

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 1 di 82	Rev. 0

**RIFACIMENTO MET. "RECANATI - FOLIGNO (FRAZ. COLFIORITO)"  
DN 650 (26"), DP 75 bar**

**1° Attraversamento in subalveo  
FIUME POTENZA**

**STUDIO IDROLOGICO - IDRAULICO E  
RELAZIONE TECNICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA**

0	Emissione		Vitelli	Brunetti	Mattei
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 2 di 82	Rev. 0

## INDICE

1	INTRODUZIONE	4
1.1	Oggetto della relazione	4
1.2	Scopo e contenuti dell'elaborato	4
1.3	Disegno di Attraversamento	5
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	6
3	CARATTERIZZAZIONE DELL'AMBITO IN ESAME	8
3.1	Assetto idrografico e descrizione generale del bacino del corso d'acqua	8
3.2	Descrizione dell'area d'intervento	10
3.3	Caratterizzazione Litostratigrafica	11
4	VALUTAZIONI IDROLOGICHE	13
4.1	Generalità	13
4.2	Considerazioni specifiche preliminari	13
4.3	Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino	13
4.4	Regionalizzazione delle portate	15
4.4.1	<u>Premessa</u>	15
4.4.2	<u>Metodologia di Elaborazione - Sintesi</u>	15
4.4.3	<u>Risultati delle elaborazioni</u>	15
4.4.4	<u>Risultati riferiti al caso specifico</u>	16
4.5	Analisi comparativa con gli studi eseguiti nell'anno 2011	16
4.6	Portata di progetto	17
5	STUDIO IDRAULICO IN MOTO PERMANENTE	18
5.1	Presupposti e limiti dello studio	18
5.2	Assetto geometrico e modellazione dell'alveo	19
5.3	Risultati della simulazione idraulica	21
5.4	Analisi dei risultati conseguiti	26
6	VALUTAZIONE EROSIONI DI FONDO ALVEO	27
6.1	Generalità	27
6.2	Criteri di calcolo	28
6.3	Stima dei massimi approfondimenti attesi	30
6.4	Considerazione sui risultati conseguiti	31
7	METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI	32
7.1	Metodologia costruttiva: Microtunnelling	32
7.2	Configurazione geometrica di progetto	32
8	DESCRIZIONE DELLA TECNICA COSTRUTTIVA DEL MICROTUNNEL	34
8.1	Generalità	34

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ 000</b>	<b>COMMESSA 023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche e Umbria		<b>LA-E- 80011</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 3 di 82	<b>Rev. 0</b>

8.2	Requisiti generali del sistema costruttivo	34
8.3	Fasi Operative	36
8.4	Considerazioni sulla stabilità per filtrazione in sub-alveo	39
9	VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA	41
9.1	Premessa	41
9.2	Interferenze nell'ambito specifico di attraversamento	42
9.3	Analisi dei criteri di compatibilità idraulica	43
10	CONCLUSIONI	46
	APPENDICE 1: COLONNE STRATIGR. SONDAGGI /SINTESI PROVE LABORATORIO	47
	APPENDICE 2: STUDIO IDRAULICO - METODOLOGIA DI CALCOLO	57
	APPENDICE 3: STUDIO IDRAULICO - REPORT PROGRAMMA HEC RAS	62

**ANNESSO:**

- **Disegno di Attraversamento**

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 4 di 82	Rev. 0

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 Oggetto della relazione

La società Snam S.p.A., nell'ambito del progetto "Rifacimento metanodotto Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)", DN 650 (26") - DP 75bar", intende realizzare un metanodotto che si sviluppa quasi integralmente nel territorio delle Marche ed interessa marginalmente anche il territorio dell'Umbria, in sostituzione di un tratto di metanodotto in esercizio ed in fase di dismissione.

La suddetta linea in progetto interseca una 1<sup>a</sup> volta l'alveo del fiume POTENZA (1° attraversamento) nel tratto intermedio dello sviluppo del corso d'acqua, nell'ambito del territorio di San Severino Marche (MC).

Il fiume Potenza rappresenta uno dei corsi d'acqua di rilievo regionale, per il quale l'ex Autorità di Bacino Regionale delle Marche, nell'ambito del Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.), ha individuato e censito le aree di pericolosità idraulica lungo lo sviluppo dell'asta fluviale.

Le Norme di Attuazione, ai sensi nell'Art.9, comma 1, lettera i), consentono la realizzazione ed ampliamento di infrastrutture tecnologiche o viarie, pubbliche o di interesse pubblico, seppur condizionata al parere vincolante da parte della Autorità idraulica competente.

In tal senso il presente elaborato costituisce uno specifico Studio di Compatibilità idraulica, redatto ai sensi di quanto previsto nelle Norme di Attuazione.

### 1.2 Scopo e contenuti dell'elaborato

Lo scopo del presente elaborato è dunque quello di verificare le eventuali interferenze con le aree di pericolosità idraulica e, nel caso, analizzare le condizioni di compatibilità idraulica del metanodotto in progetto negli ambiti specifici d'interferenza.

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

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

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

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

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Umbria		<b>LA-E- 80011</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 5 di 82	<b>Rev.</b> <b>0</b>

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

### 1.3 Disegno di Attraversamento

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

- **LC-6C-83600**  
*Rif. Met. "Recanati - Foligno (Fraz. Colfiorito)", DN650 (26");*  
*Attraversamento: Microtunnel in c.a. (loc. "ROCCHETTA")*

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 6 di 82	Rev. 0

## 2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il 1° attraversamento del fiume Potenza da parte del metanodotto in progetto "Rifacimento metanodotto Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)" ricade in località Rocchetta, nell'ambito del territorio comunale di San Severino Marche (MC).

Dal punto di vista idrografico, l'ambito in esame ricade nel tratto intermedio dello sviluppo del corso d'acqua, a circa 44 km dalla foce nel mar Adriatico.

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 in particolare 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 (1° attraversamento) è indicata mediante un cerchio in colore blu.

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

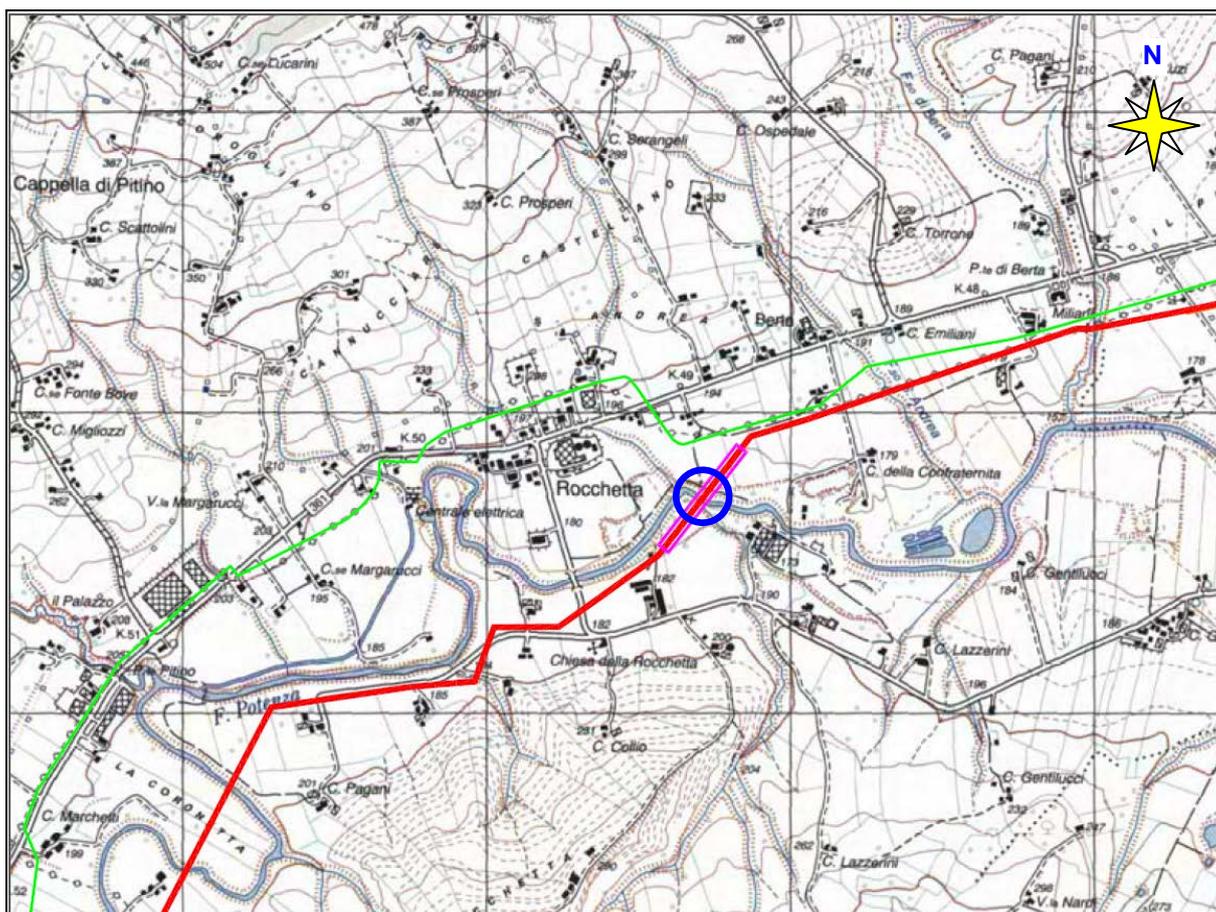


Fig.2.1/A: Corografia generale in scala 1:25.000 (dalle tavolette IGM)

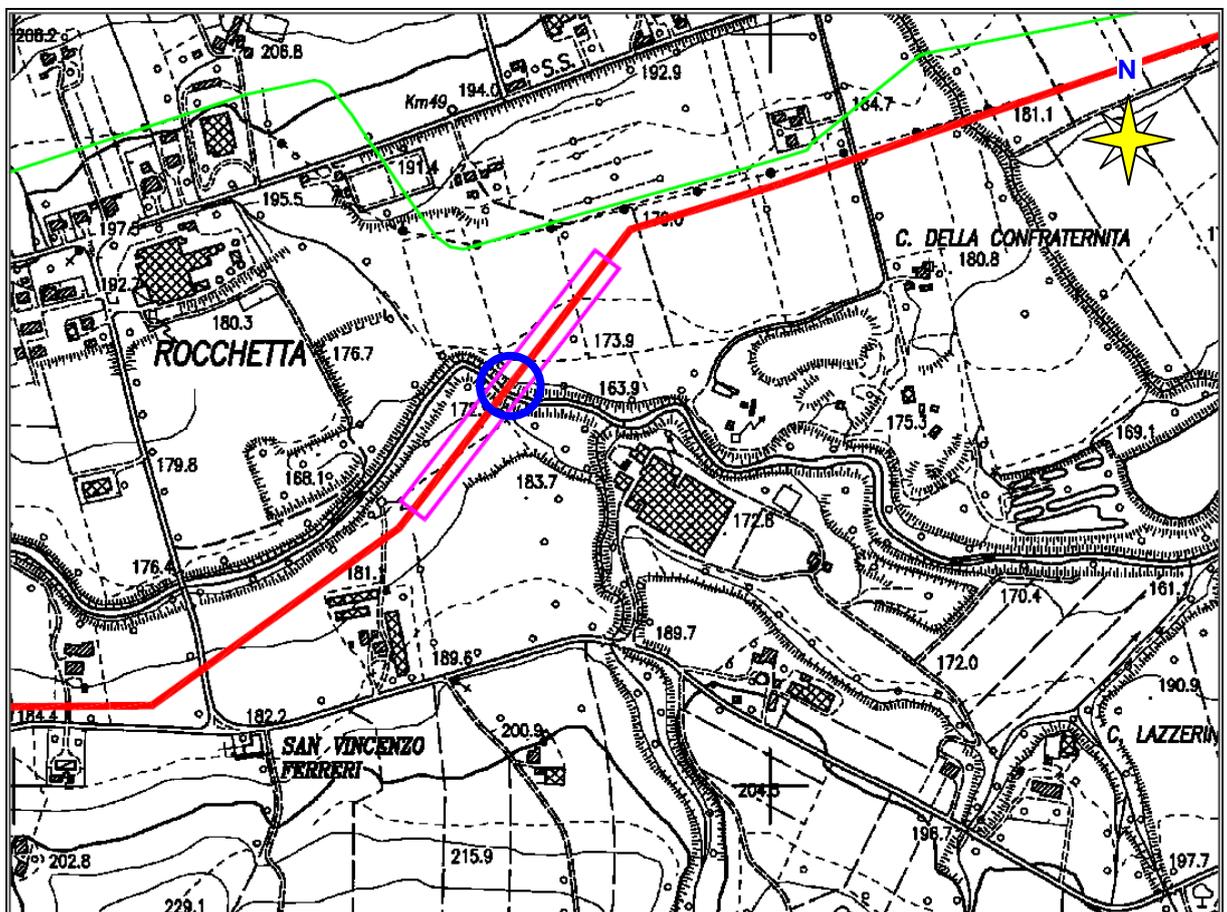
	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		<b>LA-E- 80011</b>
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 7 di 82	Rev. <b>0</b>

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

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

Coordinate ambito di attraversamento del corso d'acqua		
Coordinate Piane WGS84 - Fuso 33 (EPSG: 32633) : Est /Nord	358646 m E	4791517m N

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



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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 8 di 82	Rev. 0

### 3 CARATTERIZZAZIONE DELL'AMBITO IN ESAME

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

Il Fiume Potenza rappresenta uno dei corsi d'acqua principali della Regione Marche, il quale è caratterizzato da un bacino imbrifero di estensione di circa 780 kmq. Nasce sul versante nord-orientale del Monte Pennino (1571 metri), nel territorio marchigiano al confine con l'Umbria, e si sviluppa completamente nel territorio provincia di Macerata fino a sfociare nel Mare Adriatico nel comune di Porto Recanati.

Il bacino idrografico ha forma rettangolare ad esclusione dei tratti di foce e di monte; nel tratto di foce si denota un restringimento verso l'asta principale con una forma tipica ad imbuto mentre a monte, a causa del contributo del reticolo idrografico minore, in particolare del Fosso di Campodonico, il bacino si estende verso nord.

Il fiume presenta un andamento tipicamente appenninico sino alla confluenza con il fosso di Brescia.

L'alveo subisce una brusca deviazione di quasi 90° sino all'abitato di Poggio Sorifa. Prosegue verso nord ed arriva alla confluenza con il fosso di Campodonico, per poi immettersi nella stretta di Spindoli. Nel tratto a monte di Pioraco riceve, in sinistra idrografica, il fosso Campodonico e, in destra, i tributari di fosso Fiumicello della Rocca e di fosso Capodacqua. Tra gli abitati di Fiuminata e Pioraco il corso è rettilineo con orientazione nord-est ed è pensile per un tratto di circa 3 km.

Subito a monte di Pioraco riceve, in destra idrografica, le acque del torrente Scarzito, il quale è alimentato dalle sorgenti perenni di San Giovanni emergenti a quota 530 m e soggiacenti all'altopiano carsico di Montelago. A Pioraco il corso del fiume incide profondamente, con un salto notevole, la formazione del Calcere Massiccio.

A valle della gola vengono a giorno importanti sorgenti, subalvee ed esterne, le quali apportano al fiume l'ultimo significativo contributo perenne.

Successivamente, la valle si allarga a formare, al centro della porzione settentrionale della sinclinale di Camerino, la conca di Castelraimondo.

Nell'attraversamento della sinclinale il F. Potenza riceve in destra idrografica il torrente Palente, caratterizzato da un notevole bacino imbrifero, ed in sinistra il fosso Lapidoso. Da Castelraimondo a San Severino l'asta fluviale attraversa trasversalmente l'anticlinale di Letegge e San Vicino.

Nel tratto compreso tra San Severino e Passo di Treia l'alveo si snoda su depositi ciottolosi del quaternario. Successivamente, il corso diviene regolare sino alla foce con un andamento spesso di tipo anastomizzato, a tratti debolmente meandriforme.

I principali affluenti sono lo Scarzito e il Palente, affluenti di destra e il Monocchia, affluente di sinistra.

Il bacino del Potenza non contiene laghi naturali o artificiali, ma sono presenti numerosissime opere di presa che derivano parte delle portate verso centrali idroelettriche. Tali presenze sono distribuite abbastanza uniformemente lungo tutta l'asta fluviale.

Nella figura seguente è riportato il bacino complessivo del corso d'acqua (in color verde), riportato su una base cartografica costituita dalle tavolette IGM, con indicazione del reticolo idrografico. Dalla stessa figura si rileva che l'ambito di attraversamento da parte del tracciato del metanodotto in progetto (indicato mediante una linea in rosso) ricade nel tratto intermedio dello sviluppo del corso d'acqua.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Umbria		<b>LA-E- 80011</b>
	<b>PROGETTO</b> Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 9 di 82

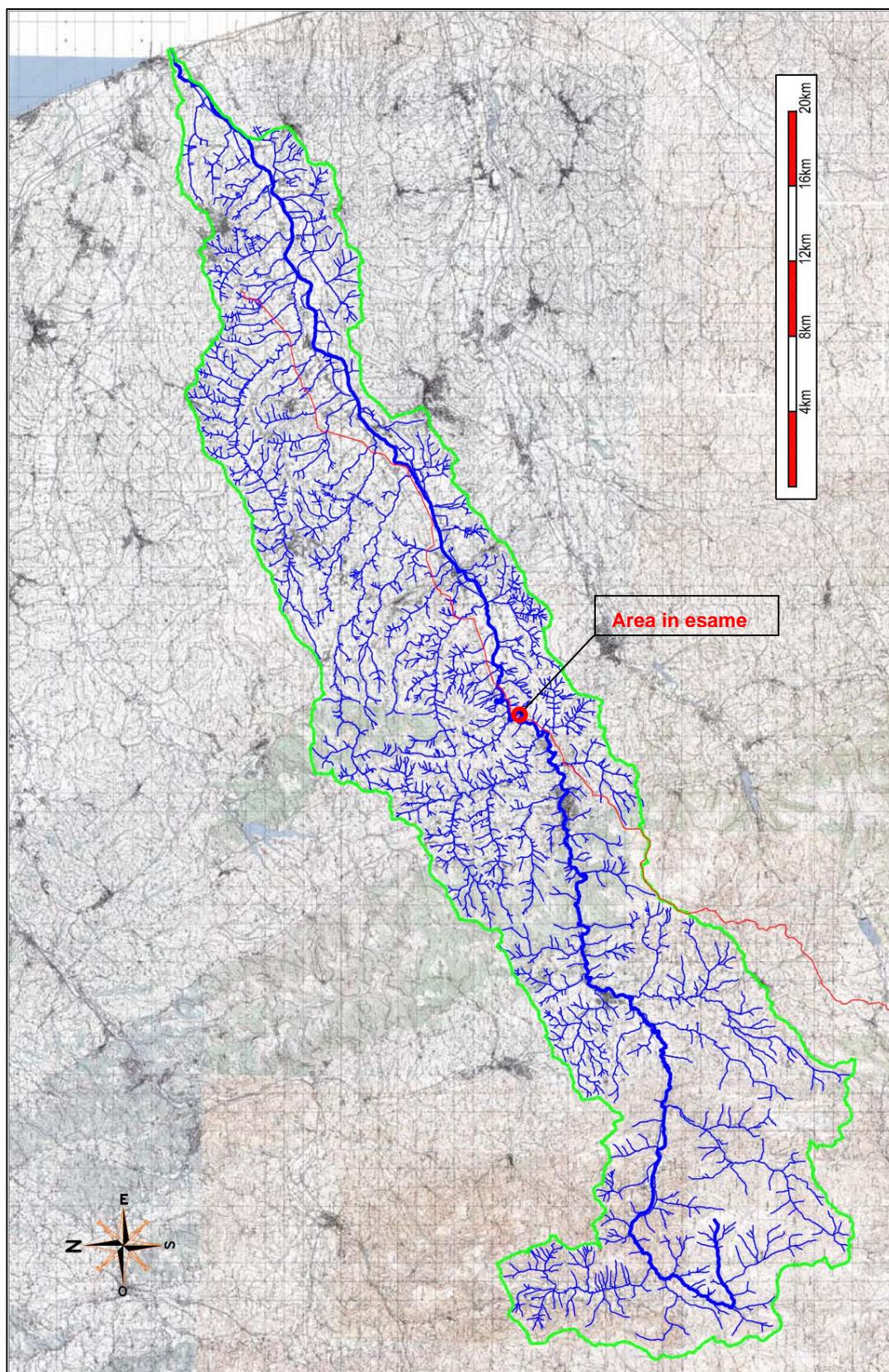


Fig.3.1/A: Bacino complessivo del corso d'acqua ed indicazione dell'ambito di studio

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 10 di 82	Rev. 0

### 3.2 Descrizione dell'area d'intervento

Come si rileva dalla precedente Fig.3.1/A, l'attraversamento da parte del metanodotto in progetto ricade nel tratto intermedio dello sviluppo del corso d'acqua.

Nell'intorno dell'attraversamento il corso d'acqua assume un andamento planimetrico sinuoso.

L'alveo presenta una configurazione incisa, con larghezza del letto fluviale di circa 20m; con sponde che si elevano per 4-5m, caratterizzate da acclività significative in sinistra, mentre in destra si rilevano dolci pendenze.

In entrambi i lati, si individuano delle aree ripariale interessate da una folta vegetazione di tipo arbustivo ed arboreo.

In prossimità dell'area d'attraversamento non si rilevano segni evidenti di erosioni spondali localizzate, pertanto si può affermare che configurazione d'alveo appare sostanzialmente stabile.

Al fine di consentire una visione diretta dell'ambito in esame, nella figura seguente è riportata una foto aerea (estratta da Google Earth) dell'ambito d'interferenza tra il metanodotto in progetto (linea in rosso) ed il corso d'acqua.

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

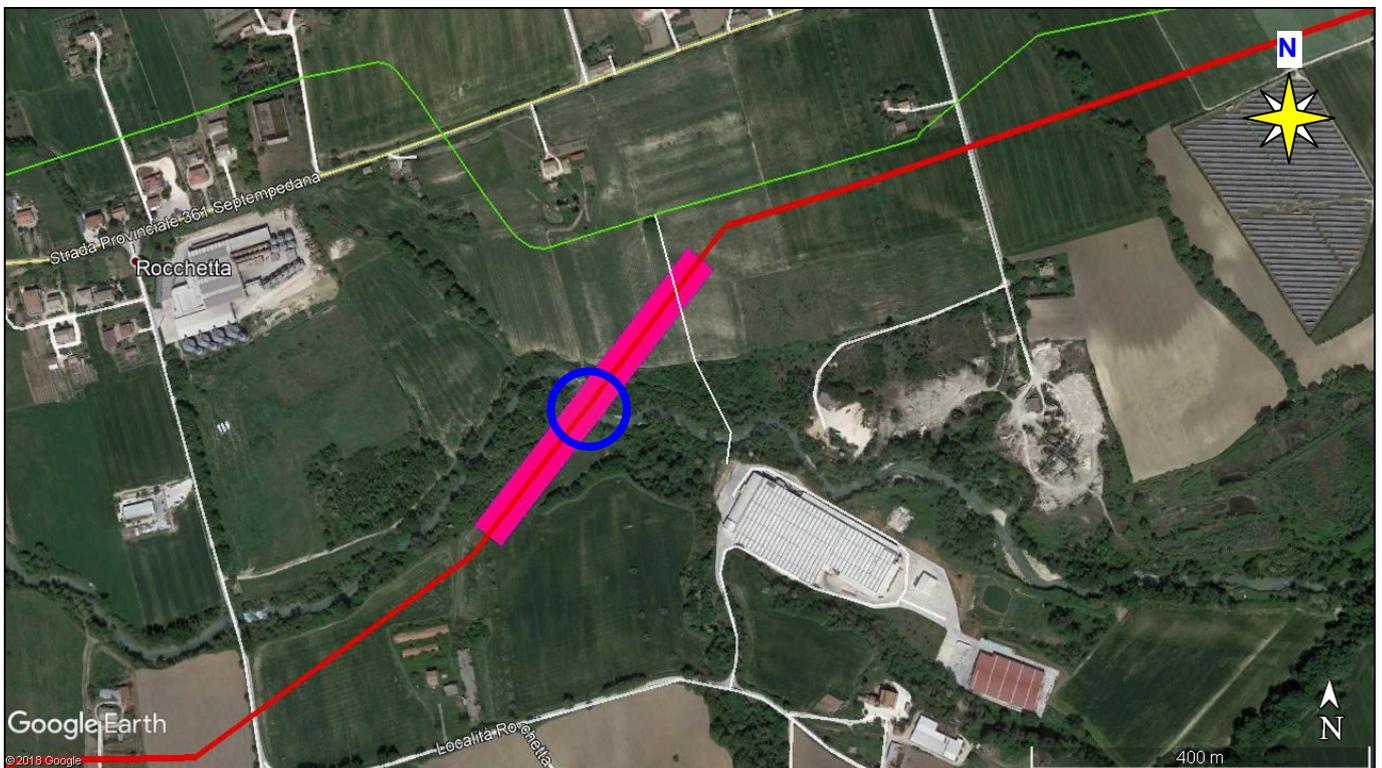


Fig.3.2/A: Foto aerea dell'ambito di attraversamento (estratta da google earth)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 11 di 82	Rev. 0

Nella figura seguente è inoltre riportata una foto relativa all'ambito d'attraversamento in esame del corso d'acqua, con indicazione del tracciato di linea in progetto.



*Fig.3.2/B: Foto ambito 1° attraversamento Fiume Potenza*

L'attraversamento in esame, come meglio descritto nel seguito, verrà eseguito in trenchless, in considerazione di elevati valori di copertura in subalveo.

### 3.3 Caratterizzazione Litostratigrafica

#### Campagne geognostiche

Per l'acquisizione degli elementi che hanno permesso di esprimere un giudizio sui litotipi costituenti i terreni nei quali si sviluppa il metanodotto in progetto, nel 2010 e poi nel 2011, sono stati condotti numerosi sondaggi geognostici, pressoché in asse tracciato.

I sondaggi sono stati realizzati tutti a carotaggio continuo, utilizzando un sistema di perforazione tradizionale costituito da batterie di aste e carotiere semplice da 101 mm di diametro, procedendo per quanto possibile con avanzamento a secco per un miglior recupero dei terreni terebrati. Le carote estratte sono state conservate in cassette catalogatrici.

Nel corso dell'esecuzione dei sondaggi, in corrispondenza di terreni granulari incoerenti, sono state eseguite prove in situ di resistenza alla penetrazione S.P.T.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 12 di 82	Rev. 0

(Standard Penetration Test) che hanno permesso di determinare lo stato di addensamento del terreno. Sui campioni rimaneggiati recuperati con lo Standard Penetration Test con punta aperta, sono state eseguite le analisi granulometriche. In corrispondenza dei livelli coesivi, sono state eseguite delle prove speditive, direttamente sulle carote estratte, per la determinazione della resistenza alla compressione semplice, mediante il Pocket Penetrometer, e della resistenza al taglio non drenata  $c_u$ , con lo scissometro tascabile o “vane test”. Inoltre in corrispondenza di alcuni dei livelli coesivi, sono stati prelevati dei campioni indisturbati per l'esecuzione di prove presso il laboratorio geotecnico.

