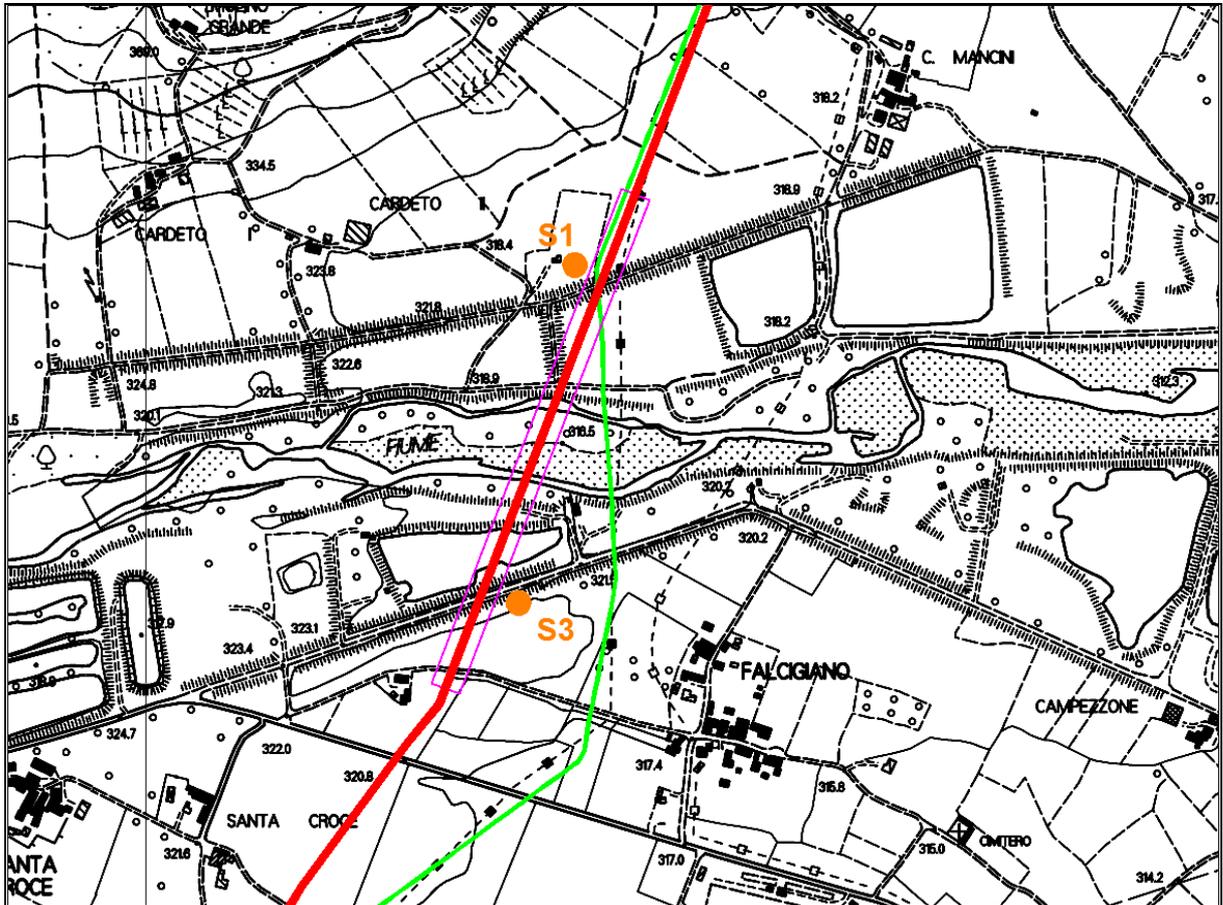


Fig.3.3/A: Planimetria in scala 1:10000, con ubicazione sondaggi

Per l'esame delle colonne stratigrafiche dei sondaggi di riferimento si rimanda alla visione dell'Appendice 1.

In particolare dall'esame delle colonne stratigrafiche del sondaggio S3 (ubicato in dx idrografica) si evince la prevalenza di terreni coesivi; con presenza, tuttavia, di alcuni importanti banconi di materiale granulare. In particolare si individuano n.2 livelli prevalentemente ghiaiosi tra 9m e 13.4m e da 23.4m a fino foro sondaggio.

Dall'esame delle colonne stratigrafiche del sondaggio S1 (ubicato in sx idrografica) si evince la presenza di terreni granulari fino a 11.5m (sabbia con ghiaia, fino a 9m e ghiaia con ciottoli, da 9m sino 11.5m).

Da 11.5m sino a 21m circa si individuano dei terreni prevalentemente limosi, con sabbia e/o argille e con presenza significativa di elementi grossolani (ghiaie e ciottoli).

Da 21m circa in poi (sino a fondo foro sondaggio) si individuano dei livelli prevalentemente coesivi.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 14 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

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 nello specifico 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

Nello specifico per le valutazioni idrologiche ci si riferisce esplicitamente a degli "studi ufficiali" ricomprensivi anche l'ambito fluviale in esame e con particolare riferimento:

- agli studi riportati nel Piano di Assetto Idrologico del fiume Tevere (PAI) e nel Piano di Gestione del Rischio Alluvione del Distretto idrografico dell'Appennino Centrale (PGRAAC);
- agli studi idrologici sviluppati nel corso della redazione del Piano Strutturale del Comune di Sansepolcro.

4.3 Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino

Si assume come sezione idrologica di studio quella di attraversamento del corso d'acqua da parte del metanodotto in progetto, che ricade nel tratto di iniziale dello sviluppo dell'asta fluviale nell'ambito del bacino dell'alto Tevere, poco a valle della Diga di Montedoglio e nei pressi della località Falcigiano di Sansepolcro.

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico, ricavato dalle tavolette IGM, con la delimitazione del bacino sotteso dalla sezione di studio (in color magenta) e con indicazione dell'asta principale del corso d'acqua (in blu) e del reticolo idrografico significativo (in celeste). Nella stessa figura il tracciato del metanodotto in progetto è indicato mediante una linea in colore rosso.

	PROGETTISTA  TechnipFMC	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 15 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

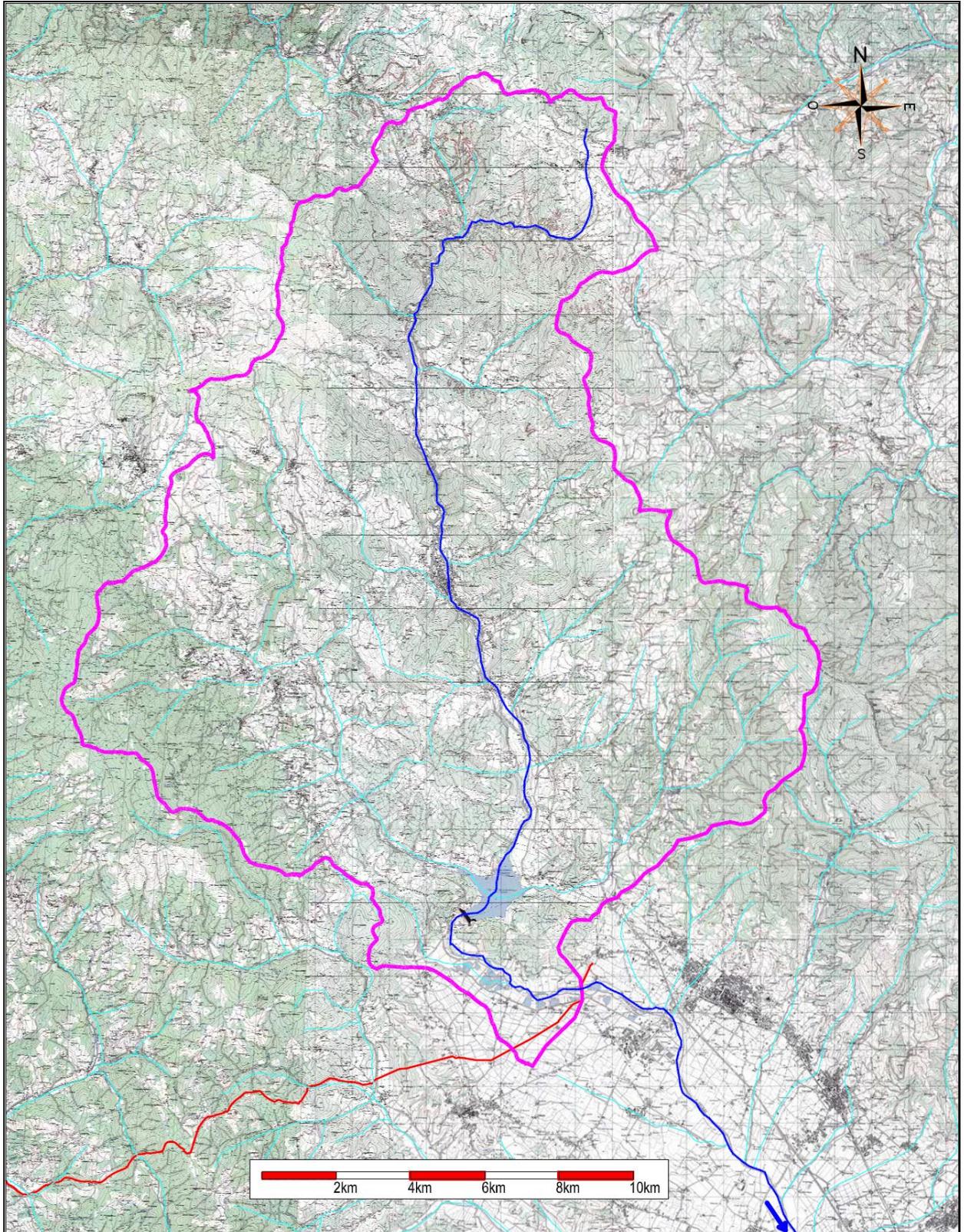


Fig.4.3/A: Bacino Imbrifero sotteso dalla sezione di studio (di attraversamento)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 16 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

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)
F Tevere -Sez. studio (Attrav Met. DN 750)	287	37.5	1454	725	315

4.4 PGRAAC / PAI ex Adb Tevere - Valutazioni idrologiche

Generalità

Il Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale, nell'ambito del Piano di Gestione Rischio Alluvioni - PGRAAC (Adottato dal Comitato Istituzionale integrato il 17 dicembre 2015 e Approvato dal Comitato Istituzionale integrato il 3 marzo 2016), ha provveduto a redigere la mappatura di pericolosità da alluvione in considerazione delle alluvioni rare di estrema intensità, con tempo di ritorno fino a 500 anni dall'evento (P1 - bassa probabilità); le alluvioni poco frequenti, con tempo di ritorno fra 100 e 200 anni (P2 - media probabilità); le alluvioni frequenti, con tempo di ritorno tra 20 e 50 anni (P3 - elevata probabilità).

Tale operazione ha condotto a relazionare le porzioni di territorio già definite come fasce di assetto idraulico A, B e C del PAI, comunque interessate da fenomeni di esondazione e riconducibili ai tre scenari definiti dalla Direttiva (evento raro, medio e frequente), a tre livelli di pericolosità omogenei:

- P1 evento riconducibile a tempo di ritorno minore uguale di 50 anni;
- P2 evento riconducibile a tempo di ritorno minore uguale di 200 anni;
- P3 evento riconducibile a tempo di ritorno maggiore di 200 anni.

La redazione delle mappe di pericolosità si è basata, essenzialmente, utilizzando al meglio quanto contenuto nel Piano di Assetto Idrogeologico e nei suoi aggiornamenti. Oltre alle perimetrazioni già comprese nel P.A.I. sono stati utilizzati:

- studi di aggiornamento/revisione recenti, su tratti fluviali già ricompresi nel PAI, in corso di definitiva approvazione, ma validati dal punto di vista tecnico;
- studi recenti, su tratti fluviali non indagati, redatti dopo l'ultimo aggiornamento del PAI in corso di definitiva approvazione, ma validati dal punto di vista tecnico.

Quindi si può affermare che il lavoro svolto nel PGRAAC è consistito nell'aggiornare, integrare e omogeneizzare quanto contenuto nel PAI vigente al fine di arrivare ad una rappresentazione omogenea e coerente con quanto previsto nell'art. 6 del D.Lgs. 49/2010.

In particolare per quanto riguarda il tratto fluviale in esame, essendo ricadente nel reticolo principale del Tevere, le elaborazioni idrologiche ed idrauliche sono state sviluppate già nel PAI approvato nel 2006.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 17 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

Valutazione idrologiche per l'ambito in esame

Al fine di definire le caratteristiche idrologiche (ed idrauliche) lungo l'asta fluviale del corso d'acqua, sono state considerate una serie di sezioni trasversali disposte con un passo ritenuto adeguato e nei punti ritenuti idraulicamente rappresentativi.

In particolare per rappresentare l'ambito fluviale oggetto di studio nel presente elaborato, qui di seguito si riporta uno stralcio planimetrico in scala 1:10.000 della tavola 4P delle mappe della pericolosità del PGRAAC, nel quale sono rappresentate in blu le sezioni idrologiche (ed idrauliche) di studio.

Nello stralcio è stato inoltre inserito (tramite una linea in rosso) il tracciato del metanodotto in progetto.

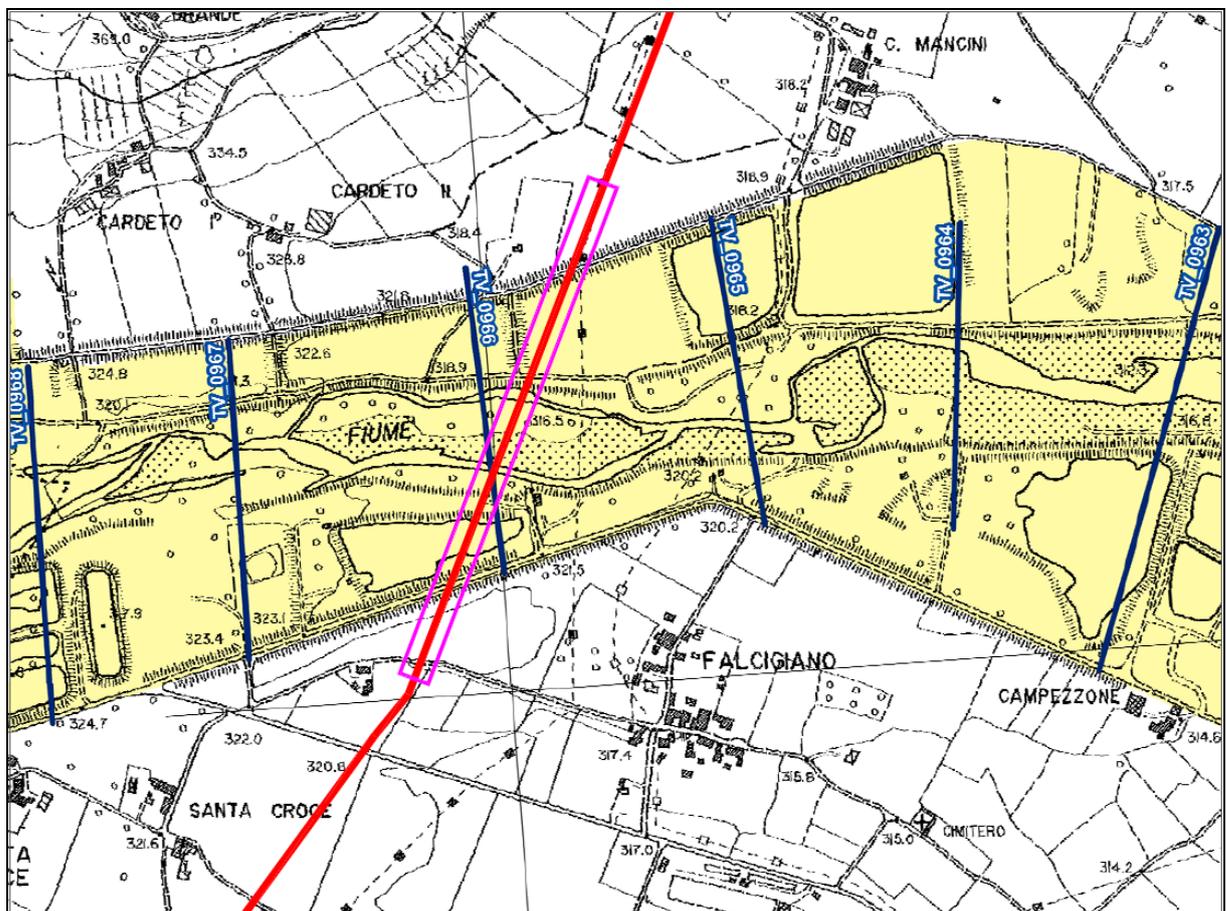


Fig.4.4/A: Stralcio della Tavola 4P delle mappe della pericolosità del PGRAAC

Dall'esame della figura precedente, si rileva che l'ambito di attraversamento del fiume Tevere, ricade pressoché in corrispondenza della sezione denominata "TV_0966" negli elaborati del PGRAAC (e del PAI).

Per la sezione sopra citata, negli elaborati del PGRAAC sono riportati i valori di portata indicati nella tabella seguente:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 18 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

Tab.4.4/A: Portate al colmo di piena (fonte elaborati PGRAAC)

Corso d'acqua / Sezione Studio	Tratto	Portata pericolosità P3 (mc/s) evento frequente	Portata pericolosità P2 (mc/s) evento poco frequente	Portata pericolosità P1 (mc/s) evento raro
Fiume Tevere / Sez: TV_0966	Tevere da Corbara a Montedoglip	238	316	438

I tempi di ritorni (T) di riferimento per i vari scenari di evento considerati nella tabella precedente sono:

- P3 -evento frequente (elevata probabilità di accadimento): $20 \leq T \leq 50$ anni;
- P2 -evento poco frequente (media probabilità di accadimento): $100 \leq T \leq 200$ anni;
- P1 -evento raro (bassa probabilità di accadimento): $200 \leq T \leq 500$ anni;

4.5 Piano Strutturale di Sansepolcro

Generalità

Il comune di Sansepolcro, nel corso della redazione del Piano Strutturale (approvato con Deliberazione n.147 del 22.11.2010 del Consiglio Comunale), al fine di avere un adeguato quadro conoscitivo sull'assetto idrologico ed idraulico del fiume Tevere nell'ambito di sviluppo nel proprio territorio, ha commissionato la redazione di studi specialistici.

Negli studi, le valutazioni idrologiche sono state effettuate con diverse metodologie di calcolo delle portate. In particolare sono stati considerati i seguenti metodi di calcolo:

- il *metodo dell'invaso*, in considerazione dei dati pluviometrici del pluviografo di Pieve Santo Stefano;
- il *metodo di regionalizzazione delle portate di piena in Toscana - ALTO (Alluvioni in Toscana)*, sviluppato e costantemente aggiornato dall'Università di Firenze. Il modello si basa sulla trasformazione afflussi-deflussi ottenuta tramite la teoria dell'Idrogramma Istantaneo Unitario

Risultati delle valutazioni idrologiche

I risultati delle valutazioni idrologiche, rappresentativi per l'ambito specifico in esame, sono riportati nella tabella seguente:

Tab.4.5/A: Portate al colmo di piena (Piano Strutturale Sansepolcro)

Metodi	$Q_{\max} Tr = 20$ [m ³ /s]	$Q_{\max} Tr = 30$ [m ³ /s]	$Q_{\max} Tr = 200$ [m ³ /s]	$Q_{\max} Tr = 500$ [m ³ /s]
Volume d'invaso	361.40	383.90	487.80	700.00
ALTO	372.54	415.28	666.08	

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 19 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

4.6 Portata di progetto

Dall'analisi di raffronto tra le portate di piena riportate negli studi del PAI /PGRAAC (di cui alla Tab.4.4/A) con quelle valutate negli studi per il Piano Strutturale di Sansepolcro (di cui alla Tab.4.5/A), si evince che l'applicazione del metodo ALTO determina risultati significativamente più elevati.

In tal senso si adotta un approccio conservativo. Ossia per la scelta della portata di progetto si considera quella duecentennale (associata ad un tempo di ritorno TR pari a 200 anni) valutata mediante l'applicazione del metodo ALTO (di cui l'ultima riga della Tab.4.5/A).

A tal proposito 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)
F. Tevere	Sez. di studio (Attrav Met. DN 750)	287	666	2.32

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 20 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

5 STUDIO IDRAULICO IN MOTO PERMANENTE

5.1 Presupposti e limiti dello studio

Nel presente capitolo sono descritte le procedure operative ed i risultati delle analisi condotte per la verifica delle condizioni idrauliche del deflusso di piena del corso d'acqua nel tronco oggetto dell'intervento. In particolare nello specifico si è deciso di svolgere l'analisi idraulica, attraverso una *modellazione in moto permanente* in un tronco d'alveo idraulicamente significativo a cavallo dell'ambito di attraversamento della condotta.

Lo studio è finalizzato alle seguenti determinazioni:

- stima ed analisi dei parametri idraulici che caratterizzano il deflusso della portata di piena, in corrispondenza delle sezioni interessate dalle opere in progetto;
- valutazione dei potenziali fenomeni erosivi del fondo alveo e degli approfondimenti, che possono verificarsi in concomitanza di eventi di piena eccezionale.

Come esposto nel capitolo precedente, lo studio idraulico è effettuato sulla base della portata al colmo corrispondente al tempo di ritorno $Tr = 200$ anni (al quale si associa la probabilità di non superamento del 99.5%). Tale valore è utilizzato per la stima degli eventuali fenomeni erosivi, che devono dimostrarsi limitati entro condizioni compatibili con le opere di ripristino previste, al fine di assicurare la sussistenza di condizioni di stabilità per la condotta e l'assenza di eventuali interferenze tra questa ed i fenomeni associati al deflusso di piena.

Lo schema utilizzato per la determinazione dei profili idrici è quello di moto permanente monodimensionale (deflusso costante e geometria variabile), con corrente gradualmente variata (fatta eccezione per le sezioni in cui si risente della presenza di strutture), variazioni di forma dell'alveo e di pendenza longitudinale del fondo compatibili con il modello. La validità delle analisi eseguite in condizioni di moto permanente è avvalorata dalle seguenti considerazioni:

- le valutazioni idrauliche sono condotte per un tratto limitato del corso d'acqua;
- l'assetto idrografico del corso d'acqua è rappresentato mediante sezione delle trasversali all'alveo;
- lo studio è essenzialmente incentrato sugli effetti del massimo valore di livello idrico raggiunto durante gli eventi di piena ed ai corrispondenti regimi di velocità.

I criteri ed i modelli di calcolo utilizzati per le verifiche idrauliche in moto permanente derivano dall'applicazione del software HEC-RAS¹ e descritti nei documenti "RAS Hydraulic reference manual", "RAS user's manual", "RAS applications guide".

In *Appendice 2* della presente relazione viene descritta, con dettaglio, la metodologia di calcolo utilizzata; mentre in *Appendice 3* sono riportati i tabulati di report del programma di calcolo.

E' opportuno evidenziare che lo studio 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 sulle condizioni di deflusso della corrente.

¹ River Analysis System, versione 4.1.0, Gennaio 2010, sviluppato da U.S. Army Corp of Engineers - Hydrologic Engineering Center - 609 Second Street, Davis, CA (U.S.A.).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 21 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

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 1.25 km.

I dati geometrici di base derivano dai DTM ricavati tramite voli Lidar con risoluzione 1x1 ("Fonte dei dati: Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare – "Rilievi Lidar" e scaricati dal portale "Geoscopio - Regione Toscana"), che hanno consentito la definizione di dettaglio delle caratteristiche geometriche dell'alveo e delle sponde lungo lo sviluppo del tronco d'alveo oggetto di analisi.

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.

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 (RS70) coincide con la sezione di monte del tronco idraulico; la sezione 7 (RS10) rappresenta quella di valle.

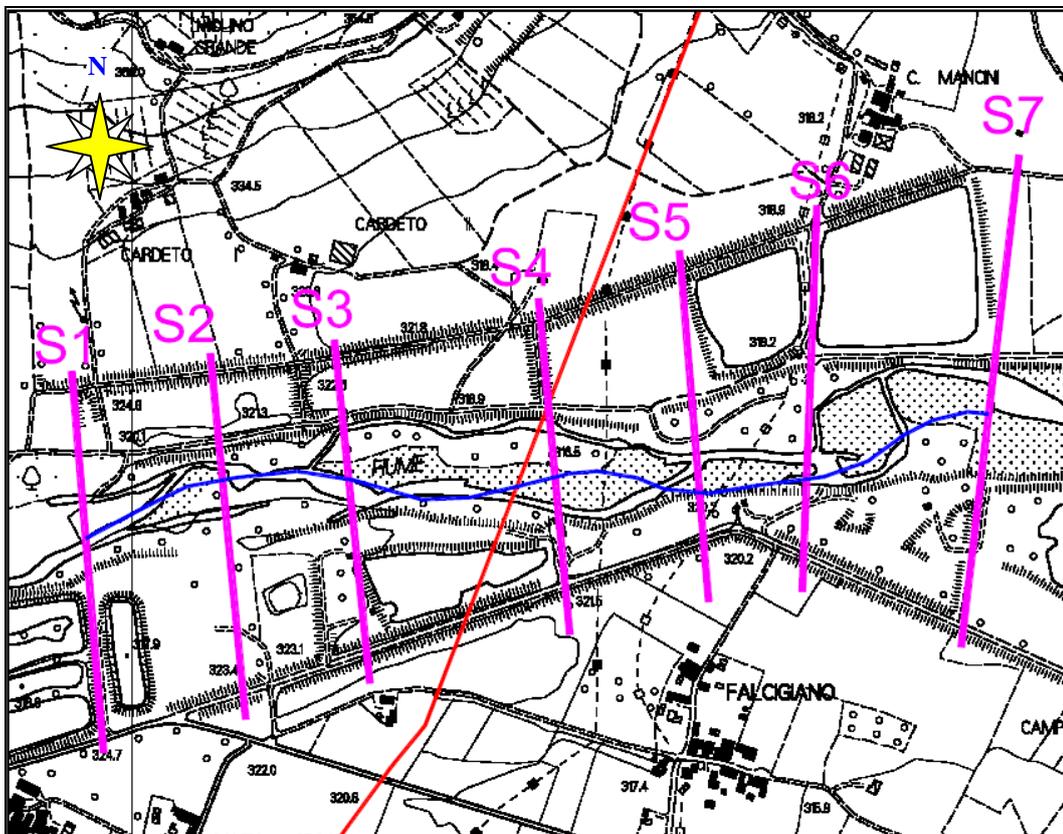


Fig.5.2/A: Stralcio CTR regionale, con tronco d'alveo analizzato e sezioni iniziali di input

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 22 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

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.

Tab.5.2/A

SEZIONE IDRAULICA (River Station)	SEZIONE DEL RILIEVO	PROGRESSIVA (m)	DISTANZA dalla Sez. succ. (m)	DESCRIZIONE
RS70	Sez.1	0.00	198.32	Sezione di monte
RS60	Sez.2	198.32	168.31	
RS50	Sez.3	366.63	279.57	
RS40	Sez.4	646.20	195.38	
RS30	Sez.5	841.58	142.77	
RS20	Sez.6	984.35	260.89	
RS10	Sez.7	1245.24	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.

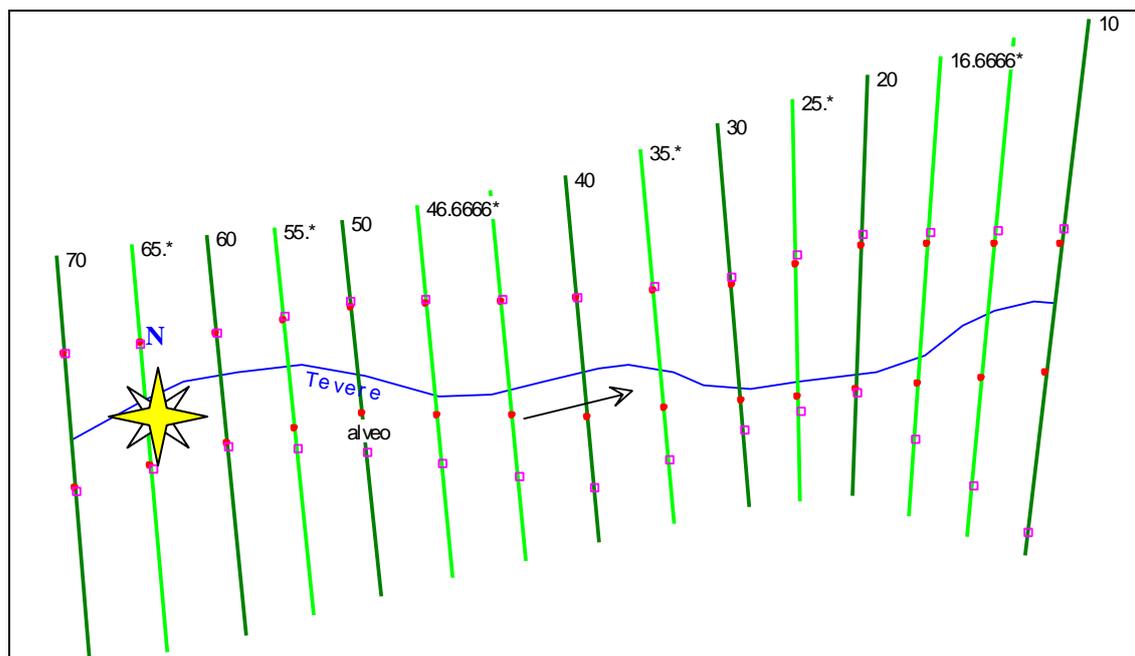


Fig.5.2/B: Modellazione geometrica in Hec Ras (RS70 a monte e RS10 a valle)

	PROGETTISTA  TechnipFMC	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 23 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

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:

- $Q_{200}=666$ 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 (RS70) 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:

- 0,040 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 3*, 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 ed il profilo longitudinale.

