

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 1 di 69	Rev. 0

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

**Attraversamento in subalveo
FIUME CHIENZI**

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

0	Emissione		Vitelli	Brunetti	Mattei	Dic. '19
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data	

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 2 di 69	Rev. 0

INDICE

1	INTRODUZIONE	4
1.1	Oggetto della relazione	4
1.2	Scopo e descrizione 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	Premessa	32
7.2	Metodologia operativa: Scavi a cielo aperto	32
7.3	Geometria della condotta ed interventi di ripristino	34
8	VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA	35

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 3 di 69	Rev. 0

8.1	Premessa	35
8.2	Interferenze nell'ambito specifico di attraversamento	36
8.3	Analisi dei criteri di compatibilità idraulica	37
9	CONCLUSIONI	40
	APPENDICE 1: COLONNE STRATIGRAFICHE DEI SONDAGGI	41
	APPENDICE 2: STUDIO IDRAULICO - METODOLOGIA DI CALCOLO	44
	APPENDICE 3: STUDIO IDRAULICO - REPORT PROGRAMMA HEC RAS	49

ANNESSO:

- **Disegno di Attraversamento**

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013	
	PROGETTO Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 4 di 69	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 l'alveo del fiume CHIEN TI in località Giove, nell'ambito del territorio di Muccia (MC).

Si precisa che l'attuale posizione dell'attraversamento del corso d'acqua è stata modificata nei confronti dell'ipotesi progettuale iniziale. Detta dislocazione locale del tracciato di progetto si è resa necessaria in conseguenza della realizzazione di alcuni manufatti, al seguito delle manifestazioni degli eventi sismici del 2016.

Il fiume Chienti 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 descrizione 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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 5 di 69	Rev. 0

dell'attraversamento in esame);

- Studio idraulico, volto ad individuare i parametri caratteristici di deflusso idrico ed i fenomeni associati alla dinamica fluviale locale in corrispondenza dell'ambito di attraversamento, con particolare riferimento alla valutazione dei fenomeni erosivi di fondo alveo;
- Descrizione delle scelte progettuali inerenti la metodologia costruttiva, la geometria della condotta in subalveo e le eventuali opere di presidio idraulico;
- 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-B-83602**
*Met. "Recanati - Foligno (Fraz. Colfiorito)", DN650 (26");
Attraversamento Fiume Chienti*

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- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 6 di 69	Rev. 0

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'attraversamento del fiume Chienti da parte del metanodotto in progetto "Rifacimento metanodotto Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)" ricade in località Giove, nell'ambito del territorio comunale di Muccia (MC).

Dal punto di vista idrografico, l'ambito di attraversamento ricade nel tratto di monte del bacino del corso d'acqua; in particolare riguarda il ramo F.Chienti di Gelagna, a circa 2 km dalla confluenza con il ramo F.Chienti di Pieve Torina.

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 è indicata mediante un cerchio in colore blu.