Entrando nello specifico, i sondaggi rappresentativi per l'ambito fluviale in esame sono ubicati nello stralcio in scala 1:10000, di cui alla figura seguente. In particolare i sondaggi indicati in arancione sono relativi alla campagna di indagini del 2011; mentre quelli riportati in magenta sono riferiti ai sondaggi del 2010.

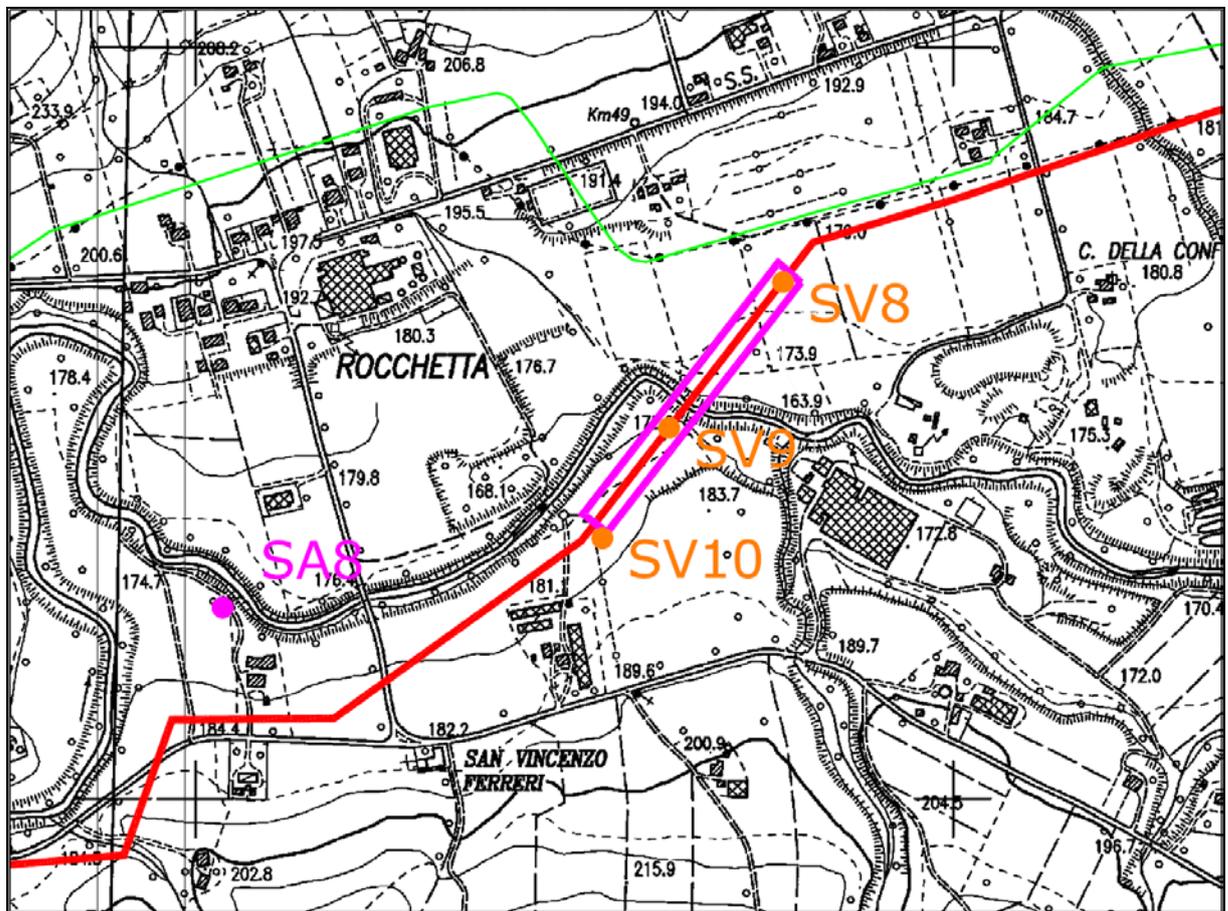


Fig.3.3/A: Planimetria area 1° Attraversamento in scala 1:10000, con ubicazione sondaggi

Per l'esame delle colonne stratigrafiche dei vari sondaggi di riferimento e delle tavole di sintesi delle prove del laboratorio geotecnico si rimanda alla visione dell'Appendice 1.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 13 di 82	Rev. 0

## 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.

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

Nell'ambito del territorio della Regione Marche è stato sviluppato uno studio di regionalizzazione denominato *Studio di regionalizzazione sul territorio marchigiano (Fondazione CIMA - Maggio 2016)*, finalizzato all'individuazione delle precipitazioni intense e delle portate massime al colmo di piena, associate a vari tempi di ritorno.

In tal senso per la valutazione delle portate di piena nella sezione idrologica di riferimento nel presente elaborato ci si avvale dei risultati conseguiti nello studio sopracitato.

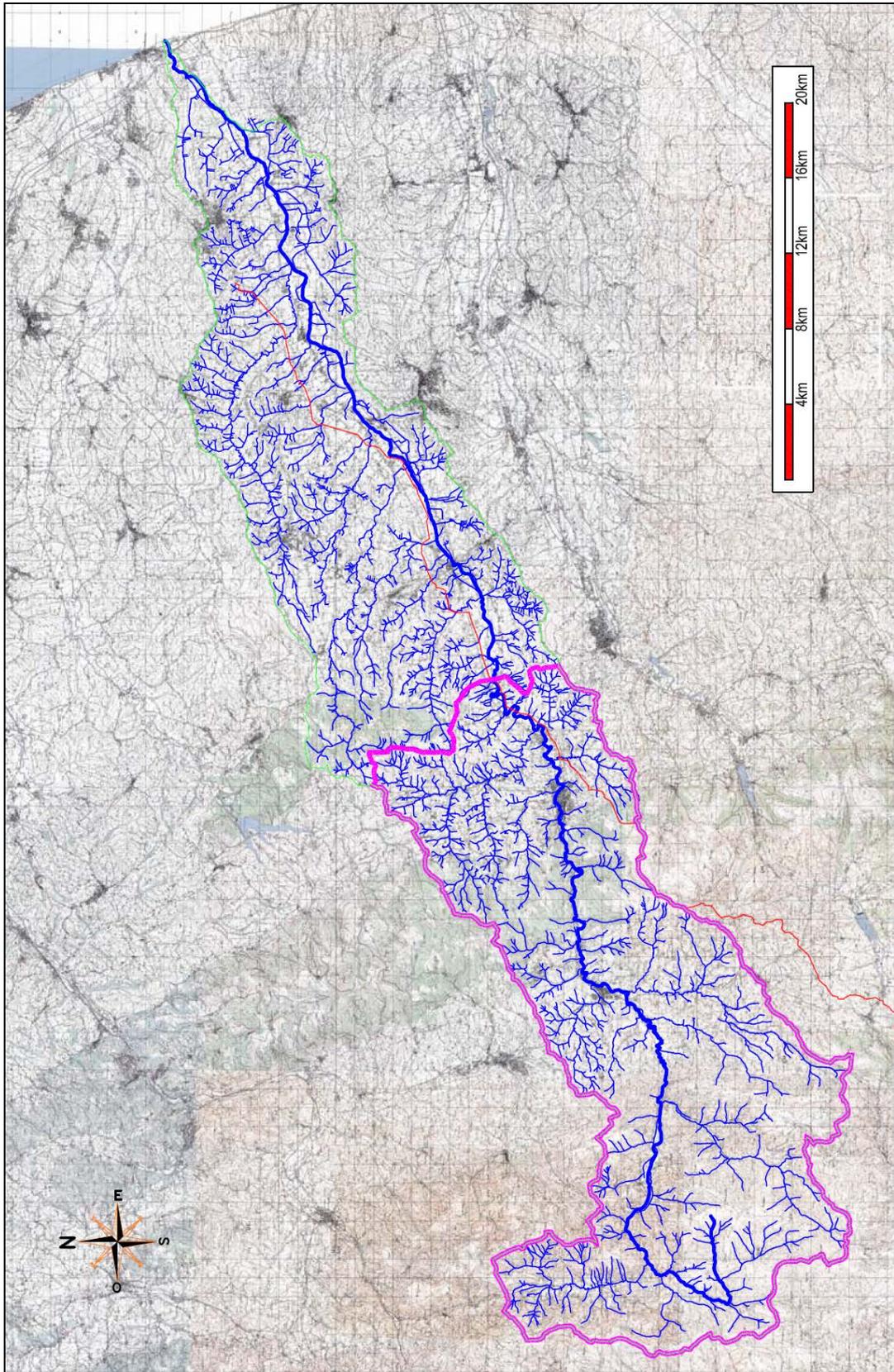
Infine, come elemento di raffronto (e di validazione), si è eseguito un'analisi comparativa con le valutazioni idrologiche effettuate nell'anno 2011 per il medesimo ambito d'attraversamento, in considerazione di metodologie di calcolo differenti.

### 4.3 Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino

Si assume come sezione di studio quella di attraversamento da parte della linea in progetto, che ricade nel tratto intermedio dello sviluppo del corso d'acqua (a circa 44 km dalla foce nel Mar Adriatico).

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 del reticolo idrografico. Nella stessa figura il tracciato di progetto è indicato mediante una linea in colore rosso.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Umbria		<b>LA-E- 80011</b>
	<b>PROGETTO</b> Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 14 di 82



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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 15 di 82	Rev. 0

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 Sezione chiusura (m)
F. Potenza (1°Attr) / Sez. di studio	431	57	1571	165

#### 4.4 Regionalizzazione delle portate

##### 4.4.1 Premessa

In data 17 febbraio 2015 è stata stipulata la convenzione tra il Commissario Delegato Maltempo Maggio 2014 e Fondazione CIMA per “La modellazione e definizione delle grandezze idrologiche utili alla progettazione per la messa in sicurezza strutturale e non strutturale del reticolo idrografico principale della Regione Marche” (Reg Int: 2015/28 – Nr. 670). Il documento, a norma dell’articolo 6 della convenzione, è la descrizione delle attività svolte da Fondazione CIMA per la regionalizzazione delle portate massime annuali al colmo di piena per la stima dei tempi di ritorno delle grandezze idrologiche. Obiettivo del lavoro è la definizione della regionalizzazione delle portate massime annuali al colmo di piena con diversi tempi di ritorno per i corsi d'acqua nel territorio marchigiano.

##### 4.4.2 Metodologia di Elaborazione - Sintesi

Per realizzare la regionalizzazione delle portate massime annuali al colmo di piena non è stato possibile utilizzare un approccio diretto che utilizzi le serie storiche di portata per la molto scarsa numerosità del campione.

È stato quindi utilizzato un approccio indiretto che prevede la generazione di eventi sintetici di precipitazione utilizzando i risultati ottenuti nella procedura di regionalizzazione delle piogge estreme e l’uso del modello idrologico Continuum calibrato e validato sul territorio regionale per determinare la risposta dei bacini.

La procedura utilizzata per la regionalizzazione delle portate al colmo è composta di tre fasi:

1. generazione di un set di eventi pluviometrici estremi sintetici
2. esecuzione di simulazioni idrologiche per ognuno degli eventi pluviometrici generati
3. stima della distribuzione di probabilità in ogni punto del reticolo

Il modello idrologico è stato calibrato su bacini di medio-grandi dimensioni presenti sul territorio regionale (l’area del bacino più piccolo calibrato è pari a 50 kmq) per cui i risultati della regionalizzazione su tali aree sono ritenuti affetti da una minor incertezza rispetto ai risultati ottenuti per bacini di piccole dimensioni (alcuni kmq) per cui non erano disponibili serie storiche di portata per la calibrazione.

##### 4.4.3 Risultati delle elaborazioni

I risultati delle elaborazioni sono stati sintetizzati mediante delle mappe di quantili, visualizzabili con qualunque software GIS.

In sintesi sono stati forniti i seguenti allegati:

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 16 di 82	Rev. 0

- Mappe\_Regionalizzazione\_Q.zip: mappe in formato ESRI grid, lat-lon EPSG-4326, delle:
  - a. Portate per diversi tempi di ritorno (T= 2, 5, 10, 20, 50, 100, 150, 200, 500 anni).
  - b. Area drenata da ciascun punto sul reticolo modellistico (espressa in km<sup>2</sup>).

Inoltre per bacini con area drenata inferiore a 50 kmq, come metodo alternativo all'utilizzo delle mappe dei quantili, risulta possibile valutare la portata indice (portata media dei massimi di piena annuali) in funzione dell'area drenata, in considerazione dell'algoritmo qui di seguito riportato:

$$Q_i = 1.6119 A^{0.9735} \quad [m^3/s]$$

Si applicano i valori del fattore di crescita  $K_T$  riportati nella Tabella seguente per ottenere il quantile desiderato:  $Q(T) = K_T \times Q_i$

Tempo di ritorno [anni]	2	5	10	20	50	100	150	200	500	1000
Fattore di crescita $K_T$	0.864	1.375	1.755	2.155	2.730	3.207	3.505	3.725	4.482	5.115

A livello cautelativo, per bacini inferiore ai 50 kmq, viene suggerito di utilizzare entrambi i metodi e poi di utilizzare i valore massimi.

#### 4.4.4 Risultati riferiti al caso specifico

La visualizzazione dei quantili di riferimento per la sezione idrologica di studio è stata eseguita mediante l'impiego del software QGIS.

In particolare le portate al colmo di piena, riferite a n.4 differenti tempi di ritorno, sono riportate nella tabella seguente.

*Tab.4.4/A: Portate al colmo di piena / Metodo "Regionalizzazione Marche"*

Corso d'acqua / Sezione Studio	Coord. Geografiche WGS84-EPGS4326 Latitudine /Longitudine	Superficie Bacino (kmq)	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=50anni)	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=100anni)	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=200anni)	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=500anni)
F. Potenza (1°Attr) / Sez. di studio	43.264° / 13.259°	431	577	670	729	997

#### 4.5 Analisi comparativa con gli studi eseguiti nell'anno 2011

Al fine di validare i risultati conseguiti, si è eseguito un'analisi di raffronto con le valutazioni idrologiche effettuate nell'anno 2011 per il medesimo ambito d'attraversamento, in considerazione di metodologie di calcolo differenti.

In particolare all'epoca erano state considerate n.2 differenti metodologie di calcolo, ossia:

- metodo indiretto (afflussi - deflussi), con valutazione delle portate di piena con la "formula razionale" ed in considerazione del tempo di corrivazione con il metodo proposto da Giandotti;

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 17 di 82	Rev. 0

- metodo VAPI (VALutazione Plene), per la Regione Marche, promosso dal CNR – Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI);

I risultati conseguiti sono riportati nella tabella seguente:

*Tab.4.5/A: Portate al colmo di piena - Risultati degli studi anno 2011*

Corso d'acqua / Sezione Studio	Metodologia di calcolo	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=50anni)	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=100anni)	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=200anni)
F. Potenza (1°Attr) / Sez. di studio	METODO VAPI	507	586	665
F. Potenza (1°Attr) / Sez. di studio	AFFLUSSI- DEFLUSSI	705	763	821

Dal confronto tra le valutazioni idrologiche sintetizzate nella Tab. 4.5/A e quelle conseguite mediante lo studio di regionalizzazione della Regione Marche (di cui alla Tab. 4.4/A), si rileva che i risultati in generale risultano sostanzialmente comparabili. In particolare i valori di portata valutati mediante lo studio di regionalizzazione (di cui alla Tab. 4.4/A) risultano sostanzialmente intermedi tra i valori conseguiti con il metodo VAPI (di cui alla Tab. 4.5/A - riga 2) e quelli conseguiti con il metodo indiretto (di cui alla Tab. 4.5/A - riga 3).

#### 4.6 Portata di progetto

Si adotta come portata di progetto quella valutata con il "Metodo di Regionalizzazione" (*Fondazione CIMA - Maggio 2016*) ed associata ad un tempo di ritorno (TR) pari a 200 anni.

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

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

		Sup. Bacino	Qprogetto	qmax
Sezione Idrologica		(kmq)	(mc/s)	(mc/s×kmq)
F.Potenza (1°Attr)	Sez. di studio	431	<b>729</b>	1.69

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 18 di 82	Rev. 0

## 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  $T_r = 200$  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-RAS<sup>1</sup> 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.

<sup>1</sup> 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		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 19 di 82	Rev. 0

## 5.2 Assetto geometrico e 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 620m.

I dati geometrici di base derivano da un rilievo topografico effettuato tramite volo Lidar (appositamente eseguito per la progettazione del metanodotto in esame), che ha 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 apprezzabili tali da modificarne il deflusso della corrente.

Entrando nello specifico, nella figura seguente è riportato uno stralcio CTR, nel quale le sezioni trasversali utilizzate per il calcolo idraulico sono indicate in magenta, mentre il tracciato di linea del metanodotto in progetto è indicato in colore rosso. La sezione S1 (RS80) coincide con la sezione di monte del tronco idraulico; la sezione S8 (RS10) rappresenta la sezione idraulica di valle.

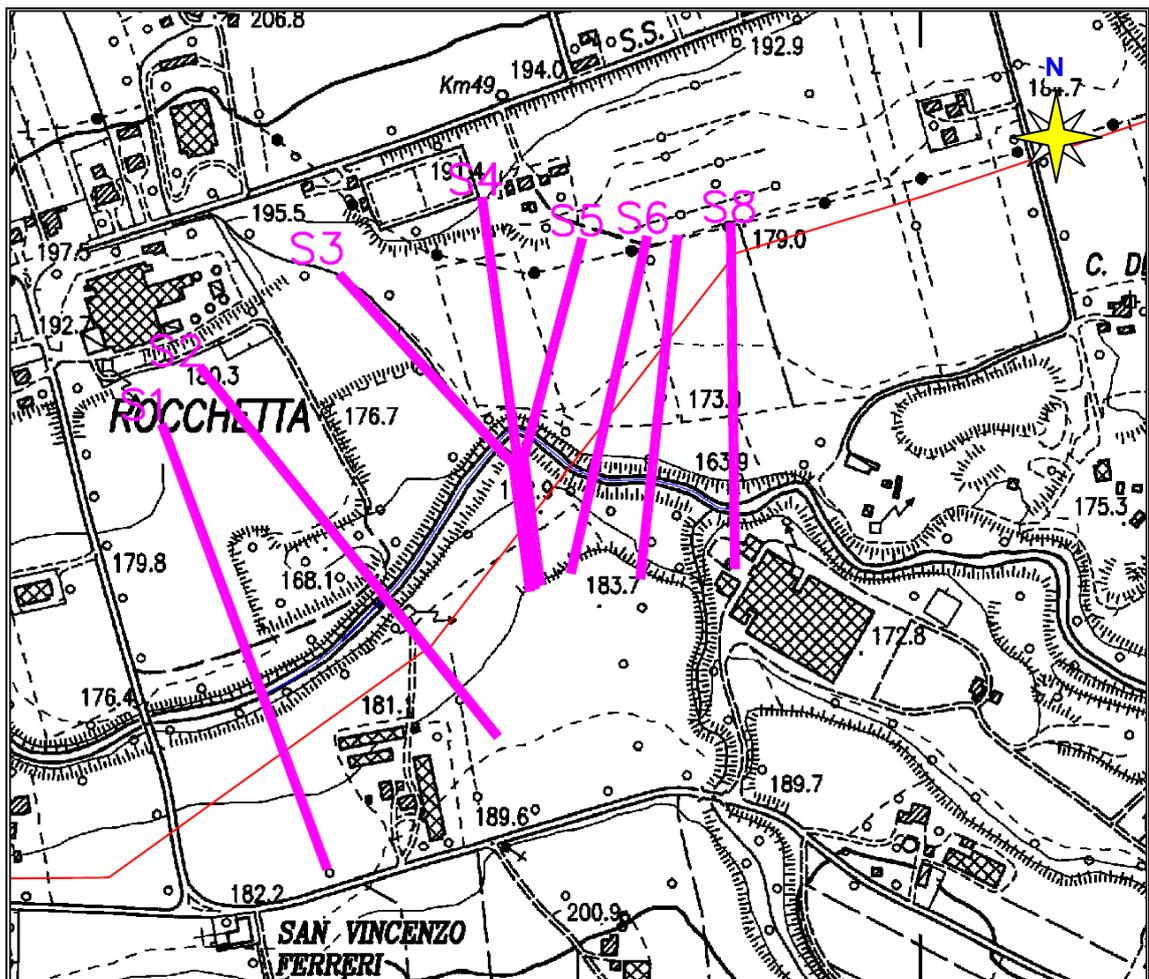


Fig.5.2/A: Stralcio CTR, con sezioni iniziali di input

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 20 di 82	Rev. 0

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 sezioni.

Tab.5.2/A: quadro geometrico generale della modellazione

SEZIONE IDRAULICA (River Station)	SEZIONE DEL RILIEVO	PROGRESSIVA (m)	DISTANZA dalla Sez. succ. (m)	DESCRIZIONE
RS80	Sez.1	0.00	159.35	Sezione di monte
RS70	Sez.2	159.35	189.81	
RS60	Sez.3	349.16	23.98	
RS50	Sez.4	373.14	17.30	
RS40	Sez.5	390.44	76.50	
RS30	Sez.6	466.94	59.00	
RS20	Sez.7	525.94	90.45	
RS10	Sez.8	616.39	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.

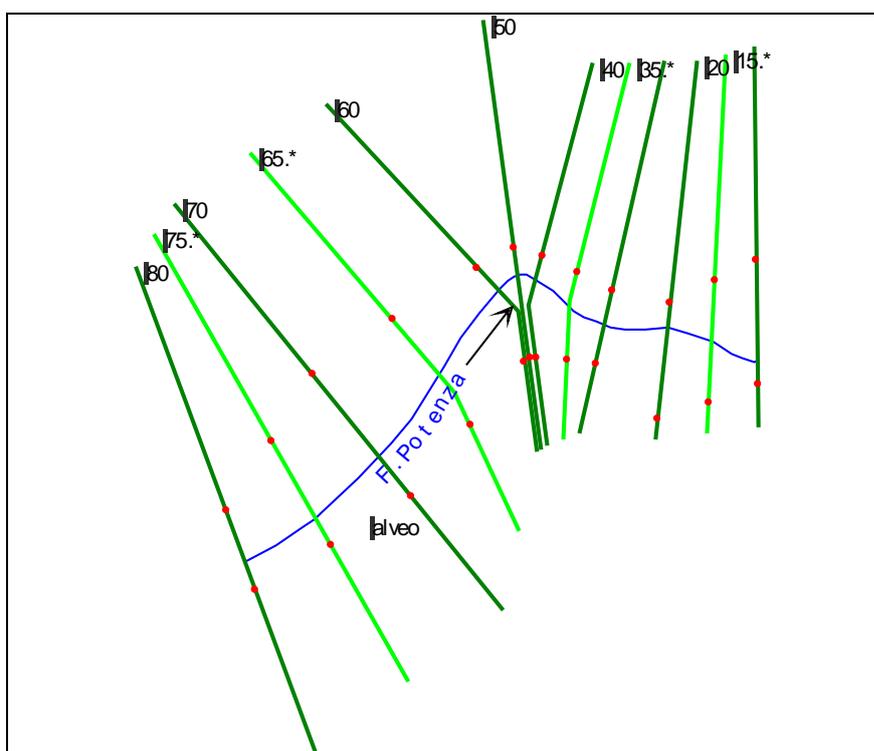


Fig.5.2/B: Modellazione geometrica in Hec Ras (RS80 a monte e RS10 a valle)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 21 di 82	Rev. 0

### 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:

- $Q_{200}=729$  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 (RS50) ed a valle (RS10), in considerazione delle pendenze al fondo individuati per i tratti immediatamente esterni alle 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 e sono:

- 0,035 per l'alveo medio principale (Chan);
- 0,055, per le aree golenari 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.