	PROGETTISTA  TechnipFMC	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 24 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

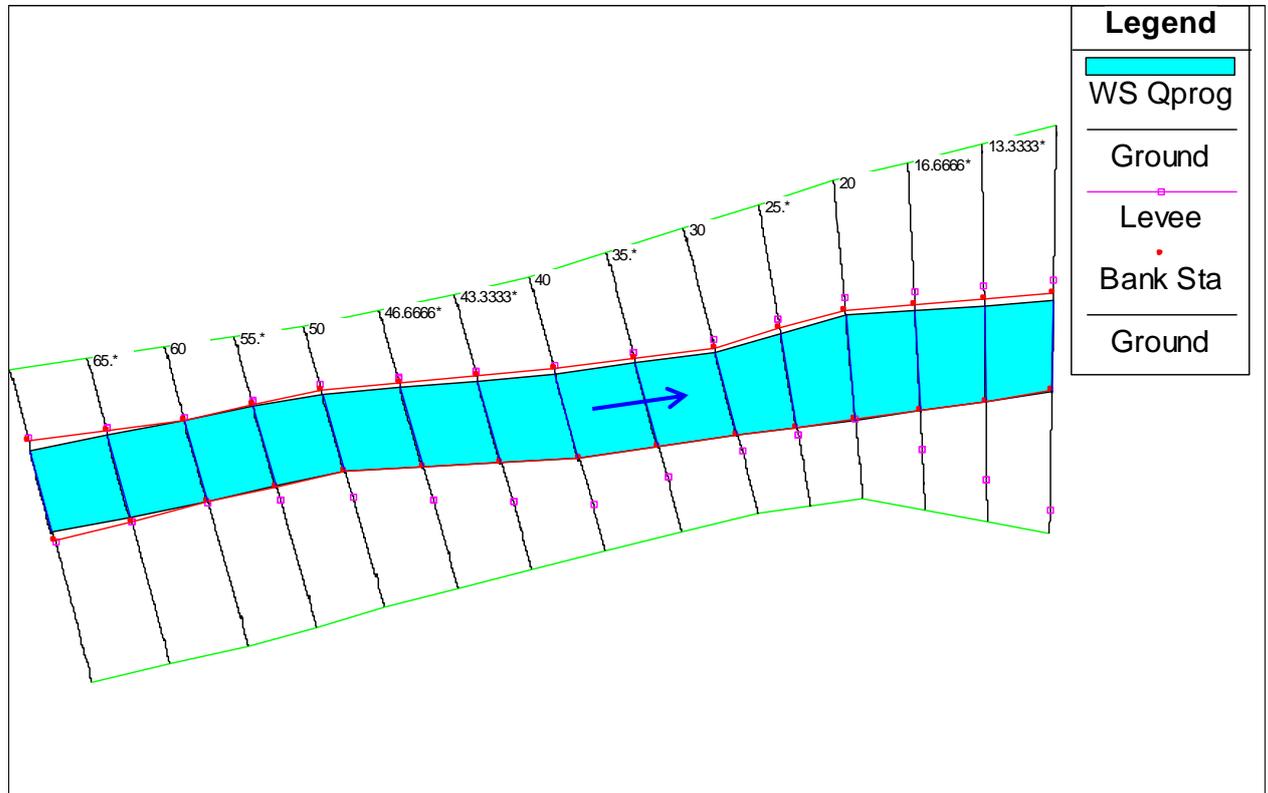


Fig.5.3/A: Schermata di Output del programma – visione prospettica (RS70: monte /RS10: valle)

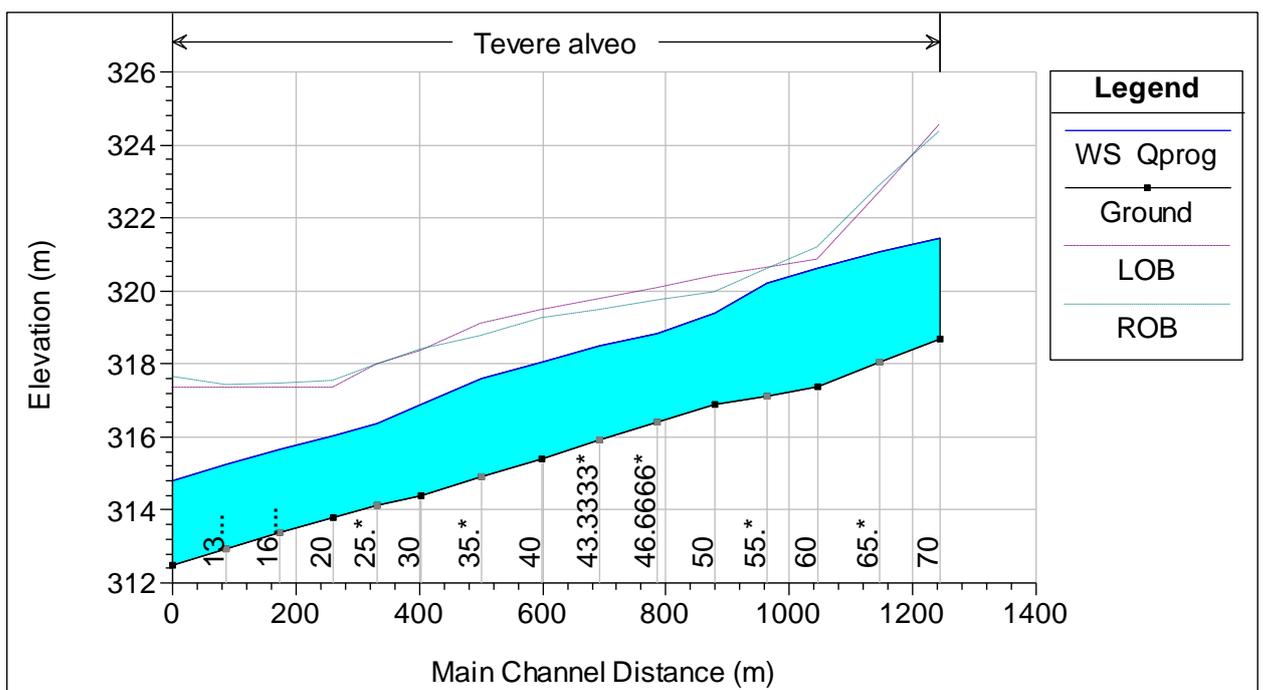


Fig.5.3/B: Schermata di Output del programma – Profilo longitudinale

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 25 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

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 Chnl (N/m2)	Froude Chl
70	666	318.69	321.44	321.18	321.92	0.007988	3.08	216.55	132.5	1.63	126.5	0.77
65.*	666	318.05	321.06	320.33	321.35	0.003631	2.41	276.21	135.36	2.04	72.11	0.54
60	666	317.37	320.61	319.98	320.95	0.004466	2.58	258.53	132.79	1.95	83.85	0.59
55.*	666	317.12	320.21	319.65	320.57	0.004666	2.64	252.64	130.6	1.93	87.76	0.6
50	666	316.88	319.39	319.26	319.98	0.010462	3.4	196.02	126.5	1.55	157.14	0.87
46.6666*	666	316.39	318.84	318.37	319.23	0.00546	2.77	240.64	130.07	1.85	98.19	0.65
43.3333*	666	315.91	318.48	317.8	318.79	0.003752	2.44	272.87	134.28	2.03	74.04	0.55
40	666	315.38	318.06	317.51	318.4	0.004616	2.56	259.8	138.27	1.88	83.93	0.6
35.*	666	314.92	317.61	317.06	317.95	0.004592	2.56	259.75	138.32	1.88	83.84	0.6
30	666	314.4	316.9	316.62	317.36	0.007778	3.02	220.52	136.05	1.62	122.28	0.76
25.*	666	314.13	316.36	316.1	316.79	0.007949	2.91	228.8	152.59	1.5	116.33	0.76
20	666	313.8	316.05	315.53	316.33	0.004491	2.34	284.41	171.09	1.66	72.78	0.58
16.6666*	666	313.37	315.65	315.12	315.94	0.004448	2.39	279.01	162.15	1.72	74.72	0.58
13.3333*	666	312.94	315.24	314.7	315.55	0.004509	2.45	271.97	153.55	1.77	77.9	0.59
10	666	312.49	314.79	314.3	315.13	0.005	2.58	258.14	145.18	1.78	86.45	0.62

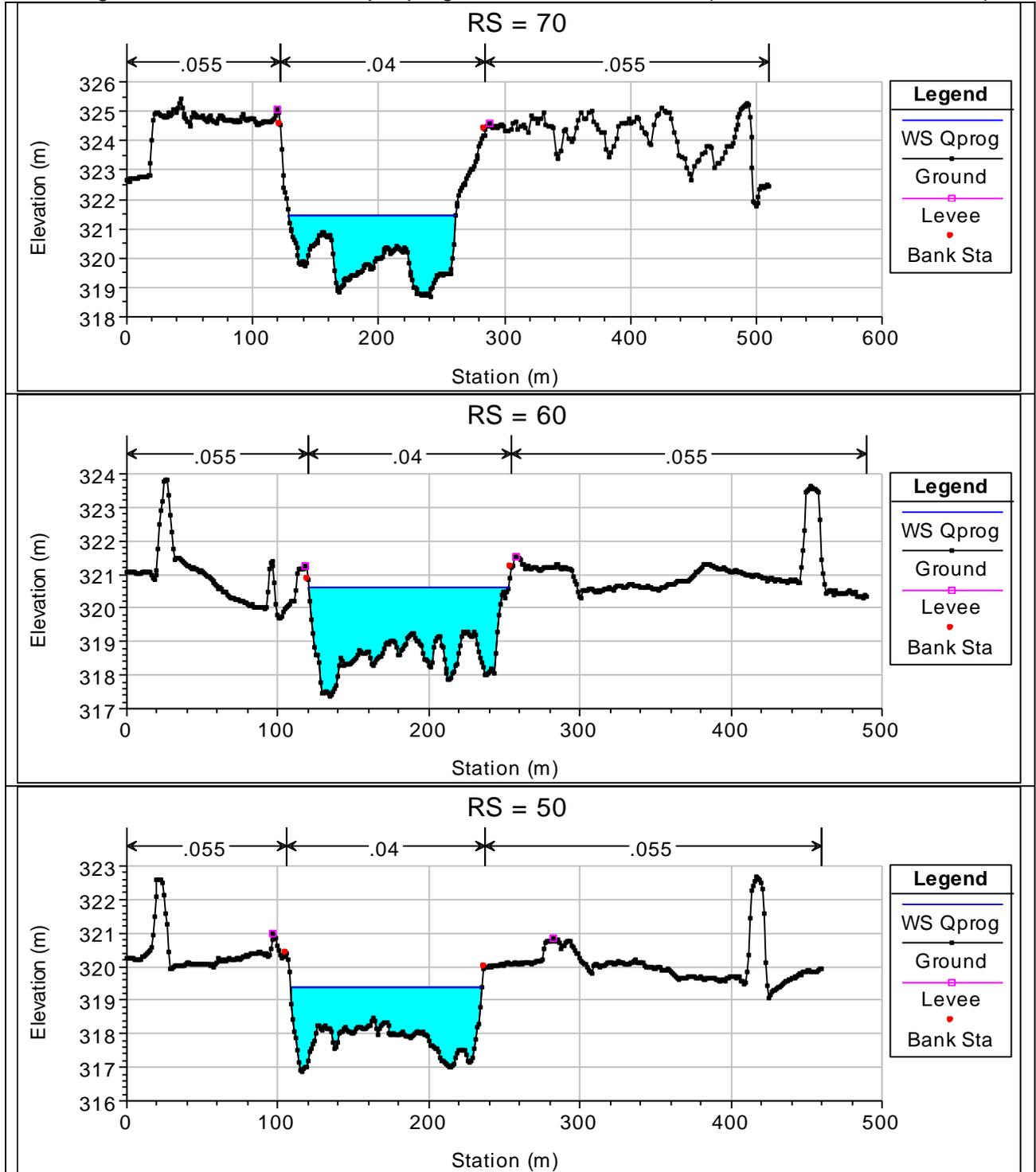
Nella tabella di "output", i parametri riportati assumono i significati qui di seguito specificati.

- 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 (RS70: monte /RS10: valle)





PROGETTISTA TechnipFMC

COMMESSA
NR/17143

CODICE TECNICO

LOCALITA'
REGIONE TOSCANA

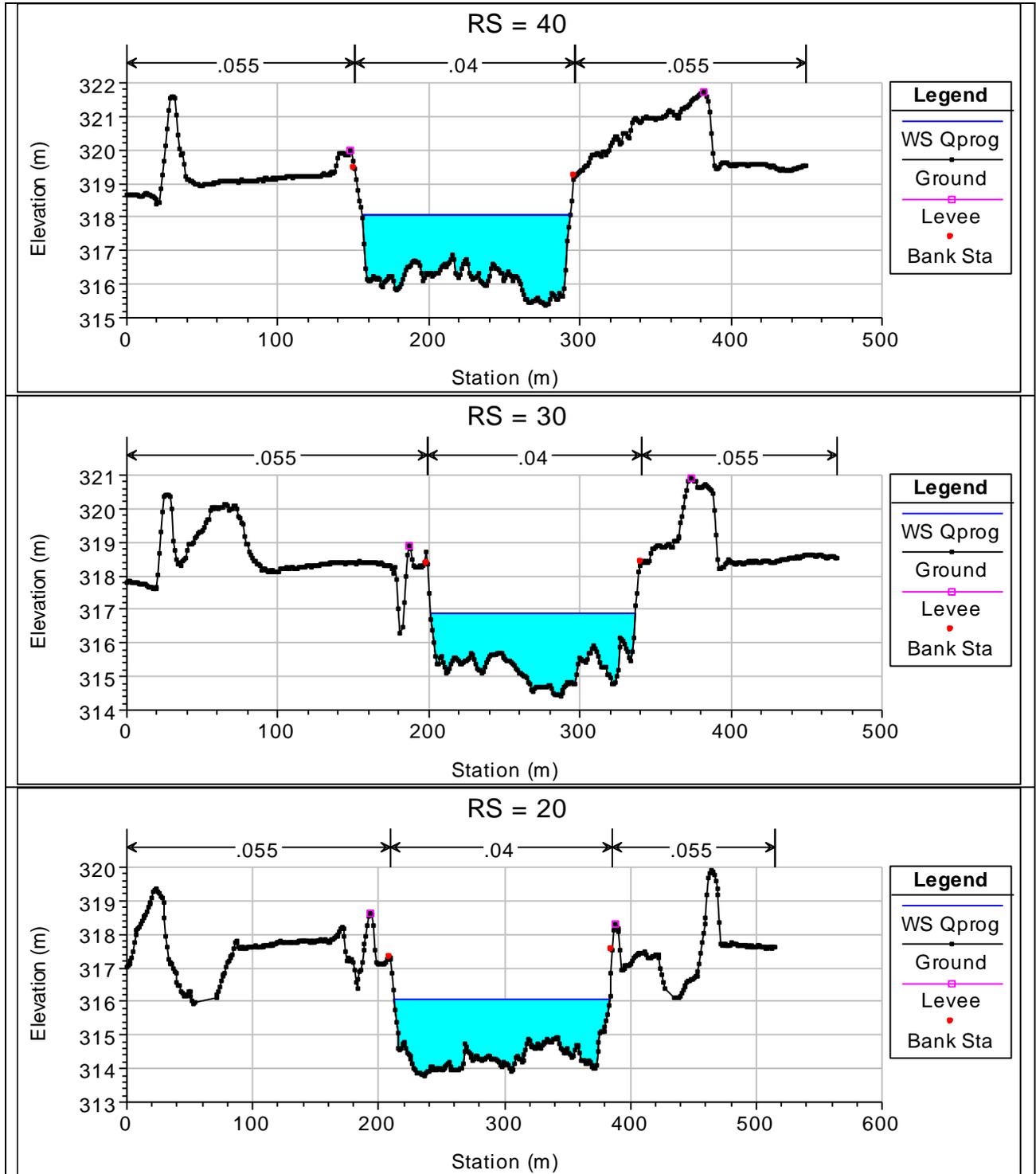
RE-CIV-001

PROGETTO
Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini
DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse

Fg. 27 di 90

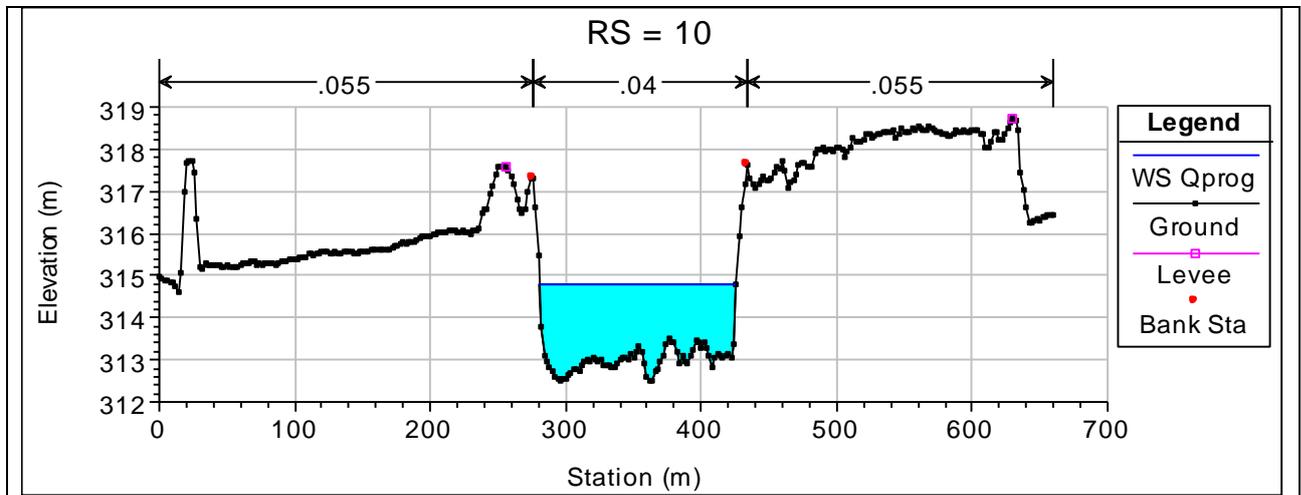
Rev.
0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035



	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 28 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035



5.4 Analisi dei risultati conseguiti

Nel paragrafo precedente sono state riportate le principali schermate di output del programma Hec Ras; mentre in *Appendice 3* 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, essendo molto ampia, incisa e delimitata da degli argini di sommità spondale, risulta in grado di contenere la portata di progetto.

Le velocità di deflusso in alveo della corrente risultano generalmente comprese nel range 2.5÷3.5 m/s. Il deflusso si mantiene sempre nelle condizioni di corrente lenta ($FR < 1$).

Si precisa inoltre che i risultati del presente studio idraulico risultano assolutamente in linea con quelli dei già citati studi idraulici sviluppati per il Piano Strutturale del Comune di Sansepolcro.

Per le valutazioni dei fenomeni erosivi e delle capacità di trasporto solido della corrente in considerazione della piena di progetto, si rimanda a quanto riportato nel capitolo seguente.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 29 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

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.).

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 30 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

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'erosione². 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 Schoklitsh³ 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** = $h_o + v^2/2g$ 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 incisione, relativo ad una lunghezza (in asse alveo) pari all'altezza idrica di piena ivi determinata.

² 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.

³ Schoklitsh A., "Stauraum verlandung und kolkbewehr", Springer ed., Vienna, 1935.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 31 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

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 studiate⁴ 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 prudentiale, proposta in Italia⁵, 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;
- γ_s è il peso specifico delle particelle (considerato 24 kN/m³);
- γ_w è il peso specifico dell'acqua, considerata, per semplicità, limpida.

⁴ Si veda la sintesi di questi lavori in Graf W.H., "Hydraulics of sediment transport"; McGraw-Hill, U.S.A.; 1971.

⁵ Zanovello A., Sulle variazioni di fondo degli alvei durante le piene; L'Energia elettrica, XXXIV, n. 8; 1959.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 32 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

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.

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)
70	666	3.08	132.5	1.63	5.03	2.11	1.18	0.82
65.*	666	2.41	135.36	2.04	4.92	2.34	1.22	1.02
60	666	2.58	132.79	1.95	5.02	2.29	1.22	0.98
55.*	666	2.64	130.6	1.93	5.10	2.29	1.23	0.97
50	666	3.4	126.5	1.55	5.26	2.14	1.20	0.78
46.6666*	666	2.77	130.07	1.85	5.12	2.24	1.22	0.93
43.3333*	666	2.44	134.28	2.03	4.96	2.33	1.23	1.02
40	666	2.56	138.27	1.88	4.82	2.21	1.19	0.94
35.*	666	2.56	138.32	1.88	4.81	2.21	1.19	0.94
30	666	3.02	136.05	1.62	4.90	2.08	1.17	0.81
25.*	666	2.91	152.59	1.5	4.36	1.93	1.09	0.75
20	666	2.34	171.09	1.66	3.89	1.94	1.06	0.83
16.6666*	666	2.39	162.15	1.72	4.11	2.01	1.09	0.86
13.3333*	666	2.45	153.55	1.77	4.34	2.08	1.13	0.89
10	666	2.58	145.18	1.78	4.59	2.12	1.15	0.89

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

	PROGETTISTA  TechnipFMC	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 33 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

Tab.6.3/B: Diametro limite dei clasti trasportati

River Station	Shear Chan (N/m2)	Diametro limite clasti trasportati (m)
70	126.5	0.15
65.*	72.11	0.08
60	83.85	0.10
55.*	87.76	0.10
50	157.14	0.18
46.6666*	98.19	0.12
43.3333*	74.04	0.09
40	83.93	0.10
35.*	83.84	0.10
30	122.28	0.14
25.*	116.33	0.14
20	72.78	0.09
16.6666*	74.72	0.09
13.3333*	77.9	0.09
10	86.45	0.10

6.4 Considerazione sui risultati conseguiti

Sulla base delle valutazioni di cui al paragrafo precedente si evince che, relativamente al tronco d'alveo analizzato (nel quale ricade l'attraversamento da parte del metanodotto in progetto), le massimi erosioni attese al fondo alveo in concomitanza dell'evento di piena di progetto si attestano intorno a valori dell'ordine dei **1÷1.5 m**.

La corrente, nel tratto di attraversamento in esame, inoltre risulta potenzialmente in grado di movimentare clasti del diametro dell'ordine dei 0.20 m.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 34 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

7 METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI

7.1 Metodologia costruttiva: Microtunnel

La scelta del sistema d'attraversamento, particolarmente nel caso di corsi d'acqua di rilevanti dimensioni, deve essere effettuata in modo da garantire la massima sicurezza dal punto di vista idraulico e geotecnico, sia in fase operativa che a lungo termine, tanto per la condotta di linea in progetto quanto per il corso d'acqua.

In tal senso l'insieme delle caratteristiche morfologiche, geologiche, ambientali, geometriche ed idrauliche dell'ambito d'attraversamento ha condotto alla individuazione del sistema di attraversamento mediante trivellazione con la tecnica del "microtunnelling", prevedendo l'utilizzo di una fresa a scudo chiuso, con bilanciamento di pressione in testa.

Tale sistema operativo è stato individuato nel caso specifico in considerazione delle caratteristiche idrologiche del corso d'acqua, della presenza di rilevati arginali di delimitazione della regione fluviale e dell'assetto litostratigrafico dell'ambito in esame.

Detta tecnica consente dunque di evitare le interferenze con il regime idraulico del corso d'acqua (anche durante le fasi costruttive) e sostanzialmente di eliminare gli impatti sul territorio della regione fluviale.

7.2 Configurazioni geometriche di progetto

La definizione geometrica del tunnel (e quindi delle condotte), viene effettuata in modo da soddisfare ai vincoli attinenti sia l'aspetto idraulico del corso d'acqua che quello costruttivo del microtunnel e della condotta.

E' necessario infatti, assicurare adeguate profondità del cavo al di sotto dell'alveo rispettando allo stesso tempo i raggi di curvatura minimi consentiti dalla tubazione di linea, sia in termini di sollecitazioni indotte nel terreno che nei riguardi delle operazioni di varo della condotta.

Qui di seguito vengono descritte le caratteristiche geometriche del profilo di trivellazione del tunnel. Per l'analisi di dettaglio della configurazione geometrica d'attraversamento in subalveo, si rimanda alla visione dell'elaborato grafico di progetto precedentemente richiamato.

Geometria d'attraversamento

Il profilo di trivellazione è caratterizzato da una configurazione costituita da 1 arco di circonferenza nel tratto centrale e da 2 tratti rettilinei alle estremità.

Le principali caratteristiche geometriche del tunnel sono:

- lunghezza dello sviluppo complessivo del microtunnel: di 705 metri circa (di cui 515m circa relativamente al tratto curvilineo e complessivamente circa 190m per i due tratti rettilinei);
- diametro interno del microtunnel: min. 2000m;
- raggio di curvatura del tratto curvilineo pari a 3600 m;
- copertura minima della generatrice superiore del tunnel dalle quote di fondo dell'alveo attivo: di oltre 15 metri;
- distanza verticale (profondità) minima della trivellazione dal piede esterno del rilevato arginale: oltre 10 metri (nel lato in sinistra idrografica);

	PROGETTISTA  TechnipFMC	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 35 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

- postazione di partenza (di spinta): in sinistra idrografica del fiume (lato monte senso gas), con profondità del pozzo di circa 6m dal piano campagna. Distanza dal piede esterno dell'argine sinistro di circa 110 m (misurata lungo lo sviluppo della trivellazione);
- postazione di arrivo (di recupero): in destra idrografica del fiume (lato valle senso gas). Distanza dal piede esterno dell'argine destro di circa 120 m (misurata lungo lo sviluppo della trivellazione);

Tale configurazione di progetto consente di realizzare il tunnel ad adeguate profondità sia nei confronti del fondo alveo, che dai manufatti esistenti in superficie (rilevati arginali); nonché di eseguire le postazioni di estremità con appropriati distacchi di sicurezza dall'alveo del corso d'acqua.

Per l'analisi di dettaglio della configurazione geometrica d'attraversamento si rimanda alla visione dell'elaborato grafico di progetto precedentemente richiamato.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 36 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

8 DESCRIZIONE DELLA TECNICA DEL MICROTUNNELLING

8.1 Generalità

Questa tecnologia consiste nella realizzazione di un tunnel di piccolo diametro (tra i 300 mm e fino a 3000 mm) mediante l'avanzamento controllato di uno scudo cilindrico, cui è applicato frontalmente un sistema di scavo e che consente di realizzare trivellazioni di sviluppi anche superiori ai 1000 m.

L'azione di avanzamento è esercitata da martinetti idraulici ubicati nella postazione di spinta, che agiscono sul tubo di rivestimento del tunnel (che in questo caso è di cemento armato). L'elemento principale del microtunneling è il microtunneller che è uno scudo telecomandato munito di una fresa rotante che disgrega il materiale durante l'avanzamento.

Le teste fresanti vengono scelte in funzione delle condizioni geologiche dei terreni interessati. Vi è la possibilità di combinare le varie soluzioni per ottenere teste "miste", utilizzabili in terreni che presentano nelle varie stratigrafie materiali diversi.

Qui di seguito si riporta la descrizione del sistema operativo di riferimento.

8.2 Requisiti generali del sistema costruttivo

I sistemi di trivellazione che utilizzano le tecniche del microtunneling presentano una serie di opzioni tali da garantire sia la fattibilità esecutiva del tunnel che il mantenimento di adeguati livelli di sicurezza rispetto alla stabilità dei terreni che del tunnel stesso.

La definizione del sistema operativo da adottare riguarda sostanzialmente i seguenti elementi: tipo di fresa di perforazione, tubi di protezione in c.a., intasamento del terreno di perforazione.

- La testa fresante sarà a tenuta idraulica
 E' necessario ricorrere all'uso di un sistema che preveda una fresa integrale con scudo chiuso con bilanciamento della pressione sul fronte di scavo tramite fanghi bentonitici. In questo modo, in corso d'opera l'equilibrio delle pressioni sul fronte di scavo inibisce in modo sostanziale l'afflusso d'acqua verso il tunnel.
- Stazione di spinta principale e stazioni di spinta intermedie
 La potenza della stazione di spinta principale sarà adeguata alle previste resistenze all'avanzamento, al numero delle eventuali stazioni intermedie ed alle modalità e caratteristiche esecutive che verranno adottate in fase di avanzamento della trivellazione.
 L'unità di spinta principale verrà messa a contrasto con il muro reggispinga, realizzata all'interno della postazione di partenza della trivellazione.
- Sistema di controllo dell'avanzamento della trivellazione
 Sarà approntato un sistema per il controllo (durante l'avanzamento) della direzionalità del tunnel (strumentazione ottica e laser), delle potenze impiegate, della velocità di rotazione dello scudo e delle pressioni dei fanghi di perforazione.
 In considerazione della precisione di esecuzione richiesta ed essendo necessario il controllo in tempo reale sulla direzionalità del tunnel, il sistema sarà dotato di adeguati strumenti computerizzati per l'elaborazione dei dati rilevati con sistemi di puntamento ottico e laser. L'operatore addetto alla verifica dovrà operare con continuità sulla consolle di comando, posizionata all'esterno della postazione di

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 37 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

trivellazione, e tramite il sistema di puntamento laser controllerà l'andamento planimetrico ed altimetrico del tunnel realizzato.

- Tubi di rivestimento in c.a. I tubi di rivestimento che saranno impiegati, sono anelli prefabbricati in conglomerato cementizio armato ($R_{ck} \geq 35 \text{ N/mm}^2$, con armatura FeB 44K). In considerazione degli elevati standard di qualità richiesti alle tubazioni, i manufatti in calcestruzzo armato saranno prodotti in stabilimento di prefabbricazione con materiali di qualità e caratteristiche controllate e certificate e dovranno presentare resistenze garantite per le massime sollecitazioni prevedibili. Il tubo di rivestimento sarà, inoltre, a tenuta idraulica, corredato di giunti a tenuta idraulica, capaci di resistere ad una pressione $\geq 5-7 \text{ atm}$.
I manufatti, infine, saranno forniti di valvole di iniezione (almeno 3 manchettes per tubo) necessarie per eseguire nel terreno di trivellazione iniezioni fluidificanti con miscele bentonitiche durante le fasi di avanzamento ed iniezioni a base di miscele di cemento e bentonite per l'intasamento dell'intercapedine "terreno-tubo di protezione" nelle fasi finali di costruzione del minitunnel.
- Giunti di tenuta idraulica
Le giunzioni tra i tubi di rivestimento saranno di tipologia idonea per consentire la deviazione angolare del tunnel e la tenuta idraulica: l'incastro ed il centraggio tra due tubi successivi saranno garantiti mediante opportuna sagomatura dei bordi oppure con collari in acciaio annegati nel getto, la tenuta idraulica del giunto viene assicurata da anelli in gomma.
Essendo richiesta l'ispezionabilità del tunnel durante tutte le fasi costruttive del tunnel, si porranno in opera giunti di tenuta idraulica tra i conci di caratteristiche sperimentate e certificate nelle condizioni di esercizio più gravose.
- Iniezioni di intasamento "tubo di rivestimento – terreno"
Al termine delle operazioni di scavo, è richiesta l'esecuzione di iniezioni di miscele cementizie dagli ugelli predisposti lungo le pareti dei tubi di rivestimento. Le iniezioni saranno effettuate per ogni singola valvola fino al rifiuto, con numero, modalità e pressioni d'iniezione adeguate per creare, nell'intorno del tubo, una zona di terreno completamente intasata e a bassa permeabilità.
L'intasamento idraulico delle cavità tra tubo e terreno, riduce la filtrazione che può verificarsi lungo il contatto tra tubo di rivestimento e terreno in corso di realizzazione dell'opera.
- Sistema di evacuazione del materiale di scavo (slurry)
L'evacuazione dal fronte scavo del terreno frantumato verrà effettuato in sospensione per mezzo del circuito idraulico di alimentazione e recupero del fluido di perforazione (slurry). Il sistema deve quindi essere provvisto di un'unità di dissabbiatura o di una vasca di decantazione per la separazione del terreno di scavo dal fluido di perforazione.
- Impianto di produzione dei fanghi di perforazione
Verrà predisposto in cantiere un impianto di produzione di fanghi bentonitici necessari per il sostegno del fronte di scavo, per la lubrificazione della superficie di contatto tra tubo di protezione e terreno e per il trasporto in sospensione del terreno scavato.
L'impianto di produzione sarà dotato di un'unità di miscelazione ad alta turbolenza per la preparazione della miscela, un dosatore a funzionamento automatico, silos di

	PROGETTISTA  TechnipFMC	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 38 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

stoccaggio, vasca di dissabbiatura e/o decantazione, circuito idraulico dello slurry e di pompe di ricircolo di potenza adeguata.