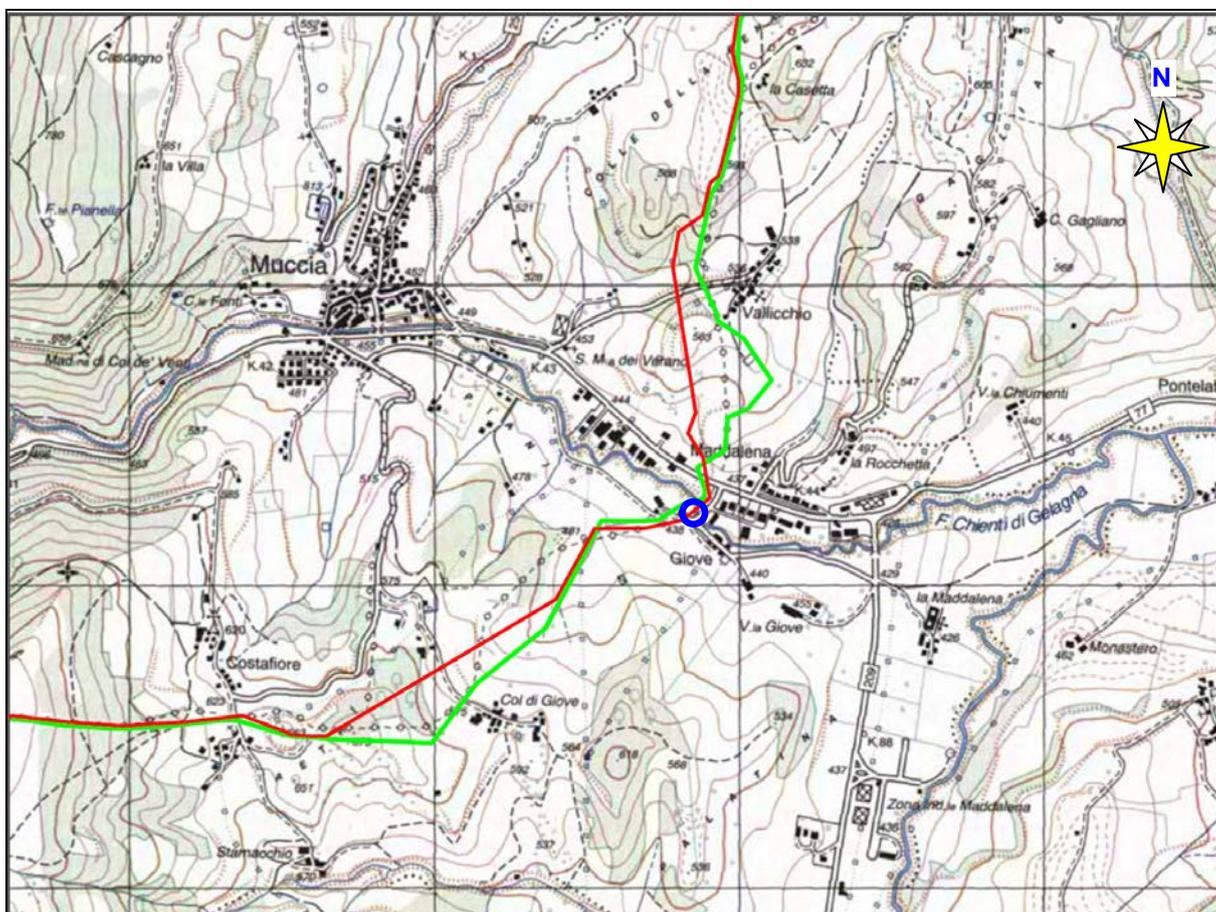


Fig.2.1/A: Corografia generale in scala 1:25.000 (dalle tavolette IGM)

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	341791 m E	4771063 m N

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 7 di 69	Rev. 0

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

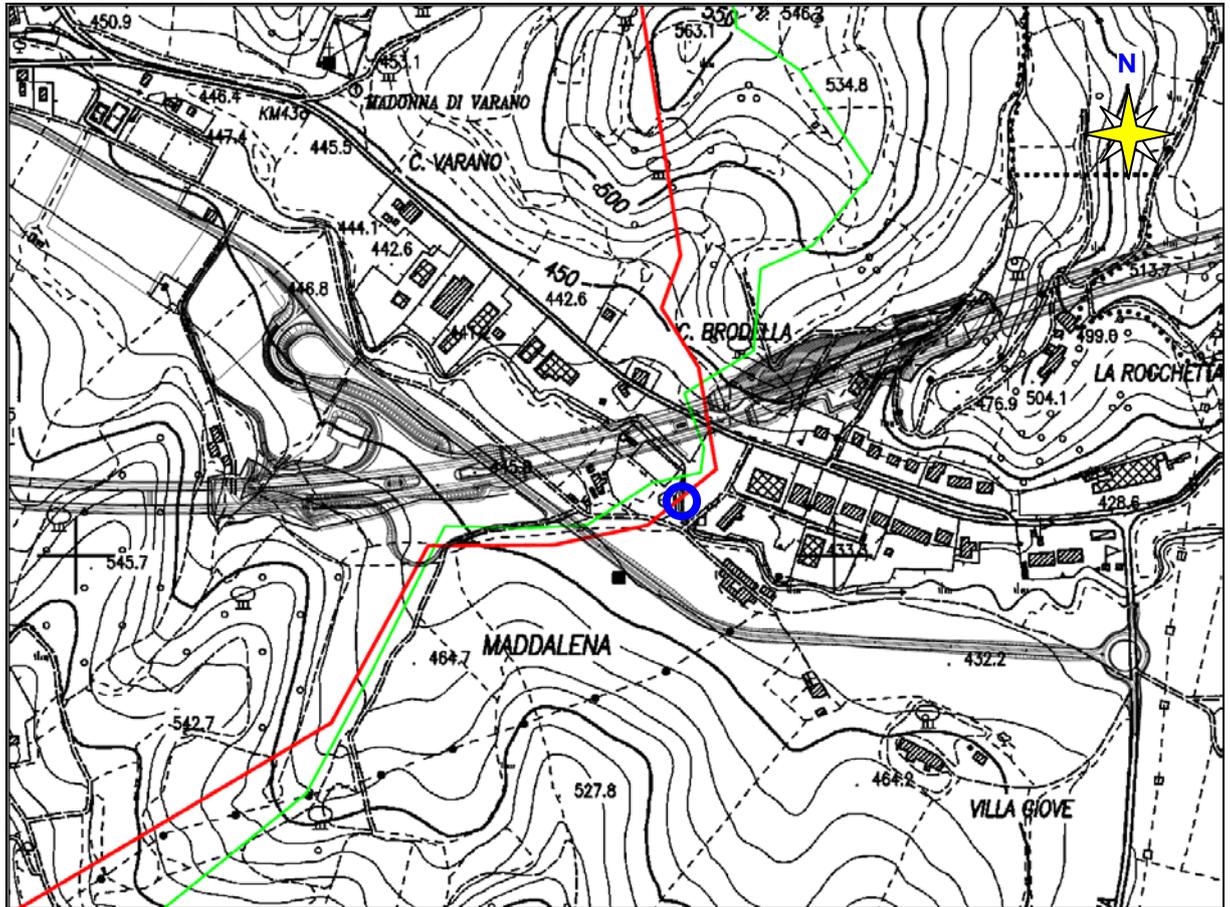


Fig.2.1/B: Stralcio planimetrico in scala 1:10.000 (C.T.R. Regionali)

Dalla figura precedente si rileva che l'ambito di attraversamento in progetto ricade immediatamente a valle dell'attraversamento del metanodotto in esercizio (in fase di dismissione), nonché poco a valle dell'alto viadotto della superstrada della SS70bis "della Val di Chienti", di recente costruzione.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 8 di 69	Rev. 0

3 CARATTERIZZAZIONE DELL'AMBITO IN ESAME

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

Il Fiume Chienti rappresenta uno dei corsi d'acqua principali della Regione Marche, caratterizzato da un bacino interregionale della superficie di circa 1300 kmq, ricadente per la maggior parte nella provincia di Macerata.

Il ramo Chienti di Pieve Torina si forma a Pieve Torina dall'unione dei seguenti torrenti e fossi: fosso di Capriglia; che nasce dal monte Fema (m 1575) e torrente Vallicella, che nasce dal monte Cavallo (m 1485).