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Umbria		<b>LA-E- 80011</b>
	<b>PROGETTO</b> Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 22 di 82

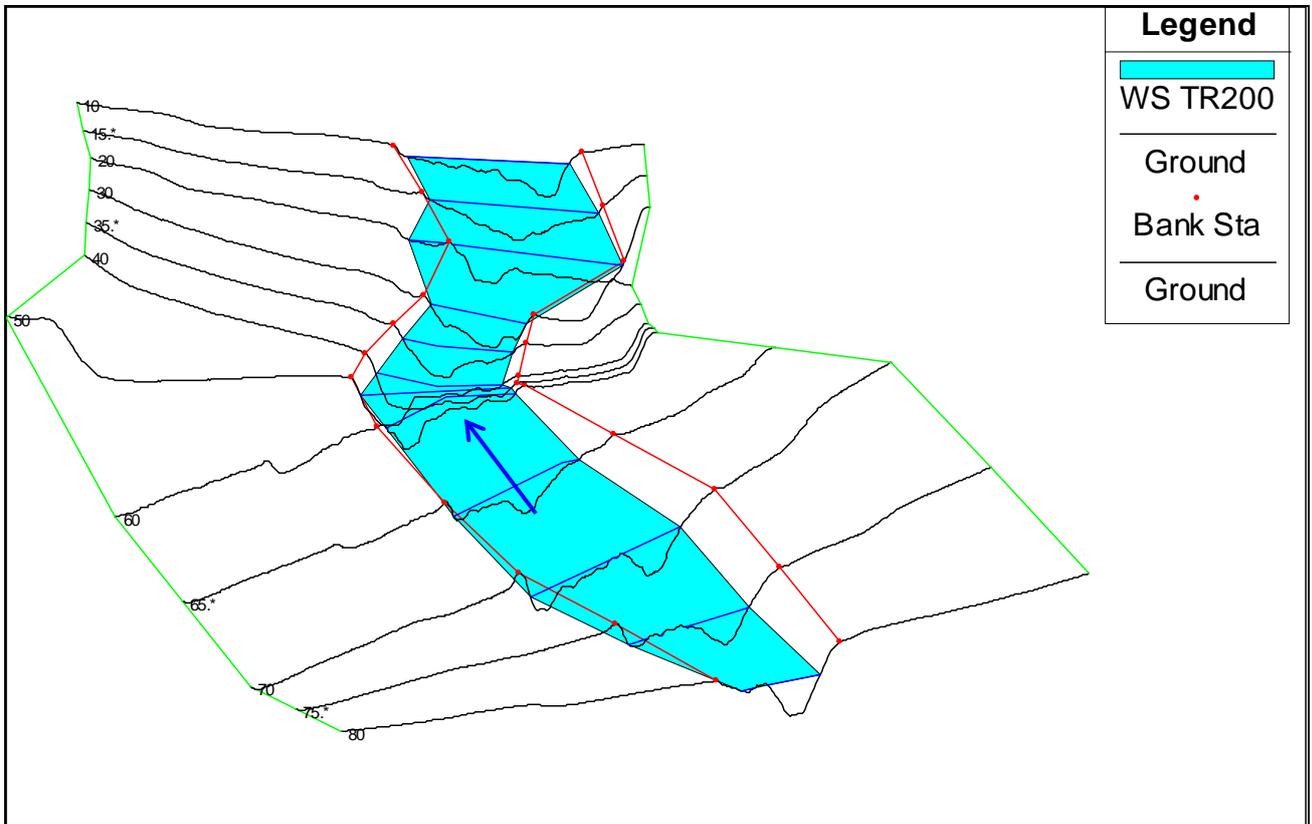


Fig.5.3/A: Schermata di Output del programma – visione prospettica (RS80: monte /RS10: valle)

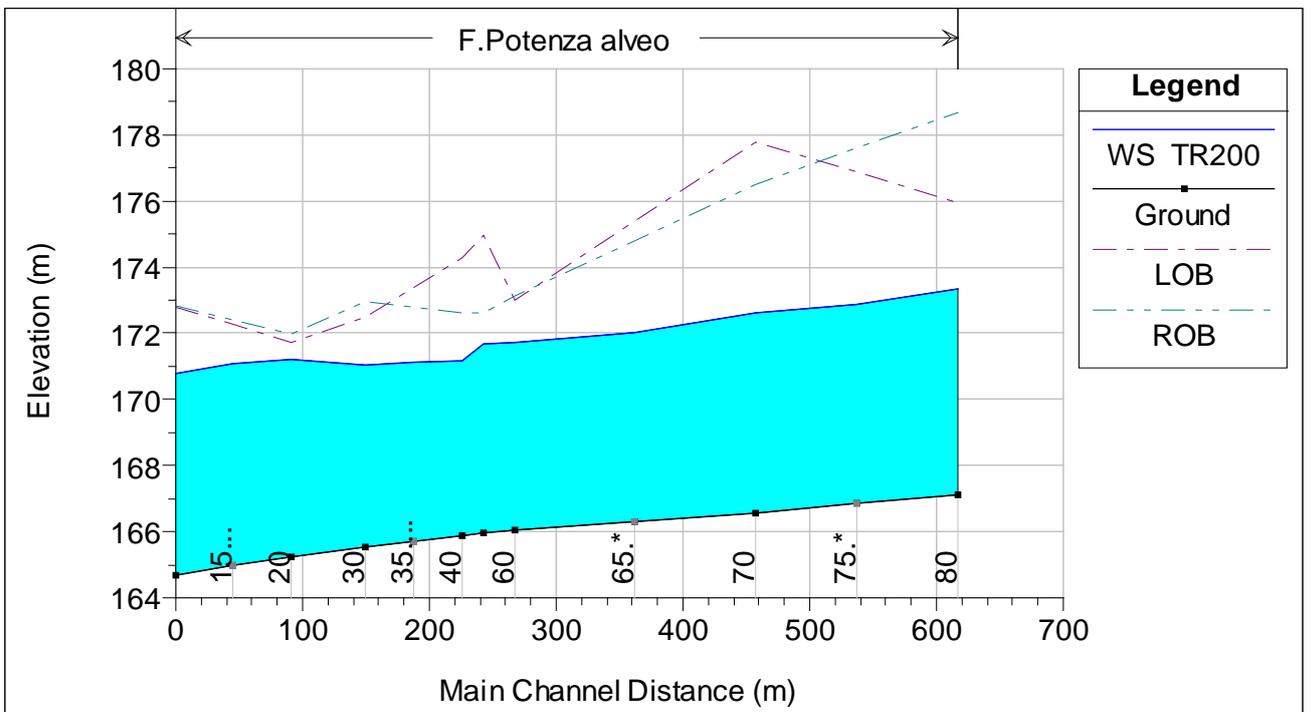


Fig.5.3/B: Schermata di Output del programma – Profilo longitudinale (RS80: monte /RS10: valle)

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche e Umbria		<b>LA-E- 80011</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 23 di 82

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 generale di Output*

River Station	Q Total (m3/s)	Min Ch Elev (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Hydr Depth C (m)	Shear Chan (N/m2)	Froude Chl
80	729	167.12	173.36	173.36	174.95	0.009067	5.59	130.5	41.19	3.17	261.61	1
75.*	729	166.85	172.89	172.89	173.89	0.010214	4.42	165.04	84.94	1.94	189.5	1.01
70	729	166.58	172.64		173.09	0.0038	2.98	244.87	107.46	2.28	81.89	0.63
65.*	729	166.31	172.01		172.64	0.005479	3.51	207.77	95.53	2.17	114.82	0.76
60	729	166.03	171.71		172.2	0.003364	3.1	235.42	89.83	2.62	84.27	0.61
50	729	165.95	171.7		172.1	0.002582	2.82	258.14	92.93	2.78	68.69	0.54
40	729	165.89	171.19		172	0.00674	3.98	183.13	80.2	2.28	146.13	0.84
35.*	729	165.71	171.11		171.76	0.003821	3.56	204.49	69.88	2.93	107.46	0.67
30	729	165.52	171.04		171.61	0.002703	3.36	217.17	61.74	3.52	90.05	0.57
20	729	165.25	171.23		171.41	0.000846	1.92	387.12	128.2	3.59	29.03	0.32
15.*	729	164.98	171.1		171.36	0.001438	2.26	322.02	105.49	3.05	42.59	0.41
10	729	164.7	170.78	169.87	171.24	0.003504	3	243.3	100.55	2.42	81.03	0.61

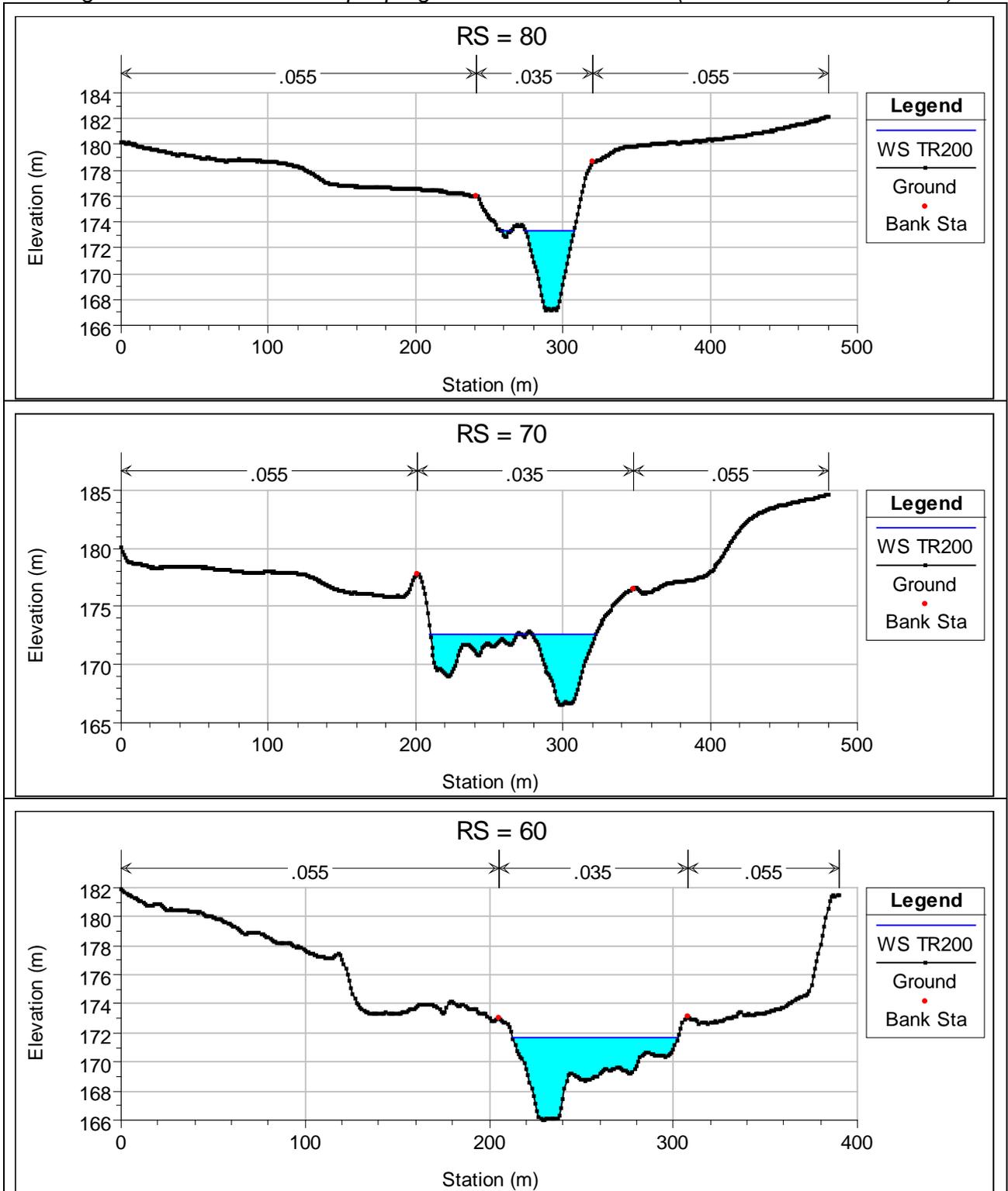
Nella tabella di "output", i parametri riportati assumono i significati qui di seguito specificati.

- 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 nel canale principale dell'alveo;
- Flow Area: Area della sezione liquida effettiva;
- Top Width: Larghezza superficiale della sezione liquida;
- Hydr Depth C: Altezza liquida media nel canale principale dell'alveo;
- Shear Chnl: Tensione di attrito nel canale principale dell'alveo
- Froude Chnl: Numero di Froude nel canale principale dell'alveo;

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

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Umbria		<b>LA-E- 80011</b>
	<b>PROGETTO</b> Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 24 di 82

Fig.5.3/C: Schermate di Output programma – Cross Section (RS80: monte /RS10: valle)





PROGETTISTA



UNITÀ  
000

COMMESSA  
023087

LOCALITÀ

Regione Marche e Umbria

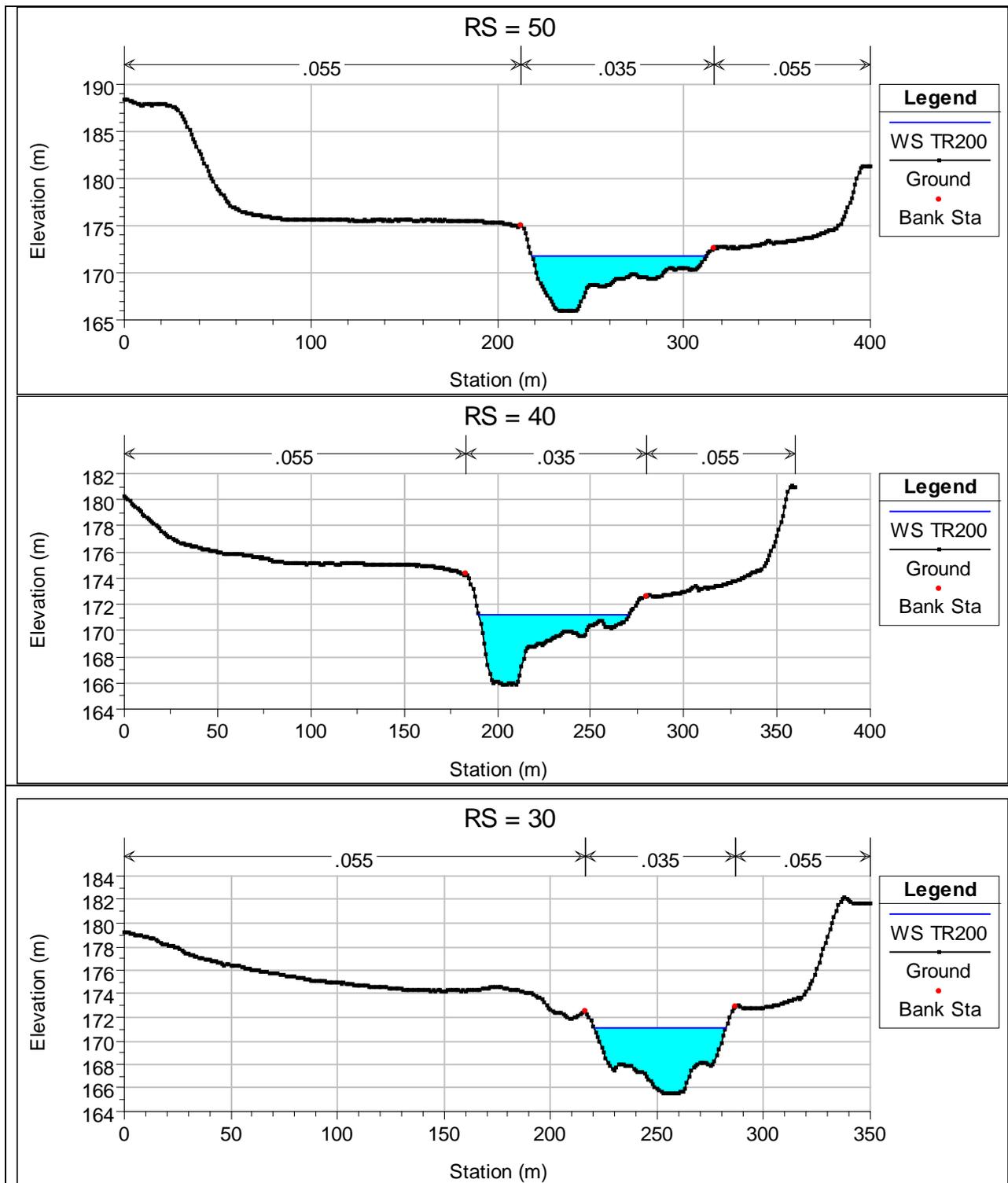
LA-E- 80011

PROGETTO

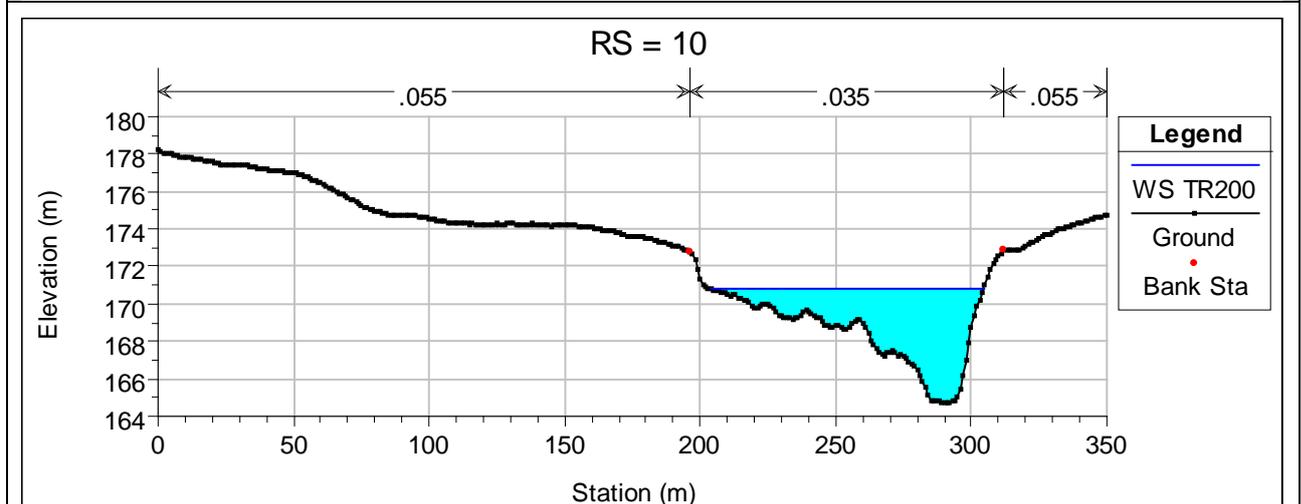
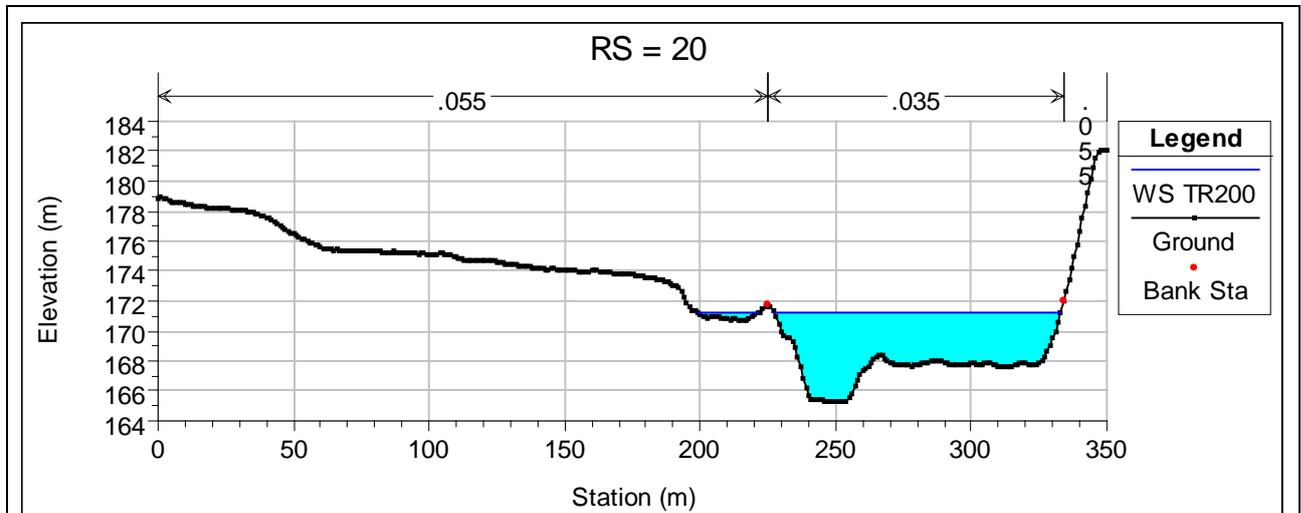
Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)

Fg. 25 di 82

Rev.  
0



	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 26 di 82	Rev. 0



#### 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 risulta in generale in grado di contenere la portata di progetto (portata duecentennale).

Le velocità di deflusso medio in alveo della corrente, in concomitanza della piena di progetto risultano generalmente nell'ordine dei 3-4 m/s.

Per la valutazione dei fenomeni erosivi e delle capacità di trasporto solido della corrente, si rimanda a quanto riportato nel capitolo seguente.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Umbria		<b>LA-E- 80011</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 27 di 82	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 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 valore che un eventuale approfondimento potrebbe raggiungere rispetto alla quota media iniziale del fondo, interessando quindi la quota di collocazione della condotta.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 28 di 82	Rev. 0

## 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'erosione<sup>2</sup>. 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 Schoklitsh<sup>3</sup> è quella che presenta minori difficoltà nella determinazione dei parametri caratteristici.

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

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

dove

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

Il valore di **a** viene assunto in funzione delle caratteristiche geometriche del corso d'acqua, sulla base del dislivello locale del fondo alveo, in corrispondenza della massima incisione, relativo ad una lunghezza (in asse alveo) pari all'altezza idrica di piena ivi determinata.

### Arature di fondo

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

<sup>2</sup> 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.

<sup>3</sup> Schoklitsh A., "Stauraum verlandung und kolkbewehr", Springer ed., Vienna, 1935.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 29 di 82	Rev. 0

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 studiate<sup>4</sup> da Yalin (1964), Nordin (1965) ed Altri, che hanno proposto di assegnare a tali escavazioni un valore cautelativo pari ad una percentuale dell'altezza idrometrica di piena ivi determinata. In particolare, nel caso di regime di corrente lenta, venne concluso che, per granulometrie comprese nel campo delle sabbie, la profondità del fenomeno risulta comunque inferiore a 1/6 o al massimo 1/3 dell'altezza idrica. Una generalizzazione prudenziale, proposta in Italia<sup>5</sup>, 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

- $\delta$  è il diametro delle particelle;
- $\tau_0$  è la tensione tangenziale in alveo;
- $\gamma_s$  è il peso specifico delle particelle (considerato 24 kN/m<sup>3</sup>);
- $\gamma_w$  è il peso specifico dell'acqua, considerata, per semplicità, limpida.

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011	
	PROGETTO Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 30 di 82	Rev. 0

### 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 e/o calcolati in funzione dei 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 <sup>3</sup> /s)	Vel Chnl (m/s)	Top Width (m)	Hydr Depth C (m)	Portata specifica (m <sup>3</sup> /s m)	Carico totale (m)	Approfond. Localizzati (m)	Arature di fondo (m)
80	729	5.59	41.19	3.17	17.70	4.76	2.47	1.59
75.*	729	4.42	84.94	1.94	8.58	2.94	1.59	0.97
70	729	2.98	107.46	2.28	6.78	2.73	1.44	1.14
65.*	729	3.51	95.53	2.17	7.63	2.80	1.50	1.09
60	729	3.1	89.83	2.62	8.12	3.11	1.60	1.31
50	729	2.82	92.93	2.78	7.84	3.19	1.60	1.39
40	729	3.98	80.2	2.28	9.09	3.09	1.65	1.14
35.*	729	3.56	69.88	2.93	10.43	3.58	1.84	1.47
30	729	3.36	61.74	3.52	11.81	4.10	2.03	1.76
20	729	1.92	128.2	3.59	5.69	3.78	1.56	1.80
15.*	729	2.26	105.49	3.05	6.91	3.31	1.57	1.53
10	729	3	100.55	2.42	7.25	2.88	1.50	1.21

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		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 31 di 82	Rev. 0

*Tab.6.3/B: Diametro limite dei clasti trasportati*

River Station	Shear Chan (N/m2)	Diametro limite clasti trasportati (m)
80	261.61	0.31
75.*	189.5	0.22
70	81.89	0.10
65.*	114.82	0.13
60	84.27	0.10
50	68.69	0.08
40	146.13	0.17
35.*	107.46	0.13
30	90.05	0.11
20	29.03	0.03
15.*	42.59	0.05
10	81.03	0.10

#### 6.4 Considerazione sui risultati conseguiti

Sulla base delle valutazioni di cui al paragrafo precedente si evince che, relativamente al tratto in prossimità dell'attraversamento del tracciato in progetto (tra RS40 e RS30), le massime erosioni attese al fondo alveo si attestano intorno al valore dell'ordine dei 2m.

La corrente, nel tratto in prossimità dell'ambito di attraversamento risulta potenzialmente in grado di movimentare clasti del diametro dell'ordine dei 15-20 cm.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 32 di 82	Rev. 0

## 7 METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI

### 7.1 Metodologia costruttiva: Microtunnelling

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.

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 Configurazione geometrica 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 minitunnel 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 presenta una configurazione costituita da due brevi rettilinei alle estremità e da un arco di circonferenza intermedio.

Le principali caratteristiche geometriche del tunnel sono:

- lunghezza dello sviluppo complessivo del microtunnel di circa 495metri (di cui circa 462m relativamente al tratto curvilineo e complessivamente 33m circa per i due tratti rettilinei);
- diametro interno del microtunnel: min. 2000mm;
- raggio di curvatura del tratto curvilineo pari a 1370 m;
- copertura minima della generatrice superiore del tunnel dalle quote di fondo dell'alveo di magra di 12.8 m;
- postazione di partenza (di spinta): in sinistra idrografica del fiume, con profondità massima del pozzo di circa 5.5m dal piano campagna. Distanza dalla sponda del corso d'acqua di oltre 200m;
- Postazione di recupero (scavo per il recupero della fresa e per il collegamento di linea): in destra idrografica. Distanza dalla sponda del corso d'acqua, misurata lungo lo sviluppo del metanodotto, di quasi 200m

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche e Umbria		<b>LA-E- 80011</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 33 di 82	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Tale configurazione di progetto consente di realizzare il tunnel ad adeguate profondità dal fondo del corso d'acqua, comunque ben superiori ai valori di erosioni valutate nei capitoli precedenti. In aggiunta si evidenzia che le postazioni di estremità della trivellazione sono state previste con appropriati distacchi di sicurezza dall'alveo del corso d'acqua.

A tal proposito, per l'analisi di dettaglio della configurazione geometrica d'attraversamento, si rimanda alla visione dell'elaborato grafico di progetto precedentemente richiamato.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 34 di 82	Rev. 0

## 8 DESCRIZIONE DELLA TECNICA COSTRUTTIVA DEL MICROTUNNEL

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

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Umbria		<b>LA-E- 80011</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 35 di 82	<b>Rev.</b> <b>0</b>

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 36 di 82	Rev. 0

- 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 additivati 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 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

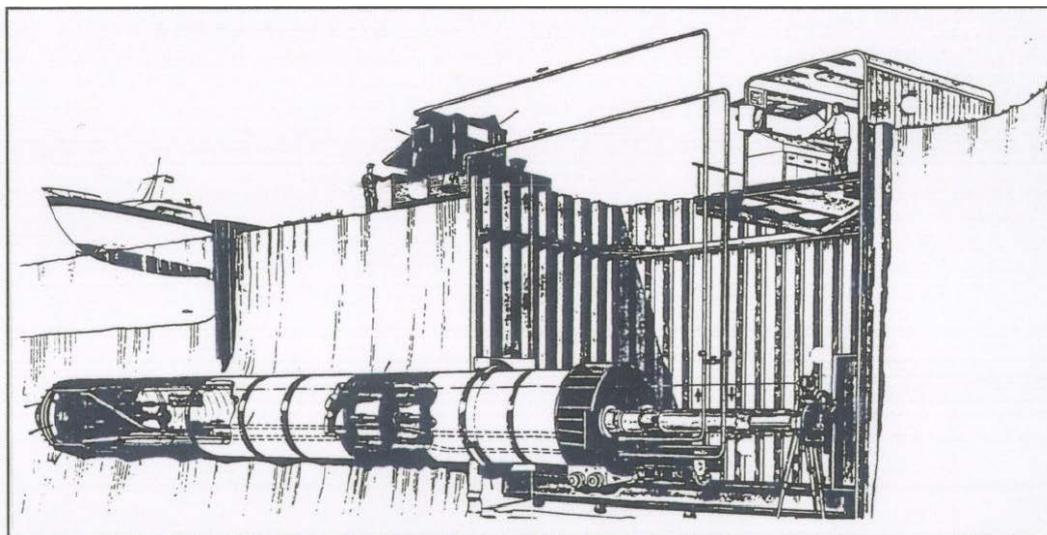
	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 37 di 82	Rev. 0

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)*

#### 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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 38 di 82	Rev. 0

opportuni collari distanziatori costituiti da materiali in grado di resistere all'usura (collari RACI in PEAD rinforzato e/o in malta poliuretanicata 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).

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.

#### 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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 39 di 82	Rev. 0

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 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’idonea 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 esposte 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

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche e Umbria		<b>LA-E- 80011</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 40 di 82	<b>Rev.</b> <b>0</b>

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.

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		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 41 di 82	Rev. 0

## 9 VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA

### 9.1 Premessa

#### Generalità

Il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) redatto dall'ex Autorità di Bacino delle Marche è stato approvato con Deliberazione di Consiglio Regionale n. 116 del 21/01/2004 pubblicata sul supplemento n. 5 al BUR n. 15 del 13/02/2004.

Successivamente con DCI n. 68 del 08/08/2016 e' stato approvato, in prima adozione, l'Aggiornamento 2016 al PAI. Con DGR n. 982 del 08/08/2016 sono state approvate le misure di misure di salvaguardia, in attesa della definitiva approvazione dell'Aggiornamento.