- **Iniezioni di fluidificazione in corso di avanzamento**
Le iniezioni di fluidificazione per abbattere le resistenze all'avanzamento dovranno essere effettuate con cadenza, quantità e caratteristiche reologiche della miscela in modo da evitare plasticizzazioni anomale del terreno di trivellazione.
- **Sigillatura dei giunti tra i tubi di rivestimento**
La sigillatura dei giunti tra i tubi di rivestimento sarà eseguita dall'interno del tunnel successivamente alle operazioni di avanzamento, con malta di cemento ad alta resistenza in modo da ottenere una superficie interna del tunnel perfettamente liscia e priva di risalti con lo scopo di realizzare un'ulteriore garanzia di tenuta dei giunti nei confronti di possibili fenomeni di filtrazione, in aggiunta a quella strutturale del giunto.
- **Intasamento interno del tunnel**
Terminate le operazioni di varo ed eseguito il collegamento di linea delle condotte, dovrà essere realizzato il riempimento dell'intercapedine tra tubo di linea e tubo di rivestimento tramite idonee miscele, con lo scopo di saturare l'intercapedine stessa e impedire la formazione di flussi idrici all'interno del tubo di rivestimento ed eliminare la camera d'aria altrimenti presente tra tubo di linea e pareti del tunnel. Le miscele impiegate possono essere conglomerati cementizi addittivati e/o alleggeriti oppure miscele di tipo bentonitico.

8.3 Fasi Operative

Di seguito viene fornita la descrizione delle principali fasi operative per la costruzione del microtunnel e la messa in opera, al suo interno, delle condotte in acciaio.

Fasi Operative:

- Impianto cantiere;
- Esecuzione delle postazioni di estremità;
- Esecuzione della trivellazione;
- Varo delle condotte;
- Collaudo delle condotte;
- Posa dei cavi;
- Intasamento interno del tunnel;
- Ripristini.

Impianto cantiere

Il cantiere sarà costituito da due aree di dimensioni adeguate, ubicate in corrispondenza dei pozzi di spinta e di arrivo.

Esecuzione delle postazioni di estremità

Prima dell'installazione delle apparecchiature relative alla realizzazione del tunnel, si procederà alla costruzione del pozzo di spinta. La postazione di arrivo sarà realizzata prima dell'ultimazione della trivellazione (di cui al punto seguente).

Le metodologie realizzative dipendono dalle caratteristiche geomeccaniche dei terreni e dalla presenza della falda. I pozzi (postazione di trivellazione e di recupero) saranno di

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 39 di 90	Rev. 0

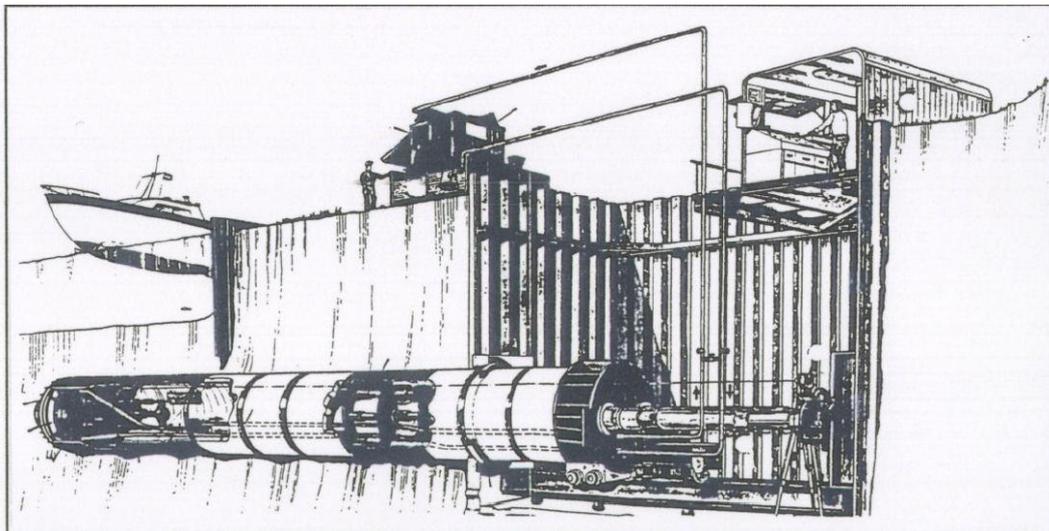
Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

dimensioni adeguate per effettuare tutte le lavorazioni occorrenti per la realizzazione del minitunnel e per essere equipaggiati con tutti gli impianti a corredo del sistema di trasporto. Saranno realizzate strutture di contenimento verticali adeguate a resistere a tutte le sollecitazioni esterne (spinta delle terre, spinta idrostatica, pressione della stazione di spinta principale e sovraccarichi al piano campagna). In particolare, nella realizzazione dei pozzi, dovendo essere realizzati sottofalda, saranno adottate tipologie strutturali che garantiscano la tenuta idraulica.

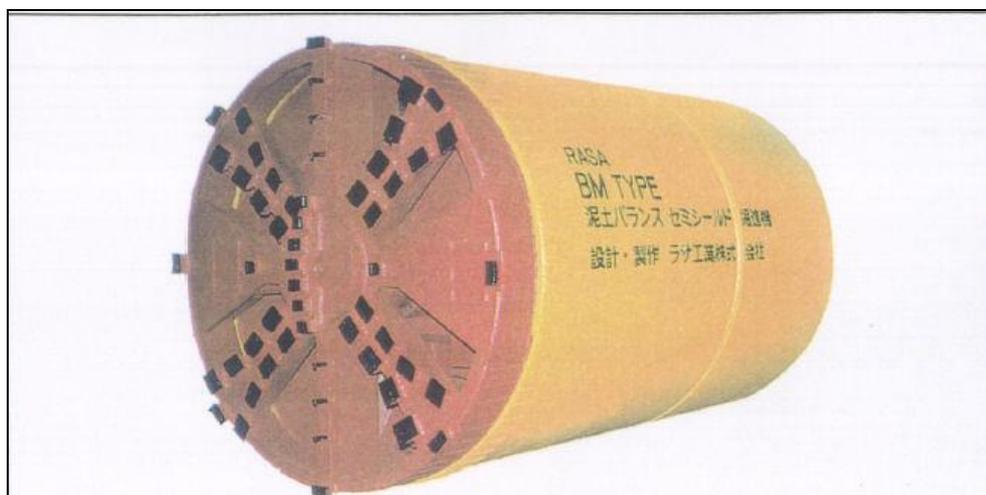
Esecuzione della trivellazione

La trivellazione sarà eseguita con una fresa a scudo chiuso con il bilanciamento della pressione sul fronte di scavo. Le caratteristiche tecniche del sistema costruttivo è stato descritto nel capitolo precedente.

Nelle figure seguenti si riportano rispettivamente uno schema di trivellazione, a partire dalla postazione di trivellazione ed uno esempio di scudo a bilanciamento di pressione.



Schema del sistema di trivellazione con microtunnel



Scudo con bilanciamento pressione meccanica del terreno (microtunneller)

	PROGETTISTA  TechnipFMC	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 40 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

Varo delle condotte

Ciascuna condotta potrà essere collocata dentro il microtunnel con due metodologie:

- 1) - *Varo dell'intera colonna in unica soluzione*
- 2) - *Varo con inserimento progressivo delle singole barre*

Al fine di evitare lo strisciamento tra la condotta ed il fondo del tunnel e diminuire l'attrito radente che si sviluppa tra le due superfici verranno applicati alla condotta opportuni collari distanziatori costituiti da materiali in grado di resistere all'usura (collari RACI in PEAD rinforzato e/o in malta poliuretanicca gettati in opera).

- *Varo dell'intera colonna in unica soluzione*

La colonna di varo potrà essere predisposta rispettando la geometria di progetto.

La lunghezza della colonna di varo sarà formata da singoli tronconi che verranno assiemati man mano che le operazioni di infilaggio progrediranno.

La scelta della posizione e della lunghezza della colonna sarà fatta in funzione alla disponibilità di spazio e alle scelte operative dell'appaltatore.

In testa alla colonna di varo verrà saldata una testata di tiro alla quale, mediante un sistema di pulegge, verrà collegato il cavo in acciaio per il tiro. Dal lato opposto della colonna un argano, ovvero un sistema di martinetti, produrrà il tiro necessario all'infilaggio della condotta nel tunnel.

Lungo la colonna sarà disposto un sufficiente numero di mezzi di sollevamento che aiuteranno la condotta sia ad assumere la geometria elastica di varo prevista in progetto che le operazioni di infilaggio.

- *Varo con l'inserimento progressivo delle singole barre*

La scelta della posizione per il varo sarà fatta in funzione alla disponibilità di spazio e alle scelte operative dell'appaltatore.

Le singole barre verranno calate una alla volta nel pozzo con l'ausilio di trattori posatubi e qui assiemate mediante saldatura di testa.

L'inserimento nel tunnel avverrà perciò progressivamente grazie al tiro di un argano, posizionato nel pozzo opposto a quello di varo, collegato con un cavo in acciaio alla testata di tiro saldata sulla prima barra.

Le saldature del tratto di condotta in attraversamento saranno tutte radiografate ed accompagnate dal certificato di idoneità rilasciato dall'Istituto Italiano della Saldatura.

La condotta sarà protetta con:

- una protezione passiva esterna costituita da un rivestimento in polietilene estruso ad alta densità applicato in fabbrica dello spessore minimo di mm 3 ed un rivestimento interno in vernice epossidica.
- i giunti di saldatura saranno rivestiti in linea con fasce termorestringenti;
- una protezione attiva (catodica) attraverso un sistema di correnti impresse con apparecchiature poste lungo la linea.

Collaudo idraulico delle condotte

Il tratto di ciascuna condotta interessato dall'attraversamento sarà sottoposto a prove di collaudo. In generale saranno prove idrauliche in opera con una pressione pari ad 1,2 volte la pressione massima di esercizio (75 bar).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 41 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

La pressione di prova idraulica sarà controllata con manometro registratore. Il risultato della prova idraulica sarà verbalizzato.

Posa dei cavi

Insieme alle condotte, verranno collocati i vari cavi nell'ambito dei relativi alloggiamenti predisposti.

Intasamento del minitunnel

Al termine delle operazioni precedenti, si procederà all'intasamento totale del microtunnel mediante l'utilizzo di speciali miscele intasanti.

Le operazioni di intasamento avverranno trasportando la miscela intasante attraverso uno o più tubi in PEAD di diametro variabile tra i 100 e i 150 mm opportunamente fissati con centine alla volta del microtunnel. I tubi verranno installati nel microtunnel subito dopo la sua realizzazione.

Ultimate le operazioni di intasamento entrambe le estremità del tunnel saranno sigillate con tappi in calcestruzzo.

Le miscele intasanti che saranno utilizzate potranno essere essenzialmente di due tipi:

- a) miscele di bentonite, acqua e cemento;
- b) miscele a base di sabbia, cemento, acqua;

Entrambe le miscele assicurano l'intasamento dell'intercapedine senza la formazione di cavità e/o tratti vuoti.

Prima dell'inizio delle operazioni di intasamento saranno eseguite delle prove per individuare la composizione ottimale della miscela prescelta in relazione ai parametri di fluidità nella fase di posa in opera, la rapidità della presa, il basso ritiro volumetrico e la resistenza a compressione.

Ripristini

Al termine delle operazioni di intasamento interno del tunnel e del collegamento di linea (con i tratti già posati a monte e a valle dell'attraversamento), si procederà al ritombamento dei pozzi e allo sgombero delle aree di lavoro e al loro ripristino per la restituzione delle aree alle normali attività agricole.

8.4 Considerazioni sulla stabilità per filtrazione in sub-alveo

Qui di seguito viene affrontato il problema della stabilità dei terreni rispettivamente nella configurazione transitoria nel corso di esecuzione dei lavori e a lungo termine, successiva al completamento dei lavori.

Stabilità per "filtrazione" in corso di esecuzione dei lavori

L'instabilità per filtrazione lungo una traiettoria preferenziale a permeabilità elevata rispetto al terreno può avvenire ogni qualvolta si verifica una repentina dissipazione del carico idraulico. Ciò si verifica quando nel "tubo di flusso" le perdite di carico idraulico sono piuttosto elevate, come nel caso di una trivellazione a "sezione aperta" dove può aversi un flusso all'interno del tubo di protezione oppure, nel terreno di trivellazione, qualora siano presenti "scavernamenti" lungo la trivellazione stessa.

Relativamente ai lavori d'interesse la tecnica adottata elimina tali rischi, presenti per alcune metodologie di scavo sottofalda, legati a possibili fenomeni di filtrazione lungo il

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 42 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

foro di trivellazione. Con tale tecnica infatti è possibile un bilanciamento delle pressioni litostatiche ed idrostatiche consentendo di operare con un sistema "chiuso" a tenuta idraulica. Infatti:

- la fresa presente sul fronte scavo è a sezione piena;
- l'allontanamento del terreno di perforazione avviene internamente al tubo di protezione con l'utilizzo di un apposito sistema idraulico. La quantità di terreno scavato è in rapporto costante con l'avanzamento del tunnel;
- Il tubo di rivestimento in c.a. che spinge la fresa assicura, puntualmente ed in ogni istante, il sostegno dello scavo ed il bilanciamento delle pressioni litostatiche ed idrostatiche (giunti a tenuta idraulica);
- I pozzi di spinta e di recupero, da realizzare con manufatti in c.a., saranno a tenuta idraulica. In particolare, l'anello di neoprene di tenuta idraulica presente sulla parete del pozzo di trivellazione consente il progressivo inserimento dei conci in c.a. impedendo eventuali flussi localizzati, in prossimità della parete esterna del tubo di protezione, verso il pozzo di spinta.

Come già accennato, la metodologia adottata è anche in grado di garantire un'adeguata tenuta della zona di contatto terreno-tubazione nei riguardi di eventuali moti di filtrazione preferenziali.

La lubrificazione del terreno a contatto con il rivestimento mediante un circuito esterno di fanghi, che consente di ridurre in maniera sensibile le resistenze laterali all'avanzamento, e la particolare configurazione del sistema di giunzione, che garantisce assenza di sovraingombri dei giunti nei confronti del diametro esterno del tubo di protezione in c.a., fanno venire meno la necessità di procedere ad un sovracarotaggio del foro rispetto al tubo di protezione ottenendosi così il diametro del foro praticamente coincidente con quello della tubazione di rivestimento.

Stabilità per "filtrazione" a lungo termine

Le motivazioni espresse sulla stabilità alla filtrazione durante le fasi operative, sono a maggior ragione valide per la configurazione finale dell'opera.

Si è già detto che la metodologia minimizza le deformazioni plastiche nel terreno e le conseguenti alterazioni delle caratteristiche di permeabilità: la sua rottura viene ottenuta per rotazione e non per taglio avendosi così una sorta di aderenza tra il rivestimento e il terreno (l'utilizzo dei fanghi bentonitici e la possibilità di bilanciare le pressioni esterne contribuiscono a minimizzare l'alterazione dello stato tensionale preesistente nel terreno).

Una garanzia rispetto ai fenomeni di filtrazione in sub-alveo è insita nella configurazione geometrica del tunnel stesso. Infatti, nel corso della sua definizione geometrica è stata privilegiata la geometria di progetto che, interessando terreni posti ad "elevate profondità", soddisfa sostanzialmente ai seguenti criteri di sicurezza:

- le elevate profondità di posa del tunnel presuppongono percorsi preferenziali di filtrazione lungo il suo profilo molto più lunghi di quelli che si avrebbero naturalmente (in assenza del tunnel);

Viene inoltre introdotto un ulteriore grado di sicurezza, a garanzia della stabilità dell'insieme, riutilizzando lo stesso impianto già adoperato per le iniezioni in fase di avanzamento. Al termine dei lavori di trivellazione, il terreno prossimo al tubo di protezione viene "intasato" iniettando a bassa pressione una miscela di acqua, bentonite e cemento.

	PROGETTISTA  TechnipFMC	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 43 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

Tali iniezioni hanno lo scopo di escludere, per ogni evenienza, l'instaurarsi di un flusso preferenziale lungo l'asse di trivellazione. Si ottiene così, nell'intorno del foro, un terreno a permeabilità sicuramente inferiore rispetto al terreno in posto.

L'esecuzione di tali iniezioni è prevista lungo tutto lo sviluppo longitudinale della trivellazione. Le due estremità del tunnel verranno sigillate con setti in c.a., in corrispondenza dei due pozzi (di spinta e di recupero). Quest'ultimi, al termine dei lavori, verranno riempiti con terreni a bassa permeabilità opportunamente costipati.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 44 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

9 VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA

9.1 Quadro normativo generale

9.1.1 Direttiva 2007/60/CE (Floods Directive - FD)

La *Direttiva 2007/60/CE* cosiddetta "Direttiva alluvioni, Floods Directive – FD", entrata in vigore il 26 novembre 2007, ha istituito "un quadro per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni volto a ridurre le conseguenze negative per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche connesse con le alluvioni all'interno della Comunità".

In linea con i principi internazionali di gestione dei bacini idrografici già sostenuti dalla *Direttiva 2000/60/CE* (Direttiva Acque), la Direttiva Alluvioni promuove un approccio specifico per la gestione dei rischi di alluvioni e un'azione concreta e coordinata a livello comunitario, in base alla quale gli Stati membri dovranno essere realizzati i seguenti prodotti:

- valutazione preliminare del rischio di alluvione (individuazione di tutte le aree a potenziale rischio di inondazioni);
- mappe della pericolosità e del rischio di alluvione (mappare l'estensione dell'inondazione e gli elementi esposti al rischio in queste aree);
- piani di gestione del rischio di alluvione (adottare misure adeguate e coordinate per ridurre il rischio di alluvione).

La Direttiva promuove anche il coinvolgimento del pubblico nel processo di pianificazione, attraverso idonei strumenti di informazione e consultazione.

Ai sensi della Direttiva, tutti gli Stati membri devono dotarsi di Piani di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) che contemplino tutti gli aspetti della gestione del rischio e in particolare "la prevenzione, la protezione, e la preparazione, comprese la previsione di alluvioni e i sistemi di allertamento".

La Direttiva delinea un percorso per la redazione dei Piani, definito da una serie di stadi di implementazione, caratterizzati da specifici obblighi e scadenze, all'interno di un ciclo di gestione con periodicità pari a 6 anni.

La Direttiva prevede, altresì, che entro 3 mesi dalle scadenze stabilite per ciascuno stadio di implementazione, vengano riportati alla Commissione Europea una serie di informazioni (reporting), secondo modalità e formati ben definiti.

I Piani di gestione del rischio di alluvione sono stati predisposti dalle Autorità di bacino distrettuali dei 5 distretti idrografici in cui è suddiviso il territorio nazionale (fiume Po, Alpi Orientali, Appennino settentrionale, Appennino centrale, Appennino Meridionale) nonché dalle regioni Sardegna e Sicilia. Il periodico riesame e l'eventuale aggiornamento dei Piani ogni 6 anni consente di adeguare la gestione del rischio di alluvioni alle mutate condizioni del territorio, anche tenendo conto del probabile impatto dei cambiamenti climatici sul verificarsi di alluvioni.

9.1.2 D.Lgs. 49/2010

La Direttiva 2007/60/CE è stata recepita nell'ordinamento italiano con il con il D.Lgs. 49/2010, tenendo conto anche della normativa nazionale vigente, in particolar modo del D.Lgs. 152/2006 (recepimento italiano della Direttiva 2000/60/CE) e del DPCM 29 settembre 1998.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 45 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

L'attuazione della Direttiva 2007/60/CE richiede l'individuazione preliminare delle unità di gestione (Unit of Management – UoM) o porzione di distretto e delle relative autorità competenti (Competent Authority – CA).

La competenza per la predisposizione delle valutazioni preliminari del rischio, dell'elaborazione delle mappe di pericolosità e rischio e della redazione dei piani di gestione è affidata alle Autorità di Bacino distrettuali a norma del D.Lgs. 152/2006, in conformità con le attività di predisposizione dei Piani di Assetto Idrogeologico già svolte. Alle Regioni e province autonome, in coordinamento tra loro e con il Dipartimento di Protezione Civile, spetta il compito di predisporre la parte dei piani di gestione per il distretto idrografico di riferimento relativa al sistema di allertamento nazionale e regionale per il rischio idraulico ai fini di protezione civile.

Mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni

Sulla base della valutazione preliminare del rischio, si individuano le aree per le quali sussisterebbe un rischio potenziale significativo di alluvioni o si possa ritenere probabile che questo si generi. Per queste zone riconosciute potenzialmente esposte a rischio di alluvioni sono state predisposte mappe di pericolosità e rischio di alluvioni.

Le mappe di pericolosità contengono la perimetrazione delle aree geografiche che potrebbero essere interessate dall'esonazione di un corso d'acqua secondo i seguenti scenari:

1. scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi;
2. media probabilità di alluvioni;
3. elevata probabilità di alluvioni;

indicando per ogni scenario i seguenti elementi:

- estensione dell'inondazione;
- altezza idrica o livello;
- caratteristiche del deflusso (velocità e portata).

Le mappe di rischio indicano le potenziali conseguenze negative derivanti da alluvioni per ciascuno dei tre scenari di pericolosità.

Il D.Lgs 49/2010, di recepimento della Direttiva, prevede 4 classi di rischio espresse in termini di:

- numero di abitanti potenzialmente interessati;
- infrastrutture e strutture strategiche;
- beni ambientali, storici e culturali;
- distribuzione e tipologia delle attività economiche;
- presenza di impianti potenzialmente inquinanti (Allegato I D.Lgs 59/2005) e di aree protette (Allegato 9 parte III D.Lgs 152/2006);
- altre informazioni considerate utili, come le aree soggette ad alluvioni con elevato volume di trasporto solido e colate detritiche o informazioni su fonti rilevanti di inquinamento.

L'esistenza nel territorio italiano dei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI), redatti ai sensi della Legge 183/89, ha fornito un'adeguata base di partenza, opportunamente aggiornata, omogenizzata e valorizzata, per l'adempimento agli obblighi di cui alla Direttiva. Quindi le mappe di pericolosità e rischio di alluvioni sono state realizzate a partire dai PAI ed in accordo con gli "Indirizzi operativi" emanati dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, con il contributo di ISPRA Istituto

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 46 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, delle Autorità di Bacino Nazionali e del Tavolo tecnico Stato-Regioni.

9.1.3 Piani di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)

I piani di gestione definiscono gli obiettivi della gestione del rischio di alluvioni per le zone in cui può sussistere un rischio potenziale ritenuto significativo, al fine di ridurre le possibili conseguenze negative per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali, attraverso l'attuazione prioritaria di interventi strutturali e non strutturali e di azioni per la riduzione della pericolosità. Sulla base delle mappe di pericolosità e rischio di alluvioni le autorità competenti hanno predisposto i Piani di gestione del rischio di alluvioni coordinati a livello di distretto idrografico.

I piani riguardano tutti gli aspetti della gestione del rischio di alluvioni, e in particolare la prevenzione, la protezione e la preparazione, comprese le previsioni di alluvioni e i sistemi di allertamento, e tengono conto delle caratteristiche del bacino idrografico o del sottobacino interessato.

Il D.Lgs. 49/2010 dispone che i piani di gestione siano predisposti nell'ambito delle attività di pianificazione di bacino di cui al D.Lgs. 152/2006, facendo salvi gli strumenti già approntati in attuazione della normativa previgente e tenendo conto dei seguenti aspetti:

- la portata della piena e l'estensione dell'inondazione;
- le vie di deflusso delle acque e le zone con capacità di espansione naturale delle piene;
- gli obiettivi ambientali di cui alla parte terza, titolo II, del D.Lgs. 152/2006;
- la gestione del suolo e delle acque;
- la pianificazione e le previsioni di sviluppo del territorio;
- l'uso del territorio;
- la conservazione della natura;
- la navigazione e le infrastrutture portuali;
- i costi e i benefici;
- le condizioni morfologiche e meteomarine alla foce.

Riesami e aggiornamenti

Gli elementi dei piani di gestione del rischio di alluvioni dovranno essere riesaminati periodicamente e, se necessario, aggiornati tenendo conto delle probabili ripercussioni dei cambiamenti climatici sul verificarsi delle alluvioni.

La Direttiva dispone i termini per il riesame della valutazione preliminare del rischio di alluvioni al 22 dicembre 2018 e successivamente ogni sei anni, delle mappe di pericolosità e rischio di alluvioni al 22 dicembre 2019 e successivamente ogni sei anni, e dei Piani di Gestione al 22 dicembre 2021 e successivamente ogni sei anni.

Informazione e Partecipazione Pubblica

La comunicazione e la partecipazione pubblica all'iter di elaborazione dei piani di gestione del rischio di alluvioni rivestono, secondo la Direttiva, un ruolo strategico ai fini della condivisione e legittimazione dei piani stessi.

A tal fine, le Autorità di bacino distrettuali e le Regioni afferenti il bacino idrografico, in coordinamento tra loro e con il Dipartimento nazionale della Protezione Civile, ciascuna per le proprie competenze, devono mettere a disposizione del pubblico la valutazione

	PROGETTISTA  TechnipFMC	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 47 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

preliminare del rischio di alluvioni, le mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni ed i piani di gestione del rischio di alluvioni. Le stesse Autorità promuovono poi la partecipazione attiva all'elaborazione, al riesame e all'aggiornamento dei piani di gestione di tutti i soggetti competenti interessati.

Il Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare mette a disposizione del pubblico e della Comunità Europea le informazioni relative alla valutazione preliminare, alle mappe di rischio e pericolosità ed ai Piani di gestione del rischio di alluvioni sul Geoportale Nazionale, già punto di accesso nazionale alle informazioni territoriali e ambientali per la Direttiva INSPIRE 2007/2/EC.

9.2 Quadro normativo di riferimento per l'ambito in esame

9.2.1 Premessa

Dal 17 febbraio 2017, con la pubblicazione nella G.U.R.I. n. 27 del 2 febbraio 2017, è entrato in vigore il DM n.294 del 25/10/2016 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM); da tale data sono soppresse su tutto il territorio nazionale, le Autorità di bacino nazionali, interregionali e regionali e il trasferimento delle competenze alle Autorità di bacino distrettuali.

Pertanto, con l'entrata in vigore della norma summenzionata, l'ambito specifico in esame (collocato all'interno del territorio del bacino del fiume Tevere) ricade nelle pertinenze territoriali dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Centrale.

Lo strumento operativo previsto dalla legge italiana (D.Lgs. n.49 del 2010, che dà attuazione alla Direttiva Europea 2007/60/CE) per individuare e programmare le azioni necessarie a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni per la salute umana, per il territorio, per i beni, per l'ambiente, per il patrimonio culturale e per le attività economiche e sociali è rappresentato dal Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA). Esso deve essere predisposto a livello di distretto idrografico.

9.2.2 Piano Gestione Rischi Alluvioni (PGRAAC)

Il Piano di Gestione Rischio Alluvioni dell'Appennino Centrale (PGRAAC) è stato Adottato dal Comitato Istituzionale integrato il 17 dicembre 2015 e Approvato dal Comitato Istituzionale integrato il 3 marzo 2016.

Il Distretto dell'Appennino Centrale è costituito da 6 sistemi idrografici. L'elenco delle Autorità di gestione nel Distretto dell' Appennino Centrale è riportato qui di seguito.

<i>CODICE</i>	<i>UNIT OF MANAGEMENT</i>
ITN010	Bacino nazionale del Tevere
ITR111, ITI028	Bacini regionali delle Marche e Bacino interregionale del fiume Tronto
ITR131, ITI023	Bacini regionali dell'Abruzzo e Bacino del interregionale fiume Sangro
ITR121	Bacini regionali del Lazio

Ai fini della predisposizione del Piano di gestione delle alluvioni per il Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale l'Autorità di bacino del Tevere svolge sia la funzione di coordinamento, sia quella di Unit of Management per il bacino del Tevere, mentre le

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 48 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

Autorità di bacino regionale/interregionale precedentemente elencate svolgono il ruolo di Unit of Management per il bacino di loro competenza.

La finalità del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni è quella di ridurre le conseguenze negative delle alluvioni per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche. Tale finalità generale pone quindi il PGRA in una posizione di prevalenza rispetto alla maggior parte dei piani e programmi urbanistici e di settore.

Tuttavia lo stesso Piano, per quanto concerne il Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale, è stato predisposto coerentemente con la pianificazione di bacino già vigente e dunque facendo salvi gli strumenti di pianificazione già predisposti in attuazione della normativa previgente, con particolare riferimento ai PAI (Piano di Assetto Idrogeologico).

Il PGRAAC è consistito dunque nell'aggiornare, integrare e omogeneizzare quanto contenuto nel PAI vigente al fine di arrivare ad una rappresentazione omogenea e coerente con quanto previsto nell'art. 6 del D.Lgs. 49/2010.

Il Piano Alluvioni ha provveduto a redigere la mappatura di pericolosità da alluvione in considerazione delle alluvioni rare di estrema intensità, con tempo di ritorno fino a 500 anni dall'evento (P1 - bassa probabilità); le alluvioni poco frequenti, con tempo di ritorno fra 100 e 200 anni (P2 - media probabilità); le alluvioni frequenti, con tempo di ritorno tra 20 e 50 anni (P3 - elevata probabilità).

In particolare per quanto riguarda il tratto fluviale in esame, essendo ricadente nel reticolo del Tevere, tale operazione ha condotto a relazionare le porzioni di territorio già definite come fasce di assetto idraulico A, B e C del PAI dell'AdB del Tevere, comunque interessate da fenomeni di esondazione e riconducibili ai tre scenari definiti dalla Direttiva (evento raro, medio e frequente), a tre livelli di pericolosità omogenei:

- P1 evento riconducibile a tempo di ritorno minore uguale di 50 anni;
- P2 evento riconducibile a tempo di ritorno minore uguale di 200 anni;
- P3 evento riconducibile a tempo di ritorno maggiore di 200 anni.