Il ramo Chienti di Gelagna nasce nella zona della Piana di Colfiorito, ove a quota 800 m si riscontrano i primi deflussi perenni; a quota 400 m esso riceve le acque del Chienti di Pieve Torina, per formare il Chienti propriamente detto.

Dopo uno sviluppo dell'asta fluviale principale di circa 98.5km fino a sfociare nel Mare Adriatico a sud di Civitanova Marche.

Lungo il suo tragitto incontra molti piccoli affluenti tra cui i maggiori sono il Fiastra, il Fiastrone, il Cremona e l'Ete Morto tutti di destra.

L'intero bacino del Chienti è sfruttato intensivamente per la produzione di energia elettrica tant'è che solo lungo il corso dello stesso fiume vi sono ben quattro laghi artificiali: il Lago di Polverina, il Lago Borgiano (o Caccamo), il Lago S. Maria e Lago Le Grazie; un'altro bacino artificiale interessa anche il suo affluente Fiastrone.

Pertanto l'idrografia originaria del bacino del F. Chienti è stata modificata dalla realizzazione dei grandi invasi

Il Chienti è un corso d'acqua dal regime tipicamente appenninico con forti piene nella stagione autunnale (anche di 1.500 mc/sec) e magre fortissime in estate. Da sottolineare la forte influenza esercitata dai bacini artificiali sul regime del fiume che mostra a volte anomale variazioni di portata e un certa copiosità "artificiale" delle portate estive in alcuni tratti.

Nella figura seguente è riportato il bacino complessivo del corso d'acqua (in color arancione), riportato su una base cartografica costituita dalle tavolette IGM, con indicazione del reticolo idrografico principale. 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 ramo "Chienti di Gelagna", pertanto in un ambito di monte del bacino complessivo del corso d'acqua.

	PROGETTISTA 	UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 9 di 69

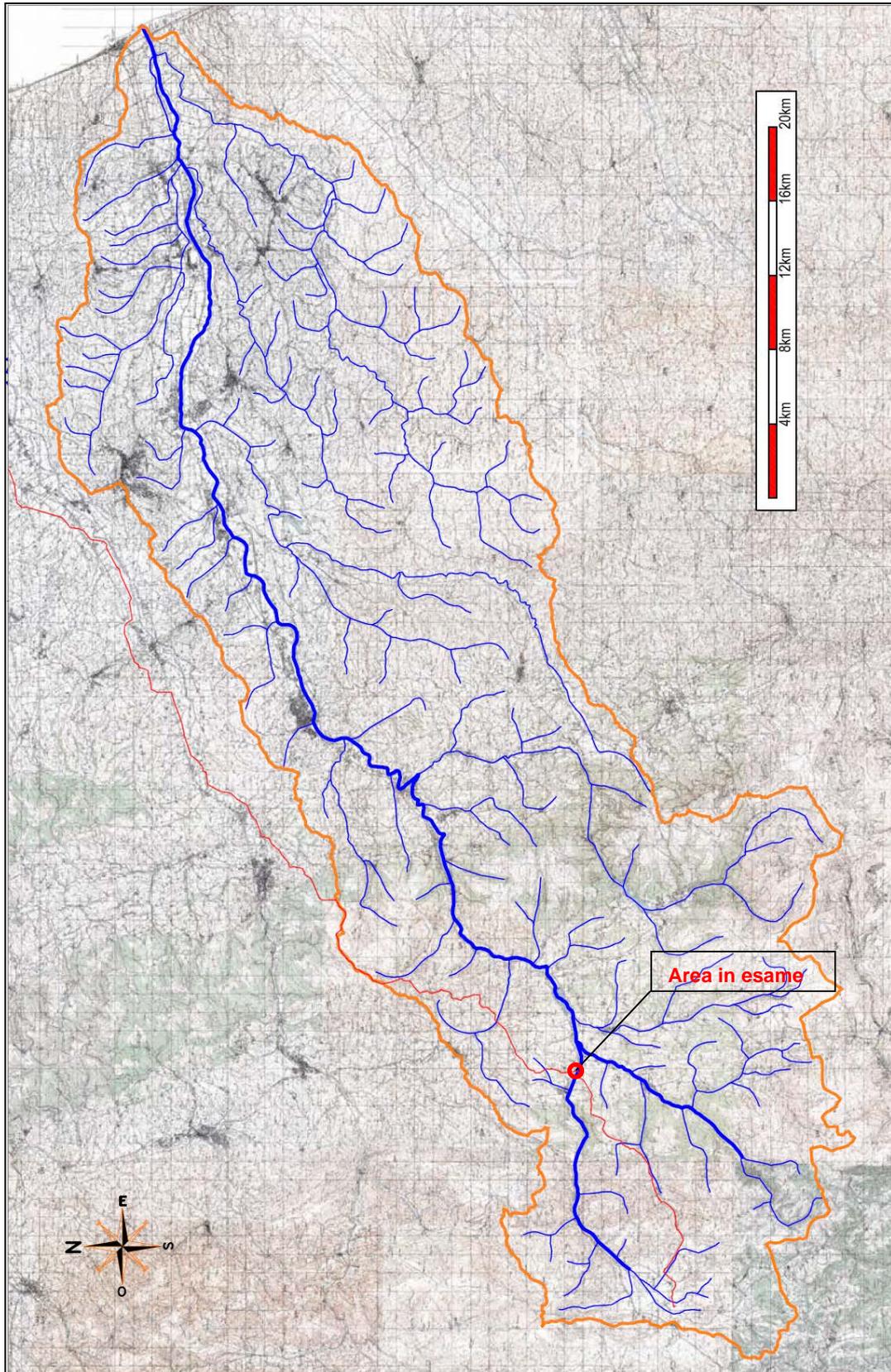


Fig.3.1/A: Bacino complessivo del corso d'acqua ed indicazione dell'ambito di studio

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013	
	PROGETTO Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 10 di 69	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 ramo "Chienti di Gelagna", pertanto in un ambito di monte del bacino complessivo del corso d'acqua.