I due atti sono pubblicati nel Bollettino Ufficiale della Regione Marche dell'8 settembre 2016. Gli elaborati tecnici dell'aggiornamento sono stati approvati con Decreto n. 49 del 27/07/2016 del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino regionale (B.U.R. Marche n. 124 del 16/11/2016), successivamente rettificato con i Decreti n. 55 del 26/09/2016 (B.U.R. Marche n. 17 del 10/02/2017) e n. 61 del 24/10/2016 .

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

#### Norme di Attuazione PAI - Sintesi dei contenuti

Ai sensi dell'Art.6, comma 1, lettera a) delle Norme di Attuazione (di seguito denominate anche N.A), nell'ambito del PAI vengono individuate le fasce di territorio inondabili assimilabili a piene con tempi di ritorno fino a 200 anni dei principali corsi d'acqua dei bacini regionali.

Dette fasce sono state definitive su base storico- geomorfologica sono comunque associate ad un unico livello di pericolosità "elevata – molto elevata".

Inoltre ai sensi dell'Art.8 delle N.A. vengono individuati i tronchi omogenei per la fascia inondabile. In particolare la fascia fluviale è suddivisa in tronchi distinti in base ai livelli di rischio:

- R4- Aree Inondabili a Rischio molto elevato;
- R3- Aree Inondabili a Rischio elevato;
- R2- Aree Inondabili a Rischio medio;
- R1- Aree Inondabili a Rischio moderato.

L'Art.9 disciplina gli interventi consentiti nelle aree inondabili.

In particolare, ai sensi dell'Art.9, comma1, lettera i), le N.A. consentono nell'ambito delle aree inondabili la realizzazione ed ampliamento di infrastrutture tecnologiche o viarie, pubbliche o di interesse pubblico, nonché delle relative strutture accessorie; tali opere, di cui il soggetto attuatore dà comunque preventiva comunicazione all'Autorità di bacino contestualmente alla richiesta del parere previsto nella presente lettera, sono condizionate ad uno studio da parte del soggetto attuatore in cui siano valutate eventuali soluzioni alternative, la sostenibilità economica e la compatibilità con la pericolosità delle aree, previo parere vincolante della Autorità idraulica competente che nelle more di specifica direttiva da parte dell'Autorità può sottoporre alla stessa l'istanza.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 42 di 82	Rev. 0

## 9.2 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 aree inondabili del corso d'acqua stesso (riportate mediante campiture a varia colorazione).

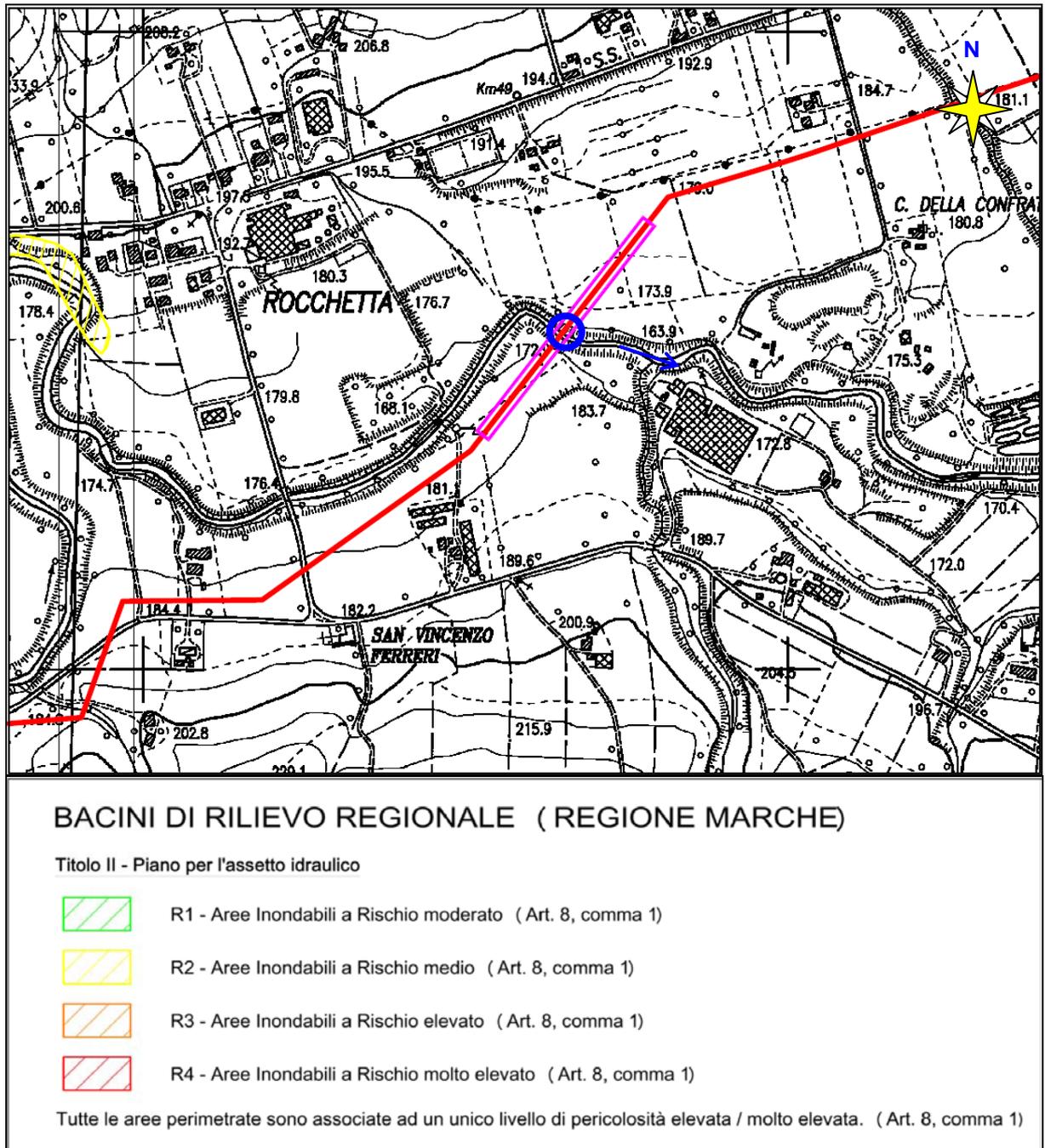


Fig.9.2/A: Interferenze tra metanodotto in progetto con le Aree inondabili del corso d'acqua

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 43 di 82	Rev. 0

Dall'analisi della figura precedente si rileva che il metanodotto in progetto, in corrispondenza dell'ambito di attraversamento in esame del corso d'acqua, NON ricade tra gli ambiti perimetrati a rischio di inondazione ai sensi del PAI.

Dalla stessa Fig.9.2/A si può anche rilevare che l'alveo del corso d'acqua verrà superato in subalveo mediante trivellazione (il cui sviluppo longitudinale è indicato mediante una sagoma rettangolare in magenta a cavallo della condotta).

### 9.3 Analisi dei criteri di compatibilità idraulica

Facendo seguito a quanto evidenziato nel paragrafo precedente, in corrispondenza dell'ambito di attraversamento in esame non si rilevano interferenze tra il tracciato del metanodotto con le aree di inondazione del corso d'acqua individuate nel PAI.

Ciononostante, in considerazione che comunque si interferisce con l'alveo di un corso d'acqua principale della Regione Marche, si è voluto comunque procedere con le analisi delle valutazioni inerenti ai criteri di compatibilità idraulica ai sensi delle Norme di Piano.

#### Considerazioni di carattere generale

Il metanodotto in progetto rappresenta un'infrastruttura lineare di interesse pubblico. In tal senso, in riferimento alle Norme di Attuazione del Piano (Art.9, comma 1, lettera i), risulta tra le tipologie di opere per le quali è consentito l'interferenza con le fasce inondabili individuate nella cartografia del PAI.

L'interferenza specifica con l'alveo del corso d'acqua è stata determinata da considerazioni a più ampia scala che riguardano l'intera direttrice del tracciato dell'opera, per la quale (in sede della redazione del SIA) sono state attentamente valutate varie alternative di progetto ed il tracciato individuato è stato ritenuto quello più idoneo.

Inoltre 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 allagamento dell'area.

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

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

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

#### Considerazioni specifiche

In precedenza è stato evidenziato che l'alveo del corso d'acqua verrà attraversato in trivellazione, ad elevate profondità di posa. Pertanto alla luce della metodologia operativa individuata e delle scelte progettuali, si evidenzia quanto segue:

- L'attraversamento fluviale avviene in "subalveo" e prevede una profondità di posa della condotta di sufficiente garanzia nei confronti d'eventuali fenomeni di erosione di fondo (anche localizzati e/o temporanei) che si possono produrre anche in

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Umbria		<b>LA-E- 80011</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 44 di 82	<b>Rev.</b> <b>0</b>

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 involuppo 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'involuppo 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.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche e Umbria		<b>LA-E- 80011</b>
	<b>PROGETTO</b> Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 45 di 82		<b>Rev.</b> <b>0</b>

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 46 di 82	Rev. 0

## 10 CONCLUSIONI

La società Snam S.p.A., nell'ambito del progetto "Rifacimento metanodotto Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)", DN 650 (26") - DP 75bar", intende realizzare un metanodotto che si sviluppa quasi integralmente nel territorio delle Marche ed interessa marginalmente anche il territorio dell'Umbria, in sostituzione di un tratto di metanodotto in esercizio ed in fase di dismissione.

La suddetta linea in progetto interseca una 1<sup>a</sup> volta l'alveo del fiume POTENZA (1° attraversamento) nel tratto intermedio dello sviluppo del corso d'acqua, nell'ambito del territorio di San Severino Marche (MC).

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

Alla luce dei risultati conseguiti, per il superamento in subalveo del corso d'acqua in esame, è stata prevista l'adozione di un sistema di attraversamento in trivellazione, mediante 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.

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.

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 aree di pericolosità idraulica censite dal PAI si rileva che, in corrispondenza dell'ambito di attraversamento fluviale in esame, il metanodotto in progetto NON interferisce con le aree di inondazione del corso d'acqua individuate nel PAI. Tuttavia, in considerazione che si interferisce con l'alveo di un corso d'acqua principale della Regione Marche, si è ritenuto opportuno comunque procedere con le valutazioni inerenti la compatibilità idraulica ai sensi delle Norme di Piano.

In tal senso è stato evidenziato che l'intervento di progetto non introduce alterazioni al deflusso della corrente e/o riduzione della capacità di invaso e di laminazione del corso d'acqua e più in generale non determina alcuna modifica significativa allo stato dei luoghi della regione fluviale e non implica trasformazioni del territorio e/o cambiamenti circa l'uso del suolo.

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



PROGETTISTA



UNITÀ  
000

COMMESSA  
023087

LOCALITÀ

Regione Marche e Umbria

LA-E- 80011

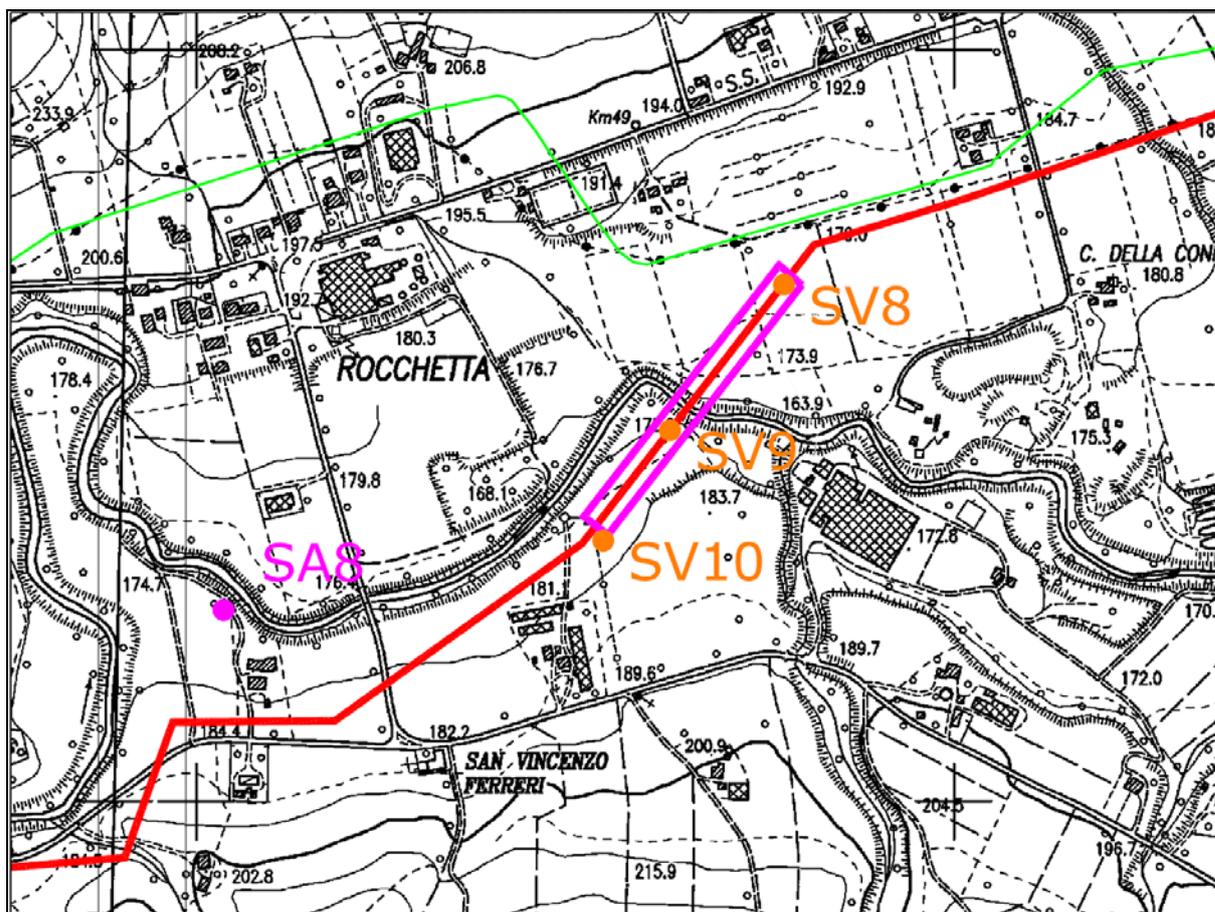
PROGETTO

Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)

Fg. 47 di 82

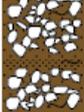
Rev.  
0

**APPENDICE 1: COLONNE STRATIGR. SONDAGGI  
/SINTESI PROVE LABORATORIO**



Planimetria area 1° Attraversamento in scala 1:10000, con ubicazione sondaggi

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 48 di 82 Rev. 0

 <p>INDAGINI E RICERCHE DI INGEGNERIA GEOTECNICA</p> <p>TECNOSOIL s.n.c. di Pietromartire E. &amp; C. Via Fontevocchia, 4 - 65010 SPOLTORRE (PE) tel/fax 0854 157055 - email: tecnosoil@tinwind.it</p> <p>Decreto di concessione n. 52504 del 11/10/2004 per prove geotecniche in situ (settore c), ai sensi dell'art.6, comma 6 del D.P.R. 246</p>		Verbale di accettazione n° 042 del 10/10/2011 <span style="float:right">Rif. Int. Sc109</span> <b>CERTIFICATO</b> N° 0187 foglio 1 di 1 data di emissione 16/11/2011		
<b>STRATIGRAFIA DI SONDAGGIO</b> Normativa di riferimento: <b>Raccomandazioni A.G.I., 1977</b>				
SCALA: 1:100		TIPO SONDA: CMV 900	DIAMETRO FORO: Iniziale/Finale 127/101 mm	GEOLOGO: Cavallucci S.
METODO FORAZIONE: Carotaggio continuo		CAMPIONATORE: Shelby		OPERATORI: Sondatore: Marinucci
COMMITTENTE: SAIPEM S.p.A.		CODICE SONDAGGIO <b>ST8</b>		
OPERA: METANODOTTO RECANATI-FOLIGNO		DATA		
LOCALITÀ: F. POTENZA 1°		Inizio 27/10/2011 Fine 27/10/2011		
DESCRIZIONE LITOLOGICA DELLE FORMAZIONI ATTRAVERSATE		PROVE SPT tipo prof. N colpi		
CAROTIERE	PROFONDITÀ DAL P.C. (m)	POTENZA DELLA FORMAZIONE (m)	SEZIONE STRATIGRAFICA	
carotiere semplice $\phi$ 101	0.4	0.4		Terreno agrario sabbioso limoso con inclusi ghiaiosi.
	3.2	2.8		Ghiaia medio-grossolana sabbiosa debolmente limosa di colore marrone, addensata con intercalazioni massime decimetriche di sabbie limose di colore marrone ocreo.
	15.0	11.8		Argilla limosa di consistenza dura, talora sabbiosa, di colore grigio con intercalazioni massime decimetriche di sabbie fini grigie talora cementate.
RECUPERO CAROTAGGIO (%)		FALDA ACQUIFERA		
POCKET PENETROMETER (kPa)		CAMPIONI INDISTURBATI		
VANE TEST (kPa)		CAMPIONI RIMANEGLIATI		
TUBI DI RIVESTIMENTO		ATTREZZATURA IN FORO		
		4.5		
<b>note :</b> Misura piezometrica in corso di sondaggio a quota 3,30 m				

Il Responsabile della Sperimentazione  
(Dott. Geol. Silvio Cavallucci)

Il Responsabile del Settore  
(Dott. Geol. Silvio Cavallucci)

Il Direttore di Laboratorio  
(Dott. Geol. Eustachio Pietromartire)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 49 di 82	Rev. 0

 TECNOSOIL s.n.c. di Pietromartire E. & C. Via Fontevicchia, 4 - 65010 SPOLTORRE (PE) tel/fax 0854157055 - email: tecnosoil@inwind.it Decreto di concessione n. 52504 del 11/10/2004 per prove geotecniche in situ (settore c), ai sensi dell'art.8, comma 6 del D.P.R. 246		Verbale di accettazione n° 042 del 10/10/2011 <b>CERTIFICATO</b> N° 0188 foglio 1 di 2 data di emissione 16/11/2011 <b>STRATIGRAFIA DI SONDAGGIO</b> Normativa di riferimento: <b>Raccomandazioni A.G.I., 1977</b>		Rif. Int. Sc110								
COMMITTENTE :		SAIPEM S.p.A.		CODICE SONDAGGIO <b>SV9</b>								
OPERA :		METANODOTTO RECANATI-FOLIGNO VARIANTI		DATA Inizio 24/10/2011 Fine 25/10/2011								
LOCALITÀ :		F. POTENZA 1°		OPERATORI : Sondatore: Di Simone Aiuto Sondatore: Renzella								
SCALA :	TIPO SONDA :	DIAMETRO FORO: Iniziale/Finale	GEOLOGO :									
1 : 100	TR 80	127/101 mm	Cavallucci S.									
METODO PERFORAZIONE : Carotaggio continuo		CAMPIONATORE :	Mazier									
CAROTIERE	PROFONDITA' DAL P.C.	POTENZA DELLA FORMAZIONE	DESCRIZIONE LITOLOGICA DELLE FORMAZIONI ATTRAVERSATE	RECUPERO CAROTTAGGIO (%)	POCKET PENETROMETER (KPa)	VANE TEST (KPa)	FALDA ACQUIFERA	CAMPIONI INDISTURBATI	CAMPIONI RIMANEGGIATI	PROVE SPT	ATTREZZATURA IN FORO	TUBI DI RIVESTIMENTO
	(m)	(m)		20 40 60 80	200 400 600	100 200				tipo prof. N colpi		
	0,9	0,9	Limo sabbioso marrone con ciottoli e blocchi.									
	6,1	5,2	Ghiaia eterometrica sabbioso limosa di colore marrone, da mediamente addensata ad addensata. I clasti di natura calcarea hanno forma sub-arrotondata con $\phi_{max}$ 10 cm. Fino a circa 4,2 m sono presenti livelli anche decimetrici di sabbie limose del medesimo colore. Da circa 3,0 m diminuisce la dimensione granulometrica della ghiaia.							p.c. 4,80 12-14-19		
	7,1		Limo argilloso deolmente sabbioso di colore marrone, da molto consistente a duro. Con la profondità si rilevano livelli di colore grigio.									
	27,9		Argilla limosa di consistenza dura, talora sabbiosa, di colore grigio con intercalazioni massime decimetriche di sabbie fini grigie talora cementate.							15,00 49-Rif.13 cm		
note : Misura piezometrica in corso di sondaggio a quota 4,10 m												

Il Responsabile della Sperimentazione  
(Dott. Geol. Silvio Cavallucci)

Il Responsabile del Settore  
(Dott. Geol. Silvio Cavallucci)

Il Direttore di Laboratorio  
(Dott. Geol. Eustachio Pietromartire)

	PROGETTISTA		UNITÀ	COMMESSA
			000	023087
	LOCALITÀ		Regione Marche e Umbria	
PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 50 di 82	Rev.	0

 <p><b>TECNOSOIL</b> s.n.c.</p> <p>INDAGINI E RICERCHE DI INGEGNERIA GEOTECNICA</p> <p>TECNOSOIL s.n.c. di Pietromartire E. &amp; C. Via Fontevocchia, 4 - 65010 SPOLTORE (PE) tel/fax 0854157055 - email: tecnosoil@inwind.it</p> <p>Decreto di concessione n. 52504 del 11/10/2004 per prove geotecniche in situ (settore c), ai sensi dell'art.8, comma 6 del D.P.R. 246</p>		Verbale di accettazione n° 042 del 10/10/2011 <span style="float: right;">Rif. Int. Sc110</span> <b>CERTIFICATO</b> N° 0188 foglio 2 di 2 data di emissione 16/11/2011 <b>STRATIGRAFIA DI SONDAGGIO</b> Normativa di riferimento: <b>Raccomandazioni A.G.I., 1977</b>											
SCALA : 1 : 100		TIPO SONDA : TR 80	DIAMETRO FORO: Iniziale/Finale 127/101 mm	CODICE SONDAGGIO <b>SV9</b>									
COMMITTENTE : SAIPEM S.p.A.		OPERA : METANODOTTO RECANATI-FOLIGNO VARIANTI											
OPERATORI : Sondatore: Di Simone		DATA Inizio 24/10/2011 Fine 25/10/2011											
LOCALITÀ : F. POTENZA 1°		Aiuto Sondatore: Renzella											
GEOLOGO : Cavallucci S.		CAMPIONATORE : Shelby - Mazier											
CAROTIERE	PROFONDITÀ DAL P.C.	POTENZA DELLA FORMAZIONE	SEZIONE STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE LITOLOGICA DELLE FORMAZIONI ATTRAVERSATE	RECUPERO CAROTAGGIO (%)	POCKET PENETROMETER (kPa)	VANE TEST (kPa)	FALDA ACQUIFERA	CAMPIONI INDISTURBATI	CAMPIONI RIMANEGGIATI	PROVE SPT	ATTREZZATURA IN FORO	TUBI DI RIVESTIMENTO
	(m)	(m)			20 40 60 80	200 400 600	100 200				tipo prof. N colpi		
carotiere semplice Ø 101		27,9		Argilla limosa di consistenza dura, talora sabbiosa, di colore grigio con intercalazioni massime decimetriche di sabbie fini grigie talora cementate.					20,80				
		35,0									21,00		
									31,20				
										C13			
									31,70				

note : Misura piezometrica in corso di sondaggio a quota 4,10 m

Il Responsabile della Sperimentazione  
(Dott. Geol. Silvio Cavallucci)

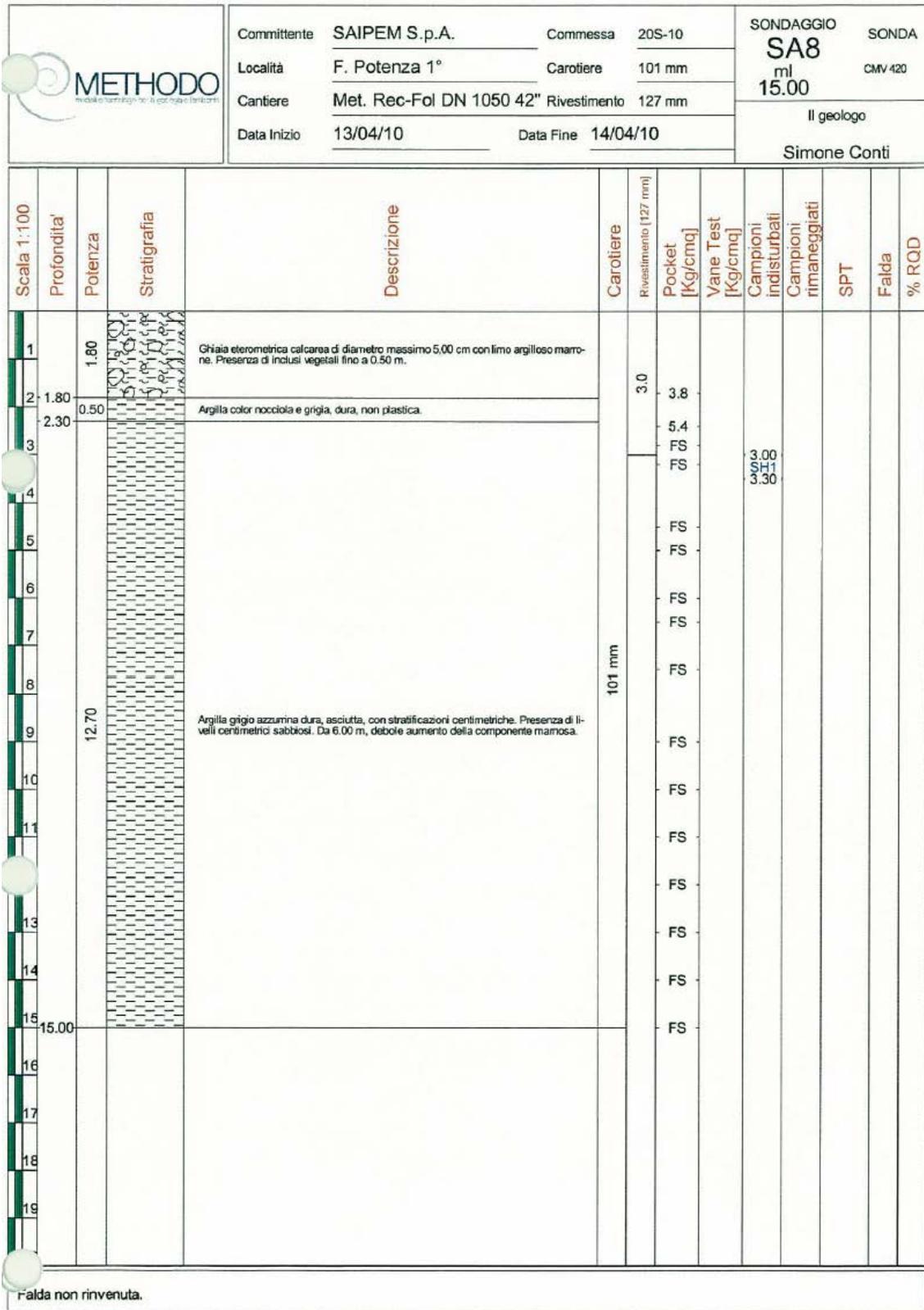
Il Responsabile del Settore  
(Dott. Geol. Silvio Cavallucci)