La redazione delle mappe di pericolosità si è basata, essenzialmente, utilizzando al meglio quanto contenuto nel Piano di Assetto Idrogeologico e nei suoi aggiornamenti. Oltre alle perimetrazioni già comprese nel P.A.I. sono stati utilizzati:

- studi di aggiornamento/revisione recenti, su tratti fluviali già ricompresi nel PAI, in corso di definitiva approvazione, ma validati dal punto di vista tecnico;
- studi recenti, su tratti fluviali non indagati, redatti dopo l'ultimo aggiornamento del PAI in corso di definitiva approvazione, ma validati dal punto di vista tecnico.

9.2.3 PAI ex AdB Tevere

Generalità

Il PAI - Piano stralcio di Assetto Idrogeologico (Approvato con D.P.C.M. del 10 Novembre 2006, pubblicato nella G.U. n. 33 del 9 Febbraio 2007), è stato redatto con l'obiettivo di tendere a minimizzare i possibili danni connessi ai rischi idrogeologici, costituendo un quadro di conoscenze e di regole atte a dare sicurezza alle popolazioni, agli insediamenti, alle infrastrutture, alle attese di sviluppo economico ed in generale agli investimenti nei territori del bacino.

Successivamente, con D.P.C.M. del 10 aprile 2013, è stato approvato il Piano di bacino del fiume Tevere - 6° stralcio funzionale - P.S. 6 - per l'assetto idrogeologico - PAI - primo aggiornamento. Nell'ambito dell'aggiornamento del PAI, tra l'altro, si è provveduto a revisionare le Norme di Attuazione, oltre ad implementare le mappature di pericolosità

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 49 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

e di rischio relativo al reticolo secondario e minore individuato nell'ambito del Piano stesso.

Successivamente alla approvazione del primo aggiornamento, le perimetrazioni sono state in taluni casi comunque modificate mediante degli appositi Decreti Segretariali.

PAI - Sintesi dei contenuti

Il Piano stralcio di assetto idrogeologico (PAI) persegue la finalità della migliore compatibilità tra le aspettative di utilizzo e di sviluppo del territorio e la naturale dinamica idrogeomorfologica del bacino, nel rispetto della tutela ambientale e della sicurezza delle popolazioni, degli insediamenti e delle infrastrutture.

Il PAI disciplina gli interventi sia per quanto riguarda l'assetto geomorfologico nel territorio, sia per l'assetto idraulico inerente al reticolo idrografico, principale, secondario e minore definito dal piano stesso.

In particolare, per quanto riguarda l'assetto idraulico, Il PAI individua n.3 fasce fluviali, nelle quali vengono disciplinati gli interventi e le attività di trasformazione del suolo al fine di individuare le misure di salvaguardia per il conseguimento degli obiettivi del piano.

In particolare il PAI definisce le seguenti fasce fluviali:

- **fascia A:** fascia caratterizzata dalla massima pericolosità ed è definita dal limite delle aree di esondazione diretta della piena di riferimento con $Tr = 50$ anni;
- **fascia B:** è compresa tra il limite delle aree di esondazione diretta ed indiretta delle piene con $Tr = 50$ anni e $Tr = 200$ anni.
- **La fascia C:** comprende le porzioni di territorio inondabili comprese tra le piene con $Tr = 200$ anni e $Tr = 500$ anni.

Le Norme di Attuazione (N.A.) ai sensi dell'Art.23 (Titolo III - Assetto Idraulico), comma 2, stabilisce le seguenti finalità del Piano:

- a) la protezione ed il recupero della naturale dinamica fluviale compatibilmente con quanto ai punti successivi;
- b) la tutela della popolazione e la difesa dei centri abitati, degli insediamenti produttivi, delle infrastrutture e dei beni di particolare pregio, soggetti ad un livello di pericolo idraulico non compatibile;
- c) la prevenzione del rischio idraulico.

L' Art. 28 comma 2 delle N.A., individua le prescrizioni dirette per gli interventi consentiti nella fascia A. In particolare alla lettera e) viene stabilito che sono ammessi: gli interventi di ampliamento di opere pubbliche o di pubblico interesse, riferiti a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché di realizzazione di nuove infrastrutture lineari e/o a rete non altrimenti localizzabili...

Tali interventi sono consentiti a condizione che non costituiscano significativo ostacolo al libero deflusso e/o significativa riduzione dell'attuale capacità d'invaso, non costituiscano impedimento alla realizzazione di interventi di attenuazione e/o eliminazione delle condizioni di rischio e siano coerenti con la pianificazione degli interventi di protezione civile;

Gli Artt. 29 e 30 individuano le prescrizioni dirette sugli interventi consentiti nelle fasce B e C, le quali sono ovviamente meno restrittive nei confronti di quelle previste per la fascia A.

L' Art. 46 comma 1 delle N.A., stabilisce che all'interno delle fasce fluviali e delle aree a rischio idraulico e/o geomorfologico è consentita la realizzazione di opere pubbliche e di interesse pubblico purché compatibili con le condizioni di assetto idraulico e/o

	PROGETTISTA  TechnipFMC	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 50 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

geomorfologico definite dal PAI e non altrimenti localizzabili; a tale scopo l'autorità proponente indice una Conferenza di servizi con la presenza obbligatoria dell'autorità competente alla gestione del vincolo idraulico o idrogeologico e dell'AdB del Tevere.

9.2.4 L.R. n. 41/2018

La Regione Toscana, in data 24/07/2018, ha emanato L.R.41/2018 "*Disposizioni in materia di rischio di alluvioni e di tutela dei corsi d'acqua in attuazione del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni). Modifiche alla l.r. 80/2015 e alla l.r. 65/2014.*

La Legge regionale è stata emanata, nel rispetto del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 (Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni), al fine di ridurre le conseguenze negative, derivanti dalle alluvioni, per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche, nonché al fine di mitigare i fenomeni di esondazione e dissesto idrogeologico, disciplina la gestione del rischio di alluvioni in relazione alle trasformazioni del territorio e la tutela dei corsi d'acqua (cfr: art.1 - oggetto).

La Legge regionale all'art.3, comma 2, lettera b) stabilisce che negli alvei, nelle golene sono consentite le realizzazione di reti dei servizi essenziali e opere sovrappassanti o sottopassanti il corso d'acqua.

Ciò a condizione che, ai sensi dell'art.3, comma 5, vi sia previa autorizzazione della struttura regionale competente, che verifica la compatibilità idraulica nel rispetto delle seguenti condizioni:

- a) sia assicurato il miglioramento o la non alterazione del buon regime delle acque;
- b) non interferiscano con esigenze di regimazione idraulica, accessibilità e manutenzione del corso d'acqua e siano compatibili con la presenza di opere idrauliche;
- c) non interferiscano con la stabilità del fondo e delle sponde;
- d) non vi sia aggravio del rischio in altre aree derivante dalla realizzazione dell'intervento;
- e) non vi sia aggravio del rischio per le persone e per l'immobile oggetto dell'intervento;

L'art. 13, comma 4, stabilisce che nelle aree a pericolosità per alluvioni frequenti o poco frequenti, indipendentemente dalla magnitudo idraulica, gli interventi di seguito indicati possono essere realizzati alle condizioni stabilite:

- c) nuove infrastrutture a rete per la distribuzione della risorsa idrica, il convogliamento degli scarichi idrici, il trasporto di energia e gas naturali nonché l'adeguamento e l'ampliamento di quelle esistenti, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di rischio;

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 51 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

9.3 Interferenze nell'ambito specifico di attraversamento

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 (riportato mediante una linea in colore rosso) con l'alveo del fiume (indicato con un cerchio in blu) e più in generale con le fasce fluviali del corso d'acqua stesso (riportate mediante campiture semi-trasparenti di varia colorazione).

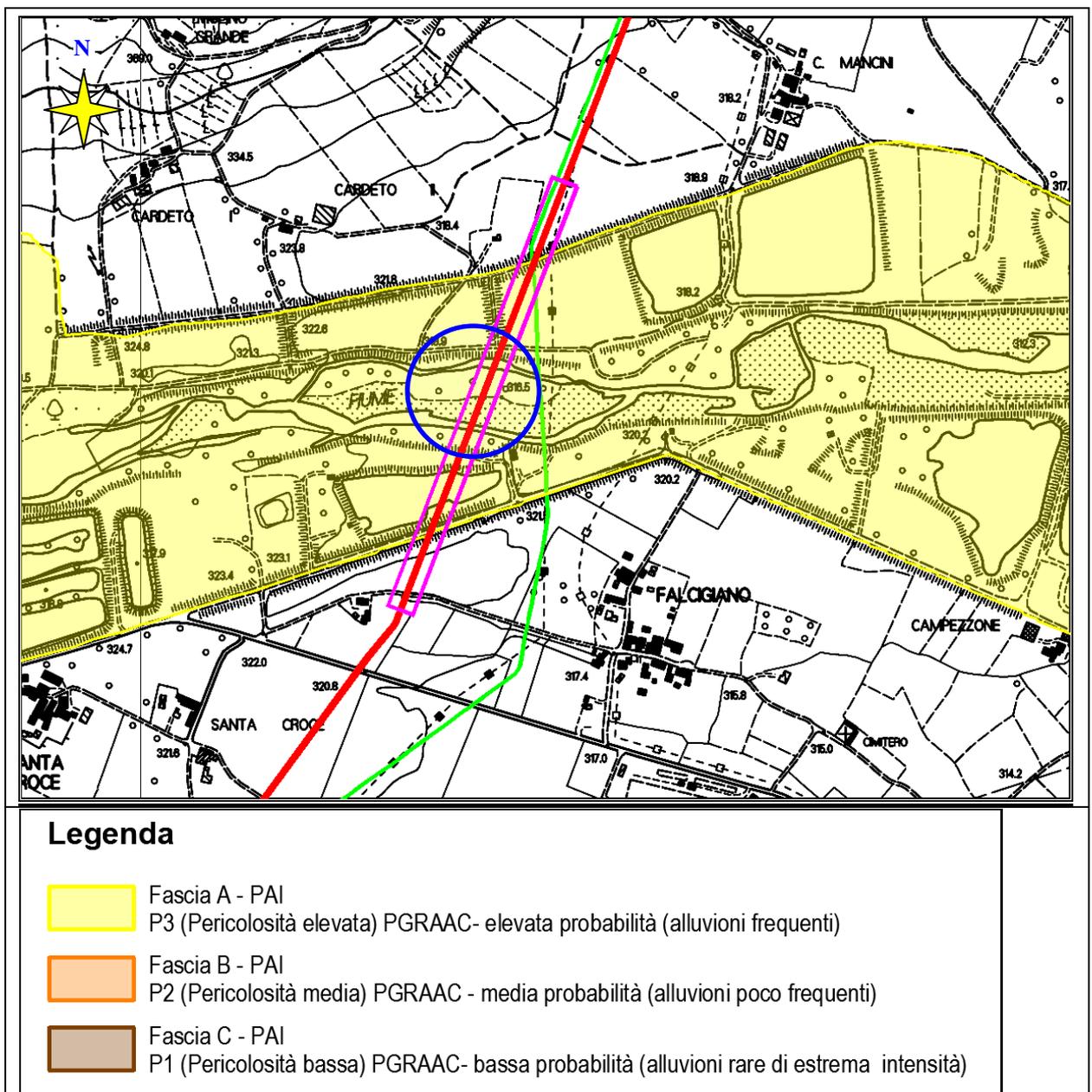


Fig.9.3/A: Interferenze tra metanodotto in progetto con le aree inondabili del corso d'acqua

	PROGETTISTA  TechnipFMC	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 52 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

Dall'analisi della figura precedente si rileva che il metanodotto in progetto, in corrispondenza dell'ambito di attraversamento, interferisce con la regione fluviale del corso d'acqua, censita come Fascia A (ad elevata pericolosità idraulica) individuata nel PAI. Lo stesso ambito territoriale è censito come area P3 (a pericolosità elevata da alluvioni fluviali) nel PGRAAC.

Dalla medesima Fig.9.3/A si può anche rilevare che sia l'alveo del corso d'acqua, che le fasce fluviali, verranno superate integralmente mediante trivellazione (il cui sviluppo longitudinale è indicato mediante una sagoma rettangolare in magenta) e pertanto ad elevate profondità di posa in subalveo.

9.4 Analisi delle condizioni 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 fasce fluviali individuate nella cartografia PAI.

La tipologia d'intervento è consentita anche dalle disposizioni di cui alla L.R. n. 41/2018.

Si precisa che l'interferenza specifica con le aree di pericolosità idraulica del corso d'acqua è stata determinata da considerazioni a più ampia scala che riguardano l'intera direttrice di tracciato dell'opera, per l'individuazione della quale nel SIA sono state attentamente valutate ed analizzate varie alternative di progetto. In particolare si sottolinea che in ogni caso non è risultato possibile evitare l'interessamento di aree di pericolosità idraulica di pertinenza del corso d'acqua in esame, in quanto il tracciato del metanodotto ha un andamento prevalente Est-Ovest, mentre il corso d'acqua ha uno sviluppo prevalente nella direzione Nord-Sud.

In ogni caso, 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.

Le uniche strutture visibili risulteranno essere le paline ed i cartelli indicatori e pertanto, in ragione di quanto esposto, 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.

Infine, in considerazione della tipologia di opera (tubazione interrata) e senza alcun impianto di servizio previsto nell'ambito fluviale in esame, non si prevede alcun incremento del carico insediativo nell'area di intervento.

Considerazioni specifiche

In precedenza è stato evidenziato (si veda la Fig.9.3/A) che l'intera regione fluviale del corso d'acqua (comprendente l'alveo, e le fasce fluviali) verrà attraversata in trivellazione ad elevate profondità di posa. Pertanto, alla luce della metodologia operativa individuata e delle scelte progettuali, si evidenzia quanto segue:

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 53 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

- 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 d'alveo verrà mantenuta inalterata nei confronti della situazione originaria. Essendo i lavori previsti in trivellazione non si prevedono lavori in superficie nell'ambito dell'alveo del corso d'acqua;
- La tecnica costruttiva di posa della condotta (in trivellazione), unitamente alla geometria in progetto (elevate coperture in subalveo), consentono inoltre in generale di escludere interferenze con il regime idraulico del corso d'acqua anche nella fase costruttiva dell'opera;
- La configurazione geometrica della linea nell'ambito di intervento (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 inviluppo di piena*
Non generando alterazioni dell'assetto morfologico (tubazione completamente interrata, con posa in trivellazione), non sarà determinato dalla costruzione della condotta nessun effetto di variazione dei livelli idrici e quindi del profilo d'inviluppo di piena.
2. *Riduzione della capacità di laminazione e/o di invaso dell'alveo*
La linea 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'esondazione 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, sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico, essendo questa localizzata in subalveo ad una profondità superiore ad ogni prevedibile fenomeno d'approfondimento.
4. *Interazioni in considerazione delle potenziali dinamiche fluviali del corso d'acqua*
Il sistema operativo previsto ha consentito di prevedere il posizionamento della condotta ad elevata profondità di subalveo, quindi ben oltre ad ogni prevedibile fenomeno d'approfondimento. La configurazione in subalveo a "corda molle" (con risalite a coperture ordinarie a distanze molto elevate dall'alveo attivo) consente peraltro di essere abbondantemente in sicurezza anche nei confronti di eventuali fenomeni di divagazione laterale dell'alveo attivo del corso d'acqua.
5. *Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale*
Essendo l'opera del tutto interrata, nonché essendo prevista la metodologia costruttiva in trivellazione, non saranno introdotte alterazioni al contesto naturale della regione fluviale.

	PROGETTISTA  TechnipFMC	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 54 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

Compatibilità ai sensi del PAI

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 particolare si prevede che la costruzione del metanodotto non introduca alcun elemento significativo di ostacolo al libero deflusso e/o significativa riduzione dell'attuale capacità d'invaso. Peraltro l'opera non determina impedimenti alla realizzazione di interventi di attenuazione e/o eliminazione delle condizioni di rischio nell'ambito fluviale in esame.

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

Compatibilità ai sensi della L.R n.41/2018

Alla luce di quanto precedentemente affermato si ritiene che le specificità dell'opera (infrastruttura interrata) e le scelte progettuali inerenti alla metodologia costruttiva ed alla configurazione geometrica della condotta, siano congruenti le disposizioni stabilite dalla Legge Regionale.

In particolare si prevede che la costruzione del metanodotto non introduca alcuna alterazione del regime attuale di deflusso delle acque e non determini alcun aggravio delle condizioni di rischio nell'area (non è previsto l'incremento del carico insediativo), né tantomeno provochi degli aggravii delle condizioni di rischio per le aree esterne a quella d'intervento.

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

	PROGETTISTA  TechnipFMC	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 55 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

10 CONCLUSIONI

La società Snam S.p.A. intende realizzare un metanodotto denominato "Rifacimento metanodotto Sansepolcro - Terranuova Bracciolini, DN 750 (30") - DP 75bar", che si sviluppa nell'ambito del territorio della Toscana, più esattamente in provincia di Arezzo, in sostituzione di un tratto di metanodotto in esercizio ed in fase di dismissione.

La suddetta linea in progetto, nell'ambito del territorio comunale di Sansepolcro (AR), attraversa l'alveo del fiume TEVERE.

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 dell'alveo del corso d'acqua in esame è stata prevista l'adozione di un sistema di attraversamento in trenchless, la tecnica del "microtunnelling", utilizzando una fresa a bilanciamento di pressione.

Detta soluzione operativa consentirà dunque di evitare interferenze tra i lavori di posa del metanodotto con il deflusso naturale del corso d'acqua, nonché eviterà di interrompere la contiguità delle eventuali opere e/o strutture presenti a terra (nello specifico: rilevati arginali).

La geometria della trivellazione è stata configurata in modo da soddisfare ai vincoli attinenti sia l'aspetto idraulico del corso d'acqua che quello costruttivo della condotta, assicurando adeguate profondità al di sotto dell'alveo e dei manufatti a terra e rispettando allo stesso tempo, i raggi di curvatura minimi consentiti alla tubazione ed alla trivellazione stessa. Peraltro si evidenzia che è stata prevista una configurazione di posa in subalveo che assicura profondità molto elevate nei confronti delle quote di fondo del letto fluviale, dunque in assoluta sicurezza nei confronti dei processi erosivi in alveo.

L'adozione ed il rispetto dei criteri e dei vincoli suddetti, sia quelli propri del sistema di trivellazione che quelli più strettamente dipendenti dalla configurazione geometrica della tubazione, offrono pertanto ottime garanzie della stabilità dell'insieme, a breve ed a lungo termine. Pertanto si può affermare che la tecnica operativa individuata e la geometria del tunnel garantiscono i necessari livelli di sicurezza sia per il metanodotto che per l'alveo sovrastante.

Nell'analisi delle interferenze tra la linea in progetto con le Fasce Fluviali censite dal PAI (redatto dall' ex Autorità di Bacino del Tevere), si è rilevato che in corrispondenza dell'ambito di attraversamento fluviale in esame, il metanodotto in progetto interferisce con l'alveo con la Fascia A. Lo stesso ambito territoriale è censito come area P3 (a pericolosità elevata da alluvioni fluviali) nel PGRAAC.

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, non implica trasformazioni del territorio e/o cambiamenti circa l'uso del suolo e pertanto non introduce alterazioni al regime attuale di deflusso delle acque e/o riduzione della capacità di invaso e di laminazione del corso d'acqua. L'intervento, inoltre, non determina alcun aggravio delle condizioni di rischio idraulico nell'area (non è previsto l'incremento del carico insediativo), né tantomeno in ambiti esterni.

	PROGETTISTA  TechnipFMC	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 56 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

Pertanto si ritiene che la specificità dell'opera (infrastruttura interrata) e le scelte progettuali inerenti lo specifico attraversamento possano essere ritenute COMPATIBILI con le disposizioni contenute nelle Norme del PAI e con quelle stabilite nella L.R. n.41/2018 della Regione Toscana.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 57 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

Appendice 1: Colonne Stratigrafiche dei sondaggi

												
Redattore Dott. Geol. Marco Andolina	Oggetto MET. SANSEPOLCRO-TERRANUOVA BRACCIOLINI Campagna geognostica	Ordine n° IP1078IP01	Pag. 1/2									
Operatore Pasquale Patti	Attrezzatura Piezometro da 2" a tubo aperto	Quota Bocca Foro s.l.m.: 321,00 m.	Coordinate X Y X:265069,72 - Y:4828532,27									
Tipo di perforazione: Carotaggio continuo a rotaz. idraulica	SONDAGGIO S 1	Profondità raggiunta 30,00 m.	Inizio/Fine - Esecuzione 30/01/20 - 30/01/20									
Tipo sonda: CMV 800												
Scala (mt.)	Litologia	Descrizione	Quota	RQD %	%Carotaggio	Quota tubo accoppiato	S.P.T.	Prelievo Campioni	Consistenza	Pocket Penetrometro Kg/Cm ²	Scissometro Tascabile N/Cm ²	Strum. Geotecnica piez. Tubo aperto
1		Sabbia medio fine di colore marrone con inclusi ciottoli millimetrici. poco addensa.	1,20					CA1 0,00-1,00 CA2 1,00-2,00				
2		Sabbia con ghiaia fine poligenica, con ciottoli centimetrici sub-arrottondati, di colore marrone da poco addensata a mediamente addensata.							W/Cs			
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9		9,00				8,30	n°12;36;46 4,00 SI CR1 4,40					
10		Ghiaia grossolana con ciottoli sub-arrotanti, poligenici, immersi in matrice limo-argillosa di colore grigio-avana, addensata.										
11			11,50				n° 50;Rf 10,40					
12		Limo argilloso con ghiaia fine, poligenica con ciottoli sub-arrottondati, di colore grigio-avana, molto addensato										
13												
14			14,40									
15		Argilla limosa debolmente sabbiosa di colore avana-giallastra, talora con inclusi ciottoli millimetrici, da poco consistente a mediamente consistente.	15,30					15,00 SI C1 15,40				
16							n° 15;27;30 15,40					
17		Limo sabbioso argilloso, con livelli ghiaiosi fini, di colore avana, consistente.										
18												
19												
20												
Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa Corona: W-Widia, D-Diamantata												
											Redattore	

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 58 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

												
Redattore Dott. Geol. Marco Andolina	Oggetto MET. SANSEPOLCRO-TERRANUOVA BRACCIOLINI Campagna geognostica	Ordine n° IP1078IP01	Pag. 2/2									
Operatore Pasquale Patti	Attrezzatura Piezometro da 2" a tubo aperto	Quota Bocca Foro s.l.m.: 321,00 m.	Coordinate X Y X:265069,72 - Y:4828532,27									
Tipo di perforazione: Carotaggio continuo a rotaz. idraulica	SONDAGGIO S 1	Profondità raggiunta 30,00 m.	Inizio/Fine - Esecuzione 30/01/20 - 30/01/20									
Tipo sonda: CMV 800												
Scala (mt.)	Litologia	Descrizione	Quota	RQD %	%Carotaggio	Quota sonda acquifera	S.P.T.	Prelievo Campioni	Carotaggio	Pocket Penetrometer Kg/Cm ²	Scissometro Tascabile N/Cm ²	Strum. Geotecnica piez. Tubo aperto
21		Limo sabbioso argilloso	20,90									
22		Limo sabbioso di colore grigio, poco consistente	21,80						W/CS			
23		Argilla limosa debolmente sabbiosa di colore grigio a tratti marrone scuro, poco consistente					RILEVATA A M. 8,30 DI PROFONDITA'					
24								23,40 S1 C12 23,80		4,5	4,00	
25										2,0	4,00	
26		Argilla di colore grigio chiaro, con sporadiche concrezioni biancastre, mediamente consistenti	25,70						W/CS			
27									3,0	7,00		
28									3,0	8,00		
29									3,5	9,00		
30			30,00						4,0	10,00		
31												
32												
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												
Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa Corona: W-Widia, D-Diamantata								Cassette catalogatrici N° 6		Redattore		

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 59 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

													
Redattore Dott. Geol. Marco Andolina	Oggetto MET. SANSEPOLCRO-TERRANUOVA BRACCIOLINI Campagna geognostica	Ordine n° IP1078IP01	Pag. 1/2										
Operatore Pasquale Patti	Opera _____	Quota Bocca Foro s.l.m.: 321,00 m.	Coordinate X Y X:264986,21 - Y:4828134,95										
Tipo di perforazione: Carotaggio continuo a rotaz. idraulica	SONDAGGIO S 3	Profondità raggiunta 30,00 m.	Inizio/Fine - Esecuzione 28/01/20 - 29/01/20										
Tipo sonda: CMV 800													
Scala (mt.)	Litologia	Descrizione	Quota	RQD %	%Carotaggio	Quota Sonda acquifera	S.P.T.	Prelievo Campioni	Caratteristica	Probetta Prossimetro Kg/Cm ²	Scissometro Tascabile N/Cm ²	Strum. Geotecnica	
1		Limo argilloso debolmente sabbioso di colore nocciola scuro poco consistente	1,20								10,00	2,5	
2		Argilla limosa debolmente sabbiosa di colore nocciola chiaro mediamente consistente							W/Cs	12,00	3		
3										3,00	F.S.	4	
4			4,10							$\frac{S3 C11}{3,40}$	F.S.	F.S.	
5		Argilla sabbiosa di colore nocciola chiaro a buona consistenza. Da 5,20 m. presenza di ciottoli centimetrici	5,80										
6		Argilla limosa di colore nocciola con ciottoli centimetrici sub-arrotondati	6,50						W/Cs		F.S.	F.S.	
7								$\frac{n^{\circ} 21:43:Rf}{6,50}$		F.S.	F.S.		
8		Argilla limosa sabbiosa di colore grigiastro, con ghiaia fine centimetrica arrotondata.											
9			9,00										
10													
11		Ghiaia media con ciottoli sub-arrotanti, poligenici, immersi in matrice limo-argillosa di colore grigio-avana .							RILEVATA A M. 11,40 DI PROFONDITA'				
12			11,40							$\frac{n^{\circ} 28:50:Rf}{12,30}$			
13			13,40								6,00	1,5	
14		Argilla di colore grigio poco consistente											
15			15,00							$\frac{14,60}{S3 C12}$	7,00	2,0	
16		Argilla debolmente limosa di colore nocciola chiaro, talora con inclusi nerastri, poco consistente.	16,40								7,00	3,0	
17		Argilla limosa debolmente sabbiosa con inclusi ciottoli centimetrici di colore marrone, poco consistente.									6,00	1,5	
18											5,00	1,0	
19		Limo sabbioso argilloso, talora con livelli ghiaiosi fini, di colore nocciola, poco addensate	18,80								3,00	1,0	
20													
Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa Corona: W-Widia, D-Diamantata										Redattore			

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 60 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

												
Redattore Dott. Geol. Marco Andolina	Oggetto MET. SANSEPOLCRO-TERRANUOVA BRACCIOLINI Campagna geognostica		Ordine n° IP1078IP01	Pag. 2/2								
Operatore Pasquale Patti	Opera _____	Quota Bocca Foro s.l.m.: 321,00 m.	Coordinate X Y X:264986,21 - Y:4828134,95									
Tipo di perforazione: Carotaggio continuo a rotaz. idraulica	SONDAGGIO S 3		Profondità raggiunta 30,00 m.	Inizio/Fine - Esecuzione 28/01/20 - 29/01/20								
Tipo sonda: CMV 800												
Scala (mt.)	Litologia	Descrizione	Quota	RQD %	%Carotaggio 20 40 60 80 100	Quota sonda acquire	S.P.T.	Prelievo Campioni	Carota Carotiere	Pocket Penetrometer Kg/Cm ²	Scissometro Tascabile N/Cm ²	Strum. Geotecnica
21		Limo sabbioso argilloso, talora con	20,60									
22		Sabbia limosa con ghiaia fine, a tratti debolmente argillosa, di colore nocciola, poco addensata.	23,40						W/CS			
23												
24		Ghiaia, centimetrica, poligenica con ciottoli arrotondati, immersa in scarsa matrice sabbiosa, mediamente addensata.							W/CS			
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32												
33												
34												
35												
36												
37												
38												
39												
40												
Perforazione: CS-Carotiere Semplice, CD-Carotiere Doppio, Prove SPT: PA-Punta Aperta, PC-Punta Chiusa Corona: W-Widia, D-Diamantata						Cassette catalogatrici N° 6		Redattore				

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 61 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

Appendice 2: 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 addotte 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);
- h , altezza del pelo libero rispetto ad un livello di riferimento orizzontale (m);

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 62 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

- 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 ragguaglio 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,
- C è il coefficiente di contrazione o espansione.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 63 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

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 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.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 64 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

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.