Più esattamente l'area di attraversamento ricade poco a monte del ponte di Giove, e poco a valle del viadotto della superstrada SS70bis (che si eleva di ben 8-10m nei confronti del piano campagna) nel territorio di Muccia, a circa 2 km a monte della confluenza con il ramo Chienti di Pieve Torina.

A valle di Muccia il corso d'acqua ha un andamento marcatamente sinuoso, con anse frequenti a raggio di curvatura pluridecametrico. anche nell'immediato intorno dell'attraversamento l'alveo presenta una configurazione longitudinale sostanzialmente sinuosa

L'alveo, inciso nei depositi alluvionali terrazzati di natura sabbioso – ghiaiosa, ha una larghezza di circa 4-5 m. Le sponde, mediamente acclivi, sono asimmetriche. In sinistra l'altezza di circa 5 m; in destra l'altezza spondale è di circa 3-4 m.

Sulle sponde, in entrambi i lati, si rileva la presenza di una fitta vegetazione arbustiva, con presenza di vegetazione arborea di tipo ripariale.

Non si rilevano segni di erosioni spondali significativa.

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.



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- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 11 di 69	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 d'attraversamento

3.3 Caratterizzazione Litostratigrafica

Campagna geognostica

Facendo seguito a quanto già evidenziato in precedenza, si precisa che l'attuale posizione dell'attraversamento del corso d'acqua è stata modificata nei confronti dell'ipotesi progettuale iniziale. Detta dislocazione locale del tracciato di progetto si è resa necessaria in conseguenza della realizzazione di alcuni manufatti, al seguito delle manifestazioni degli eventi sismici del 2016.

A tal proposito, per l'acquisizione degli elementi che hanno permesso di esprimere un giudizio sui litotipi costituenti i terreni nell'ambito fluviale in esame, recentemente (nel Luglio 2019) è stata eseguita una campagna geognostica nell'ambito fluviale in esame consistente in n.2 sondaggi denominati RF51 e RF52.

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

	PROGETTISTA 	UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 12 di 69

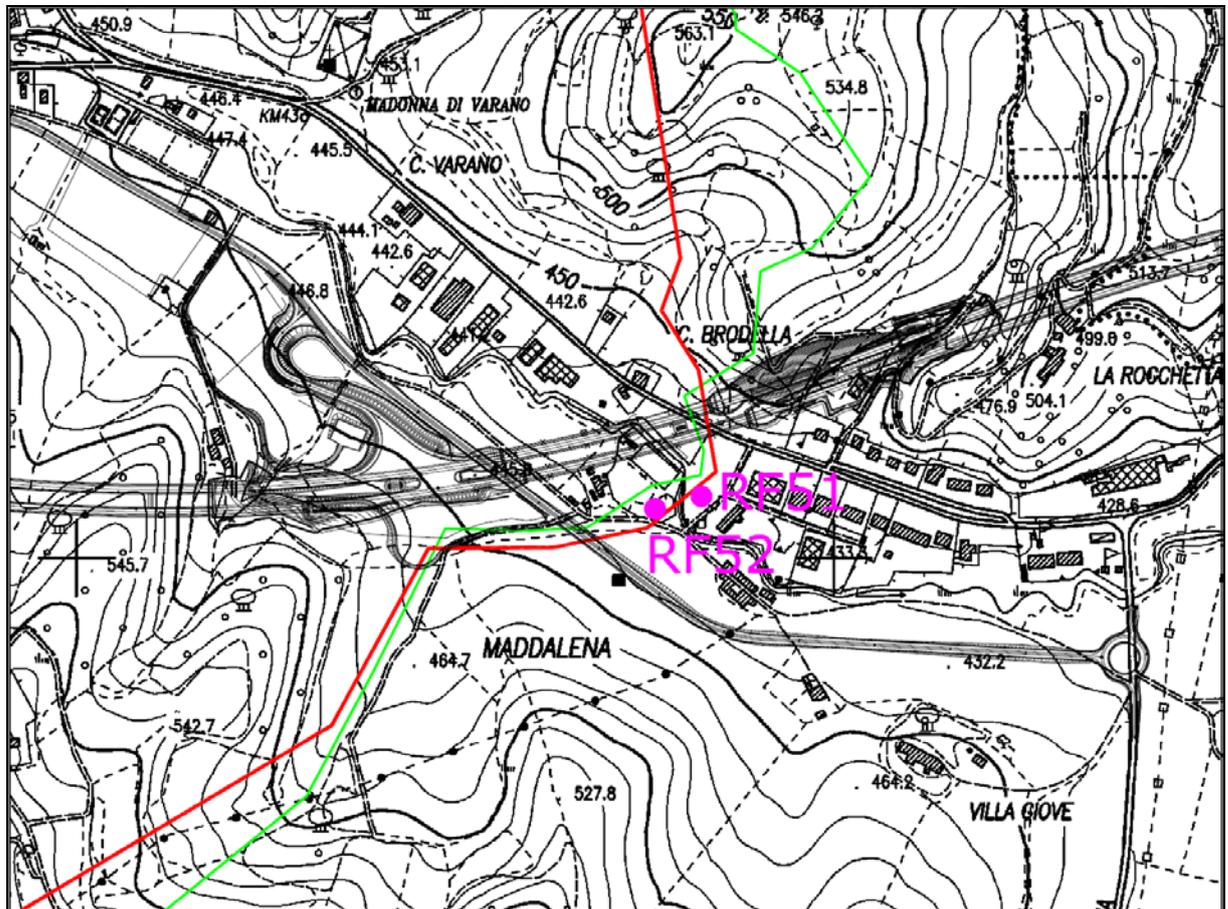


Fig.3.3/A: Planimetria in scala 1:10000, con ubicazione sondaggi

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 13 di 69	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 attraversamento in progetto (che all'epoca era localizzato poco a monte rispetto alla soluzione attuale), 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 ramo "Chienti di Gelagna", a circa 2 km dalla confluenza con il ramo F.Chienti di Pieve Torina.