Il Direttore di Laboratorio  
(Dott. Geol. Eustachio Pietromartire)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 51 di 82	Rev. 0

 INDAGINI E RICERCHE DI INGEGNERIA GEOTECNICA TECNOSOIL S.n.c. di Pietromartire E. & C. Via Fortevecchia, 4 - 65010 SPOLTORRE (PE) tel/fax 0854 157055 - email: tecnosoil@tinwind.it Decreto di concessione n. 52504 del 11/10/2004 per prove geotecniche in situ (settore c), ai sensi dell'art.6, comma 6 del D.P.R. 246		Verbale di accettazione n° 042 del 10/10/2011 <b>CERTIFICATO</b> N° 0189 foglio 1 di 1 data di emissione 16/11/2011 <b>STRATIGRAFIA DI SONDAGGIO</b> Normativa di riferimento: <b>Raccomandazioni A.G.I., 1977</b>		Rif. Int. Sc111										
COMMITTENTE:		SAIPEM S.p.A.		CODICE SONDAGGIO <b>SV10</b>										
OPERA:		METANODOTTO RECANATI-FOLIGNO VARIANTI		DATA Inizio 25/10/2011 Fine 25/10/2011										
LOCALITÀ:		F. POTENZA 1°		OPERATORI: Sondatore: Di Simone Aiuto Sondatore: Renzella										
SCALA:	TIPO SONDA:	DIAMETRO FORO: Iniziale/Finale	GEOLOGO:											
1:100	TR 80	127/101 mm	Cavallucci S.											
METODO PERFORAZIONE: Carotaggio continuo		CAMPIONATORE:	SHELBY-MAZIER											
CAROTIERE PROFONDITA' DAL P.C.	POTENZA DELLA FORMAZIONE	SEZIONE STRATIGRAFICA	DESCRIZIONE LITOLOGICA DELLE FORMAZIONI ATTRAVERSATE	RECUPERO CAROTAGGIO (%)			POCKET PENETROMETER (kPa)	VANE TEST (kPa)	FALDA ACQUIFERA	CAMPIONI INDISTURBATI	CAMPIONI RIMANEGGIATI	PROVE SPT tipo prof. N colpi	ATTREZZATURA IN FORO	TUBI DI RIVESTIMENTO
				20	40	60								
2,0	2,0		Limo sabbioso marrone con inclusi ghiaiosi la cui frazione aumenta con la profondità.											
3,9	1,9		Ghiaia sabbiosa limosa di colore marrone, ben addensata. I clasti di natura calcarea hanno forma sub-arrotondata con $\phi_{max}$ 5 cm. Sono presenti livelli centimetrici sabbiosi di colore marrone.									2,80 18-29-40		
6,2	2,3		Limo argilloso sabbioso di colore grigio, mediamente consistente; sono presenti noduli carboniosi di colore nero e livelli centimetrici di torba. Presenti alcune intercalazioni decimetriche di sabbia fine limosa del medesimo colore. Da circa 5,8÷6,2 m il colore è marrone con livelli fortemente ossidati.							5,10 CI 1 5,60				
10,1	3,9		Ghiaia medio grossolana sabbiosa debolmente limosa di colore marrone chiaro, ben addensata.							8,00 CR 1 8,10				
10,4	0,3		Limo argilloso di colore marroncino, molto consistente.									p.c. 9,40 13-27-31		
15,0	4,6		Argilla limosa di consistenza da dura a marmosa di colore grigio con livelli sabbiosi del medesimo colore talora cementati.							12,30 CI 2 12,70				
														10,5
<b>note:</b> Misura piezometrica in corso di sondaggio a quota 7,80 m														
Il Responsabile della Sperimentazione (Dott. Geol. Silvio Cavallucci)					Il Responsabile del Settore (Dott. Geol. Silvio Cavallucci)					Il Direttore di Laboratorio (Dott. Geol. Eustachio Pietromartire)				

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 52 di 82
				Rev. 0



	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 53 di 82	Rev. 0

### TABELLA RIASSUNTIVA

COMMITTENTE      SAIPEM SPA  
CANTIERE          METANODOTTO RECANATI - FOLIGNO

SONDAGGIO	SV7	SV7	SV8	SV8
CAMPIONE	CI1	CI2	CR1	CI1
PROFONDITA' ( m )	2,5/3,0	12,0/12,5	2,9/3,0	6,0/6,5

#### CARATTERISTICHE FISICHE

Contenuto in acqua	%	18,3	17,7	-	18,2
Massa volumica	Mg/m <sup>3</sup>	2,00	2,07	-	2,07
Massa volumica secca	Mg/m <sup>3</sup>	1,69	1,76	-	1,75
Massa volumica granuli solidi	Mg/m <sup>3</sup>	2,76	-	-	-
Indice dei vuoti	-	0,633	-	-	-
Grado di saturazione	-	0,80	-	-	-

#### DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA

Passante 4,760 mm	%	-	-	75,0	-
Passante 0,075 mm	%	91,0	97,2	35,2	96,9
Frazione argillosa	%	-	-	-	-

#### LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	%	35	51	-	53
Indice di plasticità	%	12	22	-	24
Indice di consistenza	-	1,39	1,51	-	1,45

#### CLASSIFICAZIONE

U.N.I.10006	A6	A7-6	-	A7-6
U.S.C.S.	CL	MH	-	MH

#### COMPRESSIONE NON CONFINATA

Resistenza al taglio non drenata	kPa	239,3	348,7	-	286,5
Deformazione a rottura	%	13,8	2,4	-	9,5

#### TAGLIO DIRETTO [PICCO]

Coesione intercetta	kPa	-	-	-	-
Angolo di resistenza al taglio	°	-	-	-	-

#### TAGLIO DIRETTO [RESIDUO]

Coesione intercetta	kPa	-	-	-	-
Angolo di resistenza al taglio	°	-	-	-	-

#### EDOMETRICA

Modulo edometrico (24,5 - 49,0 kPa)	kPa	-	-	-	-
Modulo edometrico (49,0 - 98,1 kPa)	kPa	-	-	-	-
Modulo edometrico (98,1 - 196,1 kPa)	kPa	32667	-	-	-

#### POINT LOAD TEST

Indice point load	MPa	-	-	-	-
-------------------	-----	---	---	---	---

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 54 di 82	Rev. 0

### TABELLA RIASSUNTIVA

COMMITTENTE SAIPEM SPA  
CANTIERE METANODOTTO RECANATI - FOLIGNO

SONDAGGIO		SV8	SV9	SV9	SV9
CAMPIONE		CI2	CI1	CI2	CI3
PROFONDITA' ( m )		12,0/12,5	10,0/10,4	20,6/21,0	31,2/31,7

#### CARATTERISTICHE FISICHE

Contenuto in acqua	%	20,7	11,0	12,1	7,4
Massa volumica	Mg/m <sup>3</sup>	2,00	2,18	2,12	N.E.
Massa volumica secca	Mg/m <sup>3</sup>	1,66	1,96	1,89	-
Massa volumica granuli solidi	Mg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-
Indice dei vuoti	-	-	-	-	-
Grado di saturazione	-	-	-	-	-

#### DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA

Passante 4,760 mm	%	-	-	-	-
Passante 0,075 mm	%	96,6	95,5	96,2	96,1
Frazione argillosa	%	-	-	-	-

#### LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	%	53	41	44	35
Indice di plasticità	%	28	15	20	9
Indice di consistenza	-	1,15	2,00	1,60	3,07

#### CLASSIFICAZIONE

U.N.I. 10006		A7-6	A7-6	A7-6	A4
U.S.C.S.		CH	ML	CL	ML

#### COMPRESSIONE NON CONFINATA

Resistenza al taglio non drenata	kPa	190,8	719,9	N.E.	N.E.
Deformazione a rottura	%	6,7	6,0		

#### TAGLIO DIRETTO [PICCO]

Coesione intercetta	kPa	-	-	-	-
Angolo di resistenza al taglio	°	-	-	-	-

#### TAGLIO DIRETTO [RESIDUO]

Coesione intercetta	kPa	-	-	-	-
Angolo di resistenza al taglio	°	-	-	-	-

#### EDOMETRICA

Modulo edometrico (24,5 - 49,0 kPa)	kPa	-	-	-	-
Modulo edometrico (49,0 - 98,1 kPa)	kPa	-	-	-	-
Modulo edometrico (98,1 - 196,1 kPa)	kPa	-	-	-	-

#### POINT LOAD TEST

Indice point load	MPa	-	-	-	-
-------------------	-----	---	---	---	---

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 55 di 82	Rev. 0

### TABELLA RIASSUNTIVA

COMMITTENTE SAIPEM SPA  
CANTIERE METANODOTTO RECANATI - FOLIGNO

SONDAGGIO		SV10	SV10	SV10	SV11
CAMPIONE		CI1	CR1	CI2	CI1
PROFONDITA' ( m )		5,1/5,6	8,0/8,1	12,3/12,7	10,0/10,5

#### CARATTERISTICHE FISICHE

Contenuto in acqua	%	25,3	-	10,6	11,9
Massa volumica	Mg/m <sup>3</sup>	1,93	-	2,09	2,18
Massa volumica secca	Mg/m <sup>3</sup>	1,54	-	1,89	1,95
Massa volumica granuli solidi	Mg/m <sup>3</sup>	-	-	-	-
Indice dei vuoti	-	-	-	-	-
Grado di saturazione	-	-	-	-	-

#### DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA

Passante 4,760 mm	%	-	65,5	-	-
Passante 0,075 mm	%	89,3	26,3	96,1	98,9
Frazione argillosa	%	-	-	-	-

#### LIMITI DI CONSISTENZA

Limite di liquidità	%	39	-	40	44
Indice di plasticità	%	15	-	13	18
Indice di consistenza	-	0,91	-	2,26	1,78

#### CLASSIFICAZIONE

U.N.I. 10006		A6	-	A6	A7-6
U.S.C.S.		CL	-	ML	CL

#### COMPRESSIONE NON CONFINATA

Resistenza al taglio non drenata	kPa	73,5	-	412,0	462,3
Deformazione a rottura	%	15,0	-	2,8	7,1

#### TAGLIO DIRETTO [PICCO]

Coesione intercetta	kPa	10,4	-	-	54,1
Angolo di resistenza al taglio	°	27,8	-	-	25,5

#### TAGLIO DIRETTO [RESIDUO]

Coesione intercetta	kPa	-	-	-	-
Angolo di resistenza al taglio	°	-	-	-	-

#### EDOMETRICA

Modulo edometrico (24,5 - 49,0 kPa)	kPa	-	-	-	-
Modulo edometrico (49,0 - 98,1 kPa)	kPa	-	-	-	-
Modulo edometrico (98,1 - 196,1 kPa)	kPa	-	-	-	-

#### POINT LOAD TEST

Indice point load	MPa	-	-	-	-
-------------------	-----	---	---	---	---

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 56 di 82	Rev. 0

PANGEA

Rif. 10014/930  
Pag. 65 di 234

APERTURA CAMPIONE

COMMITTENTE: PRG.SAIPEM-FANO CANTIERE: MET.RECANATI-FOLIGNO  
 SONDAGGIO: SA08 CAMPIONE: SH1 PROFONDITÀ: 3,00+3,30 m

DATA	TIPO di CAMPIONE	CARATTERISTICHE FUSTELLA			
Ac: 04/06/2010 Ap: 08/06/2010	INDISTURBATO <input checked="" type="checkbox"/> RIMANEGGIATO <input type="checkbox"/>	DIAMETRO cm 8,50	PVC <input type="checkbox"/>	INTEGRA <input checked="" type="checkbox"/>	ACCIDENTATA <input type="checkbox"/>
		LUNGHEZZA cm 59,50	INOX <input checked="" type="checkbox"/>		

Programma prove: Apertura e descrizione, Foto, Contenuto d'acqua naturale, Peso di Volume, Limiti di Atterberg, Passante setaccio #200, Prova di compressione semplice.

CAMPIONE	POCKET (%N/m <sup>2</sup> )	PROVE	VALORI	DESCRIZIONE CAMPIONE																		
	>600	Pv (kN/m <sup>3</sup> )	22,50	<i>Limo elastico duro di colore grigio scuro</i>																		
		W (%)	15,28																			
		LL	52,08																			
		I.P.	23,27																			
		ELL																				
	>600	qu (kN/m <sup>2</sup> )	471,61																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>%</th> <th>USCS</th> <th>AGI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CIOTTOLI</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>GHIAIA</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>SABBIA</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>LIMO</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ARGILLA</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					%	USCS	AGI	CIOTTOLI			GHIAIA			SABBIA			LIMO			ARGILLA		
%	USCS	AGI																				
CIOTTOLI																						
GHIAIA																						
SABBIA																						
LIMO																						
ARGILLA																						
USCS: MH																						
CNR UNI 10006:																						
Passante setaccio #200 99,39% Colore Munsell: 2,5YR 4/1																						
NOTE																						

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 57 di 82	Rev. 0

## 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 4.1.0, gennaio 2010.

Il modello Hec-Ras permette di calcolare, per canali naturali od artificiali, il profilo idrico di correnti gradualmente variate ed in condizioni di moto stazionario (sia in regime di corrente lenta che di corrente veloce).

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

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

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

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

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

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

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

dove:

- $A$ , area della sezione bagnata ( $m^2$ );
- $\Lambda$ , coefficiente di attrito di Chezy ( $m^{1/2}/s$ );

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 58 di 82	Rev. 0

- $g$ , accelerazione di gravità (m/s<sup>2</sup>);
- $h$ , altezza del pelo libero rispetto ad un livello di riferimento orizzontale (m);
- $Q$ , portata (m<sup>3</sup>/s);
- $R$ , raggio idraulico (m);
- $\alpha$ , coefficiente di distribuzione della quantità di moto;
- $q$ , portata laterale addotta (m<sup>2</sup>/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),
- $\alpha_2$  e  $\alpha_1$  i coefficienti di Coriolis di ragguaglio delle potenze cinetiche,
- $g$  l'accelerazione di gravità,
- $\Delta H$  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		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 59 di 82	Rev. 0

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 60 di 82	Rev. 0

uniforme.

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

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

### Condizioni al contorno

Le condizioni al contorno sono necessarie per stabilire il livello del pelo libero dell'acqua all'estremità del sistema (a monte e/o a valle). In un regime di corrente lenta, la condizione al contorno necessaria è quella di valle (se la corrente è lenta non risente di ciò che accade a monte), mentre nel caso di corrente veloce vale l'opposto. Se invece viene effettuato un calcolo in regime di flusso misto, allora le condizioni al contorno devono essere definite a valle e a monte.

Le condizioni al contorno disponibili sono:

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

### Risultati dei calcoli idraulici

La procedura di calcolo per la determinazione della profondità d'acqua in ogni sezione è iterativa: si assegna una condizione iniziale a valle o a monte e si procede verso monte o valle, in dipendenza dalle condizioni di analisi di un profilo di corrente lenta o veloce; si assume una quota della superficie libera,  $WS^I=Y^I+Z$ , di primo tentativo nella sezione in cui essa è incognita; si determinano  $K$  e  $V$ ; si calcolano  $J_m$  e  $\Delta H$ ; 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

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

dove

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 61 di 82	Rev. 0

- $h$  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  $j$  i pedici 2 e 1 rispettivamente le sezioni di monte e di valle del tratto considerato, si esprime come

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

dove:

- il primo ed il quinto termine rappresentano le spinte idrodinamiche dovute alle quantità di moto (con  $\beta$  coefficiente di ragguaglio 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.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023087
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Umbria		<b>LA-E- 80011</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 62 di 82	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 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 XXXXXX   XXXX   X   X   X   X   XXXXXX
  
```

**PROJECT DATA**

Project Title: Pot-1  
Project File : Pot-1.prj

Project in SI units

**PLAN DATA**

Plan Title: Plan 01  
Plan File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Foligno\Pot-1.p01

Geometry Title: Pot-1  
Geometry File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Foligno\Pot-1.g01

Flow Title : Pot-1  
Flow File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Foligno\Pot-1.f01

**Plan Summary Information:**

Number of:	Cross Sections = 12	Multiple Openings = 0
	Culverts = 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: Subcritical Flow

**FLOW DATA**

Flow Title: Pot-1  
Flow File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Foligno\Pot-1.f01

**Flow Data (m3/s)**

River	Reach	RS	TR200
F.Potenza	alveo	80	729

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011	
	PROGETTO Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 63 di 82	Rev. 0

Boundary Conditions

River	Reach	Profile	Upstream	Downstream
F.Potenza	alveo	TR200	Normal S = 0.003	Normal S = 0.0035

GEOMETRY DATA

Geometry Title: Pot-1

Geometry File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Foligno\Pot-1.g01

CROSS SECTION

RIVER: F.Potenza

REACH: alveo RS: 80

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 481

Sta	Elev								
0	180.15	1	180.16	2	180.11	3	180.1	4	180.08
5	180.12	6	180.04	7	180.01	8	179.97	9	180.01
10	179.94	11	179.83	12	179.86	13	179.85	14	179.79
15	179.72	16	179.75	17	179.73	18	179.72	19	179.76
20	179.69	21	179.62	22	179.63	23	179.62	24	179.61
25	179.61	26	179.51	27	179.52	28	179.48	29	179.44
30	179.44	31	179.37	32	179.36	33	179.33	34	179.31
35	179.26	36	179.26	37	179.22	38	179.16	39	179.17
40	179.21	41	179.21	42	179.2	43	179.2	44	179.16
45	179.12	46	179.1	47	179.11	48	179.12	49	179.09
50	179.06	51	179.04	52	178.98	53	178.97	54	178.94
55	178.93	56	178.9	57	178.92	58	178.94	59	178.97
60	178.96	61	178.93	62	178.93	63	178.86	64	178.84
65	178.81	66	178.79	67	178.81	68	178.8	69	178.82
70	178.77	71	178.69	72	178.69	73	178.74	74	178.8
75	178.82	76	178.79	77	178.78	78	178.8	79	178.77
80	178.85	81	178.81	82	178.8	83	178.82	84	178.82
85	178.76	86	178.82	87	178.78	88	178.76	89	178.77
90	178.73	91	178.74	92	178.71	93	178.72	94	178.74
95	178.69	96	178.67	97	178.69	98	178.63	99	178.61
100	178.61	101	178.62	102	178.6	103	178.61	104	178.61
105	178.61	106	178.6	107	178.59	108	178.59	109	178.56
110	178.53	111	178.53	112	178.51	113	178.48	114	178.48
115	178.43	116	178.38	117	178.36	118	178.32	119	178.29
120	178.28	121	178.23	122	178.19	123	178.14	124	178.08
125	178	126	177.95	127	177.9	128	177.84	129	177.75
130	177.7	131	177.63	132	177.54	133	177.46	134	177.38
135	177.33	136	177.25	137	177.22	138	177.13	139	177.08
140	177.05	141	177.03	142	176.97	143	176.95	144	176.91
145	176.92	146	176.91	147	176.86	148	176.83	149	176.85
150	176.85	151	176.83	152	176.78	153	176.77	154	176.75
155	176.77	156	176.75	157	176.76	158	176.75	159	176.73
160	176.76	161	176.74	162	176.71	163	176.69	164	176.7
165	176.7	166	176.69	167	176.68	168	176.68	169	176.69
170	176.69	171	176.71	172	176.69	173	176.67	174	176.67
175	176.67	176	176.65	177	176.67	178	176.64	179	176.68
180	176.66	181	176.66	182	176.66	183	176.68	184	176.62
185	176.62	186	176.62	187	176.59	188	176.59	189	176.6
190	176.61	191	176.57	192	176.58	193	176.57	194	176.58
195	176.55	196	176.55	197	176.57	198	176.57	199	176.55
200	176.55	201	176.53	202	176.53	203	176.53	204	176.48
205	176.5	206	176.5	207	176.49	208	176.49	209	176.49
210	176.47	211	176.47	212	176.44	213	176.44	214	176.43
215	176.41	216	176.41	217	176.39	218	176.41	219	176.37
220	176.33	221	176.29	222	176.27	223	176.26	224	176.2
225	176.18	226	176.19	227	176.21	228	176.23	229	176.21

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 64 di 82 Rev. 0

230	176.19	231	176.17	232	176.17	233	176.14	234	176.12
235	176.1	236	176.07	237	176.04	238	175.98	239	175.98
240	175.98	241	175.96	242	175.97	243	175.73	244	175.41
245	175.15	246	174.95	247	174.78	248	174.62	249	174.47
250	174.37	251	174.24	252	174.16	253	174.09	254	174.03
255	173.76	256	173.44	257	173.38	258	173.33	259	173.3
260	172.92	261	172.86	262	172.86	263	173.16	264	173.2
265	173.35	266	173.46	267	173.71	268	173.61	269	173.75
270	173.68	271	173.71	272	173.75	273	173.65	274	173.43
275	173.17	276	172.8	277	172.3	278	171.79	279	171.3
280	170.88	281	170.53	282	170.16	283	169.64	284	169.01
285	168.36	286	167.8	287	167.37	288	167.13	289	167.18
290	167.27	291	167.27	292	167.17	293	167.2	294	167.3
295	167.28	296	167.12	297	167.43	298	167.91	299	168.49
300	169.09	301	169.67	302	170.22	303	170.76	304	171.32
305	171.9	306	172.46	307	173	308	173.52	309	174.03
310	174.57	311	175.14	312	175.72	313	176.29	314	176.85
315	177.33	316	177.72	317	177.98	318	178.17	319	178.42
320	178.67	321	178.71	322	178.71	323	178.75	324	178.77
325	178.8	326	178.84	327	178.92	328	178.96	329	179.03
330	179.09	331	179.16	332	179.22	333	179.31	334	179.39
335	179.45	336	179.53	337	179.59	338	179.61	339	179.67
340	179.7	341	179.74	342	179.77	343	179.78	344	179.8
345	179.83	346	179.86	347	179.85	348	179.83	349	179.85
350	179.87	351	179.89	352	179.92	353	179.97	354	179.94
355	179.94	356	179.96	357	179.98	358	179.95	359	179.96
360	180.01	361	180.01	362	180.02	363	180.01	364	180.02
365	180.02	366	180.05	367	180.04	368	180.06	369	180.06
370	180.09	371	180.06	372	180.11	373	180.12	374	180.11
375	180.11	376	180.14	377	180.15	378	180.09	379	180.07
380	180.1	381	180.12	382	180.13	383	180.16	384	180.14
385	180.15	386	180.18	387	180.17	388	180.17	389	180.24
390	180.28	391	180.25	392	180.23	393	180.21	394	180.25
395	180.25	396	180.28	397	180.31	398	180.35	399	180.35
400	180.35	401	180.33	402	180.39	403	180.38	404	180.37
405	180.39	406	180.38	407	180.39	408	180.44	409	180.43
410	180.46	411	180.49	412	180.49	413	180.5	414	180.48
415	180.53	416	180.54	417	180.59	418	180.59	419	180.62
420	180.64	421	180.65	422	180.66	423	180.68	424	180.69
425	180.71	426	180.72	427	180.74	428	180.79	429	180.83
430	180.87	431	180.86	432	180.9	433	180.9	434	180.92
435	180.91	436	180.95	437	180.95	438	180.96	439	181.03
440	181.03	441	181.04	442	181.02	443	181.1	444	181.08
445	181.15	446	181.17	447	181.17	448	181.25	449	181.25
450	181.27	451	181.31	452	181.35	453	181.34	454	181.36
455	181.4	456	181.41	457	181.44	458	181.48	459	181.51
460	181.54	461	181.58	462	181.57	463	181.56	464	181.61
465	181.65	466	181.72	467	181.72	468	181.75	469	181.81
470	181.84	471	181.86	472	181.85	473	181.91	474	181.93
475	181.98	476	182.02	477	182.07	478	182.09	479	182.11
480	182.14								

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 241 .035 320 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
241 320 79.675 79.675 79.675 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	174.95	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.59	Wt. n-Val.		0.035	
W.S. Elev (m)	173.36	Reach Len. (m)	79.68	79.68	79.68
Crit W.S. (m)	173.36	Flow Area (m2)		130.50	
E.G. Slope (m/m)	0.009067	Area (m2)		130.50	
Q Total (m3/s)	729.00	Flow (m3/s)		729.00	
Top Width (m)	41.19	Top Width (m)		41.19	
Vel Total (m/s)	5.59	Avg. Vel. (m/s)		5.59	
Max Chl Dpth (m)	6.24	Hydr. Depth (m)		3.17	
Conv. Total (m3/s)	7655.7	Conv. (m3/s)		7655.7	

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ 000</b>	<b>COMMESSA 023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche e Umbria		<b>LA-E- 80011</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 65 di 82
			<b>Rev. 0</b>	

Length Wtd. (m)	79.68	Wetted Per. (m)	44.36
Min Ch El (m)	167.12	Shear (N/m2)	261.61
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	22981.38
Frctn Loss (m)	0.77	Cum Volume (1000 m3)	0.39
C & E Loss (m)	0.18	Cum SA (1000 m2)	1.17
			54.57
			0.00

CROSS SECTION

RIVER: F.Potenza  
REACH: alveo

RS: 75.\*

INPUT

Description:

Station Elevation Data

num= 468

Sta	Elev								
0	180.11	1.1	179.94	2.2	179.76	3.3	179.61	4.4	179.51
5.5	179.42	6.6	179.39	7.7	179.38	8.8	179.33	9.9	179.28
11	179.28	12.1	179.28	13.19	179.25	14.29	179.21	15.39	179.16
16.49	179.13	17.42	179.14	18.34	179.09	19.26	179.04	20.17	179.03
21.09	179.02	22.01	179.01	23.09	178.97	24.19	178.94	25.29	178.92
26.39	178.88	27.49	178.89	28.43	178.86	29.34	178.86	30.26	178.84
31.18	178.83	32.1	178.82	33.01	178.84	34.09	178.81	35.18	178.77
36.28	178.78	37.38	178.81	38.48	178.79	39.43	178.82	40.35	178.78
41.27	178.74	42.18	178.73	43.1	178.74	44.02	178.76	45.08	178.76
46.18	178.76	47.28	178.72	48.38	178.72	49.48	178.69	50.44	178.69
51.35	178.66	52.27	178.67	53.19	178.68	54.1	178.7	55.02	178.69
56.08	178.68	57.17	178.65	58.27	178.61	59.37	178.59	60.47	178.57
61.44	178.58	62.36	178.58	63.27	178.59	64.19	178.55	65.11	178.5
66.03	178.5	67.07	178.54	68.17	178.55	69.27	178.53	70.37	178.5
71.47	178.5	72.44	178.48	73.36	178.53	74.28	178.5	75.2	178.48
76.11	178.49	77.03	178.49	78.07	178.45	79.16	178.48	80.26	178.45
81.36	178.45	82.46	178.41	83.45	178.42	84.37	178.4	85.28	178.4
86.2	178.41	87.12	178.37	88.03	178.34	89.06	178.34	90.16	178.31
91.26	178.29	92.36	178.29	93.46	178.25	94.45	178.26	95.37	178.25
96.29	178.25	97.2	178.25	98.12	178.25	99.04	178.25	100.06	178.22
101.15	178.2	102.25	178.2	103.35	178.18	104.45	178.19	105.46	178.18
106.37	178.15	107.29	178.16	108.21	178.16	109.12	178.15	110.04	178.15
111.05	178.11	112.15	178.09	113.25	178.04	114.35	178	115.45	177.96
116.46	177.93	117.38	177.89	118.3	177.84	119.21	177.8	120.13	177.76
121.05	177.72	122.05	177.69	123.14	177.63	124.24	177.61	125.34	177.56
126.44	177.52	127.47	177.48	128.38	177.45	129.3	177.44	130.22	177.41
131.13	177.4	132.05	177.37	133.04	177.37	134.14	177.34	135.24	177.3
136.34	177.29	137.44	177.29	138.47	177.25	139.39	177.21	140.3	177.18
141.22	177.14	142.14	177.14	143.05	177.11	144.04	177.08	145.13	177.05
146.23	177.02	147.33	176.98	148.43	176.95	149.47	176.9	150.39	176.87
151.31	176.84	152.22	176.81	153.14	176.78	154.06	176.76	155.89	176.7
156.13	176.7	157.23	176.68	158.33	176.62	159.43	176.59	160.48	176.56
161.39	176.55	162.31	176.54	163.23	176.51	164.15	176.52	165.06	176.5
166.03	176.49	167.12	176.47	168.22	176.46	169.32	176.42	170.42	176.42
171.48	176.37	172.4	176.37	173.32	176.39	174.23	176.4	175.15	176.37
176.07	176.36	177.02	176.35	178.12	176.34	179.22	176.36	180.32	176.33
181.42	176.34	182.49	176.33	183.4	176.32	184.32	176.31	185.24	176.31
186.15	176.31	187.07	176.26	188.02	176.27	189.11	176.25	190.21	176.25
191.31	176.26	192.41	176.2	193.49	176.2	194.41	176.18	195.32	176.18
196.24	176.16	197.16	176.14	198.08	176.12	199.01	176.14	200.11	176.14
201.21	176.12	202.31	176.07	203.41	176.09	204.49	176.08	205.41	176.05
206.33	176.05	207.25	176.05	208.16	176.05	209.08	176.06	210.91	176.03
211.83	176.05	212.75	176.09	213.66	176.13	214.58	176.21	216.42	176.44
217.33	176.58	218.25	176.68	219.17	176.78	220.08	176.85	221	176.88
221.78	176.86	222.56	176.73	223.8	176.28	224.89	175.77	225.67	175.33
226.6	174.68	228	173.66	229.4	172.84	230.33	172.43	231.11	172.18
232.2	172.03	233.44	172.02	234.22	171.94	235.78	171.73	236.56	171.64
237.8	171.56	238.89	171.61	239.67	171.71	240.6	171.83	242	172.13
243.4	172.49	244.33	172.66	245.11	172.74	246.2	172.75	247.44	172.71
248.22	172.68	249.78	172.58	251.33	172.4	251.8	172.33	252.11	172.28
252.89	172.22	253.67	172.31	254.6	172.51	256.78	172.85	257.4	172.89
258.33	172.88	259.11	172.81	260.2	172.7	261.44	172.64	262.22	172.66
263.78	172.79	264.56	172.85	265.8	172.9	266.11	172.9	266.89	172.79
267.67	172.66	268.44	172.53	268.6	172.51	270	172.28	271.4	172.06

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ 000</b>	<b>COMMESSA 023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche e Umbria		<b>LA-E- 80011</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 66 di 82	<b>Rev. 0</b>

272.33	172.01	273.11	172	274.2	171.95	275.44	171.8	276.22	171.64
277.78	171.36	278.56	171.33	279.8	171.22	280.89	170.98	281.67	170.7
282.6	170.33	284	169.88	285.4	169.38	286.33	169.04	287.11	168.8
288.2	168.56	289.44	168.36	290.22	168.26	291.78	168.06	292.56	167.91
293.8	167.55	294.89	167.2	295.67	167.02	296.6	166.94	298	166.85
299.5	167.09	301	167.31	302.5	167.58	304	168.06	304.75	168.39
305.5	168.78	307	169.57	308.5	170.31	310	170.96	311.5	171.56
313	172.17	314.5	172.78	316	173.35	317.5	173.78	318.25	174.01
319	174.25	320.5	174.73	322	175.14	323.5	175.65	325	176.09
326.5	176.48	328	176.79	329.5	177.02	331	177.22	332.5	177.41
334	177.59	335.11	177.64	336.21	177.65	337.32	177.63	338.42	177.56
339.48	177.51	340.39	177.54	341.3	177.56	342.21	177.6	343.13	177.63
344.04	177.69	345.06	177.75	346.17	177.78	347.27	177.86	348.38	177.92
349.49	178.01	350.43	178.03	351.34	178.08	352.25	178.11	353.16	178.16
354.08	178.21	355.02	178.25	356.12	178.29	357.23	178.34	358.33	178.39
359.44	178.41	360.46	178.44	361.38	178.46	362.29	178.46	363.2	178.48
364.11	178.51	365.03	178.52	366.08	178.55	367.18	178.52	368.29	178.52
369.39	178.53	370.5	178.56	371.61	178.56	372.71	178.6	373.82	178.62
374.92	178.63	375.98	178.65	376.89	178.65	377.8	178.67	378.71	178.68
379.63	178.71	380.54	178.72	381.56	178.75	382.36	178.78	382.67	178.79
383.77	178.81	384.88	178.84	385.99	178.86	386.01	178.86	386.93	178.85
388.2	178.88	388.75	178.92	389.66	178.97	390.58	179.02	391.52	179.07
392.62	179.11	393.73	179.19	394.83	179.28	395.94	179.36	396.96	179.45
397.88	179.52	398.79	179.57	399.7	179.63	400.61	179.69	401.53	179.78
402.58	179.89	403.68	180.04	404.79	180.18	405.89	180.29	407	180.4
408.11	180.49	409.21	180.6	410.32	180.69	411.42	180.79	412.48	180.88
413.39	180.96	414.3	181.07	415.21	181.13	416.13	181.21	417.04	181.28
418.06	181.32	419.17	181.39	420.27	181.47	420.69	181.5	422.49	181.58
423.43	181.62	424.34	181.67	425.25	181.72	426.16	181.77	427.08	181.8
428.02	181.84	429.12	181.87	430.23	181.91	431.33	181.95	432.44	182
433.46	182.04	434.38	182.09	435.29	182.12	436.2	182.16	437.11	182.17
438.03	182.18	439.08	182.2	440.18	182.23	441.29	182.25	442.39	182.31
443.5	182.34	444.61	182.38	445.71	182.39	446.82	182.4	447.92	182.45
448.98	182.47	449.89	182.47	450.8	182.52	451.71	182.53	452.63	182.56
453.54	182.61	454.56	182.63	455.67	182.64	456.77	182.68	457.88	182.71
458.99	182.75	459.93	182.77	460.84	182.8	461.75	182.83	462.66	182.86
463.58	182.89	464.52	182.89	465.62	182.94	466.73	182.98	467.83	182.99
468.94	183.02	469.96	183.08	470.88	183.1	471.79	183.12	472.26	183.12
472.7	183.13	474.47	183.19	474.53	183.19	475.58	183.25	476.68	183.28
477.79	183.33	478.89	183.36	480	183.39				

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 221 .035 334 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
221 334 79.675 79.675 79.675 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	173.89	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.99	Wt. n-Val.		0.035	
W.S. Elev (m)	172.89	Reach Len. (m)	79.68	79.68	79.68
Crit W.S. (m)	172.89	Flow Area (m2)		165.04	
E.G. Slope (m/m)	0.010214	Area (m2)		165.04	
Q Total (m3/s)	729.00	Flow (m3/s)		729.00	
Top Width (m)	84.94	Top Width (m)		84.94	
Vel Total (m/s)	4.42	Avg. Vel. (m/s)		4.42	
Max Chl Dpth (m)	6.04	Hydr. Depth (m)		1.94	
Conv. Total (m3/s)	7213.1	Conv. (m3/s)		7213.1	
Length Wtd. (m)	79.68	Wetted Per. (m)		87.24	
Min Ch El (m)	166.85	Shear (N/m2)		189.50	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	22981.38	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.47	Cum Volume (1000 m3)	0.39	130.30	
C & E Loss (m)	0.16	Cum SA (1000 m2)	1.17	49.54	

CROSS SECTION

RIVER: F.Potenza

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ 000</b>	<b>COMMESSA 023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Umbria		<b>LA-E- 80011</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 67 di 82	<b>Rev. 0</b>

REACH: alveo

RS: 70

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num=		481					
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	180.07	1	179.73	2	179.42	3	179.13	4	178.91
5	178.79	6	178.77	7	178.78	8	178.7	9	178.7
10	178.69	11	178.73	12	178.73	13	178.69	14	178.59
15	178.54	16	178.51	17	178.49	18	178.43	19	178.42
20	178.4	21	178.35	22	178.36	23	178.35	24	178.32
25	178.34	26	178.34	27	178.36	28	178.35	29	178.37
30	178.42	31	178.41	32	178.37	33	178.36	34	178.41
35	178.37	36	178.44	37	178.37	38	178.36	39	178.36
40	178.39	41	178.43	42	178.47	43	178.44	44	178.46
45	178.44	46	178.45	47	178.42	48	178.42	49	178.43
50	178.42	51	178.42	52	178.39	53	178.37	54	178.37
55	178.35	56	178.36	57	178.36	58	178.35	59	178.32
60	178.3	61	178.34	62	178.29	63	178.26	64	178.21
65	178.2	66	178.19	67	178.21	68	178.17	69	178.16
70	178.15	71	178.14	72	178.16	73	178.12	74	178.13
75	178.09	76	178.09	77	178.08	78	178.08	79	178.07
80	178.02	81	178	82	178	83	177.96	84	177.96
85	177.9	86	177.92	87	177.88	88	177.88	89	177.92
90	177.91	91	177.88	92	177.87	93	177.88	94	177.87
95	177.89	96	177.93	97	177.91	98	177.99	99	178.01
100	178.01	101	178	102	178	103	177.96	104	177.97
105	177.96	106	177.96	107	177.93	108	177.92	109	177.88
110	177.9	111	177.92	112	177.9	113	177.92	114	177.88
115	177.9	116	177.87	117	177.85	118	177.84	119	177.85
120	177.82	121	177.82	122	177.79	123	177.75	124	177.73
125	177.72	126	177.67	127	177.63	128	177.56	129	177.51
130	177.47	131	177.4	132	177.36	133	177.29	134	177.22
135	177.18	136	177.1	137	177.02	138	176.96	139	176.9
140	176.84	141	176.77	142	176.7	143	176.65	144	176.57
145	176.51	146	176.44	147	176.45	148	176.4	149	176.36
150	176.34	151	176.31	152	176.28	153	176.26	154	176.21
155	176.21	156	176.15	157	176.15	158	176.19	159	176.17
160	176.15	161	176.13	162	176.11	163	176.16	164	176.1
165	176.1	166	176.1	167	176.09	168	176.08	169	176.1
170	176.05	171	176.03	172	176.01	173	176.01	174	176.02
175	175.93	176	175.92	177	175.92	178	175.91	179	175.88
180	175.83	181	175.88	182	175.88	183	175.88	184	175.84
185	175.9	186	175.9	187	175.9	188	175.92	189	175.89
190	175.9	191	175.87	192	175.86	193	175.95	194	176.05
195	176.25	196	176.53	197	176.87	198	177.24	199	177.52
200	177.7	201	177.8	202	177.75	203	177.52	204	177.13
205	176.63	206	176.06	207	175.33	208	174.41	209	173.38
210	172.37	211	171.48	212	170.76	213	170.19	214	169.77
215	169.58	216	169.59	217	169.66	218	169.56	219	169.4
220	169.27	221	169.12	222	169.02	223	169.04	224	169.17
225	169.42	226	169.65	227	169.93	228	170.32	229	170.77
230	171.17	231	171.47	232	171.65	233	171.69	234	171.7
235	171.7	236	171.66	237	171.6	238	171.5	239	171.35
240	171.13	241	170.9	242	170.75	243	170.86	244	171.11
245	171.41	246	171.64	247	171.72	248	171.78	249	171.81
250	171.75	251	171.68	252	171.61	253	171.6	254	171.63
255	171.72	256	171.84	257	171.96	258	172.11	259	172.19
260	172.1	261	171.98	262	171.86	263	171.78	264	171.75
265	171.75	266	171.84	267	172.05	268	172.32	269	172.56
270	172.68	271	172.67	272	172.55	273	172.44	274	172.4
275	172.56	276	172.73	277	172.84	278	172.8	279	172.61
280	172.34	281	172.13	282	171.95	283	171.71	284	171.32
285	170.87	286	170.45	287	170.08	288	169.75	289	169.45
290	169.24	291	169.08	292	168.9	293	168.64	294	168.23
295	167.67	296	167.12	297	166.75	298	166.61	299	166.59
300	166.58	301	166.68	302	166.75	303	166.69	304	166.7
305	166.65	306	166.66	307	166.8	308	167.02	309	167.4
310	167.88	311	168.41	312	168.92	313	169.4	314	169.85
315	170.26	316	170.6	317	170.91	318	171.22	319	171.54
320	171.87	321	172.21	322	172.56	323	172.9	324	173.18

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011	
	PROGETTO Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 68 di 82	Rev. 0

325	173.38	326	173.53	327	173.71	328	173.92	329	174.12
330	174.32	331	174.45	332	174.55	333	174.74	334	175
335	175.21	336	175.33	337	175.46	338	175.63	339	175.77
340	175.85	341	175.94	342	176.06	343	176.17	344	176.26
345	176.34	346	176.4	347	176.45	348	176.5	349	176.57
350	176.57	351	176.5	352	176.33	353	176.18	354	176.15
355	176.17	356	176.16	357	176.21	358	176.26	359	176.23
360	176.29	361	176.33	362	176.43	363	176.45	364	176.5
365	176.55	366	176.63	367	176.71	368	176.77	369	176.84
370	176.92	371	176.98	372	177.03	373	177.05	374	177.03
375	177.03	376	177.1	377	177.15	378	177.08	379	177.08
380	177.11	381	177.1	382	177.11	383	177.19	384	177.22
385	177.23	386	177.25	387	177.26	388	177.3	389	177.32
390	177.37	391	177.39	392	177.46	393	177.51	394	177.54
395	177.57	396	177.61	397	177.68	398	177.79	399	177.9
400	177.98	401	178.07	402	178.22	403	178.39	404	178.54
405	178.67	406	178.79	407	178.95	408	179.13	409	179.3
410	179.52	411	179.78	412	180.02	413	180.23	414	180.45
415	180.63	416	180.82	417	181.01	418	181.2	419	181.38
420	181.57	421	181.77	422	181.93	423	182.07	424	182.15
425	182.29	426	182.43	427	182.53	428	182.57	429	182.67
430	182.75	431	182.86	432	182.93	433	183	434	183.05
435	183.11	436	183.17	437	183.21	438	183.26	439	183.33
440	183.41	441	183.43	442	183.43	443	183.48	444	183.51
445	183.54	446	183.6	447	183.65	448	183.72	449	183.72
450	183.72	451	183.75	452	183.76	453	183.78	454	183.79
455	183.82	456	183.91	457	183.91	458	183.93	459	183.98
460	184.01	461	184.05	462	184.05	463	184.1	464	184.12
465	184.2	466	184.22	467	184.25	468	184.28	469	184.26
470	184.29	471	184.35	472	184.36	473	184.39	474	184.43
475	184.45	476	184.51	477	184.52	478	184.57	479	184.61
480	184.63								

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 201 .035 348 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
201 348 94.905 94.905 94.905 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	173.09	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.45	Wt. n-Val.		0.035	
W.S. Elev (m)	172.64	Reach Len. (m)	94.90	94.90	94.90
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		244.87	
E.G. Slope (m/m)	0.003800	Area (m2)		244.87	
Q Total (m3/s)	729.00	Flow (m3/s)		729.00	
Top Width (m)	107.46	Top Width (m)		107.46	
Vel Total (m/s)	2.98	Avg. Vel. (m/s)		2.98	
Max Chl Dpth (m)	6.06	Hydr. Depth (m)		2.28	
Conv. Total (m3/s)	11826.3	Conv. (m3/s)		11826.3	
Length Wtd. (m)	94.90	Wetted Per. (m)		111.43	
Min Ch El (m)	166.58	Shear (N/m2)		81.89	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	22981.38	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.43	Cum Volume (1000 m3)	0.39	113.97	
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	1.17	41.88	

CROSS SECTION

RIVER: F.Potenza  
REACH: alveo RS: 65.\*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 438									
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev									
0 180.99 1.01 180.77 2.02 180.54 3.03 180.35 4.04 180.21									
5.05 180.12 6.06 180.07 7.07 180.03 8.08 179.96 9.09 179.94									

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 69 di 82 Rev. 0

10.1	179.89	11.11	179.87	12.12	179.82	13.13	179.76	14.14	179.68
15.15	179.65	16.16	179.65	17.17	179.65	18.18	179.64	19.19	179.64
20.2	179.63	21.21	179.58	22.22	179.53	23.23	179.48	24.24	179.42
25.25	179.4	26.26	179.42	27.27	179.44	28.28	179.41	29.29	179.4
30.3	179.45	31.31	179.45	32.32	179.42	33.33	179.4	34.34	179.42
35.35	179.4	36.36	179.42	37.37	179.37	38.38	179.36	39.39	179.35
40.4	179.35	41.41	179.36	42.42	179.39	43.43	179.36	44.44	179.32
45.45	179.26	46.46	179.24	47.47	179.23	48.48	179.23	49.49	179.21
50.5	179.16	51.51	179.14	52.52	179.12	53.53	179.09	54.54	179.04
55.55	179.01	56.56	178.98	57.57	178.94	58.58	178.91	59.59	178.87
60.6	178.82	61.61	178.81	62.62	178.73	63.63	178.67	64.64	178.6
65.65	178.55	66.66	178.52	67.67	178.54	68.68	178.54	69.69	178.54
70.7	178.54	71.71	178.53	72.72	178.53	73.73	178.51	74.74	178.5
75.75	178.45	76.76	178.42	77.77	178.38	78.78	178.34	79.79	178.28
80.8	178.21	81.81	178.16	82.82	178.13	83.83	178.09	84.84	178.08
85.85	178.05	86.86	178.05	87.87	178.03	88.88	178.03	89.89	178.05
90.9	178.03	91.91	177.97	92.92	177.92	93.93	177.9	94.94	177.91
95.95	177.9	96.96	177.89	97.97	177.83	98.98	177.82	99.99	177.79
101	177.77	102.99	177.73	103.98	177.67	104.97	177.65	105.96	177.62
106.95	177.6	107.94	177.59	108.93	177.58	109.92	177.54	110.91	177.54
111.9	177.55	112.89	177.53	113.88	177.54	114.87	177.56	115.86	177.64
116.85	177.68	117.84	177.58	118.83	177.45	119.82	177.29	120.81	177.11
121.8	176.9	122.79	176.68	123.78	176.41	124.77	176.22	125.76	176.04
126.75	175.9	127.74	175.78	128.73	175.69	129.72	175.59	130.71	175.51
131.7	175.46	132.69	175.41	133.68	175.35	134.67	175.29	135.66	175.25
136.65	175.23	137.64	175.18	138.63	175.15	139.62	175.14	140.62	175.11
141.61	175.08	142.6	175.07	143.59	175.03	144.58	174.99	145.57	174.96