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

	PROGETTISTA  TechnipFMC	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 65 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

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

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 e 1 rispettivamente le sezioni di monte e di valle del tratto considerato, si esprime come

$$\frac{\beta_2 Q_2^2}{gA_2} + A_2 Y_{2,b} + \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot L \cdot i - \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot L \cdot J_m - \frac{\beta_1 Q_1^2}{gA_1} - A_1 Y_{1,b} = 0$$

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/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 66 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

Appendice 3: 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
XXXXXXXX XXXX   X        XXX XXXX   XXXXXX   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: Tevere
Project File : Tevere.prj

Project in SI units

PLAN DATA

Plan Title: Plan 01
Plan File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Sansepolcro\Tevere.p01

Geometry Title: Tevere
Geometry File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Sansepolcro\Tevere.g01

Flow Title : Tevere
Flow File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Sansepolcro\Tevere.f01

Plan Summary Information:

Number of: Cross Sections = 15 Multiple Openings = 0
= 0 Inline Structures = 0
Bridges = 0 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: Tevere
Flow File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Sansepolcro\Tevere.f01

Flow Data (m3/s)

River	Reach	RS	Qprog
Tevere	alveo	70	666

Boundary Conditions

River	Reach	Profile	Upstream	Downstream
Tevere	alveo	Qprog	Normal S = 0.005	Normal S = 0.005

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 67 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

GEOMETRY DATA

Geometry Title: Tevere

Geometry File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Sansepolcro\Tevere.g01

CROSS SECTION

RIVER: Tevere

REACH: alveo RS: 70

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num= 420									
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	322.63	1	322.62	2	322.62	3	322.68	4	322.69		
5	322.69	6	322.71	7	322.7	8	322.7	9	322.73		
10	322.75	11	322.76	12	322.78	13	322.77	14	322.78		
15	322.75	16	322.77	17	322.83	18	322.83	19	323.23		
20	324.01	21	324.67	22	324.89	23	324.95	24	324.93		
25	324.94	26	324.9	27	324.84	28	324.84	29	324.81		
30	324.85	31	324.79	32	324.78	33	324.93	34	324.84		
35	324.86	36	324.89	37	325.04	38	325.05	39	325.06		
40	324.98	41	325.09	42	325.25	43	325.44	44	325.11		
45	324.92	46	324.8	47	324.73	48	324.66	49	324.63		
50	324.55	51	324.47	52	324.81	53	324.96	54	324.91		
55	324.84	56	324.81	57	324.79	58	324.8	59	324.79		
60	324.83	61	324.72	62	324.72	63	324.71	64	324.62		
65	324.8	66	324.83	67	324.77	68	324.71	69	324.66		
70	324.63	71	324.59	72	324.65	73	324.73	74	324.83		
75	324.86	76	324.79	77	324.74	78	324.68	79	324.67		
80	324.7	81	324.69	82	324.68	83	324.69	84	324.69		
85	324.66	86	324.65	87	324.68	88	324.66	89	324.65		
90	324.66	91	324.81	92	324.91	93	324.83	94	324.74		
95	324.69	96	324.71	97	324.75	98	324.77	99	324.75		
100	324.73	101	324.74	102	324.65	103	324.57	104	324.51		
105	324.53	106	324.59	107	324.61	108	324.62	109	324.63		
110	324.62	111	324.62	112	324.65	113	324.66	114	324.65		
115	324.64	116	324.67	117	324.76	118	324.85	119	324.98		
120	325.04	121	324.93	122	324.55	123	323.71	124	322.8		
125	322.38	126	322.25	127	322.02	128	321.68	129	321.21		
130	321	131	320.91	132	320.74	133	320.62	134	320.53		
135	320.35	136	320.07	137	319.81	138	319.8	139	319.88		
140	319.87	141	319.78	142	319.71	143	319.82	144	320.07		
145	320.28	146	320.4	147	320.4	148	320.4	149	320.47		
150	320.52	151	320.53	152	320.63	153	320.75	154	320.79		
155	320.85	156	320.9	157	320.83	158	320.76	159	320.74		
160	320.74	161	320.76	162	320.76	163	320.59	164	320.14		
165	319.58	166	319.17	167	318.98	168	318.88	169	318.86		
170	318.97	171	319.06	172	319.12	173	319.24	174	319.29		
175	319.25	176	319.24	177	319.29	178	319.36	179	319.39		
180	319.4	181	319.41	182	319.42	183	319.49	184	319.52		
185	319.51	186	319.54	187	319.58	188	319.66	189	319.73		
190	319.76	191	319.77	192	319.79	193	319.75	194	319.63		
195	319.61	196	319.68	197	319.87	198	319.99	199	320		
200	320	201	320	202	320	203	320.04	204	320.18		
205	320.32	206	320.37	207	320.36	208	320.32	209	320.2		
210	320.15	211	320.21	212	320.23	213	320.28	214	320.38		
215	320.36	216	320.33	217	320.31	218	320.27	219	320.22		
220	320.25	221	320.37	222	320.29	223	320.2	224	319.84		
225	319.53	226	319.42	227	319.24	228	319.01	229	318.97		
230	318.93	231	318.77	232	318.77	233	318.77	234	318.75		
235	318.73	236	318.78	237	318.73	238	318.72	239	318.81		
240	318.73	241	318.69	242	318.92	243	318.97	244	319.15		
245	319.25	246	319.37	247	319.41	248	319.41	249	319.44		
250	319.44	251	319.41	252	319.46	253	319.46	254	319.49		
255	319.45	256	319.45	257	319.49	258	319.64	259	319.97		
260	320.46	261	321.44	262	321.75	263	321.87	264	322.15		
265	322.31	266	322.41	267	322.48	268	322.51	269	322.55		
270	322.71	271	322.79	272	322.92	273	323.01	274	323.02		
275	323.02	276	323.1	277	323.27	278	323.37	279	323.48		
280	323.78	281	323.92	282	324.07	283	324.16	284	324.19		

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 68 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

285	324.37	286	324.47	287	324.56	288	324.58	289	324.5
290	324.48	291	324.44	292	324.47	293	324.48	294	324.48
295	324.44	296	324.48	297	324.55	298	324.54	299	324.49
301	324.33	303	324.34	305	324.4	307	324.6	309	324.64
311	324.4	313	324.47	315	324.54	317	324.41	319	324.29
321	324.87	323	324.75	325	324.74	327	324.59	329	324.74
331	324.93	333	324.51	335	324.48	337	324.47	339	324.41
341	323.54	343	323.41	345	323.64	347	324.32	349	324.4
351	324.07	353	323.94	355	324.06	357	324.44	359	324.71
361	324.94	363	324.72	365	324.77	367	324.95	369	324.99
371	324.62	373	324.52	375	324.38	377	324.28	379	324.25
381	323.72	383	323.46	385	323.57	387	323.79	389	324.06
391	324.46	393	324.61	395	324.58	397	324.61	399	324.73
401	324.57	403	324.62	405	324.79	407	324.74	409	324.42
411	324.26	413	324.24	415	323.89	417	323.85	419	324.54
421	324.84	423	324.89	425	325.11	427	325.02	429	324.96
431	324.93	433	324.72	435	324.27	437	323.97	439	323.49
441	323.42	443	323.41	445	323.06	447	322.88	449	322.66
451	323.15	453	323.27	455	323.31	457	323.56	459	323.62
461	323.79	463	323.78	465	323.76	467	323.06	469	323.23
471	323.21	473	323.41	475	323.62	477	323.78	479	323.78
481	323.79	483	323.89	485	324.13	487	324.37	489	324.56
486	324.79	487	324.91	488	325.04	489	325.09	490	325.16
491	325.18	492	325.19	493	325.25	494	325.2	495	324.81
496	324.11	497	323.07	498	321.94	499	321.87	500	321.77
501	321.85	502	322.1	503	322.32	504	322.44	505	322.43
506	322.4	507	322.42	508	322.47	509	322.48	510	322.47

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 122 .04 285 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
122 285 99.16 99.16 99.16 .1 .3
Left Levee Station= 120 Elevation= 325.04
Right Levee Station= 288 Elevation= 324.58

CROSS SECTION OUTPUT Profile #Qprog

E.G. Elev (m)	321.92	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.48	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	321.44	Reach Len. (m)	99.16	99.16	99.16
Crit W.S. (m)	321.18	Flow Area (m2)		216.55	
E.G. Slope (m/m)	0.007988	Area (m2)		216.55	
Q Total (m3/s)	666.00	Flow (m3/s)		666.00	
Top Width (m)	132.50	Top Width (m)		132.50	
Vel Total (m/s)	3.08	Avg. Vel. (m/s)		3.08	
Max Chl Dpth (m)	2.75	Hydr. Depth (m)		1.63	
Conv. Total (m3/s)	7451.7	Conv. (m3/s)		7451.7	
Length Wtd. (m)	99.16	Wetted Per. (m)		134.10	
Min Ch El (m)	318.69	Shear (N/m2)		126.50	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	24417.71	5745.35	13788.83
Frctn Loss (m)	0.51	Cum Volume (1000 m3)		315.12	
C & E Loss (m)	0.06	Cum SA (1000 m2)		175.42	

CROSS SECTION

RIVER: Tevere
REACH: alveo RS: 65.*

INPUT

Description:

Station	Elevation	Data	num=	448					
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	321.85	1.36	321.85	2.372	321.869	3.163	321.87	4.08	321.872
5.44	321.891	6.326	321.88	7.116	321.888	8.16	321.892	9.488	321.91
10.279	321.902	11.07	321.906	12.24	321.9	13.442	321.939	14.233	321.947
15.023	322.155	16.32	322.756	17.395	322.981	18.186	323.008	19.04	322.995
20.4	322.994	21.349	322.932	22.14	322.906	23.12	322.86	24.48	322.816
25.302	322.846	26.093	322.96	27.2	322.984	28.465	323.293	29.256	323.582
30.047	323.79	31.28	323.968	32.419	324.114	33.209	324.336	34.916	324.498
35.832	324.402	36.747	324.11	37.663	323.779	38.579	323.479	39.506	323.198

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/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 69 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

40.608 323.048 41.709 323.022 42.81 322.976 43.911 323.119 44.989 323.168
45.905 323.13 46.821 323.083 47.737 323.043 48.653 323.022 49.568 322.991
50.519 322.99 51.62 322.989 52.722 322.998 53.823 322.929 54.924 322.904
55.979 322.905 56.895 322.864 57.811 322.886 58.726 322.887 59.642 322.881
60.558 322.857 61.532 322.803 62.633 322.742 63.734 322.7 64.835 322.662
65.937 322.663 66.968 322.657 67.884 322.708 68.8 322.699 69.716 322.66
70.632 322.628 71.547 322.597 72.544 322.533 73.646 322.503 74.747 322.5
75.848 322.492 76.949 322.476 77.958 322.48 78.874 322.46 79.789 322.436
80.705 322.418 81.621 322.419 82.537 322.424 83.557 322.402 84.658 322.372
85.759 322.37 86.861 322.449 87.962 322.472 88.947 322.429 89.863 322.387
90.779 322.366 91.695 322.369 92.611 322.374 93.526 322.385 94.57 322.374
95.671 322.469 96.772 322.792 97.873 323.013 98.975 323.028 99.937 322.92
100.853 322.639 101.768 322.315 102.684 322.181 103.6 322.152 104.516 322.16
105.582 322.193 106.684 322.278 107.785 322.306 108.886 322.33 109.987 322.384
110.926 322.434 111.842 322.432 112.758 322.422 113.674 322.585 114.589 322.863
115.505 322.97 116.595 323 117.696 323.067 118.797 323.127 119.899 323.07
121 322.69 122.217 321.682 123.435 321.275 124.043 321.095 125.261 320.566
126.478 320.292 127.087 320.158 128.304 319.959 129.4 319.673 130.13 319.464
131.348 319.414 132.2 319.332 133.174 319.232 134.391 319.364 135.609 319.504
136.826 319.502 137.8 319.55 138.652 319.527 139.87 319.583 140.6 319.576
141.696 319.512 142.913 319.315 143.522 319.248 144.739 319.193 145.957 319.043
146.565 318.804 147.783 318.314 149 318.165 150.057 318.212 151.114 318.29
152.171 318.377 153.229 318.354 154.286 318.416 155.343 318.439 156.4 318.451
157.457 318.503 158.25 318.508 159.043 318.536 160.1 318.613 161.157 318.635
162.214 318.626 163.271 318.558 164.329 318.69 165.386 318.757 166.443 318.758
167.5 318.78 168.557 318.915 169.614 318.931 170.671 318.846 171.729 318.847
172.786 318.877 173.843 318.913 174.9 318.883 175.957 318.833 176.75 318.875
177.543 318.862 178.6 318.633 179.657 318.419 180.714 318.21 181.771 318.166
182.829 318.082 183.886 318.068 184.943 318.079 186 318.045 187.038 318.078
188.076 318.162 189.114 318.345 190.152 318.629 191.19 318.527 192.228 318.541
193.266 318.549 194.304 318.602 195.342 318.636 196.38 318.759 197.418 318.728
198.456 318.731 199.494 318.739 200.013 318.659 201.051 318.551 202.089 318.628
203.127 318.665 204.165 318.717 205.203 318.839 206.241 318.856 207.278 318.883
208.316 318.89 209.354 318.787 210.392 318.674 211.43 318.771 212.468 318.833
213.333 318.935 214.025 318.954 215.063 318.977 216.101 318.871 217.139 318.824
218.177 318.678 219.215 318.586 220.253 318.485 221.291 318.543 222.329 318.862
223.367 318.935 224.405 318.794 225.443 318.587 226.481 318.381 227.977 318.404
228.955 318.448 229.932 318.583 230.909 318.677 231.886 318.811 232.864 318.865
233.841 318.976 234.818 319.12 235.795 319.236 236.773 319.308 237.75 319.36
238.727 319.366 239.705 319.389 240.682 319.344 241.659 319.312 242.636 319.325
243.614 319.414 244.591 319.616 245.568 319.803 246.545 320.173 247.523 320.207
249.477 320.273 250.455 320.286 251.432 320.222 252.409 320.244 253.386 320.275
254.364 320.315 255.341 320.438 256.318 320.482 257.295 320.513 258.273 320.695
259.25 320.992 260.227 321.266 261.205 321.503 262.182 321.733 263.159 321.889
264.136 321.975 265.114 322.105 266.091 322.12 267.068 322.273 268.045 322.379
269.023 322.538 270.985 322.859 271.971 323.023 272.956 323.054 273.941 322.997
274.926 322.985 275.912 322.944 276.897 322.907 277.882 322.885 278.868 322.836
279.853 322.821 280.838 322.857 281.824 322.872 282.809 322.852 283.794 322.84
285.227 322.787 286.242 322.771 287.735 322.748 289.288 322.754 290.303 322.815
291.676 322.905 293.348 322.927 294.364 322.881 295.618 322.81 297.409 322.832
298.424 322.865 299.559 322.916 301.47 322.822 302.485 322.761 304.515 322.889
305.53 323.033 307.441 322.958 308.576 322.957 309.591 322.938 311.382 322.784
312.636 322.743 313.652 322.744 315.324 322.66 316.697 322.469 317.712 322.507
319.265 322.505 320.758 322.491 321.773 322.502 323.206 322.482 324.818 322.104
325.833 321.998 327.147 321.956 328.879 322.041 329.894 322.214 331.088 322.431
332.939 322.483 333.955 322.42 335.029 322.334 337 322.245 338.971 322.333
340.045 322.469 341.061 322.568 342.912 322.688 344.106 322.75 345.121 322.762
346.853 322.674 348.167 322.697 349.182 322.746 350.794 322.824 352.227 322.815
353.242 322.775 354.735 322.638 356.288 322.586 357.303 322.554 358.676 322.498
360.348 322.463 361.364 322.46 362.618 322.433 364.409 322.174 365.424 322.09
366.559 322.018 368.47 322.043 369.485 322.113 371.515 322.275 372.53 322.351
374.441 322.573 375.576 322.623 376.591 322.654 378.382 322.645 379.636 322.68
380.652 322.704 382.324 322.763 383.697 322.699 384.712 322.695 386.265 322.715
387.758 322.779 388.773 322.788 390.206 322.798 391.818 322.699 392.833 322.673
394.147 322.661 395.879 322.676 396.894 322.626 398.088 322.568 399.939 322.586
400.955 322.737 402.029 322.925 404 323.055 405.971 323.046 407.045 323.1
408.061 323.137 409.912 323.085 411.106 323.077 412.121 323.078 413.853 323.029
415.167 322.945 416.182 322.859 417.794 322.672 419.227 322.581 420.242 322.492
421.735 322.293 423.288 322.252 424.303 322.238 425.676 322.216 427.348 322.047
428.364 321.987 429.379 321.936 430.394 321.877 431.588 321.805 433.439 322.045
434.455 322.087 435.529 322.115 437.5 322.115 439.471 322.226 440.545 322.251
441.561 322.225 443.412 322.331 444.606 322.332 445.621 322.314 447.353 322.297
448.667 322.077 449.682 321.965 451.294 322.009 452.727 322.003 453.742 322.029

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 70 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

455.235	322.097	456.788	322.203	457.803	322.244	459.176	322.305	460.848	322.3
461.864	322.282	463.118	322.28	464.103	322.373	465.088	322.706	466.074	323.085
467.059	323.506	468.044	324.117	469.029	324.197	470.015	324.291	471.784	324.35
472.568	324.361	473.762	324.347	474.919	324.314	475.703	323.917	476.524	323.34
477.905	322.985	478.838	322.673	479.622	322.55	480.667	322.315	481.973	321.793
482.757	321.435	483.541	321.227	484.81	321.142	485.892	321.116	486.676	321.124
487.571	321.139	488.952	321.255	489.811	321.368	490.595	321.436	491.714	321.446
492.946	321.426	493.73	321.428	494.514	321.45	495.857	321.385	496.865	321.403
497.649	321.417	498.619	321.402	500	321.395				

Manning's n Values num= 3
 Sta n Val Sta n Val
 0 .055 121 .04 270.985 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
 121 270.985 99.16 99.16 99.16 .1 .3
 Left Levee Station= 119 Elevation= 323.145
 Right Levee Station= 273 Elevation= 323.055

CROSS SECTION

RIVER: Tevere
 REACH: alveo RS: 60

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 491

Sta	Elev								
0	321.07	1	321.08	2	321.05	3	321.05	4	321.08
5	321.05	6	321.03	7	321.04	8	321.03	9	321.04
10	321.05	11	321.08	12	321.08	13	321.07	14	321.06
15	321.08	16	321	17	320.9	18	320.84	19	320.96
20	321.12	21	321.74	22	322.49	23	322.92	24	323.18
25	323.76	26	323.83	27	323.82	28	323.36	29	322.78
30	322.24	31	321.74	32	321.46	33	321.49	34	321.5
35	321.47	36	321.42	37	321.38	38	321.34	39	321.3
40	321.26	41	321.24	42	321.19	43	321.18	44	321.19
45	321.18	46	321.15	47	321.13	48	321.08	49	321.1
50	321.09	51	321.04	52	320.96	53	320.95	54	320.95
55	320.9	56	320.84	57	320.78	58	320.76	59	320.72
60	320.67	61	320.59	62	320.61	63	320.55	64	320.49
65	320.48	66	320.46	67	320.39	68	320.35	69	320.3
70	320.3	71	320.29	72	320.27	73	320.27	74	320.23
75	320.2	76	320.18	77	320.18	78	320.17	79	320.15
80	320.1	81	320.08	82	320.08	83	320.09	84	320.03
85	320.02	86	320.01	87	320.02	88	320.04	89	320.03
90	320.02	91	319.97	92	320.03	93	320.49	94	321.16
95	321.33	96	321.41	97	321.26	98	320.75	99	320.11
100	319.81	101	319.71	102	319.71	103	319.74	104	319.9
105	319.97	106	320.01	107	320.05	108	320.12	109	320.21
110	320.21	111	320.2	112	320.52	113	321.04	114	321.18
115	321.15	116	321.15	117	321.16	118	321.25	119	321.2
120	320.83	121	320.22	122	319.65	123	319.22	124	318.83
125	318.61	126	318.6	127	318.35	128	317.77	129	317.47
130	317.45	131	317.49	132	317.52	133	317.44	134	317.37
135	317.39	136	317.43	137	317.5	138	317.59	139	317.7
140	317.95	141	318.3	142	318.51	143	318.42	144	318.3
145	318.32	146	318.32	147	318.32	148	318.33	149	318.38
150	318.43	151	318.45	152	318.49	153	318.6	154	318.73
155	318.71	156	318.66	157	318.64	158	318.66	159	318.7
160	318.67	161	318.51	162	318.33	163	318.3	164	318.37
165	318.46	166	318.51	167	318.54	168	318.57	169	318.65
170	318.79	171	318.9	172	318.95	173	318.94	174	318.94
175	319	176	319.01	177	319.02	178	318.99	179	318.82
180	318.59	181	318.6	182	318.72	183	318.8	184	318.86
185	318.93	186	319.1	187	319.16	188	319.18	189	319.24
190	319.23	191	319.12	192	319.02	193	319	194	318.93
195	318.86	196	318.64	197	318.48	198	318.46	199	318.4
200	318.26	201	318.23	202	318.38	203	318.84	204	319.02
205	319.09	206	319.17	207	319.15	208	318.89	209	318.82
210	318.48	211	318.2	212	318.07	213	317.86	214	317.89
215	317.93	216	318.03	217	318.12	218	318.29	219	318.33
220	318.64	221	318.89	222	319.13	223	319.27	224	319.25

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 71 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

225	319.3	226	319.27	227	319.18	228	319.16	229	319.16
230	319.28	231	319.18	232	318.93	233	318.67	234	318.52
235	318.39	236	318.25	237	318	238	318.01	239	318.05
240	318.09	241	318.2	242	318.16	243	318.07	244	318.64
245	319.29	246	319.78	247	320.09	248	320.38	249	320.47
250	320.47	251	320.29	252	320.46	253	320.57	254	320.87
255	321.2	256	321.25	257	321.5	258	321.53	259	321.49
260	321.49	261	321.44	262	321.32	263	321.28	264	321.16
265	321.22	266	321.24	267	321.17	268	321.16	269	321.21
270	321.2	271	321.21	272	321.17	273	321.14	274	321.12
275	321.17	276	321.22	277	321.19	278	321.22	279	321.21
280	321.22	281	321.22	282	321.2	283	321.23	284	321.29
285	321.31	286	321.23	287	321.17	288	321.16	289	321.19
290	321.2	291	321.21	292	321.16	293	321.17	294	321.15
295	321.1	296	320.94	297	320.8	298	320.72	299	320.5
300	320.33	301	320.3	302	320.51	303	320.53	304	320.53
305	320.51	306	320.55	307	320.55	308	320.56	309	320.51
310	320.5	311	320.5	312	320.51	313	320.47	314	320.52
315	320.54	316	320.55	317	320.57	318	320.59	319	320.6
320	320.57	321	320.55	322	320.54	323	320.61	324	320.67
325	320.68	326	320.65	327	320.67	328	320.65	329	320.61
330	320.62	331	320.63	332	320.64	333	320.69	334	320.71
335	320.69	336	320.65	337	320.65	338	320.67	339	320.64
340	320.63	341	320.63	342	320.62	343	320.61	344	320.63
345	320.65	346	320.62	347	320.6	348	320.58	349	320.57
350	320.58	351	320.55	352	320.52	353	320.55	354	320.6
355	320.62	356	320.63	357	320.66	358	320.69	359	320.7
360	320.7	361	320.71	362	320.71	363	320.76	364	320.78
365	320.79	366	320.8	367	320.78	368	320.81	369	320.81
370	320.81	371	320.81	372	320.8	373	320.84	374	320.88
375	320.92	376	320.98	377	321.05	378	321.09	379	321.11
380	321.15	381	321.23	382	321.32	383	321.32	384	321.31
385	321.31	386	321.3	387	321.27	388	321.24	389	321.2
390	321.19	391	321.17	392	321.15	393	321.15	394	321.17
395	321.2	396	321.17	397	321.11	398	321.1	399	321.08
400	321.08	401	321.07	402	321.11	403	321.13	404	321.11
405	321.08	406	321.07	407	321.06	408	321.03	409	321.01
410	320.98	411	320.98	412	320.97	413	320.96	414	320.95
415	320.95	416	320.97	417	320.97	418	320.96	419	320.95
420	320.92	421	320.91	422	320.89	423	320.91	424	320.82
425	320.83	426	320.88	427	320.88	428	320.85	429	320.82
430	320.84	431	320.86	432	320.84	433	320.8	434	320.78
435	320.79	436	320.8	437	320.77	438	320.8	439	320.83
440	320.82	441	320.82	442	320.85	443	320.82	444	320.78
445	320.77	446	320.77	447	321.19	448	321.71	449	322.32
450	323.44	451	323.48	452	323.54	453	323.64	454	323.57
455	323.56	456	323.53	457	323.5	458	323.44	459	322.62
460	321.45	461	321.03	462	320.71	463	320.41	464	320.46
465	320.52	466	320.52	467	320.46	468	320.38	469	320.52
470	320.42	471	320.41	472	320.44	473	320.45	474	320.43
475	320.41	476	320.41	477	320.5	478	320.53	479	320.47
480	320.43	481	320.42	482	320.44	483	320.5	484	320.35
485	320.35	486	320.35	487	320.36	488	320.31	489	320.37
490	320.32								

Manning's n Values num= 3
 Sta n Val Sta n Val Sta n Val
 0 .055 120 .04 255 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
 120 255 84.155 84.155 84.155 .1 .3
 Left Levee Station= 118 Elevation= 321.25
 Right Levee Station= 258 Elevation= 321.53

CROSS SECTION OUTPUT Profile #Qprog

E.G. Elev (m)	320.95	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.34	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	320.61	Reach Len. (m)	84.15	84.15	84.15
Crit W.S. (m)	319.98	Flow Area (m2)		258.53	
E.G. Slope (m/m)	0.004466	Area (m2)		258.53	
Q Total (m3/s)	666.00	Flow (m3/s)		666.00	
Top Width (m)	132.79	Top Width (m)		132.79	

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/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 72 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

Vel Total (m/s)	2.58	Avg. Vel. (m/s)	2.58
Max Chl Dpth (m)	3.24	Hydr. Depth (m)	1.95
Conv. Total (m3/s)	9966.3	Conv. (m3/s)	9966.3
Length Wtd. (m)	84.15	Wetted Per. (m)	135.01
Min Ch El (m)	317.37	Shear (N/m2)	83.85
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	23460.17 5649.59 12352.50
Frctn Loss (m)	0.38	Cum Volume (1000 m3)	264.18
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	148.85

CROSS SECTION

RIVER: Tevere

REACH: alveo

RS: 55.*

INPUT

Description:

Station	Elevation	Data	num=	400	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	320.67	1.125	320.671	2.25	320.66	3.375	320.671	4.5	320.645			
5.625	320.626	6.75	320.628	7.875	320.629	9	320.62	10.125	320.655			
11.25	320.677	12.375	320.691	13.5	320.72	14.625	320.672	15.75	320.655			
16.875	320.71	18	320.85	19.125	321.424	20.25	322.088	21.375	322.592			
22.5	323.185	23.592	323.214	24.684	323.13	25.776	322.805	26.868	322.431			
27.961	321.96	28.956	321.536	29.878	321.419	30.8	321.132	31.722	320.836			
32.644	320.678	33.567	320.668	34.513	320.669	35.605	320.651	36.697	320.636			
37.789	320.611	38.882	320.596	39.974	320.605	40.944	320.6	41.867	320.589			
42.789	320.589	43.711	320.583	44.633	320.607	45.556	320.594	46.526	320.558			
47.618	320.519	48.711	320.505	49.803	320.5	50.895	320.451	51.987	320.421			
52.933	320.423	53.856	320.394	54.778	320.365	55.7	320.329	56.622	320.344			
57.544	320.31	58.539	320.275	59.632	320.262	60.724	320.234	61.816	320.217			
62.908	320.175	64	320.135	65.092	320.168	66.184	320.205	67.276	320.244			
68.368	320.184	69.461	320.191	70.456	320.176	71.378	320.189	72.3	320.173			
73.222	320.142	74.144	320.142	75.067	320.158	76.013	320.149	77.105	320.124			
78.197	320.123	79.289	320.113	80.382	320.143	81.474	320.14	82.444	320.126			
83.367	320.115	84.289	320.159	85.211	320.395	86.133	320.734	87.056	320.829			
88.026	320.861	89.118	320.75	90.211	320.44	91.303	320.159	92.395	320.066			
93.487	320.055	94.433	320.074	95.356	320.162	96.278	320.2	97.2	320.21			
98.122	320.217	99.044	320.258	100.039	320.285	101.132	320.299	102.224	320.317			
103.316	320.589	104.408	320.842	105.5	320.975	107	321.045	108.5	320.9			
110	320.8	111.5	320.75	113	320.61	114.2	320.091	115.4	319.573			
116.429	318.932	117.286	318.621	118.143	318.462	119.857	317.847	120.714	317.593			
121.571	317.454	122.6	317.323	123.8	317.201	125	317.125	127	317.21			
129	317.395	131	317.76	133	318.15	135	318.26	137	318.23			
139	318.265	141	318.295	143	318.32	145	318.405	147	318.115			
149	318.21	151	318.37	153	318.245	155	318.235	157	318.28			
159	318.29	161	318.47	163	318.565	165	318.555	167	318.585			
169	318.605	171	318.495	173	318.56	175	318.425	177	318.68			
179	318.75	181	318.785	183	318.525	185	318.46	187	318.305			
189	318.215	191	318.14	193	318.185	195	318.465	197	318.525			
199	318.435	201	318.27	203	318.035	205	317.965	207	317.995			
209	318.04	211	318.135	213	318.34	215	318.365	217	318.24			
219	318.16	221	318.2	223	317.965	225	317.78	227	317.755			
229	317.75	231	317.795	233	317.83	235	317.91	237	318.49			
239	318.97	241	319.34	243	319.635	245	320.395	246.523	320.581			
247.568	320.608	248.614	320.611	249.659	320.628	250.705	320.63	251.75	320.638			
252.795	320.635	253.841	320.667	254.886	320.664	255.932	320.667	256.977	320.679			
258.023	320.671	259.068	320.687	260.114	320.718	261.159	320.73	262.205	320.721			
263.25	320.753	264.295	320.789	265.341	320.8	266.386	320.977	267.432	321.108			
268.477	321.129	269.846	321.171	270.692	321.15	271.538	321.135	272.667	321.09			
273.889	321.044	274.923	320.942	275.769	320.919	276.615	320.897	277.556	320.884			
278.778	320.894	280	320.9	281.222	320.941	282.444	320.942	283.385	320.942			
284.231	320.97	285.077	320.982	286.111	320.898	287.333	320.887	288.462	320.853			
289.308	320.828	290.154	320.799	291.846	320.792	292.692	320.766	293.538	320.693			
294.667	320.643	295.889	320.617	296.923	320.638	297.769	320.621	298.615	320.566			
299.556	320.539	300.778	320.481	302	320.37	303.222	320.387	304.444	320.302			
305.385	320.209	306.231	320.177	307.077	320.258	308.111	320.26	309.333	320.268			
310.462	320.28	311.308	320.286	312.154	320.301	313.846	320.306	314.692	320.315			
315.538	320.32	316.667	320.303	317.889	320.328	318.923	320.314	319.769	320.32			
320.615	320.337	321.556	320.363	322.778	320.359	324	320.325	325.222	320.373			
326.444	320.399	327.385	320.377	328.231	320.38	329.077	320.364	330.111	320.341			
331.333	320.343	332.462	320.355	333.308	320.392	334.154	320.413	335.846	320.407			
336.692	320.417	337.538	320.428	338.667	320.388	339.889	320.375	340.923	320.37			

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 73 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

341.769	320.365	342.615	320.374	343.556	320.378	344.778	320.324	346	320.29
347.222	320.282	348.444	320.262	349.385	320.241	350.231	320.255	351.077	320.278
352.111	320.281	353.333	320.295	354.462	320.324	355.308	320.336	356.154	320.34
357.846	320.321	358.692	320.329	359.538	320.33	360.667	320.342	361.889	320.347
362.923	320.368	363.769	320.359	364.615	320.344	365.556	320.324	366.778	320.311
368	320.32	369.222	320.328	370.444	320.351	371.385	320.367	372.231	320.373
373.077	320.391	374.111	320.445	375.333	320.495	376.462	320.49	377.308	320.484
378.154	320.475	379.846	320.459	380.692	320.451	381.538	320.455	382.667	320.437
383.889	320.42	384.923	320.43	385.769	320.44	386.615	320.417	387.556	320.374
388.778	320.374	390	320.385	391.222	320.374	392.444	320.379	393.385	320.37
394.231	320.362	395.077	320.366	396.111	320.362	397.333	320.333	398.462	320.31
399.308	320.316	400.154	320.313	401.846	320.283	402.692	320.275	403.538	320.285
404.667	320.278	405.889	320.271	406.923	320.263	407.769	320.257	408.615	320.244
409.556	320.245	410.778	320.233	412	320.27	413.222	320.283	414.444	320.262
415.385	320.278	416.231	320.285	417.077	320.268	418.111	320.233	419.333	320.238
420.462	320.254	421.308	320.237	422.154	320.233	423.846	320.195	424.692	320.175
425.538	320.167	426.667	320.163	427.889	320.301	428.923	320.52	429.769	321.069
430.615	321.678	431.556	322.357	432.778	322.936	434	323.03	435.079	323.153
436.158	323.096	437.237	323.053	438.316	322.954	439.395	322.62	440.474	321.823
441.455	321.072	442.386	320.388	443.318	320.161	444.25	320.05	445.182	319.94
446.114	319.856	447.045	319.893	448.026	319.945	449.105	319.952	450.184	319.956
451.263	319.938	452.342	320.044	453.421	319.997	454.5	320.015	455.579	320.032
456.658	320.047	457.737	320.042	458.816	320.048	459.895	320.063	460.974	320.134
461.955	320.154	462.053	320.154	463.132	320.131	464.211	320.138	465.289	320.127
466.368	320.157	467.447	320.199	468.477	320.108	469.409	320.1	470.341	320.1
471.273	320.108	472.205	320.1	473.136	320.118	474.068	320.142	475	320.125