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.

	PROGETTISTA 	UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 14 di 69

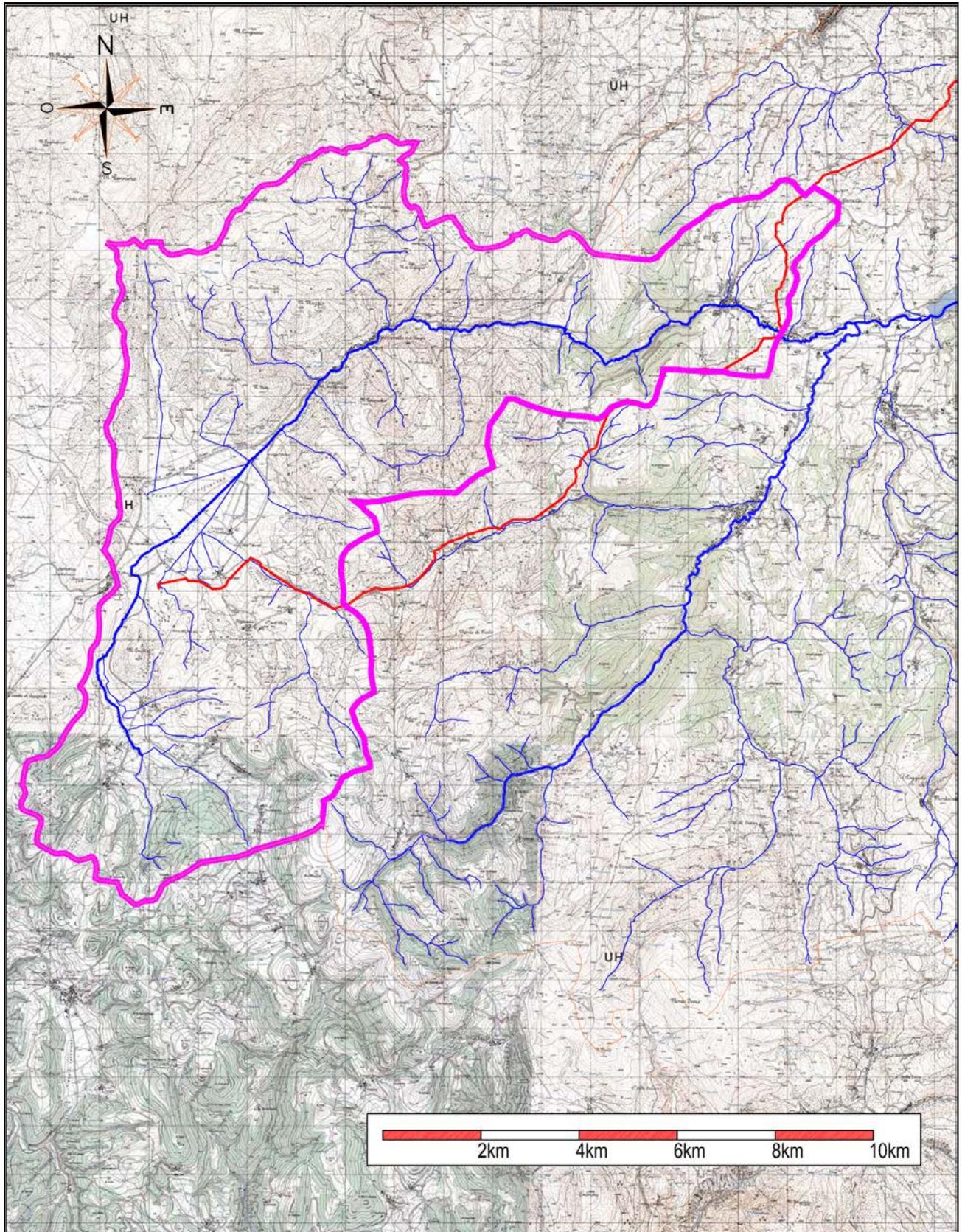


Fig.4.3/A: Bacino Imbrifero sotteso dalla sezione di studio

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 15 di 69	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. Chienti di Gelagna / Sez. Attraversamento	108	22	1434	430

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- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 16 di 69	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 km²).

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)
Fiume Chienti / Sez. Attravers.	43.077° / 13.058°	108	391	444	484	664

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 attraversamento in progetto (che all'epoca era localizzato poco a monte rispetto alla soluzione attuale), in considerazione di metodologie di calcolo differenti.

In particolare all'epoca le valutazione delle portate erano state eseguite mediante l'ausilio del metodo indiretto (afflussi - deflussi), in considerazione del tempo di corrvazione con il metodo proposto da Giandotti.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 17 di 69	Rev. 0

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. Chienti di Gelagna / Sez. Attravers.	AFFLUSSI- DEFLUSSI	345	378	411

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 sono sostanzialmente comparabili.

In particolare i valori di portata valutati mediante lo studio di regionalizzazione (di cui alla Tab. 4.4/A) risultano leggermente superiori a quelli conseguiti con il metodo indiretto (di cui alla Tab. 4.5/A).

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

Sezione Idrologica	Sup. Bacino (kmq)	Qprogetto (mc/s)	qmax (mc/s×kmq)
F. Chienti di Gelagna Sez. di studio (Sez. Attraversamento)	108	484	4.48

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 18 di 69	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-RAS¹ e descritti nei documenti "RAS Hydraulic reference manual", "RAS user's manual", "RAS applications guide".