146.56	174.93	147.55	174.9	148.54	174.89	149.53	174.87	150.52	174.87
151.51	174.87	153.49	174.87	154.48	174.88	155.47	174.9	156.54	174.93
157.45	174.92	158.44	174.95	159.43	175	160.42	175.05	161.41	175.06
162.4	175.04	163.39	175.02	164.38	175.03	165.37	175.01	166.36	175
167.35	175.02	168.34	174.98	169.33	174.94	170.32	174.92	171.31	174.87
172.3	174.75	173.29	174.66	174.28	174.73	175.27	174.88	176.26	175.02
177.25	175.05	178.24	175.02	179.23	174.97	180.22	174.91	181.22	174.85
182.21	174.84	183.2	174.9	184.19	174.93	185.18	174.88	186.17	174.82
187.16	174.79	188.15	174.77	189.14	174.78	190.13	174.78	191.12	174.74
192.11	174.67	193.1	174.6	194.09	174.6	195.08	174.63	196.07	174.68
197.06	174.72	198.05	174.77	199.04	174.85	200.03	175.01	201.02	175.15
202.01	175.3	203	175.4	203.63	175.36	204.88	175.04	205.51	174.78
206.76	174.1	207.96	173.13	208.64	172.58	209.89	171.76	210.52	171.47
211.77	171.15	212.92	171.17	213.65	171.11	214.9	170.93	215.53	170.84
216.78	170.75	217.88	170.86	218.66	170.96	219.91	171.21	220.54	171.39
221.16	171.54	221.79	171.63	222.84	171.64	223.67	171.57	224.92	171.43
225.55	171.34	226.8	171.13	227.8	170.88	228.68	170.72	229.93	170.84
230.56	170.97	231.81	171.08	232.76	171.09	233.69	171.03	234.94	170.92
235.57	170.88	236.82	170.87	237.72	170.91	238.7	170.95	239.95	170.85
240.58	170.74	241.83	170.52	242.68	170.43	243.71	170.37	244.96	170.48
245.59	170.54	246.84	170.47	247.64	170.32	249.34	170.17	249.97	170.19
250.12	170.19	250.6	170.18	251.85	169.93	252.6	169.7	254.35	169.23
254.98	168.97	255.61	168.69	256.86	168.2	257.56	167.96	258.74	167.69
259.99	167.48	260.62	167.35	261.87	166.86	262.52	166.58	263.12	166.4
263.75	166.33	265	166.31	265.81	166.35	266.31	166.4	267.42	166.41
268.23	166.39	269.04	166.39	270.25	166.42	271.46	166.49	272.27	166.73
273.08	167.07	274.19	167.58	275.5	168.07	276.81	168.3	277.92	168.45
278.73	168.58	279.54	168.71	280.75	168.87	281.96	169.06	282.77	169.17
283.58	169.37	284.69	169.53	286	169.73	287.31	169.95	288.42	170.11
289.23	170.26	290.04	170.43	291.25	170.66	292.46	170.82	293.27	170.9
294.08	171.02	295.19	171.2	296.5	171.4	297.81	171.5	298.92	171.5
299.13	171.51	299.73	171.53	300.54	171.56	301.75	171.6	302.96	171.68
303.77	171.78	304.58	171.92	305.69	172.15	307	172.43	308.31	172.64
308.62	172.69	309.42	172.82	310.23	172.87	311.04	172.92	312.25	172.94
313.46	172.95	314.27	172.99	315.08	173.06	316.19	173.1	317.5	173.13
318.81	173.16	319.92	173.29	320.73	173.4	321.54	173.52	322.75	173.77
323.96	174.11	324.77	174.35	325.58	174.54	326.69	174.69	328	174.81
329.31	174.82	330.43	174.72	331.24	174.62	332.05	174.54	333.22	174.55
334.49	174.47	335.3	174.45	336.11	174.46	337.13	174.47	338.44	174.51
339.35	174.56	340.16	174.56	341.05	174.58	342.35	174.62	343.4	174.69
344.21	174.73	345.02	174.78	346.27	174.83	347.46	174.9	348.27	174.91
349.08	174.9	350.18	174.92	351.49	174.98	352.32	174.95	353.13	174.97
354.1	175.01	355.4	175.04	356.37	175.08	357.18	175.1	358.01	175.11
359.32	175.16	360.42	175.21	361.24	175.23	362.05	175.27	363.23	175.36

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011	
	PROGETTO Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 70 di 82	Rev. 0

364.48	175.48	365.29	175.49	366.1	175.48	367.15	175.44	367.72	175.45
368.45	175.5	369.34	175.57	370.15	175.62	371.06	175.69	371.77	175.74
372.37	175.79	373.67	175.91	374.21	175.96	375.02	176.03	376.28	176.17
377.45	176.3	378.26	176.41	379.07	176.54	380.2	176.72	381.5	176.89
382.81	177.06	383.93	177.21	384.74	177.32	385.55	177.43	386.72	177.59
387.99	177.74	388.8	177.81	389.61	177.86	390.63	177.96	391.94	178.08
392.85	178.12	393.66	178.19	394.55	178.25	395.85	178.33	396.9	178.41
397.71	178.46	398.52	178.52	399.77	178.6	400.96	178.66	401.77	178.72
402.58	178.78	403.68	178.83	404.99	178.91	405.82	178.94	406.29	178.95
407.6	179.02	408.9	179.1	409.87	179.12	410.68	179.13	411.51	179.16
412.82	179.22	413.92	179.33	414.74	179.47	415.55	179.65	416.73	179.89
417.98	180.18	418.79	180.36	419.6	180.54	420.65	180.77	421.95	181.08
422.84	181.34	423.65	181.55	424.56	181.8	425.87	182.11	426.89	182.35
427.71	182.55	428.52	182.71	429.78	182.9	430.95	182.95	431.76	182.98
432.57	182.98	433.7	183.03	435	183.07				

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 203 .035 328 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
203 328 94.905 94.905 94.905 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	172.64	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.63	Wt. n-Val.		0.035	
W.S. Elev (m)	172.01	Reach Len. (m)	94.90	94.90	94.90
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		207.77	
E.G. Slope (m/m)	0.005479	Area (m2)		207.77	
Q Total (m3/s)	729.00	Flow (m3/s)		729.00	
Top Width (m)	95.53	Top Width (m)		95.53	
Vel Total (m/s)	3.51	Avg. Vel. (m/s)		3.51	
Max Chl Dpth (m)	5.70	Hydr. Depth (m)		2.17	
Conv. Total (m3/s)	9848.5	Conv. (m3/s)		9848.5	
Length Wtd. (m)	94.90	Wetted Per. (m)		97.23	
Min Ch El (m)	166.31	Shear (N/m2)		114.82	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	20826.87	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.40	Cum Volume (1000 m3)	0.39	92.49	
C & E Loss (m)	0.04	Cum SA (1000 m2)	1.17	32.24	

CROSS SECTION

RIVER: F.Potenza  
REACH: alveo RS: 60

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 391

Sta	Elev								
0	181.9	1	181.81	2	181.66	3	181.58	4	181.52
5	181.45	6	181.37	7	181.29	8	181.23	9	181.19
10	181.11	11	181.03	12	180.94	13	180.84	14	180.77
15	180.76	16	180.78	17	180.8	18	180.83	19	180.86
20	180.86	21	180.84	22	180.75	23	180.63	24	180.57
25	180.46	26	180.47	27	180.54	28	180.5	29	180.44
30	180.43	31	180.5	32	180.49	33	180.46	34	180.43
35	180.43	36	180.43	37	180.39	38	180.35	39	180.35
40	180.34	41	180.31	42	180.29	43	180.31	44	180.27
45	180.17	46	180.07	47	180.02	48	180.03	49	180.04
50	179.98	51	179.9	52	179.86	53	179.85	54	179.82
55	179.72	56	179.67	57	179.61	58	179.52	59	179.48
60	179.43	61	179.35	62	179.29	63	179.2	64	179.11
65	179.01	66	178.92	67	178.85	68	178.85	69	178.89
70	178.92	71	178.93	72	178.92	73	178.91	74	178.9
75	178.88	76	178.84	77	178.78	78	178.72	79	178.64
80	178.55	81	178.45	82	178.35	83	178.3	84	178.24
85	178.2	86	178.2	87	178.2	88	178.18	89	178.18
90	178.19	91	178.18	92	178.14	93	178.05	94	177.96

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ 000</b>	<b>COMMESSA 023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Umbria		<b>LA-E- 80011</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 71 di 82	<b>Rev. 0</b>

95	177.92	96	177.95	97	177.91	98	177.84	99	177.75
100	177.64	101	177.56	102	177.52	103	177.49	104	177.46
105	177.38	106	177.33	107	177.28	108	177.24	109	177.25
110	177.23	111	177.2	112	177.18	113	177.18	114	177.16
115	177.16	116	177.23	117	177.38	118	177.47	119	177.31
120	177.06	121	176.74	122	176.38	123	175.98	124	175.56
125	175.06	126	174.7	127	174.35	128	174.1	129	173.91
130	173.78	131	173.64	132	173.52	133	173.47	134	173.43
135	173.36	136	173.31	137	173.3	138	173.3	139	173.29
140	173.3	141	173.33	142	173.34	143	173.33	144	173.39
145	173.36	146	173.34	147	173.36	148	173.35	149	173.36
150	173.34	151	173.35	152	173.37	153	173.4	154	173.44
155	173.45	156	173.5	157	173.59	158	173.65	159	173.69
160	173.74	161	173.81	162	173.92	163	173.96	164	173.94
165	173.93	166	173.92	167	173.9	168	173.9	169	173.94
170	173.87	171	173.8	172	173.74	173	173.68	174	173.47
175	173.31	176	173.44	177	173.75	178	174.06	179	174.17
180	174.12	181	174.02	182	173.92	183	173.85	184	173.83
185	173.92	186	173.97	187	173.89	188	173.78	189	173.68
190	173.64	191	173.66	192	173.65	193	173.59	194	173.45
195	173.33	196	173.33	197	173.3	198	173.28	199	173.15
200	172.97	201	172.81	202	172.77	203	172.78	204	172.89
205	172.99	206	172.94	207	172.8	208	172.75	209	172.7
210	172.57	211	172.36	212	172.05	213	171.61	214	171.12
215	170.76	216	170.54	217	170.38	218	170.2	219	169.93
220	169.56	221	169.1	222	168.6	223	168.12	224	167.62
225	167.1	226	166.6	227	166.2	228	166.06	229	166.05
230	166.03	231	166.06	232	166.14	233	166.07	234	166.06
235	166.09	236	166.13	237	166.14	238	166.32	239	166.8
240	167.46	241	168.15	242	168.73	243	169.12	244	169.25
245	169.18	246	169.1	247	169.04	248	168.96	249	168.87
250	168.78	251	168.75	252	168.7	253	168.83	254	168.81
255	168.78	256	168.85	257	168.95	258	169.01	259	169.04
260	169.16	261	169.3	262	169.43	263	169.47	264	169.46
265	169.4	266	169.43	267	169.52	268	169.49	269	169.61
270	169.65	271	169.59	272	169.5	273	169.45	274	169.4
275	169.31	276	169.24	277	169.25	278	169.34	279	169.5
280	169.73	281	170.05	282	170.31	283	170.46	284	170.58
285	170.68	286	170.64	287	170.61	288	170.57	289	170.53
290	170.45	291	170.42	292	170.47	293	170.43	294	170.44
295	170.4	296	170.34	297	170.41	298	170.53	299	170.68
300	170.86	301	171.11	302	171.44	303	171.89	304	172.33
305	172.67	306	172.87	307	173.03	308	173.12	309	173.06
310	172.92	311	172.89	312	172.94	313	172.78	314	172.64
315	172.69	316	172.69	317	172.68	318	172.66	319	172.63
320	172.68	321	172.72	322	172.7	323	172.77	324	172.76
325	172.78	326	172.82	327	172.83	328	172.91	329	172.98
330	172.97	331	172.99	332	173.07	333	173.12	334	173.16
335	173.3	336	173.45	337	173.43	338	173.24	339	173.21
340	173.25	341	173.29	342	173.24	343	173.23	344	173.26
345	173.28	346	173.31	347	173.3	348	173.34	349	173.33
350	173.38	351	173.41	352	173.48	353	173.52	354	173.54
355	173.57	356	173.59	357	173.65	358	173.69	359	173.73
360	173.75	361	173.84	362	173.92	363	174.01	364	174.07
365	174.13	366	174.22	367	174.34	368	174.37	369	174.43
370	174.49	371	174.53	372	174.56	373	174.67	374	174.91
375	175.34	376	175.86	377	176.4	378	176.93	379	177.47
380	178.05	381	178.68	382	179.34	383	179.96	384	180.54
385	181.05	386	181.39	387	181.46	388	181.43	389	181.47
390	181.51								

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 205 .035 308 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
205 308 23.98 23.98 23.98 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m) 172.20 Element Left OB Channel Right OB

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ 000</b>	<b>COMMESSA 023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche e Umbria		<b>LA-E- 80011</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 72 di 82
				<b>Rev. 0</b>

Vel Head (m)	0.49	Wt. n-Val.		0.035	
W.S. Elev (m)	171.71	Reach Len. (m)	23.98	23.98	23.98
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		235.42	
E.G. Slope (m/m)	0.003364	Area (m2)		235.42	
Q Total (m3/s)	729.00	Flow (m3/s)		729.00	
Top Width (m)	89.83	Top Width (m)		89.83	
Vel Total (m/s)	3.10	Avg. Vel. (m/s)		3.10	
Max Chl Dpth (m)	5.68	Hydr. Depth (m)		2.62	
Conv. Total (m3/s)	12568.2	Conv. (m3/s)		12568.2	
Length Wtd. (m)	23.98	Wetted Per. (m)		92.18	
Min Ch El (m)	166.03	Shear (N/m2)		84.27	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	18672.38	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.07	Cum Volume (1000 m3)	0.39	71.46	
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	1.17	23.45	

CROSS SECTION

RIVER: F.Potenza  
REACH: alveo RS: 50

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num= 401							
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	188.35	1	188.37	2	188.34	3	188.26	4	188.21
5	188.13	6	188.03	7	187.95	8	187.87	9	187.8
10	187.78	11	187.83	12	187.83	13	187.85	14	187.85
15	187.81	16	187.84	17	187.85	18	187.84	19	187.83
20	187.84	21	187.83	22	187.84	23	187.82	24	187.78
25	187.71	26	187.63	27	187.53	28	187.39	29	187.21
30	186.95	31	186.66	32	186.33	33	185.95	34	185.53
35	185.1	36	184.67	37	184.25	38	183.81	39	183.39
40	182.97	41	182.53	42	182.09	43	181.64	44	181.21
45	180.79	46	180.38	47	179.99	48	179.63	49	179.26
50	178.93	51	178.63	52	178.39	53	178.15	54	177.9
55	177.65	56	177.37	57	177.13	58	176.99	59	176.87
60	176.79	61	176.7	62	176.64	63	176.52	64	176.45
65	176.38	66	176.33	67	176.28	68	176.23	69	176.17
70	176.16	71	176.11	72	176.08	73	176.05	74	176
75	175.96	76	175.92	77	175.9	78	175.89	79	175.86
80	175.82	81	175.8	82	175.77	83	175.76	84	175.73
85	175.72	86	175.69	87	175.72	88	175.7	89	175.72
90	175.7	91	175.69	92	175.69	93	175.66	94	175.68
95	175.66	96	175.67	97	175.68	98	175.64	99	175.66
100	175.65	101	175.65	102	175.65	103	175.65	104	175.66
105	175.65	106	175.66	107	175.62	108	175.7	109	175.65
110	175.64	111	175.64	112	175.65	113	175.64	114	175.64
115	175.63	116	175.66	117	175.63	118	175.61	119	175.6
120	175.6	121	175.55	122	175.59	123	175.56	124	175.53
125	175.56	126	175.53	127	175.56	128	175.55	129	175.57
130	175.53	131	175.55	132	175.56	133	175.58	134	175.56
135	175.57	136	175.57	137	175.58	138	175.57	139	175.55
140	175.6	141	175.56	142	175.58	143	175.55	144	175.54
145	175.57	146	175.58	147	175.56	148	175.57	149	175.6
150	175.6	151	175.61	152	175.58	153	175.59	154	175.57
155	175.56	156	175.55	157	175.55	158	175.56	159	175.59
160	175.56	161	175.55	162	175.57	163	175.57	164	175.58
165	175.56	166	175.55	167	175.57	168	175.56	169	175.57
170	175.55	171	175.55	172	175.58	173	175.56	174	175.54
175	175.54	176	175.52	177	175.52	178	175.48	179	175.48
180	175.49	181	175.5	182	175.48	183	175.51	184	175.51
185	175.47	186	175.48	187	175.48	188	175.47	189	175.46
190	175.45	191	175.45	192	175.41	193	175.39	194	175.39
195	175.38	196	175.37	197	175.38	198	175.38	199	175.4
200	175.39	201	175.39	202	175.35	203	175.3	204	175.23
205	175.16	206	175.09	207	175.1	208	175	209	174.98
210	174.94	211	174.91	212	174.96	213	174.97	214	174.68
215	174.14	216	173.47	217	172.8	218	172.13	219	171.44
220	170.75	221	170.06	222	169.41	223	168.87	224	168.47

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011	
	PROGETTO Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 73 di 82	Rev. 0

225	168.19	226	167.93	227	167.62	228	167.27	229	166.89
230	166.57	231	166.33	232	166.15	233	166.04	234	165.98
235	165.95	236	166.02	237	166.01	238	165.99	239	166
240	166.02	241	166.04	242	166	243	166.1	244	166.45
245	166.92	246	167.43	247	167.9	248	168.31	249	168.62
250	168.77	251	168.78	252	168.78	253	168.78	254	168.71
255	168.62	256	168.58	257	168.57	258	168.6	259	168.66
260	168.78	261	168.94	262	169.05	263	169.18	264	169.32
265	169.39	266	169.38	267	169.34	268	169.33	269	169.46
270	169.59	271	169.72	272	169.77	273	169.77	274	169.76
275	169.71	276	169.58	277	169.48	278	169.52	279	169.5
280	169.48	281	169.42	282	169.35	283	169.31	284	169.34
285	169.38	286	169.44	287	169.54	288	169.73	289	169.97
290	170.16	291	170.32	292	170.48	293	170.5	294	170.44
295	170.4	296	170.4	297	170.44	298	170.45	299	170.43
300	170.42	301	170.5	302	170.52	303	170.4	304	170.36
305	170.31	306	170.3	307	170.44	308	170.63	309	170.87
310	171.18	311	171.52	312	171.84	313	172.09	314	172.3
315	172.48	316	172.62	317	172.69	318	172.66	319	172.71
320	172.76	321	172.81	322	172.81	323	172.73	324	172.66
325	172.7	326	172.64	327	172.67	328	172.65	329	172.64
330	172.7	331	172.82	332	172.82	333	172.78	334	172.81
335	172.81	336	172.79	337	172.87	338	172.91	339	172.97
340	172.95	341	172.98	342	173.06	343	173.12	344	173.18
345	173.36	346	173.45	347	173.27	348	173.14	349	173.21
350	173.26	351	173.25	352	173.23	353	173.23	354	173.24
355	173.3	356	173.32	357	173.36	358	173.34	359	173.41
360	173.44	361	173.47	362	173.54	363	173.56	364	173.57
365	173.64	366	173.66	367	173.7	368	173.74	369	173.77
370	173.87	371	173.92	372	174.01	373	174.11	374	174.17
375	174.26	376	174.34	377	174.43	378	174.49	379	174.5
380	174.54	381	174.62	382	174.75	383	174.95	384	175.23
385	175.59	386	176	387	176.45	388	176.92	389	177.41
390	177.96	391	178.6	392	179.3	393	180.01	394	180.64
395	181.08	396	181.23	397	181.28	398	181.25	399	181.29
400	181.37								

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 213 .035 316 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
213 316 17.3 17.3 17.3 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	172.10	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.41	Wt. n-Val.		0.035	
W.S. Elev (m)	171.70	Reach Len. (m)	17.30	17.30	17.30
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		258.14	
E.G. Slope (m/m)	0.002582	Area (m2)		258.14	
Q Total (m3/s)	729.00	Flow (m3/s)		729.00	
Top Width (m)	92.93	Top Width (m)		92.93	
Vel Total (m/s)	2.82	Avg. Vel. (m/s)		2.82	
Max Chl Dpth (m)	5.75	Hydr. Depth (m)		2.78	
Conv. Total (m3/s)	14347.5	Conv. (m3/s)		14347.5	
Length Wtd. (m)	17.30	Wetted Per. (m)		95.14	
Min Ch El (m)	165.95	Shear (N/m2)		68.69	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	19151.15	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.07	Cum Volume (1000 m3)	0.39	65.55	
C & E Loss (m)	0.04	Cum SA (1000 m2)	1.17	21.26	

CROSS SECTION

RIVER: F.Potenza  
REACH: alveo RS: 40

INPUT

Description:  
Station Elevation Data num= 361

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ 000</b>	<b>COMMESSA 023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche e Umbria		<b>LA-E- 80011</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 74 di 82	<b>Rev. 0</b>

Sta	Elev	Sta	Elev								
0	180.25	1	180.09	2	179.99	3	179.88	4	179.72		
5	179.57	6	179.43	7	179.29	8	179.17	9	179.04		
10	178.9	11	178.73	12	178.6	13	178.5	14	178.37		
15	178.24	16	178.11	17	178.01	18	177.89	19	177.77		
20	177.62	21	177.51	22	177.41	23	177.28	24	177.17		
25	177.09	26	177.02	27	176.93	28	176.89	29	176.82		
30	176.7	31	176.66	32	176.6	33	176.55	34	176.53		
35	176.49	36	176.45	37	176.43	38	176.4	39	176.37		
40	176.3	41	176.29	42	176.24	43	176.18	44	176.21		
45	176.2	46	176.13	47	176.09	48	176.08	49	176.02		
50	175.98	51	175.97	52	175.93	53	175.89	54	175.89		
55	175.87	56	175.89	57	175.89	58	175.89	59	175.88		
60	175.86	61	175.81	62	175.81	63	175.79	64	175.77		
65	175.76	66	175.75	67	175.71	68	175.7	69	175.67		
70	175.67	71	175.66	72	175.58	73	175.54	74	175.56		
75	175.5	76	175.5	77	175.44	78	175.42	79	175.35		
80	175.3	81	175.25	82	175.27	83	175.24	84	175.25		
85	175.22	86	175.17	87	175.14	88	175.16	89	175.18		
90	175.17	91	175.16	92	175.15	93	175.19	94	175.2		
95	175.14	96	175.14	97	175.13	98	175.09	99	175.11		
100	175.13	101	175.14	102	175.15	103	175.15	104	175.13		
105	175.09	106	175.09	107	175.08	108	175.13	109	175.16		
110	175.12	111	175.14	112	175.1	113	175.07	114	175.07		
115	175.06	116	175.07	117	175.12	118	175.13	119	175.11		
120	175.1	121	175.11	122	175.1	123	175.11	124	175.16		
125	175.15	126	175.15	127	175.13	128	175.1	129	175.05		
130	175.03	131	175.03	132	175.07	133	175.05	134	175.02		
135	175.05	136	175.05	137	175	138	175.02	139	175.02		
140	175.02	141	175.01	142	175.01	143	175.02	144	175.05		
145	175.04	146	175.06	147	175.04	148	175.04	149	175.03		
150	175.02	151	175.02	152	175.01	153	175.02	154	175		
155	175.03	156	174.99	157	174.95	158	174.98	159	174.94		
160	174.95	161	174.92	162	174.92	163	174.9	164	174.94		
165	174.89	166	174.86	167	174.83	168	174.85	169	174.84		
170	174.83	171	174.77	172	174.73	173	174.72	174	174.66		
175	174.61	176	174.59	177	174.58	178	174.51	179	174.48		
180	174.43	181	174.35	182	174.27	183	174.29	184	174.21		
185	173.93	186	173.57	187	173.12	188	172.59	189	171.94		
190	171.26	191	170.53	192	169.75	193	168.96	194	168.16		
195	167.38	196	166.71	197	166.22	198	166.03	199	166.05		
200	166.04	201	165.99	202	165.95	203	165.9	204	165.89		
205	165.89	206	165.94	207	165.93	208	165.89	209	165.94		
210	165.91	211	166.08	212	166.56	213	167.2	214	167.85		
215	168.36	216	168.64	217	168.73	218	168.75	219	168.75		
220	168.77	221	168.83	222	168.97	223	168.94	224	168.93		
225	169.05	226	169.15	227	169.21	228	169.28	229	169.37		
230	169.46	231	169.48	232	169.52	233	169.59	234	169.69		
235	169.8	236	169.9	237	169.95	238	169.96	239	169.93		
240	169.88	241	169.83	242	169.76	243	169.65	244	169.58		
245	169.54	246	169.52	247	169.73	248	170.02	249	170.23		
250	170.33	251	170.39	252	170.45	253	170.55	254	170.67		
255	170.79	256	170.68	257	170.47	258	170.3	259	170.22		
260	170.22	261	170.18	262	170.24	263	170.31	264	170.39		
265	170.45	266	170.53	267	170.57	268	170.66	269	170.86		
270	171.11	271	171.37	272	171.56	273	171.71	274	171.91		
275	172.13	276	172.35	277	172.49	278	172.49	279	172.59		
280	172.61	281	172.71	282	172.69	283	172.65	284	172.61		
285	172.57	286	172.58	287	172.61	288	172.64	289	172.66		
290	172.71	291	172.74	292	172.71	293	172.75	294	172.77		
295	172.82	296	172.84	297	172.83	298	172.87	299	172.89		
300	172.94	301	172.97	302	173.04	303	173.04	304	173.15		
305	173.3	306	173.39	307	173.28	308	173.09	309	173.15		
310	173.23	311	173.25	312	173.24	313	173.23	314	173.25		
315	173.28	316	173.34	317	173.37	318	173.39	319	173.4		
320	173.45	321	173.5	322	173.54	323	173.56	324	173.6		
325	173.66	326	173.71	327	173.77	328	173.78	329	173.86		
330	173.92	331	173.95	332	174.03	333	174.14	334	174.2		
335	174.24	336	174.35	337	174.4	338	174.46	339	174.53		
340	174.54	341	174.6	342	174.7	343	174.88	344	175.11		
345	175.37	346	175.69	347	176.04	348	176.42	349	176.82		

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ 000</b>	<b>COMMESSA 023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche e Umbria		<b>LA-E- 80011</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 75 di 82

350	177.26	351	177.74	352	178.25	353	178.8	354	179.39
355	180.02	356	180.59	357	180.98	358	181.07	359	180.99
360	181.01								

Manning's n Values num= 3

Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.055	183	.035	280	.055

Bank Sta:	Left	Right	Lengths:	Left Channel	Right	Coeff Contr.	Expan.
	183	280		38.25	38.25	38.25	.1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	172.00	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.81	Wt. n-Val.		0.035	
W.S. Elev (m)	171.19	Reach Len. (m)	38.25	38.25	38.25
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		183.13	
E.G. Slope (m/m)	0.006740	Area (m2)		183.13	
Q Total (m3/s)	729.00	Flow (m3/s)		729.00	
Top Width (m)	80.20	Top Width (m)		80.20	
Vel Total (m/s)	3.98	Avg. Vel. (m/s)		3.98	
Max Chl Dpth (m)	5.30	Hydr. Depth (m)		2.28	
Conv. Total (m3/s)	8879.6	Conv. (m3/s)		8879.6	
Length Wtd. (m)	38.25	Wetted Per. (m)		82.83	
Min Ch El (m)	165.89	Shear (N/m2)		146.13	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	17236.03	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.19	Cum Volume (1000 m3)	0.39	61.73	
C & E Loss (m)	0.05	Cum SA (1000 m2)	1.17	19.76	

CROSS SECTION

RIVER: F.Potenza  
REACH: alveo RS: 35.\*

INPUT

Description:

Station	Elevation	Data	num=	357					
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	179.76	1.09	179.63	2.18	179.58	3.27	179.51	4.36	179.39
5.45	179.26	6.47	179.19	7.39	179.14	8.31	179.05	9.24	178.97
10.16	178.9	11.08	178.8	12.01	178.71	13.08	178.62	14.17	178.53
15.26	178.4	16.35	178.26	17.44	178.18	18.47	178.09	19.4	178
20.32	177.93	21.24	177.88	22.17	177.77	23.09	177.7	24.01	177.58
25.07	177.45	26.16	177.35	27.25	177.25	28.34	177.18	29.43	177.09
30.48	177.03	31.4	176.97	32.33	176.9	33.25	176.86	34.17	176.82
35.1	176.75	36.02	176.72	37.07	176.69	38.16	176.64	39.25	176.6
40.34	176.56	41.43	176.5	42.49	176.45	43.41	176.36	44.33	176.41
45.26	176.38	46.18	176.33	47.1	176.31	48.03	176.29	49.06	176.27
50.15	176.22	51.24	176.17	52.33	176.13	53.42	176.08	54.49	176.03
55.42	176.01	56.34	175.98	57.26	175.94	58.19	175.92	59.11	175.9
60.04	175.87	61.05	175.87	62.14	175.85	63.23	175.84	64.32	175.82
65.41	175.78	66.5	175.75	67.59	175.73	68.68	175.69	69.77	175.66
70.86	175.63	71.95	175.61	72.97	175.59	73.89	175.57	74.81	175.54
75.74	175.52	76.66	175.5	77.58	175.49	78.51	175.44	79.58	175.4
80.67	175.37	81.76	175.29	82.85	175.29	83.94	175.26	84.97	175.25
85.9	175.21	86.82	175.19	87.74	175.15	88.67	175.12	89.59	175.11
90.51	175.09	91.57	175.1	92.66	175.09	93.75	175.04	94.84	175.03
95.93	175.03	96.98	175.02	97.9	175	98.83	174.97	99.75	174.96
100.67	174.95	101.6	174.95	102.52	174.97	103.57	174.92	104.66	174.91
105.75	174.89	106.84	174.85	107.93	174.86	108.99	174.86	109.91	174.86
110.83	174.84	111.76	174.85	112.68	174.85	113.6	174.82	114.53	174.8
115.56	174.77	116.65	174.77	117.74	174.79	118.83	174.79	119.92	174.77
120.99	174.76	121.92	174.73	122.84	174.71	123.76	174.72	124.69	174.71
125.61	174.72	126.54	174.72	127.55	174.73	128.64	174.73	129.73	174.72
130.82	174.7	131.91	174.7	133	174.67	134.09	174.68	135.18	174.71
136.27	174.72	137.36	174.69	138.45	174.68	139.47	174.68	140.39	174.67
141.31	174.67	142.24	174.67	143.16	174.68	144.08	174.68	145.01	174.66
146.08	174.62	147.17	174.65	148.26	174.66	149.35	174.63	150.44	174.65
151.47	174.67	152.4	174.68	153.32	174.66	154.24	174.67	155.89	174.72
156.09	174.73	157.01	174.75	158.07	174.76	159.16	174.8	160.25	174.79

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ 000</b>	<b>COMMESSA 023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche e Umbria		<b>LA-E- 80011</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		<b>Rev. 0</b>
			Fg. 76 di 82	

161.34	174.79	162.43	174.8	163.48	174.77	164.4	174.73	165.33	174.7