Manning's n Values num= 3
 Sta n Val Sta n Val
 0 .055 113 .04 246.523 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
 113 246.523 84.155 84.155 84.155 .1 .3
 Left Levee Station= 107.5 Elevation= 321.11
 Right Levee Station= 270 Elevation= 321.18

CROSS SECTION

RIVER: Tevere
 REACH: alveo RS: 50

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 461

Sta	Elev								
0	320.27	1	320.27	2	320.27	3	320.27	4	320.24
5	320.22	6	320.22	7	320.22	8	320.19	9	320.23
10	320.28	11	320.32	12	320.36	13	320.37	14	320.44
15	320.49	16	320.58	17	320.92	18	321.47	19	322.07
20	322.61	21	322.6	22	322.61	23	322.57	24	322.48
25	322.14	26	321.56	27	321.28	28	320.42	29	319.93
30	319.95	31	320	32	320.01	33	320.02	34	320.01
35	320.01	36	320.02	37	320.02	38	320.03	39	320.06
40	320.12	41	320.1	42	320.08	43	320.08	44	320.06
45	320.08	46	320.05	47	320.06	48	320.09	49	320.06
50	320.06	51	320.08	52	320.07	53	320.06	54	320.05
55	320.04	56	320.07	57	320.04	58	319.97	59	320.05
60	320.14	61	320.24	62	320.16	63	320.2	64	320.17
65	320.22	66	320.18	67	320.19	68	320.24	69	320.21
70	320.22	71	320.23	72	320.21	73	320.25	74	320.25
75	320.23	76	320.27	77	320.3	78	320.3	79	320.33
80	320.32	81	320.36	82	320.4	83	320.39	84	320.4
85	320.4	86	320.41	87	320.43	88	320.43	89	320.38
90	320.4	91	320.36	92	320.39	93	320.29	94	320.33
95	320.53	96	320.8	97	320.97	98	320.94	99	320.87
100	320.64	101	320.47	102	320.35	103	320.26	104	320.3
105	320.31	106	320.39	107	320.19	108	319.84	109	318.9
110	318.43	111	318.06	112	317.87	113	317.51	114	317.15
115	316.93	116	316.88	117	316.97	118	316.99	119	316.99
120	317.2	121	317.45	122	317.57	123	317.69	124	317.79
125	318	126	318.22	127	318.23	128	318.14	129	318.11
130	318.2	131	318.22	132	318.16	133	318.14	134	318.15
135	318.17	136	318.08	137	317.72	138	317.57	139	317.58

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 74 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

140	317.76	141	318	142	318.07	143	318.06	144	318.16
145	318.2	146	318.1	147	318.04	148	318.05	149	318.03
150	318.01	151	318.05	152	318.15	153	318.21	154	318.18
155	318.2	156	318.17	157	318.17	158	318.16	159	318.19
160	318.22	161	318.26	162	318.4	163	318.47	164	318.4
165	318.13	166	317.99	167	318.13	168	318.26	169	318.31
170	318.32	171	318.33	172	318.34	173	318.22	174	318.03
175	317.97	176	317.99	177	318	178	317.97	179	317.96
180	317.97	181	317.97	182	318.02	183	318.07	184	317.99
185	317.92	186	317.91	187	317.9	188	317.88	189	317.9
190	317.98	191	318.01	192	318.06	193	318.06	194	318
195	318.03	196	318.04	197	317.97	198	317.96	199	317.91
200	317.79	201	317.65	202	317.63	203	317.58	204	317.55
205	317.55	206	317.48	207	317.28	208	317.21	209	317.21
210	317.16	211	317.11	212	317.12	213	317.05	214	317
215	317.01	216	317.04	217	317.12	218	317.26	219	317.42
220	317.49	221	317.5	222	317.5	223	317.53	224	317.5
225	317.35	226	317.18	227	317.15	228	317.2	229	317.29
230	317.56	231	317.85	232	318.21	233	318.31	234	318.81
235	319.4	236	319.92	237	319.97	238	319.96	239	319.99
240	320.01	241	319.99	242	320.01	243	320.01	244	320.04
245	320.03	246	320.04	247	320.05	248	320.05	249	320.06
250	320.04	251	320.09	252	320.1	253	320.1	254	320.09
255	320.08	256	320.09	257	320.11	258	320.11	259	320.09
260	320.08	261	320.12	262	320.09	263	320.1	264	320.13
265	320.1	266	320.13	267	320.11	268	320.09	269	320.12
270	320.13	271	320.15	272	320.18	273	320.18	274	320.18
275	320.22	276	320.51	277	320.71	278	320.75	279	320.76
280	320.77	281	320.77	282	320.83	283	320.78	284	320.78
285	320.8	286	320.71	287	320.54	288	320.6	289	320.6
290	320.6	291	320.69	292	320.74	293	320.77	294	320.77
295	320.6	296	320.56	297	320.48	298	320.41	299	320.37
300	320.26	301	320.16	302	320.12	303	320.05	304	320.08
305	319.99	306	319.91	307	319.84	308	319.8	309	320.01
310	320.08	311	320.09	312	320.01	313	319.99	314	320.02
315	320.01	316	320.03	317	320.07	318	320.13	319	320.13
320	320.12	321	320.12	322	320.07	323	320.07	324	320.13
325	320.16	326	320.11	327	320.11	328	320.12	329	320.1
330	320.08	331	320.07	332	320.06	333	320.07	334	320.11
335	320.13	336	320.18	337	320.19	338	320.14	339	320.12
340	320.12	341	320.12	342	320.11	343	320.04	344	320
345	319.99	346	319.97	347	319.96	348	319.96	349	319.94
350	319.94	351	319.96	352	319.98	353	319.98	354	319.91
355	319.88	356	319.89	357	319.91	358	319.93	359	319.89
360	319.84	361	319.8	362	319.76	363	319.71	364	319.66
365	319.64	366	319.63	367	319.64	368	319.67	369	319.67
370	319.65	371	319.65	372	319.69	373	319.72	374	319.71
375	319.69	376	319.69	377	319.67	378	319.64	379	319.66
380	319.69	381	319.66	382	319.63	383	319.63	384	319.66
385	319.67	386	319.65	387	319.64	388	319.66	389	319.65
390	319.6	391	319.6	392	319.59	393	319.59	394	319.61
395	319.6	396	319.59	397	319.64	398	319.66	399	319.7
400	319.7	401	319.72	402	319.7	403	319.67	404	319.69
405	319.71	406	319.7	407	319.59	408	319.56	409	319.48
410	319.52	411	319.83	412	320.35	413	321.46	414	322.27
415	322.41	416	322.52	417	322.67	418	322.64	419	322.58
420	322.51	421	322.3	422	321.59	423	320.13	424	319.45
425	319.06	426	319.14	427	319.23	428	319.28	429	319.29
430	319.32	431	319.37	432	319.37	433	319.44	434	319.47
435	319.52	436	319.59	437	319.57	438	319.62	439	319.62
440	319.64	441	319.65	442	319.66	443	319.7	444	319.72
445	319.77	446	319.78	447	319.77	448	319.85	449	319.84
450	319.83	451	319.89	452	319.9	453	319.86	454	319.85
455	319.85	456	319.86	457	319.86	458	319.91	459	319.92
460	319.93								

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 106 .04 237 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
106 237 93.19 93.19 93.19 .1 .3
Left Levee Station= 97 Elevation= 320.97

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/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 75 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

Right Levee Station= 282 Elevation= 320.83

CROSS SECTION OUTPUT Profile #Qprog

E.G. Elev (m)	319.98	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.59	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	319.39	Reach Len. (m)	93.19	93.19	93.19
Crit W.S. (m)	319.26	Flow Area (m2)		196.02	
E.G. Slope (m/m)	0.010462	Area (m2)		196.02	
Q Total (m3/s)	666.00	Flow (m3/s)		666.00	
Top Width (m)	126.50	Top Width (m)		126.50	
Vel Total (m/s)	3.40	Avg. Vel. (m/s)		3.40	
Max Chl Dpth (m)	2.51	Hydr. Depth (m)		1.55	
Conv. Total (m3/s)	6511.4	Conv. (m3/s)		6511.4	
Length Wtd. (m)	93.19	Wetted Per. (m)		127.98	
Min Ch El (m)	316.88	Shear (N/m2)		157.14	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	22023.82	4644.15	13501.56
Frctn Loss (m)	0.69	Cum Volume (1000 m3)		223.79	
C & E Loss (m)	0.06	Cum SA (1000 m2)		126.95	

CROSS SECTION

RIVER: Tevere

REACH: alveo

RS: 46.6666*

INPUT

Description:

Station	Elevation	Data	num=	448							
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	319.727	1.106	319.733	2.212	319.731	3.318	319.736	4.195	319.714		
5.034	319.699	5.874	319.693	6.713	319.687	7.742	319.685	8.848	319.679		
9.955	319.716	10.908	319.755	11.747	319.763	12.586	319.77	13.425	319.781		
14.379	319.788	15.485	319.811	16.591	319.799	17.621	319.853	18.46	320.023		
19.299	320.391	20.138	320.819	21.015	321.271	22.121	321.848	23.227	322.073		
24.333	322.26	25.515	322.24	26.627	322.177	27.392	321.867	28.157	321.486		
29.061	321.036	30.242	320.811	31.216	320.245	31.98	319.856	32.745	319.662		
33.788	319.668	34.97	319.694	35.804	319.678	36.569	319.669	38.098	319.669		
38.863	319.657	39.697	319.657	40.879	319.67	41.922	319.677	42.686	319.684		
43.451	319.687	44.424	319.704	45.606	319.744	46.51	319.74	47.275	319.738		
48.039	319.727	49.152	319.736	50.333	319.733	51.515	319.743	52.627	319.718		
53.392	319.727	54.157	319.728	55.061	319.756	56.242	319.728	57.216	319.733		
57.98	319.74	58.745	319.729	59.788	319.742	60.97	319.737	61.804	319.722		
62.569	319.724	64.098	319.73	64.863	319.734	65.697	319.723	66.879	319.673		
67.922	319.72	68.686	319.768	69.451	319.815	70.424	319.864	71.606	319.822		
72.51	319.847	73.275	319.838	74.039	319.819	75.152	319.857	76.333	319.84		
77.515	319.842	78.627	319.875	79.392	319.865	80.157	319.858	81.061	319.871		
82.242	319.878	83.216	319.872	83.98	319.886	84.745	319.903	85.788	319.898		
86.97	319.889	87.804	319.909	88.569	319.92	90.098	319.937	90.863	319.943		
91.697	319.957	92.879	319.952	93.922	319.977	94.686	319.994	95.451	320.005		
96.424	320	97.606	320.001	98.51	320	99.275	320.009	100.039	320.014		
101.152	320.039	102.333	320.043	103.515	320.01	104.627	320.023	105.392	320.018		
106.157	320.021	107.061	320.035	108.242	320.024	109.216	320.139	109.98	320.246		
110.745	320.345	111.788	320.493	112.97	320.604	113.804	320.586	114.569	320.56		
116.143	320.412	117.222	320.267	118.571	320.089	119.381	320.08	121	320.077		
122.126	319.768	122.69	319.619	123.816	319.281	124.379	318.913	125.506	318.138		
126.069	317.931	127.195	317.731	127.759	317.659	128.885	317.459	129.448	317.411		
130.575	317.254	131.138	317.17	132.264	317.068	132.828	316.992	133.954	316.863		
134.517	316.806	135.644	316.652	136.207	316.563	137.333	316.547	138	316.583		
138.667	316.683	139.333	316.75	140	316.773	140.667	316.817	141.333	316.803		
142	316.767	142.667	316.613	143.333	316.69	144	316.7	144.667	316.67		
145.333	316.693	146	316.7	146.667	316.75	147.333	316.787	148	316.757		
148.667	316.8	149.333	316.873	150	316.7	150.667	316.657	151.333	316.737		
152	316.817	152.667	316.79	153.333	316.67	154	316.647	154.667	316.667		
155.333	316.62	156	316.59	156.667	316.573	157.333	316.663	158	316.78		
158.667	316.74	159.333	316.72	160	316.697	160.667	316.633	161.333	316.687		
162	316.687	162.667	316.627	163.333	316.667	164	316.623	164.667	316.533		
165.333	316.44	166	316.41	166.667	316.4	167.333	316.42	168	316.447		
168.667	316.407	169.333	316.393	170.343	316.44	171.697	316.454	173.051	316.761		
174.404	316.921	175.758	317.128	177.111	317.281	178.465	317.201	179.818	317.275		
181.172	317.222	182.525	317.242	183.879	316.942	185.232	316.849	186.586	317.129		
187.939	317.169	189.293	317.263	190.646	317.156	192	317.15	193.354	317.164		
194.707	317.27	196.061	317.264	197.414	317.244	198.768	317.258	200.121	317.305		

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/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 76 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

201.475	317.445	202.828	317.218	204.182	317.218	205.535	317.339	206.889	317.352
208.242	317.279	209.596	317.113	210.949	317.133	212.303	317.106	213.657	317.113
215.01	317.182	216.364	317.085	217.717	317.075	219.071	317.078	220.424	317.155
221.778	317.191	223.131	317.174	224.485	317.138	225.838	317.101	227.192	316.931
228.545	316.887	229.899	316.87	231.253	316.694	232.606	316.65	233.96	316.587
235.313	316.55	236.667	316.527	237.863	316.616	239.059	316.695	240.255	316.811
241.288	316.853	242.212	316.85	243.136	316.87	244.061	316.92	245.039	316.881
246.235	316.743	247.431	316.654	248.627	316.751	249.606	316.969	250.53	317.351
251.455	317.711	252.379	318.057	253.412	318.269	254.608	318.869	255.804	319.548
257	319.723	258.31	319.733	259.036	319.768	259.715	319.788	260.93	319.833
261.751	319.848	262.43	319.832	263.55	319.909	264.466	319.96	265.145	319.961
266.171	319.985	267.181	319.992	267.859	319.972	268.791	319.98	269.896	320.006
270.574	319.983	271.411	320.013	272.61	320.086	273.289	320.108	274.031	320.136
275.325	320.2	276.004	320.167	276.683	320.13	277.961	320.14	278.719	320.219
279.398	320.223	280.581	320.189	281.434	320.178	282.112	320.262	283.202	320.363
284.149	320.383	284.827	320.363	285.822	320.337	286.863	320.341	287.542	320.378
288.442	320.404	289.578	320.386	290.257	320.379	291.062	320.377	292.293	320.395
292.972	320.381	293.682	320.38	294.992	320.407	295.687	320.396	296.365	320.399
297.612	320.405	298.402	320.449	299.08	320.467	300.233	320.463	301.116	320.446
301.795	320.444	302.853	320.44	303.831	320.47	304.51	320.493	305.473	320.526
306.546	320.569	307.225	320.639	308.093	320.779	309.261	320.936	309.94	320.981
310.713	321.008	311.976	321.03	312.655	321.05	314.01	321.067	315.363	321.074
316.715	321.088	318.068	320.915	319.421	320.956	320.774	321.017	322.127	321.07
323.479	320.958	324.832	320.878	326.185	320.806	327.538	320.666	328.891	320.593
330.243	320.554	331.596	320.455	332.949	320.568	334.302	320.622	335.655	320.556
336.5	320.575	337.684	320.584	339.036	320.651	340.389	320.645	341.742	320.612
343.095	320.653	344.448	320.64	345.8	320.647	347.153	320.621	348.506	320.609
349.859	320.642	351.212	320.69	352.564	320.664	353.917	320.651	355.27	320.645
356.623	320.572	357.976	320.553	359.328	320.547	360.005	320.533	361.358	320.546
362.71	320.56	364.063	320.493	365.416	320.513	366.769	320.499	368.122	320.439
369.474	320.379	370.827	320.332	372.18	320.332	373.533	320.351	374.886	320.338
376.238	320.384	377.591	320.364	378.944	320.351	380.297	320.344	381.65	320.344
382.833	320.323	383.679	320.342	385.032	320.333	386.384	320.337	387.737	320.295
389.09	320.286	390.443	320.297	391.796	320.281	393.148	320.326	394.501	320.35
395.854	320.348	396.53	320.326	397.883	320.351	399.236	320.268	400.589	320.193
401.942	320.424	403.294	321.508	404.647	322.139	406	322.31	407.178	322.189
408.303	321.885	409.071	321.655	409.838	321.487	410.713	321.353	411.891	320.887
412.909	320.073	413.677	319.72	414.444	319.457	415.426	319.243	416.605	319.286
417.515	319.323	418.283	319.351	419.051	319.374	420.14	319.375	421.318	319.403
422.121	319.426	422.889	319.433	423.674	319.437	424.853	319.485	425.96	319.499
426.727	319.516	427.495	319.541	428.388	319.584	429.566	319.571	430.566	319.602
431.333	319.61	432.101	319.609	433.101	319.615	434.279	319.624	435.172	319.625
435.939	319.638	436.707	319.651	437.814	319.652	438.992	319.683	439.778	319.688
440.545	319.678	441.349	319.667	442.527	319.709	443.616	319.697	444.384	319.699
445.152	319.699	446.062	319.723	447.24	319.73	448.222	319.714	448.99	319.703
449.758	319.71	450.775	319.711	451.953	319.726	452.828	319.733	453.596	319.743
454.364	319.767	455.488	319.786	456.667	319.797				

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 121 .04 257 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
121 257 93.19 93.19 93.19 .1 .3
Left Levee Station= 114 Elevation=320.6367
Right Levee Station=315.3333 Elevation=321.1266

CROSS SECTION

RIVER: Tevere
REACH: alveo RS: 43.3333*

INPUT

Description:

Station	Elevation	Data	num=	448					
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	319.183	1.212	319.197	2.424	319.192	3.636	319.203	4.598	319.182
5.517	319.17	6.437	319.167	7.356	319.153	8.485	319.15	9.697	319.168
10.909	319.202	11.954	319.238	12.874	319.222	13.793	319.205	14.713	319.2
15.758	319.206	16.97	319.182	18.182	319.108	19.31	319.131	20.23	319.232
21.149	319.616	22.069	320.045	23.03	320.472	24.242	321.087	25.455	321.545
26.667	321.91	28.03	321.909	29.314	321.868	30.196	321.453	31.078	320.968
32.121	320.513	33.485	320.341	34.608	319.917	35.49	319.523	36.373	319.391

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/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 77 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

37.576 319.385 38.939 319.387 39.902 319.349 40.784 319.325 42.549 319.325
43.431 319.303 44.394 319.303 45.758 319.319 46.961 319.333 47.843 319.342
48.725 319.338 49.848 319.348 51.212 319.368 52.255 319.375 53.137 319.384
54.02 319.373 55.303 319.393 56.667 319.407 58.03 319.407 59.314 319.384
60.196 319.399 61.078 319.389 62.121 319.422 63.485 319.397 64.608 319.407
65.49 319.41 66.373 319.38 67.576 319.415 68.939 319.414 69.902 319.391
70.784 319.402 72.549 319.4 73.431 319.407 74.394 319.406 75.758 319.377
76.961 319.4 77.843 319.439 78.725 319.473 79.848 319.488 81.212 319.485
82.255 319.504 83.137 319.489 84.02 319.464 85.303 319.493 86.667 319.5
88.03 319.493 89.314 319.512 90.196 319.507 91.078 319.504 92.121 319.521
93.485 319.525 94.608 319.531 95.49 319.543 96.373 319.557 97.576 319.545
98.939 319.548 99.902 319.559 100.784 319.56 102.549 319.573 103.431 319.576
104.394 319.583 105.758 319.584 106.961 319.598 107.843 319.607 108.725 319.613
109.848 319.61 111.212 319.602 112.255 319.6 113.137 319.615 114.02 319.617
115.303 319.649 116.667 319.657 118.03 319.64 119.314 319.646 120.196 319.659
121.078 319.676 122.121 319.679 123.485 319.758 124.608 319.954 125.49 320.068
126.373 320.127 127.576 320.187 128.939 320.237 129.902 320.223 130.784 320.205
132.286 320.185 133.111 320.103 134.143 319.918 134.762 319.859 136 319.763
137.563 319.284 138.345 319.059 139.908 318.626 140.69 318.052 142.253 317.149
143.034 317.01 144.598 316.936 145.379 316.94 146.943 316.795 147.724 316.796
149.287 316.612 150.069 316.545 151.632 316.589 152.414 316.561 153.977 316.552
154.759 316.523 156.322 316.366 157.103 316.211 158.667 316.213 160 316.287
161.333 316.487 162.667 316.62 164 316.667 165.333 316.753 166.667 316.727
168 316.653 169.333 316.347 170.667 316.5 172 316.52 173.333 316.46
174.667 316.507 176 316.52 177.333 316.62 178.667 316.693 180 316.633
181.333 316.72 182.667 316.867 184 316.52 185.333 316.433 186.667 316.593
188 316.753 189.333 316.7 190.667 316.46 192 316.413 193.333 316.453
194.667 316.36 196 316.3 197.333 316.267 198.667 316.447 200 316.68
201.333 316.6 202.667 316.56 204 316.513 205.333 316.387 206.667 316.493
208 316.493 209.333 316.373 210.667 316.453 212 316.367 213.333 316.187
214.667 316 216 315.94 217.333 315.92 218.667 315.96 220 316.013
221.333 315.933 222.667 315.907 223.687 315.91 224.394 315.917 225.101 316.071
225.808 316.151 226.515 316.255 227.222 316.332 227.929 316.293 228.636 316.33
229.343 316.303 230.05 316.314 230.758 316.164 231.465 316.118 232.172 316.258
232.879 316.279 233.586 316.326 234.293 316.273 235 316.27 235.707 316.277
236.414 316.331 237.121 316.328 237.828 316.318 238.535 316.325 239.242 316.349
239.95 316.419 240.657 316.307 241.364 316.307 242.071 316.367 242.778 316.374
243.485 316.338 244.192 316.255 244.899 316.266 245.606 316.253 246.313 316.256
247.02 316.293 247.727 316.25 248.434 316.249 249.141 316.256 249.848 316.299
250.556 316.322 251.263 316.319 251.97 316.305 252.677 316.292 253.384 316.211
254.091 316.195 254.798 316.191 255.505 316.107 256.212 316.091 256.919 316.064
257.626 316.05 258.333 316.043 259.431 316.168 260.529 316.187 261.627 316.22
262.576 316.215 263.424 316.201 264.273 316.24 265.121 316.311 266.02 316.27
267.118 316.197 268.216 316.147 269.314 316.306 270.212 316.648 271.061 317.142
271.909 317.572 272.758 317.904 273.706 318.17 274.804 318.684 275.902 319.329
277 319.477 278.62 319.506 279.518 319.559 280.357 319.584 281.86 319.656
282.875 319.699 283.715 319.671 285.101 319.809 286.233 319.91 287.072 319.906
288.341 319.93 289.59 319.951 290.43 319.911 291.581 319.921 292.948 319.963
293.787 319.917 294.822 319.976 296.305 320.113 297.145 320.164 298.062 320.232
299.663 320.31 300.502 320.238 301.341 320.16 302.922 320.179 303.859 320.345
304.699 320.356 306.163 320.297 307.217 320.269 308.056 320.431 309.403 320.616
310.574 320.657 311.414 320.622 312.643 320.584 313.932 320.601 314.771 320.664
315.884 320.689 317.289 320.678 318.129 320.665 319.124 320.655 320.647 320.663
321.486 320.645 322.364 320.66 323.984 320.683 324.843 320.673 325.683 320.69
327.225 320.719 328.201 320.789 329.04 320.814 330.465 320.796 331.558 320.748
332.398 320.732 333.705 320.701 334.916 320.76 335.755 320.807 336.946 320.871
338.273 320.924 339.112 320.959 340.186 321.048 341.631 321.183 342.47 321.235
343.426 321.265 344.988 321.3 345.827 321.335 347.019 321.364 347.725 321.368
348.431 321.376 349.136 321.291 349.842 321.312 350.547 321.343 351.253 321.371
351.959 321.315 352.664 321.277 353.37 321.241 354.075 321.172 354.781 321.137
355.487 321.118 356.192 321.069 356.898 321.127 357.603 321.155 358.309 321.123
358.75 321.133 359.367 321.138 360.073 321.172 360.779 321.17 361.484 321.155
362.19 321.176 362.895 321.17 363.601 321.175 364.307 321.163 365.012 321.157
365.718 321.175 366.423 321.199 367.129 321.187 367.835 321.182 368.54 321.18
369.246 321.144 369.951 321.135 370.657 321.133 371.01 321.127 371.715 321.133
372.421 321.139 373.127 321.105 373.832 321.115 374.538 321.108 375.243 321.078
375.949 321.047 376.655 321.023 377.36 321.023 378.066 321.033 378.771 321.026
379.477 321.049 380.182 321.038 380.888 321.031 381.594 321.027 382.299 321.027
382.917 321.017 383.358 321.024 384.063 321.016 384.769 321.014 385.474 320.99
386.18 320.982 386.886 320.984 387.591 320.972 388.297 320.991 389.002 321
389.708 320.995 390.061 320.983 390.766 320.991 391.472 320.947 392.178 320.905
392.883 321.017 393.589 321.556 394.294 321.868 395 321.95 396.357 321.739
397.652 321.188 398.535 320.773 399.419 320.519 400.426 320.407 401.783 320.183

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 78 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

402.955 319.816 403.838 319.66 404.722 319.528 405.853 319.427 407.209 319.432
408.258 319.437 409.141 319.45 410.025 319.467 411.279 319.461 412.636 319.486
413.561 319.498 414.444 319.497 415.349 319.504 416.705 319.53 417.98 319.529
418.864 319.533 419.747 319.546 420.775 319.578 422.132 319.572 423.283 319.591
424.167 319.6 425.051 319.594 426.202 319.591 427.558 319.598 428.586 319.593
429.47 319.599 430.354 319.6 431.628 319.585 432.984 319.596 433.889 319.599
434.773 319.579 435.698 319.563 437.054 319.568 438.308 319.554 439.192 319.565
440.076 319.555 441.124 319.557 442.481 319.56 443.611 319.562 444.495 319.552
445.379 319.57 446.55 319.572 447.907 319.591 448.914 319.607 449.798 319.607
450.682 319.624 451.977 319.653 453.333 319.663

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 136 .04 277 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
136 277 93.19 93.19 93.19 .1 .3
Left Levee Station= 131 Elevation=320.3033
Right Levee Station=348.6667 Elevation=321.4233

CROSS SECTION

RIVER: Tevere
REACH: alveo RS: 40

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 451
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev
0 318.64 1 318.66 2 318.66 3 318.65 4 318.67
5 318.65 6 318.64 7 318.64 8 318.62 9 318.61
10 318.63 11 318.68 12 318.69 13 318.72 14 318.68
15 318.64 16 318.62 17 318.63 18 318.59 19 318.51
20 318.39 21 318.41 22 318.44 23 318.84 24 319.27
25 319.65 26 320.14 27 320.65 28 321.19 29 321.56
30 321.59 31 321.57 32 321.56 33 321.04 34 320.45
35 320.02 36 319.85 37 319.88 38 319.59 39 319.19
40 319.12 41 319.11 42 319.09 43 319.08 44 319.02
45 318.98 46 318.98 47 318.98 48 318.95 49 318.95
50 318.95 51 318.98 52 318.99 53 319 54 318.99
55 318.99 56 319 57 318.99 58 319.01 59 319.03
60 319.02 61 319.04 62 319.06 63 319.08 64 319.07
65 319.07 66 319.05 67 319.07 68 319.05 69 319.09
70 319.08 71 319.06 72 319.08 73 319.08 74 319.03
75 319.08 76 319.1 77 319.09 78 319.06 79 319.08
80 319.08 81 319.07 82 319.08 83 319.09 84 319.08
85 319.08 86 319.08 87 319.11 88 319.13 89 319.12
90 319.09 91 319.16 92 319.16 93 319.14 94 319.11
95 319.13 96 319.13 97 319.16 98 319.15 99 319.14
100 319.15 101 319.15 102 319.15 103 319.17 104 319.18
105 319.17 106 319.19 107 319.2 108 319.21 109 319.2
110 319.18 111 319.21 112 319.21 113 319.2 114 319.2
115 319.21 116 319.21 117 319.21 118 319.21 119 319.22
120 319.22 121 319.22 122 319.22 123 319.22 124 319.22
125 319.2 126 319.2 127 319.22 128 319.22 129 319.24
130 319.28 131 319.27 132 319.27 133 319.27 134 319.27
135 319.3 136 319.33 137 319.32 138 319.34 139 319.55
140 319.77 141 319.89 142 319.91 143 319.88 144 319.88
145 319.87 146 319.86 147 319.85 148 319.97 149 319.94
150 319.67 151 319.45 152 319.12 153 318.8 154 318.5
155 318.29 156 317.97 157 317.19 158 316.45 159 316.16
160 316.09 161 316.08 162 316.14 163 316.22 164 316.18
165 316.13 166 316.18 167 316.13 168 315.97 169 315.92
170 316.03 171 316.11 172 316.13 173 316.19 174 316.24
175 316.24 176 316.23 177 316.08 178 315.86 179 315.84
180 315.88 181 315.9 182 315.99 183 316.14 184 316.29
185 316.41 186 316.49 187 316.5 188 316.56 189 316.65
190 316.69 191 316.68 192 316.65 193 316.64 194 316.54
195 316.33 196 316.08 197 316.17 198 316.31 199 316.29
200 316.34 201 316.33 202 316.25 203 316.27 204 316.32
205 316.33 206 316.34 207 316.4 208 316.49 209 316.55
210 316.6 211 316.56 212 316.51 213 316.61 214 316.64

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 79 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