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 19 di 69	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 250m.

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.

In aggiunta sono state eseguite dei rilievi topografici a terra, in particolare per la definizione geometrica del ponte di Giove, che ricade nell'ambito del tronco in esame.

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 dei CTR regionali, nel quale le sezioni trasversali utilizzate per il calcolo idraulico sono indicate in magenta, mentre il tracciato di linea in progetto è indicato in colore rosso. La sezione S1 (RS90) coincide con la sezione di monte del tronco idraulico; la sezione S9 (RS10) rappresenta la sezione idraulica di valle.

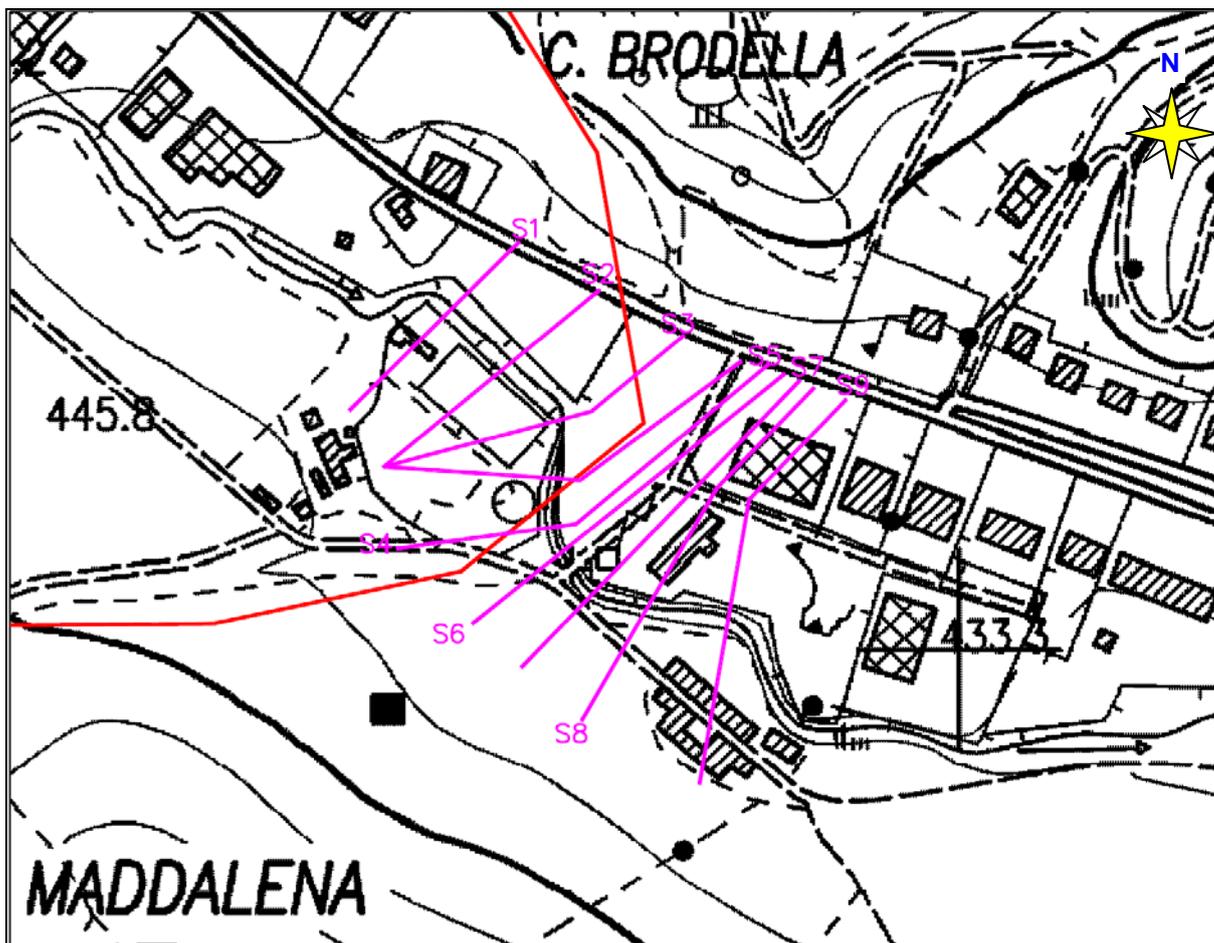


Fig.5.2/A: Stralcio CTR, con sezioni iniziali di input

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 20 di 69	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
RS90	Sez.1	0.00	40.62	Sezione di monte
RS80	Sez.2	40.62	40.57	
RS70	Sez.3	81.19	32.81	
RS60	Sez.4	114.00	24.32	
RS50	Sez.5	138.32	13.34	
RS40	Sez.6	151.66	26.04	Sez. Ponte (ciglio di monte)
RS30	Sez.7	177.70	27.74	
RS20	Sez.8	205.44	40.79	
RS10	Sez.9	246.23	0.00	Sezione di 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.