166.25	174.71	167.17	174.7	168.1	174.68	169.02	174.67	170.07	174.64
171.16	174.61	172.25	174.6	173.34	174.54	174.43	174.52	175.49	174.48
176.41	174.46	177.33	174.41	178.26	174.35	179.18	174.31	180.1	174.26
181.03	174.18	182.06	174.06	183.15	173.92	184.24	173.77	185.33	173.68
186.42	173.6	187.49	173.56	188.42	173.54	189.34	173.53	190.26	173.47
191.19	173.36	192.11	173.29	193.04	173.25	194.05	173.22	195.14	173.23
196.23	173.25	197.32	173.28	198.41	173.34	199.5	173.39	200.99	173.12
201.73	172.88	202.48	172.59	202.55	172.56	203.97	171.94	204.71	171.64
205.6	171.25	206.94	170.61	207.69	170.27	208.64	169.86	209.92	169.45
210.66	169.38	211.69	169.25	212.9	168.93	213.64	168.71	214.74	168.43
215.87	168.12	216.62	167.81	217.79	167.39	218.85	167.13	219.59	167
220.34	166.8	220.83	166.63	221.83	166.41	222.57	166.28	223.88	166.11
224.8	165.98	225.55	165.9	226.93	165.79	227.78	165.78	228.52	165.77
229.98	165.74	230.76	165.74	232.13	165.71	233.38	165.73	234.69	165.75
235.83	165.84	236.75	166.13	237.67	166.58	238.81	167.12	240.19	167.43
241.33	167.59	242.25	167.73	243.17	167.92	244.31	168.1	245.69	168.31
246.83	168.49	247.75	168.56	248.67	168.65	250.5	168.76	251.19	168.82
251.88	168.89	252.33	168.95	253.25	169.03	254.17	169.07	256	169.03
256.69	168.99	257.83	168.89	258.75	168.8	259.67	168.75	260.81	168.82
262.19	169.07	263.33	169.18	264.25	169.3	265.17	169.45	265.63	169.54
266.31	169.68	267.69	169.71	268.38	169.73	268.83	169.77	269.75	169.9
270.67	170.03	271.81	170.26	273.19	170.54	274.33	170.76	275.25	170.95
276.17	171.23	277.31	171.6	278.69	171.95	279.83	172.26	280.75	172.48
281.67	172.63	282.81	172.74	283.5	172.79	284.39	172.86	285.29	172.82
286.18	172.76	287.08	172.71	288.04	172.68	289.18	172.69	290.31	172.71
291.44	172.73	292.44	172.74	293.33	172.77	294.23	172.76	295.12	172.77
296.01	172.78	297.12	172.8	298.25	172.83	299.39	172.88	300.48	172.9
301.38	172.93	301.66	172.94	302.27	172.96	303.16	173.01	304.06	173.02
305.06	173.1	306.2	173.2	307.33	173.22	308.47	173.15	309.42	173.2
310.31	173.27	310.74	173.29	311.21	173.3	312.1	173.32	313.01	173.35
314.14	173.4	315.28	173.46	316.41	173.49	317.46	173.5	318.36	173.54
319.25	173.62	320.14	173.73	321.04	173.85	322.09	174	323.22	174.21
324.36	174.43	325.49	174.7	326.4	174.92	327.29	175.17	328.19	175.41
329.08	175.64	330.03	175.91	331.17	176.26	332.3	176.55	333.44	176.88
334.44	177.15	335.34	177.4	336.23	177.66	337.13	177.86	338.02	178.07
339.11	178.31	340.25	178.55	341.38	178.77	342.49	178.9	343.38	179.01
344.28	179.15	345.17	179.31	346.06	179.49	347.06	179.75	348.19	180.09
349.33	180.44	350.46	180.85	351.43	181.15	352.32	181.35	353.21	181.4
354.11	181.35	355	181.34						

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 199.5 .035 283.5 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
199.5 283.5 38.25 38.25 38.25 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	171.76	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.65	Wt. n-Val.		0.035	
W.S. Elev (m)	171.11	Reach Len. (m)	38.25	38.25	38.25
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		204.49	
E.G. Slope (m/m)	0.003821	Area (m2)		204.49	
Q Total (m3/s)	729.00	Flow (m3/s)		729.00	
Top Width (m)	69.88	Top Width (m)		69.88	
Vel Total (m/s)	3.56	Avg. Vel. (m/s)		3.56	
Max Chl Dpth (m)	5.40	Hydr. Depth (m)		2.93	
Conv. Total (m3/s)	11792.7	Conv. (m3/s)		11792.7	
Length Wtd. (m)	38.25	Wetted Per. (m)		71.31	
Min Ch El (m)	165.71	Shear (N/m2)		107.46	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	16996.64	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.12	Cum Volume (1000 m3)	0.39	54.32	
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	1.17	16.89	

CROSS SECTION

RIVER: F.Potenza

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ 000</b>	<b>COMMESSA 023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche e Umbria		<b>LA-E- 80011</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 77 di 82

REACH: alveo

RS: 30

INPUT

Description:

Station Elevation		Data		num=		351	
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	179.26	1	179.18	2	179.17	3	179.16
5	179.03	6	178.95	7	178.94	8	178.95
10	178.84	11	178.8	12	178.72	13	178.69
15	178.58	16	178.49	17	178.36	18	178.24
20	178.17	21	178.09	22	178.05	23	178.06
25	177.9	26	177.76	27	177.62	28	177.56
30	177.38	31	177.31	32	177.25	33	177.16
35	177.05	36	177.04	37	176.99	38	176.91
40	176.85	41	176.81	42	176.76	43	176.72
45	176.59	46	176.53	47	176.41	48	176.53
50	176.44	51	176.43	52	176.37	53	176.34
55	176.28	56	176.22	57	176.17	58	176.14
60	176.04	61	176.02	62	175.97	63	175.94
65	175.87	66	175.85	67	175.82	68	175.78
70	175.74	71	175.7	72	175.69	73	175.65
75	175.57	76	175.54	77	175.49	78	175.47
80	175.43	81	175.39	82	175.36	83	175.33
85	175.29	86	175.26	87	175.2	88	175.13
90	175.1	91	175.08	92	175.07	93	175.05
95	175.02	96	174.98	97	174.96	98	174.94
100	174.96	101	174.93	102	174.88	103	174.93
105	174.86	106	174.83	107	174.78	108	174.77
110	174.7	111	174.75	112	174.71	113	174.68
115	174.62	116	174.61	117	174.6	118	174.58
120	174.54	121	174.55	122	174.56	123	174.52
125	174.45	126	174.47	127	174.45	128	174.44
130	174.42	131	174.38	132	174.35	133	174.34
135	174.36	136	174.37	137	174.37	138	174.34
140	174.33	141	174.33	142	174.27	143	174.29
145	174.26	146	174.24	147	174.29	148	174.27
150	174.23	151	174.25	152	174.27	153	174.3
155	174.32	156	174.3	157	174.26	158	174.22
160	174.24	161	174.28	162	174.26	163	174.29
165	174.33	166	174.31	167	174.33	168	174.4
170	174.44	171	174.48	172	174.52	173	174.56
175	174.54	176	174.57	177	174.52	178	174.44
180	174.4	181	174.38	182	174.35	183	174.31
185	174.27	186	174.25	187	174.19	188	174.11
190	174.03	191	174	192	173.91	193	173.78
195	173.63	196	173.51	197	173.32	198	173.07
200	172.59	201	172.5	202	172.42	203	172.38
205	172.37	206	172.31	207	172.11	208	171.99
210	171.92	211	171.97	212	172.03	213	172.11
215	172.43	216	172.49	217	172.29	218	172.02
220	171.23	221	170.73	222	170.29	223	169.89
225	169	226	168.56	227	168.19	228	167.85
230	167.53	231	167.73	232	167.95	233	168.02
235	167.89	236	167.92	237	167.88	238	167.87
240	167.46	241	167.35	242	167.35	243	167.39
245	166.96	246	166.72	247	166.53	248	166.36
250	165.91	251	165.77	252	165.67	253	165.58
255	165.6	256	165.6	257	165.58	258	165.58
260	165.52	261	165.65	262	165.74	263	165.97
265	166.96	266	167.45	267	167.79	268	167.9
270	168.13	271	168.18	272	168.17	273	168.09
275	167.87	276	167.99	277	168.3	278	168.74
280	169.86	281	170.42	282	170.97	283	171.52
285	172.46	286	172.76	287	172.96	288	173.01
290	172.81	291	172.78	292	172.78	293	172.8
295	172.77	296	172.8	297	172.8	298	172.78
300	172.83	301	172.89	302	172.92	303	172.92
305	172.99	306	173.03	307	173.07	308	173.13
310	173.26	311	173.33	312	173.38	313	173.47
315	173.6	316	173.62	317	173.61	318	173.7
320	174.13	321	174.44	322	174.79	323	175.16
						324	175.63

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche e Umbria		<b>LA-E- 80011</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 78 di 82

325	176.16	326	176.69	327	177.23	328	177.79	329	178.35
330	178.88	331	179.42	332	179.97	333	180.53	334	181.07
335	181.52	336	181.87	337	182.1	338	182.23	339	182.1
340	181.95	341	181.82	342	181.73	343	181.7	344	181.72
345	181.69	346	181.72	347	181.7	348	181.72	349	181.73
350	181.67								

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 216 .035 287 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
216 287 59 59 59 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	171.61	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.57	Wt. n-Val.		0.035	
W.S. Elev (m)	171.04	Reach Len. (m)	59.00	59.00	59.00
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		217.17	
E.G. Slope (m/m)	0.002703	Area (m2)		217.17	
Q Total (m3/s)	729.00	Flow (m3/s)		729.00	
Top Width (m)	61.74	Top Width (m)		61.74	
Vel Total (m/s)	3.36	Avg. Vel. (m/s)		3.36	
Max Chl Dpth (m)	5.52	Hydr. Depth (m)		3.52	
Conv. Total (m3/s)	14021.2	Conv. (m3/s)		14021.2	
Length Wtd. (m)	59.00	Wetted Per. (m)		63.93	
Min Ch El (m)	165.52	Shear (N/m2)		90.05	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	16757.26	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.08	Cum Volume (1000 m3)	0.39	46.25	
C & E Loss (m)	0.12	Cum SA (1000 m2)	1.17	14.37	

CROSS SECTION

RIVER: F.Potenza  
REACH: alveo RS: 20

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 351

Sta	Elev								
0	178.88	1	178.93	2	178.89	3	178.78	4	178.66
5	178.61	6	178.59	7	178.6	8	178.58	9	178.52
10	178.47	11	178.46	12	178.39	13	178.35	14	178.3
15	178.29	16	178.27	17	178.27	18	178.24	19	178.23
20	178.24	21	178.25	22	178.22	23	178.24	24	178.21
25	178.19	26	178.16	27	178.12	28	178.11	29	178.08
30	178.09	31	178.05	32	178.02	33	177.99	34	177.95
35	177.88	36	177.84	37	177.76	38	177.73	39	177.65
40	177.59	41	177.52	42	177.42	43	177.33	44	177.2
45	177.06	46	176.93	47	176.81	48	176.68	49	176.56
50	176.48	51	176.4	52	176.29	53	176.18	54	176.08
55	175.99	56	175.92	57	175.86	58	175.77	59	175.69
60	175.61	61	175.54	62	175.48	63	175.43	64	175.42
65	175.41	66	175.42	67	175.39	68	175.38	69	175.37
70	175.37	71	175.37	72	175.35	73	175.37	74	175.37
75	175.36	76	175.32	77	175.33	78	175.33	79	175.34
80	175.31	81	175.32	82	175.3	83	175.28	84	175.26
85	175.25	86	175.25	87	175.31	88	175.25	89	175.25
90	175.22	91	175.22	92	175.26	93	175.25	94	175.19
95	175.17	96	175.14	97	175.17	98	175.17	99	175.13
100	175.14	101	175.16	102	175.15	103	175.15	104	175.17
105	175.19	106	175.13	107	175.09	108	175.04	109	174.96
110	174.91	111	174.86	112	174.83	113	174.77	114	174.74
115	174.75	116	174.74	117	174.73	118	174.7	119	174.74
120	174.74	121	174.72	122	174.69	123	174.68	124	174.67
125	174.61	126	174.57	127	174.55	128	174.51	129	174.5
130	174.46	131	174.44	132	174.4	133	174.36	134	174.35
135	174.33	136	174.27	137	174.26	138	174.19	139	174.15

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ 000</b>	<b>COMMESSA 023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche e Umbria		<b>LA-E- 80011</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 79 di 82	<b>Rev. 0</b>

140	174.17	141	174.14	142	174.14	143	174.12	144	174.11
145	174.15	146	174.13	147	174.08	148	174.08	149	174.1
150	174.07	151	174.05	152	174.01	153	174.02	154	174.01
155	173.98	156	173.99	157	173.95	158	173.91	159	173.96
160	174.02	161	174.02	162	174	163	173.97	164	173.94
165	173.91	166	173.93	167	173.92	168	173.87	169	173.87
170	173.87	171	173.78	172	173.8	173	173.75	174	173.79
175	173.76	176	173.72	177	173.69	178	173.64	179	173.62
180	173.57	181	173.57	182	173.54	183	173.51	184	173.48
185	173.44	186	173.4	187	173.33	188	173.23	189	173.12
190	173.09	191	173.05	192	172.92	193	172.63	194	172.24
195	171.88	196	171.58	197	171.39	198	171.33	199	171.24
200	171.13	201	171.03	202	170.94	203	170.86	204	170.92
205	171	206	171.03	207	170.91	208	170.8	209	170.79
210	170.78	211	170.75	212	170.78	213	170.79	214	170.67
215	170.65	216	170.68	217	170.77	218	170.9	219	171.01
220	171.09	221	171.17	222	171.26	223	171.45	224	171.65
225	171.72	226	171.6	227	171.35	228	170.94	229	170.47
230	170	231	169.68	232	169.57	233	169.5	234	169.31
235	168.91	236	168.3	237	167.59	238	166.9	239	166.25
240	165.73	241	165.42	242	165.36	243	165.37	244	165.41
245	165.36	246	165.28	247	165.32	248	165.34	249	165.3
250	165.25	251	165.27	252	165.3	253	165.31	254	165.33
255	165.51	256	165.86	257	166.28	258	166.69	259	167.05
260	167.31	261	167.45	262	167.65	263	167.86	264	168.1
265	168.32	266	168.44	267	168.37	268	168.16	269	167.95
270	167.83	271	167.81	272	167.8	273	167.78	274	167.74
275	167.73	276	167.78	277	167.75	278	167.67	279	167.69
280	167.69	281	167.79	282	167.93	283	167.92	284	167.91
285	167.98	286	168.01	287	168.04	288	168.03	289	168
290	167.91	291	167.81	292	167.73	293	167.79	294	167.78
295	167.8	296	167.79	297	167.76	298	167.75	299	167.79
300	167.87	301	167.87	302	167.78	303	167.73	304	167.76
305	167.84	306	167.87	307	167.83	308	167.77	309	167.69
310	167.66	311	167.65	312	167.61	313	167.57	314	167.57
315	167.62	316	167.72	317	167.8	318	167.87	319	167.85
320	167.88	321	167.8	322	167.77	323	167.77	324	167.8
325	167.87	326	168	327	168.22	328	168.6	329	169.04
330	169.5	331	169.99	332	170.55	333	171.25	334	171.97
335	172.69	336	173.41	337	174.13	338	174.93	339	175.78
340	176.63	341	177.49	342	178.36	343	179.24	344	180.12
345	180.9	346	181.52	347	181.89	348	182.03	349	182.1
350	182.08								

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 225 .035 334 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
225 334 45.225 45.225 45.225 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	171.41	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.19	Wt. n-Val.	0.055	0.035	
W.S. Elev (m)	171.23	Reach Len. (m)	45.23	45.23	45.23
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	7.54	379.58	
E.G. Slope (m/m)	0.000846	Area (m2)	7.54	379.58	
Q Total (m3/s)	729.00	Flow (m3/s)	1.92	727.08	
Top Width (m)	128.20	Top Width (m)	22.53	105.67	
Vel Total (m/s)	1.88	Avg. Vel. (m/s)	0.25	1.92	
Max Chl Dpth (m)	5.98	Hydr. Depth (m)	0.33	3.59	
Conv. Total (m3/s)	25069.1	Conv. (m3/s)	66.0	25003.1	
Length Wtd. (m)	45.23	Wetted Per. (m)	22.60	108.43	
Min Ch El (m)	165.25	Shear (N/m2)	2.77	29.03	
Alpha	1.03	Stream Power (N/m s)	16757.26	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.05	Cum Volume (1000 m3)	0.17	28.65	
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	0.51	9.43	

CROSS SECTION

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b>		<b>LA-E- 80011</b>	
	Regione Marche e Umbria			
<b>PROGETTO</b>	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 80 di 82	Rev. <b>0</b>

RIVER: F.Potenza  
REACH: alveo

RS: 15.\*

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num= 354									
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	178.57	1.07	178.54	2.15	178.47	3.22	178.4	4.3	178.34		
5.37	178.29	6.44	178.26	7.48	178.24	8.42	178.18	9.36	178.14		
10.29	178.15	11.23	178.11	12.16	178.07	13.1	178.04	14.03	178.03		
15.04	178.01	16.11	178	17.18	177.98	18.26	177.95	19.33	177.95		
20.41	177.92	21.48	177.91	22.45	177.86	23.39	177.84	24.32	177.81		
25.26	177.78	26.2	177.76	27.13	177.74	28.07	177.74	29.94	177.72		
30.87	177.71	31.81	177.68	32.74	177.64	33.68	177.61	34.62	177.57		
35.55	177.56	36.52	177.47	37.59	177.42	38.66	177.38	39.74	177.31		
40.81	177.24	41.89	177.15	42.96	177.07	43.97	176.99	44.91	176.91		
45.84	176.85	46.78	176.79	47.71	176.74	48.65	176.68	49.58	176.62		
50.52	176.56	51.55	176.49	52.63	176.45	53.7	176.4	54.77	176.35		
55.85	176.28	56.92	176.22	58	176.16	59.07	176.09	60.14	176.07		
61.22	176.03	62.29	175.99	63.37	175.95	64.44	175.91	65.49	175.89		
66.42	175.86	67.36	175.8	68.3	175.78	69.23	175.76	70.17	175.72		
71.1	175.65	72.04	175.61	73.03	175.59	74.11	175.56	75.18	175.51		
76.25	175.46	77.33	175.4	78.4	175.34	79.47	175.29	80.46	175.24		
81.39	175.25	82.33	175.19	83.26	175.16	84.2	175.13	85.14	175.11		
86.07	175.11	87.01	175.08	88.07	175.04	89.14	175.01	90.21	174.99		
91.29	174.98	92.36	174.94	93.44	174.94	94.49	174.95	95.43	174.95		
96.36	174.93	97.3	174.94	98.23	174.95	99.17	174.92	100.1	174.89		
101.04	174.87	102.03	174.82	103.1	174.78	104.18	174.75	105.25	174.71		
106.32	174.68	107.4	174.65	108.47	174.63	109.46	174.62	110.4	174.59		
111.33	174.6	112.27	174.59	113.2	174.56	114.14	174.54	115.07	174.52		
116.01	174.5	117.06	174.47	118.14	174.44	119.21	174.43	120.29	174.4		
121.36	174.39	122.43	174.36	123.49	174.33	124.43	174.32	125.36	174.3		
126.3	174.29	127.24	174.26	128.17	174.24	129.11	174.21	130.04	174.19		
131.03	174.21	132.1	174.2	133.17	174.2	134.25	174.2	135.32	174.2		
136.4	174.2	137.47	174.18	138.46	174.18	139.4	174.19	140.33	174.18		
141.27	174.17	142.2	174.14	143.14	174.14	144.08	174.13	145.01	174.12		
146.06	174.11	147.14	174.09	148.21	174.11	149.28	174.12	150.36	174.13		
151.43	174.1	152.5	174.1	153.58	174.08	154.65	174.07	155.74	174.05		
156.8	174.05	157.88	174.05	158.95	174.06	159.98	174.02	160.92	174.02		
161.85	173.99	162.79	174.01	163.72	173.99	164.66	173.97	165.59	173.93		
166.53	173.9	167.54	173.88	168.62	173.86	169.69	173.83	170.76	173.8		
171.84	173.78	172.91	173.75	173.99	173.71	174.95	173.65	175.88	173.59		
176.82	173.53	177.76	173.51	178.69	173.48	179.63	173.4	180.56	173.25		
182.43	172.84	183.37	172.67	184.3	172.56	185.24	172.5	186.18	172.45		
187.11	172.39	188.05	172.32	189.02	172.29	190.09	172.25	191.17	172.26		
192.24	172.28	193.32	172.25	194.39	172.14	195.46	172.13	196.47	172.09		
197.4	172.06	198.34	172.05	199.27	172.04	200.21	171.97	201.14	171.95		
202.08	171.94	202.98	171.97	203.02	171.97	204.06	172.02	205.13	172.06		
206.2	172.08	207.28	172.09	208.35	172.15	209.43	172.25	210.5	172.26		
211.77	172	212.88	171.52	213.67	171.28	214.93	171.1	215.56	171.04		
216.83	170.9	217.64	170.81	218.73	170.66	220	170.46	220.63	170.44		
221.26	170.34	221.89	170.22	222.53	170.12	223.79	169.98	224.78	169.83		
225.69	169.69	226.96	169.74	227.59	169.75	228.86	169.74	229.54	169.68		
230.76	169.49	231.92	169.34	232.65	169.24	233.92	169.1	234.55	169.02		
235.82	168.91	236.68	168.88	237.72	168.82	238.98	168.53	239.62	168.39		
240.88	168.15	241.52	167.98	242.78	167.67	243.82	167.49	244.68	167.47		
245.95	167.25	246.58	167.15	247.85	167.15	249.11	167.25	249.75	167.27		
250.38	167.25	250.96	167.19	251.64	167.05	252.91	166.71	254.18	166.49		
254.81	166.41	255.72	166.33	256.71	166.38	257.97	166.42	258.61	166.36		
259.87	166.31	260.51	166.25	261.77	166.11	262.86	166.01	263.04	165.99		
263.67	165.88	264.94	165.61	265.24	165.53	265.57	165.43	266.84	165.09		
267.62	165.05	268.73	165.04	270	164.98	271.26	165.01	272.41	165.03		
273.16	165.13	274.42	165.52	275.05	165.73	276.31	166.04	277.23	166.16		
278.2	166.33	279.46	166.58	279.64	166.6	280.1	166.66	281.36	166.56		
282.05	166.47	283.25	166.51	284.46	166.61	285.14	166.68	286.41	166.88		
287.04	166.97	288.3	167.17	289.27	167.37	290.19	167.64	291.45	167.87		
292.08	168.02	293.35	168.26	294.09	168.38	295.24	168.48	296.5	168.56		
297.76	168.7	298.39	168.78	298.91	168.82	299.66	168.86	300.92	168.97		
301.55	169.06	302.81	169.12	303.73	169.17	304.7	169.3	305.96	169.41		
306.6	169.44	307.23	169.46	307.86	169.5	308.55	169.56	309.75	169.62		

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80011
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 81 di 82	Rev. 0

310.96	169.75	311.64	169.84	312.91	170	313.54	170.02	314.8	170.05
315.77	170.07	316.69	170.12	317.95	170.28	318.58	170.41	319.85	170.85
320.59	171.15	321.74	171.66	323	172.41	324.42	172.73	325.13	172.87
326.38	173.14	327.26	173.34	328.06	173.56	329.4	173.96	330.11	174.17
331.44	174.59	332.24	174.84	333.13	175.12	334.37	175.49	335.08	175.69
336.5	176.13	337.92	176.55	338.63	176.76	339.88	177.13	340.76	177.37
341.56	177.57	342.9	177.85	343.61	177.98	344.94	178.18	345.74	178.22
346.63	178.3	347.87	178.35	348.58	178.38	350	178.41		

Manning's n Values num= 3  
 Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
 0 .055 210.5 .035 323 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
 210.5 323 45.225 45.225 45.225 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	171.36	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.26	Wt. n-Val.		0.035	
W.S. Elev (m)	171.10	Reach Len. (m)	45.23	45.23	45.23
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)		322.02	
E.G. Slope (m/m)	0.001438	Area (m2)		322.02	
Q Total (m3/s)	729.00	Flow (m3/s)		729.00	
Top Width (m)	105.49	Top Width (m)		105.49	
Vel Total (m/s)	2.26	Avg. Vel. (m/s)		2.26	
Max Chl Dpth (m)	6.12	Hydr. Depth (m)		3.05	
Conv. Total (m3/s)	19221.0	Conv. (m3/s)		19221.0	
Length Wtd. (m)	45.23	Wetted Per. (m)		106.65	
Min Ch El (m)	164.98	Shear (N/m2)		42.59	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	16757.26	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.10	Cum Volume (1000 m3)		12.78	
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)		4.66	

CROSS SECTION

RIVER: F.Potenza  
 REACH: alveo RS: 10

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 351

Sta	Elev								
0	178.26	1	178.15	2	178.09	3	178.07	4	178.04
5	177.99	6	177.93	7	177.89	8	177.83	9	177.8
10	177.85	11	177.8	12	177.79	13	177.78	14	177.74
15	177.74	16	177.72	17	177.67	18	177.66	19	177.62
20	177.58	21	177.51	22	177.48	23	177.45	24	177.41
25	177.39	26	177.4	27	177.37	28	177.42	29	177.42
30	177.4	31	177.39	32	177.37	33	177.39	34	177.3
35	177.27	36	177.28	37	177.24	38	177.23	39	177.2
40	177.2	41	177.16	42	177.14	43	177.13	44	177.09
45	177.06	46	177.06	47	177.05	48	177	49	177
50	176.97	51	176.97	52	176.92	53	176.88	54	176.83
55	176.76	56	176.72	57	176.64	58	176.57	59	176.51
60	176.45	61	176.4	62	176.33	63	176.23	64	176.17
65	176.11	66	176.01	67	175.9	68	175.84	69	175.79
70	175.7	71	175.61	72	175.52	73	175.42	74	175.33
75	175.23	76	175.17	77	175.1	78	175.06	79	175.01
80	174.96	81	174.9	82	174.9	83	174.85	84	174.83
85	174.78	86	174.74	87	174.74	88	174.74	89	174.75
90	174.7	91	174.7	92	174.71	93	174.7	94	174.69
95	174.69	96	174.66	97	174.64	98	174.62	99	174.6
100	174.55	101	174.52	102	174.5	103	174.47	104	174.45
105	174.42	106	174.39	107	174.37	108	174.32	109	174.34
110	174.31	111	174.32	112	174.3	113	174.3	114	174.28
115	174.26	116	174.28	117	174.25	118	174.26	119	174.22
120	174.24	121	174.23	122	174.25	123	174.26	124	174.26
125	174.28	126	174.26	127	174.27	128	174.27	129	174.28
130	174.28	131	174.3	132	174.27	133	174.27	134	174.24

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023087</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche e Umbria		<b>LA-E- 80011</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 82 di 82

135	174.25	136	174.23	137	174.24	138	174.28	139	174.24
140	174.24	141	174.2	142	174.22	143	174.22	144	174.22
145	174.15	146	174.2	147	174.22	148	174.25	149	174.26
150	174.23	151	174.24	152	174.22	153	174.23	154	174.18
155	174.15	156	174.14	157	174.14	158	174.1	159	174.08
160	174.07	161	174.05	162	174.01	163	173.97	164	173.95
165	173.94	166	173.92	167	173.88	168	173.87	169	173.81
170	173.79	171	173.75	172	173.7	173	173.65	174	173.65
175	173.61	176	173.64	177	173.62	178	173.57	179	173.55
180	173.54	181	173.46	182	173.46	183	173.4	184	173.36
185	173.3	186	173.28	187	173.27	188	173.21	189	173.18
190	173.13	191	173.09	192	173.04	193	172.96	194	172.91
195	172.88	196	172.8	197	172.67	198	172.34	199	171.81
200	171.33	201	171.05	202	170.91	203	170.82	204	170.78
205	170.75	206	170.71	207	170.68	208	170.65	209	170.6
210	170.49	211	170.44	212	170.53	213	170.46	214	170.34
215	170.26	216	170.2	217	170.15	218	170.06	219	169.9
220	169.74	221	169.74	222	169.89	223	169.95	224	169.98
225	169.96	226	169.88	227	169.73	228	169.58	229	169.41
230	169.35	231	169.3	232	169.26	233	169.22	234	169.19
235	169.22	236	169.29	237	169.4	238	169.55	239	169.65
240	169.62	241	169.45	242	169.35	243	169.29	244	169.23
245	169.07	246	168.85	247	168.8	248	168.75	249	168.73
250	168.88	251	168.84	252	168.72	253	168.62	254	168.64
255	168.78	256	168.95	257	169.1	258	169.15	259	169.12
260	169	261	168.74	262	168.42	263	168.06	264	167.78
265	167.59	266	167.42	267	167.26	268	167.25	269	167.37
270	167.44	271	167.48	272	167.37	273	167.25	274	167.31
275	167.22	276	167.05	277	166.91	278	166.8	279	166.65
280	166.43	281	166.17	282	165.89	283	165.53	284	165.14
285	164.86	286	164.79	287	164.84	288	164.8	289	164.72
290	164.7	291	164.73	292	164.76	293	164.78	294	164.85
295	165	296	165.43	297	166.12	298	167	299	167.92
300	168.73	301	169.38	302	169.85	303	170.22	304	170.59
305	171.02	306	171.47	307	171.88	308	172.18	309	172.37
310	172.57	311	172.71	312	172.85	313	172.92	314	172.88
315	172.85	316	172.84	317	172.89	318	172.9	319	172.98
320	173.05	321	173.16	322	173.24	323	173.34	324	173.41
325	173.49	326	173.58	327	173.67	328	173.71	329	173.75
330	173.82	331	173.9	332	173.98	333	174	334	174.05
335	174.08	336	174.16	337	174.2	338	174.24	339	174.28
340	174.3	341	174.36	342	174.41	343	174.47	344	174.49
345	174.55	346	174.59	347	174.62	348	174.67	349	174.71
350	174.73								

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 196 .035 312 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
196 312 0 0 0 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	171.24	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.46	Wt. n-Val.		0.035	
W.S. Elev (m)	170.78	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	169.87	Flow Area (m2)		243.30	
E.G. Slope (m/m)	0.003504	Area (m2)		243.30	
Q Total (m3/s)	729.00	Flow (m3/s)		729.00	
Top Width (m)	100.55	Top Width (m)		100.55	
Vel Total (m/s)	3.00	Avg. Vel. (m/s)		3.00	
Max Chl Dpth (m)	6.08	Hydr. Depth (m)		2.42	
Conv. Total (m3/s)	12315.8	Conv. (m3/s)		12315.8	
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)		103.17	
Min Ch El (m)	164.70	Shear (N/m2)		81.03	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	16757.26	0.00	0.00
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)			