215	316.74	216	316.86	217	316.75	218	316.34	219	316.27
220	316.21	221	316.3	222	316.45	223	316.58	224	316.69
225	316.76	226	316.61	227	316.33	228	316.25	229	316.16
230	316.18	231	316.21	232	316.24	233	316.31	234	316.1
235	316.05	236	316.01	237	315.96	238	315.96	239	316.1
240	316.23	241	316.47	242	316.58	243	316.56	244	316.46
245	316.45	246	316.4	247	316.32	248	316.33	249	316.11
250	316.14	251	316.17	252	316.3	253	316.35	254	316.3
255	316.24	256	316.12	257	316.24	258	316.24	259	316.18
260	316.11	261	315.99	262	315.84	263	315.68	264	315.56
265	315.56	266	315.47	267	315.44	268	315.44	269	315.49
270	315.5	271	315.54	272	315.58	273	315.49	274	315.46
275	315.44	276	315.42	277	315.38	278	315.39	279	315.4
280	315.56	281	315.72	282	315.68	283	315.63	284	315.57
285	315.54	286	315.71	287	315.66	288	315.65	289	315.64
290	315.86	291	316.43	292	317.28	293	317.7	294	318.07
295	318.5	296	319.11	297	319.23	298	319.27	299	319.28
300	319.35	301	319.38	302	319.4	303	319.5	304	319.55
305	319.51	306	319.63	307	319.75	308	319.86	309	319.85
310	319.86	311	319.89	312	319.91	313	319.85	314	319.82
315	319.93	316	319.92	317	319.85	318	319.92	319	320
320	320.14	321	320.22	322	320.32	323	320.41	324	320.42
325	320.31	326	320.19	327	320.21	328	320.22	329	320.47
330	320.49	331	320.48	332	320.38	333	320.36	334	320.6
335	320.82	336	320.9	337	320.93	338	320.88	339	320.85
340	320.81	341	320.86	342	320.95	343	320.97	344	320.98
345	320.97	346	320.95	347	320.93	348	320.94	349	320.93
350	320.91	351	320.94	352	320.94	353	320.96	354	320.95
355	320.98	356	321	357	321.04	358	321.13	359	321.16
360	321.15	361	321.12	362	321.05	363	321.02	364	320.95
365	320.97	366	321.05	367	321.12	368	321.2	369	321.24
370	321.28	371	321.28	372	321.3	373	321.36	374	321.43
375	321.49	376	321.52	377	321.54	378	321.57	379	321.62
380	321.66	381	321.69	382	321.72	383	321.71	384	321.59
385	321.47	386	321.13	387	320.49	388	319.89	389	319.55
390	319.46	391	319.46	392	319.49	393	319.56	394	319.6
395	319.6	396	319.61	397	319.61	398	319.57	399	319.55
400	319.55	401	319.56	402	319.55	403	319.54	404	319.57
405	319.57	406	319.56	407	319.57	408	319.58	409	319.57
410	319.56	411	319.55	412	319.55	413	319.57	414	319.58
415	319.57	416	319.58	417	319.59	418	319.58	419	319.56
420	319.58	421	319.57	422	319.56	423	319.56	424	319.55
425	319.53	426	319.5	427	319.51	428	319.51	429	319.48
430	319.46	431	319.45	432	319.41	433	319.41	434	319.43
435	319.41	436	319.39	437	319.39	438	319.39	439	319.41
440	319.4	441	319.43	442	319.43	443	319.44	444	319.46
445	319.48	446	319.47	447	319.48	448	319.51	449	319.53
450	319.53								

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 151 .04 297 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
151 297 97.69 97.69 97.69 .1 .3
Left Levee Station= 148 Elevation= 319.97
Right Levee Station= 382 Elevation= 321.72

CROSS SECTION OUTPUT Profile #Qprog

E.G. Elev (m)	318.40	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.33	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	318.06	Reach Len. (m)	97.69	97.69	97.69
Crit W.S. (m)	317.51	Flow Area (m2)		259.80	
E.G. Slope (m/m)	0.004616	Area (m2)		259.80	
Q Total (m3/s)	666.00	Flow (m3/s)		666.00	
Top Width (m)	138.27	Top Width (m)		138.27	
Vel Total (m/s)	2.56	Avg. Vel. (m/s)		2.56	
Max Chl Dpth (m)	2.68	Hydr. Depth (m)		1.88	
Conv. Total (m3/s)	9802.1	Conv. (m3/s)		9802.1	
Length Wtd. (m)	97.69	Wetted Per. (m)		140.13	
Min Ch El (m)	315.38	Shear (N/m2)		83.93	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	21545.04	7085.92	18289.35

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 80 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

Frctn Loss (m) 0.45 Cum Volume (1000 m3) 154.70
C & E Loss (m) 0.00 Cum SA (1000 m2) 89.97

CROSS SECTION

RIVER: Tevere
REACH: alveo

RS: 35.*

INPUT

Description:

Station	Elevation	Data	num=	453							
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	318.225	1.058	318.245	2.115	318.249	3.173	318.233	4.231	318.23		
5.288	318.217	6.346	318.215	7.404	318.202	8.462	318.175	9.483	318.185		
10.431	318.21	11.379	318.211	12.328	318.228	13.276	318.202	14.224	318.166		
15.172	318.145	16.121	318.149	17.069	318.123	18.017	318.069	19.038	317.996		
20.096	318.008	21.154	318.107	22.212	318.526	23.269	319.067	24.327	319.63		
25.385	320.211	26.442	320.734	27.5	320.98	28.5	320.98	29.5	320.77		
30.5	320.16	31.5	319.95	32.5	319.93	33.5	320.025	34.5	320.155		
35.5	320.25	36.5	320.28	37.5	320.365	38.5	320.44	39.5	320.455		
40.5	320.57	41.5	320.62	42.5	320.79	43.5	320.805	44.5	320.805		
45.5	320.79	46.5	320.805	47.5	320.835	48.5	320.755	49.5	320.78		
50.5	320.83	51.975	320.686	52.95	320.648	53.925	320.585	54.9	320.299		
55.875	319.861	56.85	319.516	57.825	319.392	58.8	319.345	59.775	319.13		
60.75	318.883	61.725	318.807	62.7	318.778	63.675	318.749	64.65	318.714		
65.625	318.674	66.6	318.623	67.575	318.577	68.55	318.586	69.525	318.574		
71.475	318.541	72.45	318.551	73.425	318.568	74.4	318.567	75.375	318.568		
76.35	318.56	77.325	318.557	78.3	318.55	79.275	318.56	80.25	318.592		
81.225	318.615	82.2	318.628	83.175	318.637	84.15	318.656	85.125	318.659		
86.1	318.64	87.075	318.633	88.05	318.659	89.025	318.644	90.975	318.64		
91.95	318.639	92.925	318.667	93.9	318.662	94.875	318.639	95.85	318.665		
96.825	318.678	97.8	318.684	98.775	318.672	99.75	318.68	100.725	318.675		
101.7	318.671	102.675	318.687	103.65	318.695	104.625	318.693	105.6	318.7		
106.575	318.703	107.55	318.734	108.525	318.735	110.475	318.72	111.45	318.75		
112.425	318.754	113.4	318.749	114.375	318.75	115.35	318.762	116.325	318.76		
117.3	318.775	118.275	318.773	119.25	318.77	120.225	318.775	121.2	318.773		
122.175	318.766	123.15	318.77	124.125	318.772	125.1	318.764	126.075	318.791		
127.05	318.799	128.025	318.8	129.975	318.78	130.95	318.79	131.925	318.781		
132.9	318.787	133.875	318.805	134.85	318.811	135.825	318.797	136.8	318.799		
137.775	318.808	138.75	318.815	139.725	318.815	140.7	318.815	141.675	318.813		
142.65	318.81	143.625	318.809	144.6	318.794	145.575	318.789	146.55	318.79		
147.525	318.79	149.475	318.82	150.45	318.792	151.425	318.786	152.4	318.785		
153.375	318.781	154.35	318.798	155.325	318.815	156.3	318.78	157.275	318.737		
158.25	318.86	159.225	318.927	160.2	318.712	161.175	318.337	162.15	318.037		
163.125	318.005	164.1	318.238	165.075	318.583	166.05	318.944	167.025	319.311		
168.583	319.348	169.75	319.057	170.917	318.987	172.083	318.957	173.25	318.94		
174.417	319.088	175.849	318.437	176.698	317.989	177.548	317.581	178.648	317.293		
179.864	316.711	180.944	316.057	181.794	315.822	182.643	315.734	183.511	315.716		
184.727	315.868	185.943	315.897	186.889	315.8	187.738	315.772	188.587	315.7		
189.591	315.565	190.807	315.544	191.984	315.624	192.833	315.672	193.683	315.744		
194.532	315.813	195.67	315.853	196.886	315.837	197.929	315.701	198.778	315.676		
199.627	315.68	200.534	315.678	201.75	315.728	202.966	315.82	203.873	315.9		
204.722	315.961	205.571	315.985	206.614	316.025	207.83	316.088	208.968	316.123		
209.817	316.142	210.667	316.152	211.516	316.092	212.693	315.862	213.909	315.767		
214.913	315.791	215.762	315.754	216.611	315.763	217.557	315.745	218.773	315.675		
219.989	315.724	220.857	315.787	221.706	315.842	222.556	315.914	223.636	316.003		
224.852	316.083	225.952	316.093	226.802	316.07	227.651	316.123	229.349	316.195		
230.198	316.259	231.048	316.211	232.148	316.01	233.364	315.963	234.444	315.987		
235.294	316.045	236.143	316.093	237.011	316.131	238.227	316.106	239.443	315.921		
240.389	315.861	241.238	315.81	242.087	315.812	243.091	315.818	244.307	315.836		
245.484	315.711	246.333	315.655	247.183	315.609	248.032	315.563	249.17	315.564		
250.386	315.64	251.429	315.762	252.278	315.807	253.127	315.787	254.034	315.73		
255.25	315.682	256.466	315.583	257.373	315.555	258.222	315.399	259.071	315.366		
260.114	315.375	261.33	315.486	262.468	315.484	263.317	315.455	264.167	315.395		
265.016	315.455	266.193	315.443	267.409	315.401	268.413	315.343	269.262	315.267		
270.111	315.186	271.057	315.13	272.273	315.12	273.489	315.075	274.357	315.043		
275.206	315.028	276.056	314.994	277.136	315.01	278.352	314.988	279.452	314.965		
280.302	314.946	281.151	314.924	282.685	314.942	283.85	315.018	284.741	315.067		
285.7	315.101	286.796	315.167	287.55	315.191	288.852	315.226	289.537	315.389		
290.907	315.619	291.593	315.58	292.963	315.547	293.648	315.521	294.95	315.612		
295.704	315.619	296.8	315.711	297.759	315.739	298.65	315.709	299.815	315.549		
301.185	315.473	302.35	315.458	303.241	315.338	304.2	315.322	305.296	315.28		

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 81 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

306.05 315.328 307.352 315.631 308.037 315.831 309.407 316.626 310.093 316.724
311.463 316.809 312.148 316.82 313.45 316.819 314.204 316.863 315.3 317.237
316.259 317.953 317.15 318.391 318.315 318.748 319.687 318.839 320.839 318.874
321.747 318.89 322.677 318.908 323.807 318.977 324.516 318.967 325.867 319.078
326.554 319.131 327.928 319.139 328.614 319.184 329.988 319.257 330.675 319.268
331.871 319.361 332.735 319.327 333.71 319.382 334.795 319.484 335.548 319.535
336.855 319.65 337.542 319.665 338.916 319.55 339.602 319.557 340.976 319.676
341.663 319.68 342.903 319.625 343.723 319.605 344.742 319.778 345.783 319.875
346.581 319.886 347.843 319.867 348.53 319.857 349.904 319.945 350.59 319.959
351.964 319.955 352.651 319.934 353.935 319.904 354.711 319.9 355.774 319.898
356.771 319.946 357.613 319.989 358.831 320 359.518 320.011 360.892 320.087
361.578 320.112 362.952 320.126 363.639 320.096 364.968 320.052 365.699 320.145
366.806 320.336 367.759 320.442 368.645 320.516 369.819 320.619 370.506 320.682
371.88 320.855 372.566 320.934 373.94 321.037 374.627 321.098 376 321.24
377.417 321.307 378.125 321.279 379.4 321.26 380.25 321.167 381.1 321.166
382.375 321.135 383.083 321.13 384.5 321.085 385.917 320.883 386.625 320.765
387.9 320.278 388.75 319.71 389.6 319.16 390.875 318.913 391.583 318.888
393 318.905 393.905 318.935 394.811 318.974 395.716 318.975 396.622 318.985
397.527 318.995 398.583 318.978 399.7 318.979 400.817 318.988 401.933 318.979
402.959 318.971 403.865 318.955 404.77 318.958 405.676 318.973 406.581 318.979
407.517 318.98 408.633 318.993 409.75 318.995 410.867 318.989 411.983 318.995
412.919 318.989 413.824 318.992 414.73 318.988 415.635 318.989 416.541 318.995
417.567 318.986 418.683 318.998 419.8 318.991 420.917 318.976 421.973 318.985
422.878 318.999 423.784 319.012 424.689 319.006 425.595 319.012 427.405 319.031
428.311 319.027 429.216 319.03 430.122 319.029 431.027 319.034 432.083 319.024
433.2 319.009 434.317 319.017 435.433 319.028 436.459 319.031 437.365 319.003
438.27 319.002 439.176 319.003 440.081 318.995 441.017 319.02 442.133 319.032
443.25 319.02 444.367 319.008 445.483 319.005 446.419 319.005 447.324 318.996
448.23 318.998 449.135 319.004 450.041 319.02 451.067 319.027 452.183 319.01
453.3 319.001 454.417 319.013 455.473 319.03 456.378 319.034 457.284 319.039
458.189 319.044 459.095 319.035 460 319.04

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 174.417 .04 318.315 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
174.417 318.315 97.69 97.69 97.69 .1 .3
Left Levee Station= 167.5 Elevation= 319.43
Right Levee Station= 378 Elevation= 321.325

CROSS SECTION

RIVER: Tevere
REACH: alveo RS: 30

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 470
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev
0 317.81 1 317.83 2 317.84 3 317.81 4 317.8
5 317.79 6 317.79 7 317.78 8 317.74 9 317.74
10 317.74 11 317.73 12 317.74 13 317.71 14 317.67
15 317.67 16 317.66 17 317.63 18 317.6 19 317.6
20 317.65 21 318.03 22 318.66 23 319.29 24 319.89
25 320.34 26 320.4 27 320.41 28 320.4 29 320.36
30 319.98 31 319.03 32 318.76 33 318.5 34 318.34
35 318.37 36 318.3 37 318.45 38 318.49 39 318.51
40 318.75 41 318.93 42 318.94 43 318.95 44 319
45 319.11 46 319.17 47 319.25 48 319.32 49 319.31
50 319.35 51 319.46 52 319.58 53 319.66 54 319.68
55 319.95 56 320.02 57 320.01 58 320.05 59 320.06
60 320.05 61 320.01 62 320.02 63 320.04 64 320.05
65 320.11 66 320.11 67 320.1 68 319.95 69 320
70 320 71 320.08 72 320.1 73 320 74 319.77
75 319.72 76 319.59 77 319.55 78 319.18 79 318.94
80 318.93 81 318.73 82 318.62 83 318.53 84 318.45
85 318.44 86 318.35 87 318.34 88 318.29 89 318.17
90 318.19 91 318.2 92 318.16 93 318.13 94 318.12
95 318.15 96 318.13 97 318.15 98 318.12 99 318.11
100 318.11 101 318.11 102 318.2 103 318.22 104 318.21
105 318.22 106 318.26 107 318.21 108 318.21 109 318.25
110 318.24 111 318.21 112 318.2 113 318.22 114 318.26

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 82 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

115	318.24	116	318.25	117	318.25	118	318.26	119	318.29
120	318.28	121	318.28	122	318.26	123	318.29	124	318.3
125	318.3	126	318.32	127	318.32	128	318.36	129	318.34
130	318.35	131	318.35	132	318.34	133	318.35	134	318.36
135	318.4	136	318.39	137	318.39	138	318.39	139	318.4
140	318.4	141	318.4	142	318.39	143	318.37	144	318.37
145	318.35	146	318.39	147	318.4	148	318.39	149	318.39
150	318.38	151	318.37	152	318.35	153	318.38	154	318.42
155	318.41	156	318.37	157	318.4	158	318.41	159	318.41
160	318.41	161	318.41	162	318.4	163	318.4	164	318.39
165	318.38	166	318.36	167	318.36	168	318.38	169	318.36
170	318.31	171	318.3	172	318.3	173	318.29	174	318.3
175	318.3	176	318.2	177	318.08	178	318.26	179	317.87
180	317.03	181	316.27	183	316.46	184	317.19	185	317.97
186	318.64	187	318.89	188	318.8	189	318.49	190	318.31
191	318.27	192	318.26	193	318.27	194	318.28	195	318.25
196	318.32	197	318.39	198	318.69	199	318.34	200	317.5
201	316.69	202	316.39	203	316.02	204	315.62	205	315.39
206	315.35	207	315.56	208	315.61	209	315.43	210	315.29
211	315.17	212	315.1	213	315.14	214	315.25	215	315.38
216	315.47	217	315.56	218	315.54	219	315.49	220	315.45
221	315.39	222	315.36	223	315.4	224	315.47	225	315.47
226	315.5	227	315.57	228	315.67	229	315.65	230	315.49
231	315.38	232	315.25	233	315.19	234	315.17	235	315.09
236	315.13	237	315.29	238	315.42	239	315.5	240	315.58
241	315.63	242	315.63	243	315.65	244	315.65	245	315.67
246	315.7	247	315.7	248	315.67	249	315.62	250	315.57
251	315.52	252	315.48	253	315.47	254	315.45	255	315.42
256	315.39	257	315.32	258	315.23	259	315.17	260	315.12
261	315.08	262	315.05	263	315.02	264	315	265	314.94
266	314.84	267	314.76	268	314.6	269	314.55	270	314.64
271	314.67	272	314.67	273	314.67	274	314.67	275	314.68
276	314.7	277	314.69	278	314.7	279	314.73	280	314.71
281	314.62	282	314.49	283	314.47	284	314.46	285	314.47
286	314.44	287	314.4	288	314.5	289	314.59	290	314.67
291	314.74	292	314.81	293	314.79	294	314.84	295	314.83
296	314.76	297	314.78	298	315.06	299	315.37	300	315.55
301	315.49	302	315.46	303	315.46	304	315.43	305	315.51
306	315.67	307	315.68	308	315.81	309	315.93	310	315.85
311	315.75	312	315.61	313	315.42	314	315.3	315	315.29
316	315.26	317	315.27	318	315.03	319	315.04	320	314.95
321	314.79	322	314.79	323	314.84	324	315	325	315.17
326	315.87	327	316.13	328	316.09	329	316.07	330	315.95
331	315.83	332	315.73	333	315.55	334	315.48	335	315.74
336	316.13	337	317.09	338	317.47	339	318.14	340	318.31
341	318.4	342	318.42	343	318.38	344	318.42	345	318.4
346	318.42	347	318.67	348	318.8	349	318.81	350	318.84
351	318.91	352	318.91	353	318.88	354	318.85	355	318.85
356	318.85	357	318.9	358	318.95	359	318.94	360	318.87
361	318.87	362	319.02	363	319.02	364	319.05	365	319.14
366	319.15	367	319.58	368	319.78	369	320.06	370	320.35
371	320.56	372	320.82	373	320.9	374	320.93	375	320.86
376	320.8	377	320.8	378	320.62	379	320.62	380	320.63
381	320.65	382	320.69	383	320.72	384	320.7	385	320.65
386	320.58	387	320.56	388	320.45	389	319.97	390	319.23
391	318.49	392	318.19	393	318.19	394	318.24	395	318.27
396	318.35	397	318.41	398	318.47	399	318.43	400	318.4
401	318.39	402	318.36	403	318.34	404	318.36	405	318.37
406	318.39	407	318.39	408	318.36	409	318.36	410	318.39
411	318.41	412	318.42	413	318.41	414	318.43	415	318.41
416	318.42	417	318.42	418	318.4	419	318.41	420	318.41
421	318.42	422	318.44	423	318.42	424	318.43	425	318.42
426	318.39	427	318.38	428	318.39	429	318.41	430	318.44
431	318.44	432	318.46	433	318.47	434	318.49	435	318.49
436	318.5	437	318.5	438	318.52	439	318.52	440	318.51
441	318.53	442	318.52	443	318.55	444	318.58	445	318.54
446	318.55	447	318.57	448	318.58	449	318.63	450	318.64
451	318.62	452	318.64	453	318.62	454	318.62	455	318.62
456	318.59	457	318.59	458	318.6	459	318.61	460	318.63
461	318.59	462	318.56	463	318.53	464	318.55	465	318.59
466	318.59	467	318.58	468	318.57	469	318.54	470	318.55

Manning's n Values

num= 3

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/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 83 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 199 .04 341 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
199 341 71.385 71.385 71.385 .1 .3
Left Levee Station= 187 Elevation= 318.89
Right Levee Station= 374 Elevation= 320.93

CROSS SECTION OUTPUT Profile #Qprog

E.G. Elev (m)	317.36	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.46	Wt. n-Val.			0.040
W.S. Elev (m)	316.90	Reach Len. (m)	71.39	71.39	71.39
Crit W.S. (m)	316.62	Flow Area (m2)		220.52	
E.G. Slope (m/m)	0.007778	Area (m2)		220.52	
Q Total (m3/s)	666.00	Flow (m3/s)		666.00	
Top Width (m)	136.05	Top Width (m)		136.05	
Vel Total (m/s)	3.02	Avg. Vel. (m/s)		3.02	
Max Chl Dpth (m)	2.50	Hydr. Depth (m)		1.62	
Conv. Total (m3/s)	7551.7	Conv. (m3/s)		7551.7	
Length Wtd. (m)	71.39	Wetted Per. (m)		137.55	
Min Ch El (m)	314.40	Shear (N/m2)		122.28	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	22502.60	8953.16	17906.32
Frctn Loss (m)	0.56	Cum Volume (1000 m3)		105.86	
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)		63.06	

CROSS SECTION

RIVER: Tevere
REACH: alveo

RS: 25.*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 474

Sta	Elev								
0	317.42	1.04	317.445	2.08	317.468	3.12	317.504	4.16	317.553
5.2	317.64	6.24	317.763	7.28	317.869	8.32	317.935	9.36	317.965
10.4	317.981	11.44	318.029	12.48	318.061	13.481	318.074	14.444	318.097
15.407	318.124	16.37	318.145	17.333	318.18	18.296	318.23	19.259	318.288
20.222	318.521	21.185	318.905	22.148	319.282	23.111	319.614	24.074	319.853
25.037	319.868	26.967	319.8	27.935	319.738	28.902	319.562	29.87	319.124
30.837	318.664	31.804	318.281	32.772	318.017	33.739	317.812	34.707	317.726
35.674	317.751	36.641	317.786	37.609	317.737	38.576	317.728	39.543	317.798
40.511	317.745	41.523	317.7	42.558	317.696	43.593	317.643	44.628	317.669
45.663	317.685	46.698	317.707	47.733	317.747	48.767	317.774	49.802	317.823
50.837	317.836	51.872	317.815	52.907	317.802	53.942	317.818	54.977	317.959
57.047	318	59.116	318.035	61.186	318.02	63.256	318.045	65.326	318.09
67.395	318.095	69.465	318.055	71.467	318.132	72.435	318.199	73.402	318.23
74.37	318.22	75.337	318.243	76.304	318.225	77.272	318.214	78.239	318.197
79.207	318.12	80.174	318.083	81.141	318.082	82.109	318.028	83.076	317.998
84.043	318.042	85.011	318.105	86.023	318.119	87.058	318.038	88.093	317.975
89.128	317.936	90.163	317.898	91.198	317.905	92.233	317.893	93.267	317.873
94.302	317.866	95.337	317.865	96.372	317.884	97.407	317.875	98.442	317.885
99.477	317.88	100.489	317.88	101.457	317.875	102.424	317.87	103.391	317.905
104.359	317.927	105.326	317.922	106.293	317.928	107.261	317.945	108.228	317.949
109.196	317.94	110.163	317.947	111.13	317.954	112.098	317.952	113.065	317.949
114.033	317.941	115.967	317.994	116.935	317.996	117.902	317.999	118.87	318.015
119.837	318.023	120.804	318.019	121.772	318.017	122.739	318.015	123.707	318.016
124.674	318.015	125.641	318.016	126.609	318.025	127.576	318.036	128.543	318.04
129.511	318.04	130.523	318.055	131.558	318.056	132.593	318.065	133.628	318.066
134.663	318.068	135.698	318.082	136.733	318.09	137.767	318.11	138.802	318.102
139.837	318.097	140.872	318.095	141.907	318.092	142.942	318.086	143.977	318.095
144.989	318.095	145.957	318.076	146.924	318.08	147.891	318.077	148.859	318.084
149.826	318.108	150.793	318.112	151.761	318.105	152.728	318.098	153.696	318.098
154.663	318.102	155.63	318.089	156.598	318.079	157.565	318.099	158.533	318.114
160.467	318.134	161.435	318.154	162.402	318.165	163.37	318.185	164.337	318.2
165.304	318.232	166.272	318.275	167.239	318.298	168.207	318.268	169.174	318.162
170.141	317.925	171.109	317.792	172.076	317.843	173.043	317.793	174.011	317.77
175.023	317.777	176.058	317.712	177.093	317.572	178.128	317.413	179.163	317.396
180.198	317.482	181.233	317.494	182.267	317.654	183.302	317.619	184.337	317.344
185.372	317.078	186.407	317.106	187.442	317.488	188.477	317.899	189.489	318.262
190.457	318.591	191.424	318.556	192.391	318.185	193.359	317.879	194.326	317.741

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/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 84 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

195.293	317.703	196.261	317.687	197.228	317.692	198.196	317.697	199.163	317.685
200.13	317.689	201.098	317.757	202.065	317.85	203.033	317.969	204.653	317.399
205.96	316.823	206.614	316.591	207.92	316.156	208.574	316.066	209.881	316.033
210.534	315.86	211.841	315.549	212.519	315.421	213.801	315.381	214.648	315.383
215.761	315.382	216.778	315.286	217.722	315.155	218.907	314.988	219.682	314.998
220.989	315.02	221.642	315.041	222.949	315.138	223.602	315.141	224.909	315.04
225.562	314.989	226.869	314.971	227.523	314.938	228.83	315.014	229.556	315.069
230.79	315.11	231.685	315.11	232.75	315.087	233.815	315.061	234.71	315.067
235.944	315.037	236.67	315.007	237.977	314.95	238.631	314.918	239.938	314.876
240.591	314.843	241.898	314.753	242.551	314.688	243.858	314.59	244.511	314.549
245.818	314.495	246.593	314.464	247.778	314.376	248.722	314.289	249.739	314.213
250.852	314.261	251.699	314.265	252.981	314.265	253.659	314.27	254.966	314.275
255.619	314.278	256.926	314.276	257.58	314.229	258.886	314.151	259.54	314.144
260.847	314.125	262.121	314.127	263.364	314.191	264.061	314.217	265.228	314.286
266.471	314.282	267.092	314.287	268.335	314.322	269.182	314.341	270.199	314.324
271.441	314.376	272.062	314.404	273.305	314.471	274.303	314.457	275.169	314.387
276.412	314.372	277.033	314.367	278.276	314.389	279.424	314.418	280.14	314.429
281.382	314.661	282.004	314.785	283.246	314.643	284.489	314.581	285.11	314.552
286.353	314.532	287.106	314.569	288.217	314.606	289.46	314.659	290.081	314.68
291.324	314.77	292.227	314.84	293.188	314.899	294.43	314.912	295.051	314.917
296.294	314.897	297.348	314.865	298.158	314.85	299.401	314.793	300.022	314.765
301.265	314.815	302.47	314.81	303.129	314.781	304.371	314.714	305.03	314.666
306.235	314.809	307.478	314.943	308.099	314.941	309.342	314.945	310.152	314.945
311.206	315.037	312.449	315.214	313.07	315.279	314.312	315.236	315.273	315.222
316.176	315.216	317.419	315.29	318.04	315.337	319.283	315.252	320.394	315.3
321.147	315.295	322.39	315.321	323.011	315.293	324.254	315.229	325.496	315.236
326.118	315.213	327.36	315.197	328.076	315.139	329.224	314.993	330.467	314.904
331.088	314.874	332.331	314.937	333.197	314.877	334.195	314.814	335.438	314.827
336.059	314.906	337.301	314.988	338.318	314.893	339.165	314.715	340.408	314.662
341.029	314.63	342.272	314.598	343.439	314.612	344.136	314.563	345.379	314.486
346.833	314.432	347.667	314.513	349.333	314.848	350.167	315.028	351.833	315.612
352.667	315.597	354.333	315.527	355.167	315.488	356.833	315.455	357.667	315.488
359.333	315.97	360.167	316.538	361.833	317.38	362.667	317.693	364.014	317.983
365.043	318	366.071	318.016	367.1	318.223	368.129	318.26	369.157	318.311
370.186	318.298	371.214	318.314	372.243	318.381	373.271	318.357	374.3	318.449
375.329	318.481	376.357	318.547	377.386	318.879	378.414	319.18	379.443	319.432
380.471	319.503	381.5	319.455	382.526	319.515	383.552	319.44	384.578	318.86
385.604	318.885	386.63	318.945	387.656	318.935	388.682	318.965	389.708	319.045
390.734	319.085	391.76	319.11	392.786	319.125	393.812	319.13	394.838	319.105
395.864	319.06	396.89	319.055	397.916	319.075	398.942	319.09	399.968	319.05
400.993	318.8	401.25	318.74	402.019	318.591	406.636	318.425	407.662	318.431
408.688	318.446	409.714	318.521	410.74	318.602	411.766	318.657	412.792	318.667
413.818	318.678	414.844	318.703	415.87	318.773	416.896	319.059	417.922	319.349
418.948	319.564	419.974	320.15	421	320.245	422.402	320.269	423.332	320.257
424.109	320.255	425.206	320.231	426.44	320.134	427.217	320.033	428.01	319.949
429.412	319.607	430.326	318.937	431.103	318.36	432.216	317.94	433.435	317.961
434.212	317.981	435.02	318.031	436.422	318.08	437.321	318.052	438.098	318.032
439.225	318.028	440.429	318.006	441.207	318.015	442.029	318.021	443.431	318.055
444.315	318.053	445.092	318.057	446.235	318.065	447.424	318.067	448.201	318.056
449.039	318.059	450.441	318.044	451.31	318.042	452.087	318.031	453.245	318.04
454.418	318.049	455.196	318.058	456.049	318.046	457.451	318.035	458.304	318.02
459.082	318.017	460.255	318.035	461.413	318.034	462.19	318.036	463.059	318.056
464.461	318.064	465.299	318.071	466.076	318.078	467.265	318.075	468.408	318.076
469.185	318.07	470.069	318.079	471.471	318.094	472.293	318.113	473.071	318.095
474.275	318.105	475.402	318.119	476.179	318.141	477.078	318.138	478.48	318.135
479.288	318.119	480.065	318.115	481.284	318.106	482.397	318.08	483.174	318.082
484.088	318.092	485.49	318.095	486.283	318.083	487.06	318.068	488.294	318.072
489.391	318.092	490.168	318.097	491.098	318.102	492.5	318.085		