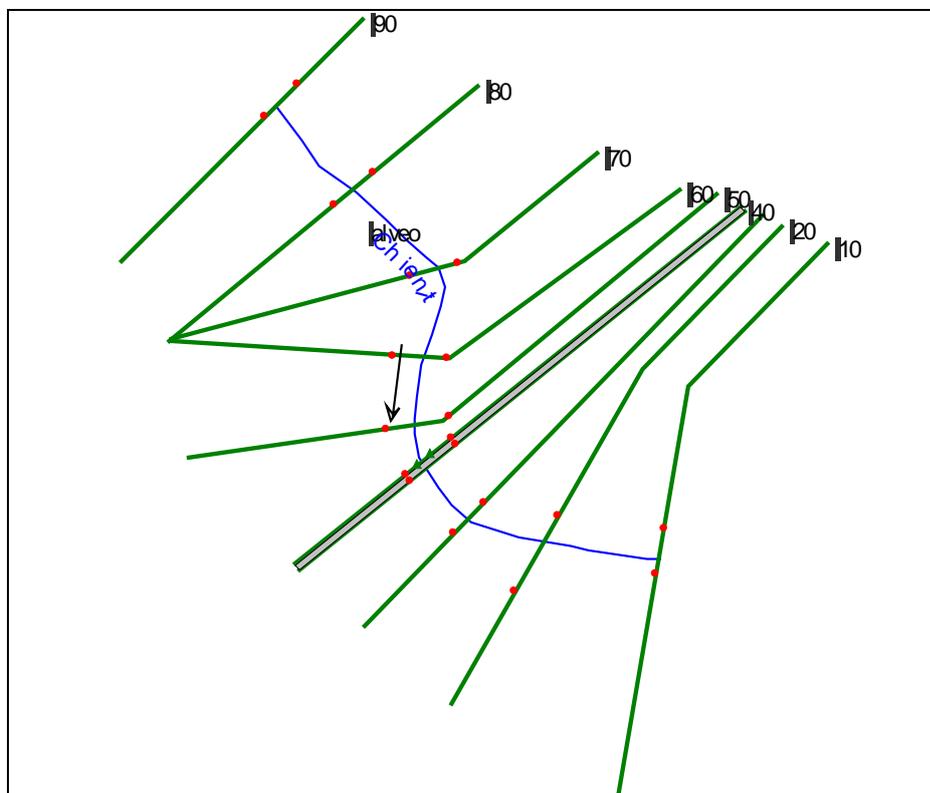


Fig.5.2/B: Modellazione geometrica in Hec Ras (RS90 a monte e RS10 a valle)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 21 di 69	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:

- $Q_{200}=484$ 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 condizione 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);
- 0,05, per le aree golenari di deflusso oltre i limiti d'alveo (LOB, ROB);

In aggiunta nella modellazione è stata considerata anche la presenza del ponte di Giove; mentre non è stato considerato il viadotto della superstrada della Val di Chienti, in quanto molto sopraelevato (di circa 10m) nei confronti del piano campagna e dunque di fatto non determina alcuna interferenza idraulica.

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.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 22 di 69	Rev. 0

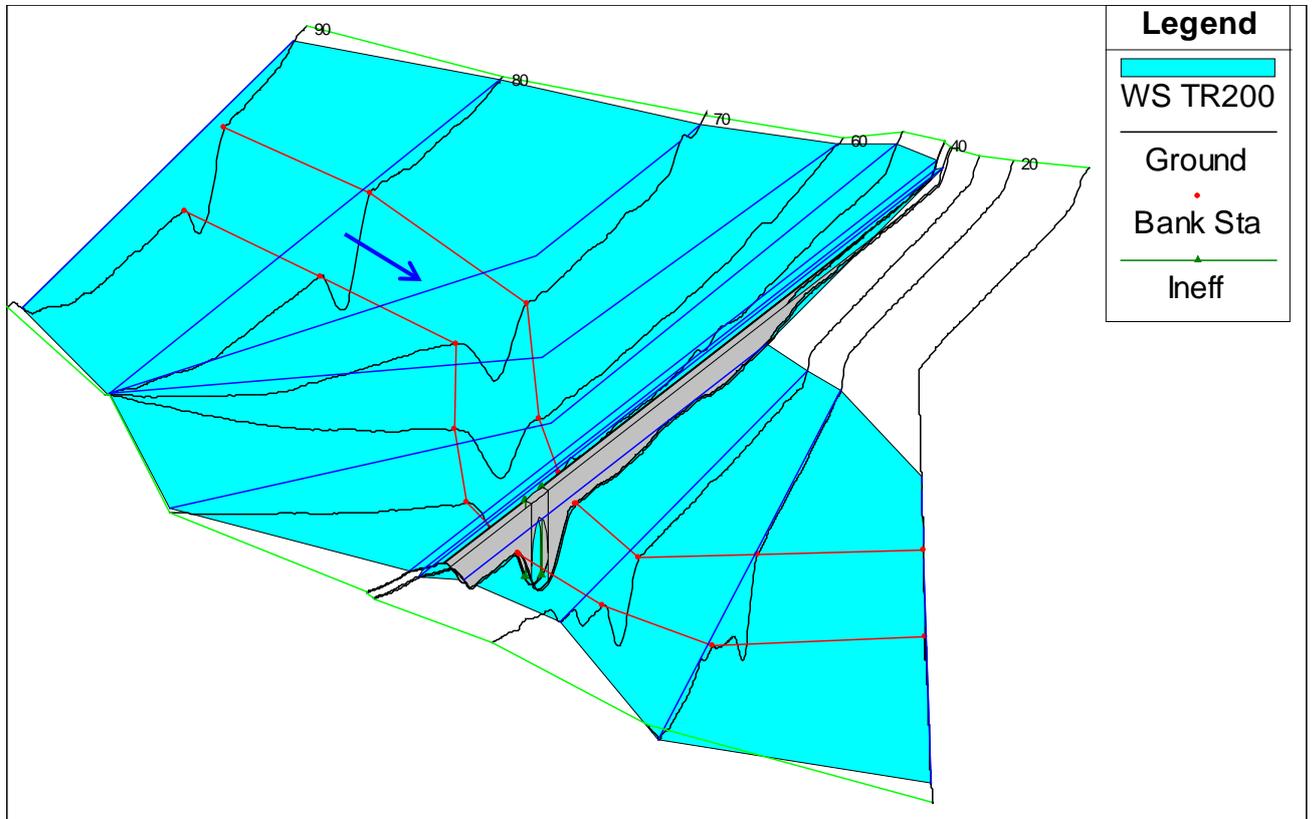


Fig.5.3/A: Schermata di Output del programma – visione prospettica (RS90: monte /RS10: valle)