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 203.033 .04 364.014 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
203.033 364.014 71.385 71.385 71.385 .1 .3
Left Levee Station= 190 Elevation= 318.75
Right Levee Station= 381 Elevation= 319.625

CROSS SECTION

RIVER: Tevere
REACH: alveo RS: 20

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/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 85 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

INPUT

Description:

Station Elevation Data

num= 493

Sta	Elev								
0	317.03	1	317.06	2	317.1	3	317.2	4	317.31
5	317.49	6	317.74	7	317.98	8	318.13	9	318.19
10	318.23	11	318.32	12	318.41	13	318.48	14	318.53
15	318.6	16	318.68	17	318.8	18	318.9	19	318.95
20	319.09	21	319.25	22	319.33	23	319.37	24	319.34
25	319.28	26	319.2	27	319.11	28	319.07	29	318.97
30	318.48	31	317.96	32	317.62	33	317.27	34	317.11
35	317.15	36	317.11	37	316.98	38	316.91	39	316.83
40	316.56	41	316.46	42	316.46	43	316.3	44	316.23
45	316.22	46	316.16	47	316.17	48	316.18	49	316.29
50	316.3	51	316.17	52	316.01	53	315.93	54	315.96
71	316.12	72	316.19	73	316.3	74	316.44	75	316.61
76	316.75	77	316.81	78	316.86	79	317.02	80	317.16
81	317.23	82	317.29	83	317.35	84	317.39	85	317.56
86	317.76	87	317.8	88	317.74	89	317.62	90	317.57
91	317.62	92	317.64	93	317.59	94	317.58	95	317.59
96	317.61	97	317.61	98	317.62	99	317.62	100	317.62
101	317.64	102	317.65	103	317.64	104	317.63	105	317.63
106	317.64	107	317.63	108	317.64	109	317.65	110	317.66
111	317.67	112	317.67	113	317.66	114	317.67	115	317.69
116	317.68	117	317.69	118	317.73	119	317.75	120	317.75
121	317.78	122	317.79	123	317.76	124	317.75	125	317.75
126	317.76	127	317.76	128	317.74	129	317.75	130	317.77
131	317.76	132	317.76	133	317.75	134	317.77	135	317.78
136	317.78	137	317.79	138	317.81	139	317.82	140	317.82
141	317.82	142	317.81	143	317.8	144	317.8	145	317.78
146	317.77	147	317.79	148	317.8	149	317.78	150	317.79
151	317.8	152	317.79	153	317.82	154	317.83	155	317.82
156	317.81	157	317.82	158	317.84	159	317.82	160	317.77
161	317.78	162	317.82	163	317.85	164	317.87	165	317.9
166	317.92	167	317.96	168	317.99	169	318.06	170	318.15
171	318.2	172	318.15	173	317.95	174	317.49	175	317.22
176	317.31	177	317.23	178	317.23	179	317.26	180	317.15
181	316.92	182	316.57	183	316.4	184	316.68	185	316.89
186	316.93	187	317.15	188	317.51	189	317.73	190	317.94
191	318.25	192	318.55	193	318.61	194	318.57	195	318.6
196	318.26	197	317.55	198	317.18	199	317.11	200	317.12
201	317.11	202	317.12	203	317.12	204	317.1	205	317.11
206	317.18	207	317.27	208	317.27	209	317.32	210	317.25
211	316.86	212	316.33	213	315.74	214	315.36	215	315.06
216	314.61	217	314.57	218	314.61	219	314.72	220	314.79
221	314.71	222	314.59	223	314.46	224	314.4	225	314.38
226	314.29	227	314.16	228	314.02	229	313.94	230	313.89
231	313.86	232	313.86	233	313.86	234	313.84	235	313.83
236	313.8	237	313.83	238	313.89	239	313.91	240	313.93
241	313.97	242	314.03	243	314.04	244	313.98	245	313.97
246	313.98	247	314	248	314.02	249	314	250	313.95
251	313.98	252	314.02	253	314.06	254	314.1	255	314.16
256	314.17	257	314.06	258	313.97	259	313.96	260	313.95
261	313.94	262	313.96	263	313.96	264	313.98	265	314
266	314.02	267	314.16	268	314.49	269	314.74	270	314.65
271	314.49	272	314.46	273	314.4	274	314.34	275	314.24
276	314.29	277	314.36	278	314.35	279	314.31	280	314.28
281	314.28	282	314.25	283	314.28	284	314.28	285	314.3
286	314.32	287	314.36	288	314.37	289	314.3	290	314.29
291	314.28	292	314.28	293	314.26	294	314.23	295	314.22
296	314.19	297	314.12	298	314.07	299	314.12	300	314.17
301	314.15	302	314.16	303	314.11	304	314.02	305	313.99
306	313.9	307	313.94	308	314.15	309	314.32	310	314.38
311	314.34	312	314.3	313	314.27	314	314.21	315	314.24
316	314.4	317	314.57	318	314.75	319	314.86	320	314.83
321	314.71	322	314.64	323	314.63	324	314.58	325	314.59
326	314.67	327	314.75	328	314.67	329	314.62	330	314.71
331	314.76	332	314.77	333	314.8	334	314.87	335	314.84
336	314.77	337	314.78	338	314.77	339	314.86	340	314.86
341	314.91	342	314.92	343	314.88	344	314.73	345	314.62
346	314.56	347	314.5	348	314.45	349	314.48	350	314.58
351	314.48	352	314.44	353	314.35	354	314.33	355	314.39

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 86 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

356	314.55	357	314.67	358	314.71	359	314.63	360	314.45
361	314.24	362	314.24	363	314.25	364	314.23	365	314.14
366	314.16	367	314.22	368	314.18	369	314.11	370	314.05
371	314	372	314	373	314.11	374	314.49	375	314.8
376	315.06	377	315.11	378	315.09	379	315.11	380	315.22
381	315.43	382	315.63	383	315.9	384	316.16	385	316.85
386	317.53	387	318.11	388	318.32	389	318.23	390	318.19
391	318.08	392	317.53	393	316.92	394	316.92	395	316.97
396	317.05	397	317.09	398	317.09	399	317.07	400	317.11
401	317.13	402	317.21	403	317.29	404	317.34	405	317.37
406	317.4	407	317.42	408	317.43	409	317.45	410	317.44
411	317.46	412	317.48	413	317.41	414	317.32	415	317.32
416	317.29	417	317.31	418	317.34	419	317.35	420	317.38
421	317.38	422	317.4	423	317.3	424	316.99	425	316.8
426	316.56	427	316.39	435	316.13	436	316.1	437	316.11
438	316.12	439	316.13	440	316.16	441	316.25	442	316.32
443	316.41	444	316.49	445	316.55	446	316.61	447	316.63
448	316.64	449	316.66	450	316.67	451	316.72	452	316.73
453	316.76	454	316.88	455	317.13	456	317.46	457	317.77
458	318.05	459	318.32	460	318.49	461	319.17	462	319.67
463	319.83	464	319.87	465	319.91	466	319.84	467	319.75
468	319.6	469	319.34	470	319.16	471	318.37	472	317.69
473	317.68	474	317.71	475	317.7	476	317.66	477	317.68
478	317.67	479	317.67	480	317.72	481	317.76	482	317.73
483	317.71	484	317.69	485	317.67	486	317.66	487	317.67
488	317.68	489	317.67	490	317.65	491	317.65	492	317.67
493	317.62	494	317.65	495	317.64	496	317.66	497	317.64
498	317.63	499	317.63	500	317.64	501	317.65	502	317.65
503	317.66	504	317.64	505	317.63	506	317.61	507	317.61
508	317.56	509	317.57	510	317.6	511	317.61	512	317.57
513	317.6	514	317.64	515	317.62				

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 209 .04 386 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
209 386 86.963 86.963 86.963 .1 .3
Left Levee Station= 193 Elevation= 318.61
Right Levee Station= 388 Elevation= 318.32

CROSS SECTION OUTPUT Profile #Qprog

E.G. Elev (m)	316.33	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.28	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	316.05	Reach Len. (m)	86.96	86.96	86.96
Crit W.S. (m)	315.53	Flow Area (m2)		284.41	
E.G. Slope (m/m)	0.004491	Area (m2)		284.41	
Q Total (m3/s)	666.00	Flow (m3/s)		666.00	
Top Width (m)	171.09	Top Width (m)		171.09	
Vel Total (m/s)	2.34	Avg. Vel. (m/s)		2.34	
Max Chl Dpth (m)	2.25	Hydr. Depth (m)		1.66	
Conv. Total (m3/s)	9937.9	Conv. (m3/s)		9937.9	
Length Wtd. (m)	86.96	Wetted Per. (m)		172.12	
Min Ch El (m)	313.80	Shear (N/m2)		72.78	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	24657.11	9240.43	18576.62
Frctn Loss (m)	0.39	Cum Volume (1000 m3)		71.51	
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)		41.21	

CROSS SECTION

RIVER: Tevere
REACH: alveo RS: 16.6666*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 396

Sta	Elev								
0	316.343	1.867	316.382	2.8	316.443	4.667	316.623	6.533	316.945
7.467	317.042	9.333	317.103	11.2	317.215	12.133	317.255	14	317.313
15.867	317.409	16.8	317.497	18.667	317.747	20.533	318.424	21.467	318.626
23.333	318.75	24.949	318.688	26.565	318.627	27.873	318.478	29.008	317.947

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/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 87 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

30.143 317.342 31.412 316.789 33.028 316.505 34.644 316.532 35.817 316.497
36.952 316.404 38.087 316.353 39.492 316.254 41.107 316.076 42.627 316.05
43.762 315.941 44.897 315.893 46.032 315.887 47.571 315.856 49.186 315.859
50.571 315.922 51.706 315.932 52.841 315.848 54.034 315.734 55.65 315.706
57.266 315.742 60.497 315.763 63.729 315.791 66.96 315.799 70.192 315.814
73.424 315.835 75.54 315.844 76.675 315.883 78.271 316.008 79.887 316.161
81.214 316.282 82.349 316.322 83.484 316.356 84.734 316.479 86.35 316.598
87.966 316.658 89.159 316.698 90.294 316.728 91.429 316.847 92.814 316.986
94.429 316.991 95.968 316.916 97.103 316.883 98.238 316.914 99.373 316.924
100.893 316.894 102.508 316.898 103.913 316.925 105.048 316.925 106.183 316.931
107.356 316.933 108.972 316.933 110.588 316.939 111.857 316.941 112.992 316.933
114.127 316.931 115.435 316.939 117.051 316.941 118.667 316.95 120.282 316.969
121.898 316.967 123.206 316.952 124.341 316.958 125.476 316.975 126.746 316.974
128.362 316.994 129.977 317.023 131.151 317.028 132.286 317.053 133.421 317.063
134.825 317.042 136.441 317.037 137.96 317.043 139.095 317.048 140.23 317.037
141.365 317.043 142.904 317.054 144.52 317.05 145.905 317.049 147.04 317.073
148.175 317.086 149.367 317.084 150.983 317.116 152.599 317.139 153.849 317.135
154.984 317.14 156.119 317.141 157.446 317.14 159.062 317.125 160.659 317.13
161.794 317.153 162.929 317.167 164.063 317.161 165.525 317.175 167.141 317.175
168.603 317.196 169.738 317.207 170.873 317.206 172.008 317.207 173.605 317.222
175.22 317.229 176.548 317.193 177.683 317.2 178.817 317.228 180.068 317.255
181.684 317.284 183.299 317.299 184.492 317.322 185.627 317.339 186.762 317.384
188.147 317.457 189.763 317.455 191.302 317.307 192.437 316.996 193.571 316.82
194.706 316.893 196.226 316.837 197.842 316.872 199.246 316.913 200.381 316.794
201.516 316.572 202.689 316.463 204.305 316.824 205.921 316.993 207.19 317.211
208.325 317.501 209.46 317.679 210.768 317.848 212.384 318.142 214 318.27
215.733 318.215 217.25 317.959 218.333 317.453 219.417 317.164 220.933 317.006
222.667 316.933 224.4 316.903 225.917 316.919 227 317 228.083 317.131
229.6 317.29 231.333 317.32 233.16 316.836 234.074 316.379 235.901 315.455
236.815 315.076 238.642 314.334 239.556 314.264 241.2 314.224 242.296 314.153
243.667 313.997 245.037 313.889 246.133 313.845 247.778 313.688 248.691 313.582
250.519 313.463 251.432 313.431 253.259 313.419 254.173 313.402 256 313.37
257.481 313.4 258.963 313.457 260.444 313.493 261.926 313.537 263.273 313.564
264.485 313.586 265.697 313.647 266.909 313.659 268.121 313.649 270.545 313.669
271.758 313.658 272.97 313.659 274.182 313.68 275.394 313.627 276.741 313.589
278.222 313.601 279.704 313.625 281.185 313.671 282.667 313.733 284.148 313.789
285.63 313.793 287.111 313.74 288.593 313.673 289.939 313.707 291.152 313.748
292.364 313.693 293.576 313.602 294.788 313.507 296.742 313.484 298.226 313.513
299.711 313.829 301.195 313.938 302.556 313.817 303.421 313.783 304.906 313.692
306.39 313.788 307.874 313.77 309.111 313.763 310.101 313.746 311.585 313.77
313.069 313.8 314.553 313.837 315.667 313.79 316.78 313.791 318.264 313.793
319.748 313.782 321.233 313.73 322.222 313.718 323.459 313.782 324.943 313.786
326.428 313.703 327.912 313.634 328.778 313.69 330.138 313.936 331.623 313.967
333.107 313.937 334.591 313.935 336.075 314.169 337.56 314.372 339.044 314.283
340.528 314.24 341.889 314.222 342.755 314.274 344.239 314.271 345.723 314.294
347.208 314.33 348.444 314.378 349.434 314.372 350.918 314.33 352.403 314.381
353.887 314.412 355 314.403 356.113 314.277 357.597 314.146 359.082 314.056
360.566 314.125 361.556 314.038 362.792 313.944 364.277 313.952 365.761 314.12
367.245 314.074 368.111 313.92 369.472 313.814 370.956 313.82 372.44 313.785
373.925 313.811 375.806 313.692 376.944 313.663 378.083 313.703 379.49 313.766
381.098 313.889 382.639 314.069 383.778 314.274 384.917 314.365 386.056 314.403
387.529 314.37 389.137 314.427 390.611 314.436 391.75 314.469 392.889 314.557
394.028 314.679 395.569 314.809 397.176 315.419 398.583 316.062 399.722 316.585
400.861 317.096 402.674 317.467 404.021 317.389 405.368 317.453 406.715 317.461
408.062 317.486 409.409 317.591 410.756 317.638 412.103 317.443 413.45 317.508
414.797 317.639 416.144 317.66 417.491 317.635 418.838 317.76 420.186 317.794
421.533 317.782 422.88 317.807 424.227 317.828 425.574 317.829 426.921 317.817
428.268 317.939 429.615 317.913 430.962 317.938 432.309 317.979 433.656 317.974
435.003 318.009 436.351 318.023 437.698 318.035 439.045 317.999 440.392 318.077
441.739 318.062 443.086 318.09 444.433 318.118 445.78 318.102 447.127 318.127
448.474 318.115 449.821 318.103 451.168 318.104 452.515 318.092 453.863 318.14
455.21 318.138 456.557 318.14 457.904 318.168 459.251 318.176 460.598 318.15
461.945 318.058 463.292 318.183 464.639 318.137 465.986 318.182 467.333 318.283
468.833 318.371 470.333 318.278 471.833 317.513 473.333 317.553 474.833 317.628
476.333 317.61 477.833 317.645 479.333 317.747 480.833 317.783 482.333 317.8
483.833 317.803 485.333 317.793 486.833 317.676 488.333 317.532 489.833 317.441
491.333 317.383 492.833 317.369 494.333 317.282 495.833 316.914 497.333 316.607
504.083 316.258 505.583 316.239 507.083 316.234 508.583 316.309 510.083 316.407
511.583 316.487 513.083 316.507 514.583 316.527 516.083 316.57 517.583 316.675
519.083 317.068 520.583 317.467 522.083 317.764 523.583 318.553 525.083 318.688
526.583 318.669 528.083 318.509 529.583 318.214 531.083 317.233 532.583 317.244
534.083 317.214 535.583 317.229 537.083 317.271 538.583 317.286 540.083 317.262
541.583 317.24 543.083 317.25 544.583 317.228 546.083 317.242 547.583 317.233

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 88 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

549.083 317.244 549.833 317.233 551.333 317.23 552.833 317.243 554.333 317.25
555.833 317.23 557.333 317.217 558.833 317.193 560.333 317.222 561.833 317.217
563.333 317.233

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 231.333 .04 402.674 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
231.333 402.674 86.963 86.963 86.963 .1 .3
Left Levee Station= 214 Elevation= 318.27
Right Levee Station=468.6667 Elevation=318.4533

CROSS SECTION

RIVER: Tevere
REACH: alveo RS: 13.3333*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 396
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev
0 315.657 1.733 315.664 2.6 315.687 4.333 315.757 6.067 315.909
6.933 315.954 8.667 315.977 10.4 316.021 11.267 316.029 13 316.027
14.733 316.019 15.6 316.095 17.333 316.403 19.067 317.518 19.933 317.882
21.667 318.22 23.475 318.214 25.282 318.179 26.746 317.987 28.016 317.415
29.286 316.724 30.706 315.999 32.514 315.828 34.322 315.916 35.635 315.884
36.905 315.828 38.175 315.796 39.746 315.742 41.554 315.658 43.254 315.64
44.524 315.582 45.794 315.557 47.063 315.554 48.785 315.548 50.593 315.539
52.143 315.554 53.413 315.565 54.683 315.526 56.017 315.462 57.825 315.468
59.633 315.516 63.249 315.532 66.864 315.561 70.48 315.55 74.096 315.552
77.712 315.567 80.079 315.567 81.349 315.577 83.136 315.659 84.944 315.74
86.429 315.813 87.698 315.833 88.968 315.851 90.367 315.925 92.175 315.999
93.983 316.029 95.317 316.045 96.587 316.065 97.857 316.133 99.407 316.203
101.215 316.22 102.937 316.211 104.206 316.197 105.476 316.209 106.746 316.207
108.446 316.202 110.254 316.209 111.825 316.24 113.095 316.24 114.365 316.242
115.678 316.247 117.486 316.236 119.294 316.23 120.714 316.242 121.984 316.237
123.254 316.231 124.718 316.24 126.525 316.245 128.333 316.25 130.141 316.275
131.949 316.263 133.413 316.244 134.683 316.247 135.952 316.26 137.373 316.267
139.181 316.277 140.989 316.296 142.302 316.306 143.571 316.326 144.841 316.337
146.412 316.326 148.22 316.323 149.921 316.327 151.19 316.335 152.46 316.333
153.73 316.337 155.452 316.342 157.26 316.34 158.81 316.348 160.079 316.375
161.349 316.392 162.684 316.387 164.492 316.433 166.299 316.46 167.698 316.45
168.968 316.459 170.238 316.472 171.723 316.48 173.531 316.463 175.317 316.49
176.587 316.515 177.857 316.535 179.127 316.541 180.763 316.558 182.571 316.558
184.206 316.573 185.476 316.585 186.746 316.593 188.016 316.603 189.802 316.616
191.61 316.634 193.095 316.617 194.365 316.62 195.635 316.636 197.034 316.657
198.842 316.682 200.65 316.68 201.984 316.684 203.254 316.687 204.524 316.709
206.073 316.754 207.881 316.743 209.603 316.664 210.873 316.501 212.143 316.421
213.413 316.476 215.113 316.443 216.921 316.491 218.492 316.677 219.762 316.668
221.032 316.575 222.345 316.517 224.153 316.872 225.96 317.062 227.381 317.273
228.651 317.492 229.921 317.629 231.384 317.709 233.192 317.861 235 317.93
236.867 317.843 238.5 317.658 239.667 317.357 240.833 317.147 242.467 316.898
244.333 316.757 246.2 316.687 247.833 316.738 249 316.89 250.167 317.082
251.8 317.31 253.667 317.32 255.321 316.811 256.148 316.427 257.802 315.551
258.63 315.091 260.284 314.098 261.111 313.919 262.6 313.672 263.593 313.597
264.833 313.468 266.074 313.379 267.067 313.327 268.556 313.216 269.383 313.143
271.037 313.036 271.864 313.002 273.519 312.977 274.346 312.963 276 312.94
277.963 312.969 279.926 313.025 281.889 313.077 283.852 313.144 285.636 313.162
287.242 313.158 288.848 313.258 290.455 313.299 292.061 313.319 295.273 313.359
296.879 313.324 298.485 313.31 300.091 313.345 301.697 313.258 303.481 313.229
305.444 313.222 307.407 313.23 309.37 313.283 311.333 313.367 313.296 313.418
315.259 313.416 317.222 313.42 319.185 313.376 320.97 313.454 322.576 313.544
324.182 313.442 325.788 313.256 327.394 313.053 329.484 312.989 330.453 313.007
331.421 313.168 332.39 313.226 333.278 313.168 333.843 313.165 334.811 313.144
335.78 313.215 336.748 313.23 337.556 313.247 338.201 313.242 339.17 313.259
340.138 313.28 341.107 313.304 341.833 313.285 342.56 313.303 343.528 313.326
344.497 313.343 345.465 313.34 346.111 313.349 346.918 313.394 347.887 313.412
348.855 313.387 349.824 313.368 350.389 313.405 351.277 313.552 352.245 313.593
353.214 313.605 354.182 313.629 355.151 313.767 356.12 313.885 357.088 313.856
358.057 313.851 358.944 313.856 359.509 313.879 360.478 313.871 361.447 313.877
362.415 313.89 363.222 313.909 363.868 313.904 364.836 313.879 365.805 313.901

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 89 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

366.774 313.913 367.5 313.907 368.226 313.824 369.195 313.733 370.164 313.661
371.132 313.67 371.778 313.609 372.585 313.539 373.553 313.514 374.522 313.57
375.491 313.519 376.056 313.425 376.943 313.389 377.912 313.41 378.88 313.41
379.849 313.441 381.903 313.316 383.472 313.296 385.042 313.407 386.98 313.531
389.196 313.668 391.319 313.665 392.889 313.852 394.458 313.832 396.028 313.741
398.059 313.629 400.275 313.764 402.306 313.763 403.875 313.76 405.444 313.823
407.014 313.919 409.137 313.988 411.353 314.939 413.292 315.996 414.861 316.608
416.431 317.143 419.337 317.399 422.01 317.229 424.684 317.347 427.357 317.351
430.031 317.388 432.704 317.585 435.378 317.669 438.052 317.267 440.725 317.384
443.399 317.635 446.072 317.665 448.746 317.603 451.419 317.84 454.093 317.897
456.766 317.861 459.44 317.898 462.113 317.929 464.787 317.92 467.46 317.884
470.134 318.114 472.808 318.052 475.481 318.089 478.155 318.16 480.828 318.137
483.502 318.194 486.175 318.212 488.849 318.222 491.522 318.14 494.196 318.284
496.869 318.241 499.543 318.285 502.216 318.329 504.89 318.286 507.564 318.324
510.237 318.288 512.911 318.251 515.584 318.242 518.258 318.206 520.931 318.29
523.605 318.274 526.278 318.265 528.952 318.309 531.625 318.313 534.299 318.25
536.973 318.054 539.646 318.291 542.32 318.189 544.993 318.266 547.667 318.457
548.667 318.512 549.667 318.477 550.667 318.105 551.667 318.137 552.667 318.167
553.667 318.15 554.667 318.16 555.667 318.203 556.667 318.197 557.667 318.18
558.667 318.157 559.667 318.127 560.667 317.942 561.667 317.743 562.667 317.572
563.667 317.417 564.667 317.358 565.667 317.263 566.667 317.028 567.667 316.823
572.167 316.415 573.167 316.358 574.167 316.308 575.167 316.298 576.167 316.323
577.167 316.363 578.167 316.373 579.167 316.383 580.167 316.409 581.167 316.471
582.167 316.676 583.167 316.884 584.167 317.038 585.167 317.435 586.167 317.505
587.167 317.498 588.167 317.418 589.167 317.268 590.167 316.775 591.167 316.778
592.167 316.768 593.167 316.788 594.167 316.822 595.167 316.842 596.167 316.834
597.167 316.819 598.167 316.821 599.167 316.806 600.167 316.814 601.167 316.816
602.167 316.828 602.667 316.825 603.667 316.83 604.667 316.837 605.667 316.84
606.667 316.83 607.667 316.823 608.667 316.815 609.667 316.833 610.667 316.835
611.667 316.847

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 253.667 .04 419.337 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
253.667 419.337 86.963 86.963 86.963 .1 .3
Left Levee Station= 235 Elevation= 317.93
Right Levee Station=549.3333 Elevation=318.5867

CROSS SECTION

RIVER: Tevere
REACH: alveo RS: 10

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 331
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev
0 314.97 2 314.94 4 314.89 6 314.87 8 314.85
10 314.82 12 314.74 14 314.6 16 315.06 18 317
20 317.69 22 317.74 24 317.73 26 317.44 28 316.35
30 315.21 32 315.15 34 315.3 36 315.26 38 315.24
40 315.23 42 315.24 44 315.23 46 315.22 48 315.22
50 315.24 52 315.22 54 315.18 56 315.21 58 315.19
60 315.23 62 315.29 64 315.29 66 315.3 68 315.32
70 315.33 72 315.27 74 315.3 76 315.27 78 315.29
80 315.3 82 315.3 84 315.3 86 315.27 88 315.31
90 315.32 92 315.35 94 315.34 96 315.37 98 315.4
100 315.4 102 315.39 104 315.42 106 315.42 108 315.45
110 315.51 112 315.51 114 315.49 116 315.51 118 315.52
120 315.56 122 315.55 124 315.56 126 315.54 128 315.52
130 315.55 132 315.53 134 315.54 136 315.55 138 315.55
140 315.58 142 315.56 144 315.53 146 315.54 148 315.56
150 315.56 152 315.57 154 315.59 156 315.61 158 315.61
160 315.61 162 315.61 164 315.63 166 315.63 168 315.63
170 315.63 172 315.65 174 315.7 176 315.69 178 315.75
180 315.78 182 315.76 184 315.8 186 315.82 188 315.8
190 315.85 192 315.89 194 315.92 196 315.94 198 315.94
200 315.95 202 315.97 204 316 206 316.01 208 316.04
210 316.04 212 316.04 214 316.06 216 316.08 218 316.06
220 316.04 222 316.03 224 316.05 226 316.03 228 316.02

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17143	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONE TOSCANA	RE-CIV-001	
	PROGETTO Rifac. Met. Sansepolcro - Terranuova Bracciolini DN 750 (30"), DP 75bar ed opere connesse	Fg. 90 di 90	Rev. 0

Rif. TPIDL: 082669C-100-RT-3200-035

230	316	232	316.06	234	316.05	236	316.11	238	316.49
240	316.58	242	316.57	244	316.92	246	317.13	248	317.39
250	317.58	252	317.57	254	317.58	256	317.59	258	317.47
260	317.34	262	317.18	264	316.79	266	316.58	268	316.47
270	316.57	272	316.99	274	317.33	276	317.32	278	316.6
280	315.48	282	313.8	284	313.12	286	312.94	288	312.81
290	312.71	292	312.58	294	312.53	296	312.51	298	312.53
300	312.57	302	312.62	304	312.68	306	312.76	308	312.76
310	312.73	312	312.87	314	312.94	316	312.99	318	312.94
320	313.05	322	312.99	324	312.96	326	313.01	328	312.89
330	312.87	332	312.85	334	312.83	336	312.84	338	312.91
340	313	342	313.04	344	313.07	346	313	348	313.15
350	313.07	352	313.2	354	313.34	356	313.19	358	312.91
360	312.6	362	312.49	364	312.52	366	312.73	368	312.78
370	312.98	372	313.12	374	313.35	376	313.49	378	313.44
380	313.41	382	313.18	384	312.93	386	313.09	388	312.94
390	312.93	392	313.11	394	313.24	396	313.48	398	313.43
400	313.26	402	313.43	404	313.3	406	313.08	408	312.83
410	313.03	412	313.13	414	313.09	416	313.05	418	313.09
420	313.16	422	313.05	424	313.38	426	314.79	428	315.93
430	316.63	432	317.19	434	317.64	436	317.33	438	317.17
440	317.07	442	317.18	444	317.24	446	317.35	448	317.24
450	317.24	452	317.29	454	317.45	456	317.58	458	317.55
460	317.7	462	317.47	464	317.09	466	317.22	468	317.26
470	317.38	472	317.63	474	317.66	476	317.67	478	317.58
480	317.57	482	317.6	484	317.92	486	318.01	488	318
490	318.03	492	317.94	494	318	496	317.99	498	317.97
500	318.03	502	318.06	504	318.01	506	317.79	508	317.95
510	318.03	512	318.29	514	318.16	516	318.19	518	318.18
520	318.24	522	318.34	524	318.34	526	318.29	528	318.3
530	318.36	532	318.38	534	318.41	536	318.4	538	318.42
540	318.41	542	318.43	544	318.28	546	318.34	548	318.49
550	318.4	552	318.42	554	318.39	556	318.48	558	318.44
560	318.54	562	318.49	564	318.47	566	318.47	568	318.52
570	318.48	572	318.46	574	318.42	576	318.4	578	318.37
580	318.38	582	318.3	584	318.32	586	318.35	588	318.44
590	318.39	592	318.41	594	318.43	596	318.39	598	318.42
600	318.45	602	318.47	604	318.45	606	318.37	608	318.35
610	318.05	612	318.05	614	318.18	616	318.4	618	318.41
620	318.24	622	318.2	624	318.35	626	318.48	628	318.63
630	318.72	632	318.66	634	318.46	636	317.45	638	317.04
640	316.62	642	316.24	644	316.24	646	316.31	648	316.33
650	316.31	652	316.41	654	316.38	656	316.43	658	316.43
660	316.46								

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 276 .04 434 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
276 434 0 0 0 .1 .3
Left Levee Station= 256 Elevation= 317.59
Right Levee Station= 630 Elevation= 318.72

CROSS SECTION OUTPUT Profile #Qprog

E.G. Elev (m)	315.13	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.34	Wt. n-Val.		0.040	
W.S. Elev (m)	314.79	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	314.30	Flow Area (m2)		258.14	
E.G. Slope (m/m)	0.005000	Area (m2)		258.14	
Q Total (m3/s)	666.00	Flow (m3/s)		666.00	
Top Width (m)	145.18	Top Width (m)		145.18	
Vel Total (m/s)	2.58	Avg. Vel. (m/s)		2.58	
Max Chl Dpth (m)	2.30	Hydr. Depth (m)		1.78	
Conv. Total (m3/s)	9418.3	Conv. (m3/s)		9418.3	
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)		146.42	
Min Ch El (m)	312.49	Shear (N/m2)		86.45	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	31599.39	12256.74	30163.06
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)			