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

Tab.5.3/A: Tabella Riepilogativa 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
90	484	431.43	437.27	435.91	437.51	0.001639	2.82	266.67	108.99	4.22	61.04	0.44
80	484	431.06	437.17		437.43	0.001972	2.96	266.62	138.21	4.07	68.94	0.47
70	484	430.66	437.24		437.34	0.000691	2.03	417.14	161.43	4.85	30.13	0.29
60	484	430.37	437.24		437.31	0.000434	1.68	524.77	195.11	5.07	20.15	0.24
50	484	430.2	437.24		437.3	0.000364	1.55	565.87	212.31	5.08	17.1	0.22
40	484	430.34	436.76	436.76	437.24	0.006673	4.22	214.16	182.5	2.61	158.99	0.83
39.5												
39	484	430.24	434.4	435.14	436.8	0.021266	7.54	97.25	104.88	2.61	507.76	1.49
30	484	429.71	434.67	435.19	436.29	0.014333	6.76	122.71	101.74	3.16	390.45	1.21
20	484	429.21	434.07	434.66	435.86	0.015777	6.15	101.71	125.37	2.38	347.46	1.27
10	484	428.94	433.41	433.94	435.14	0.018742	7.18	108.72	91.21	2.8	456.87	1.37

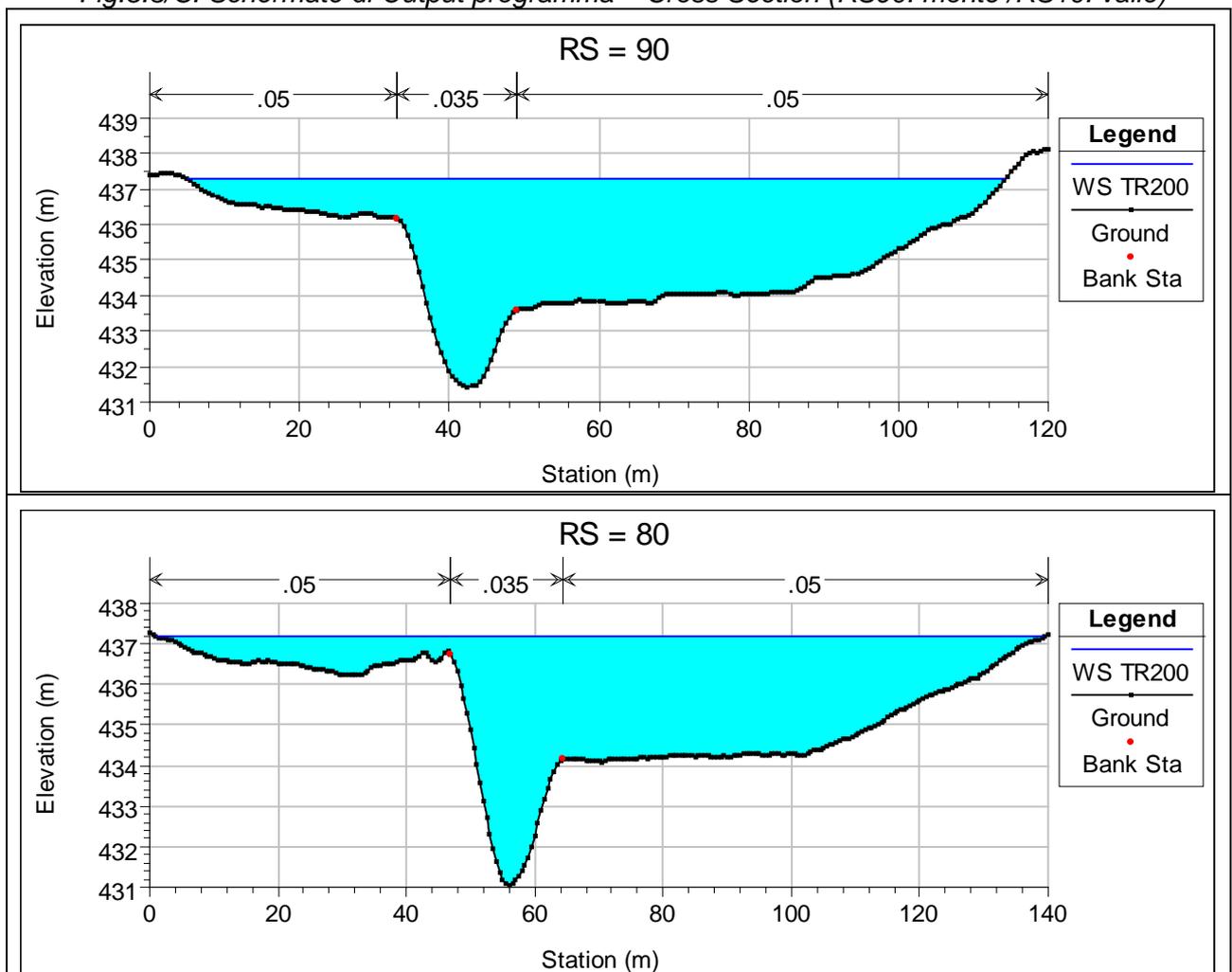
Nella tabella di "output", i parametri riportati assumono i significati qui di seguito specificati.

	PROGETTISTA 	UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 23 di 69

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.

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





PROGETTISTA



UNITÀ
000

COMMESSA
023087

LOCALITÀ

Regione Marche e Umbria

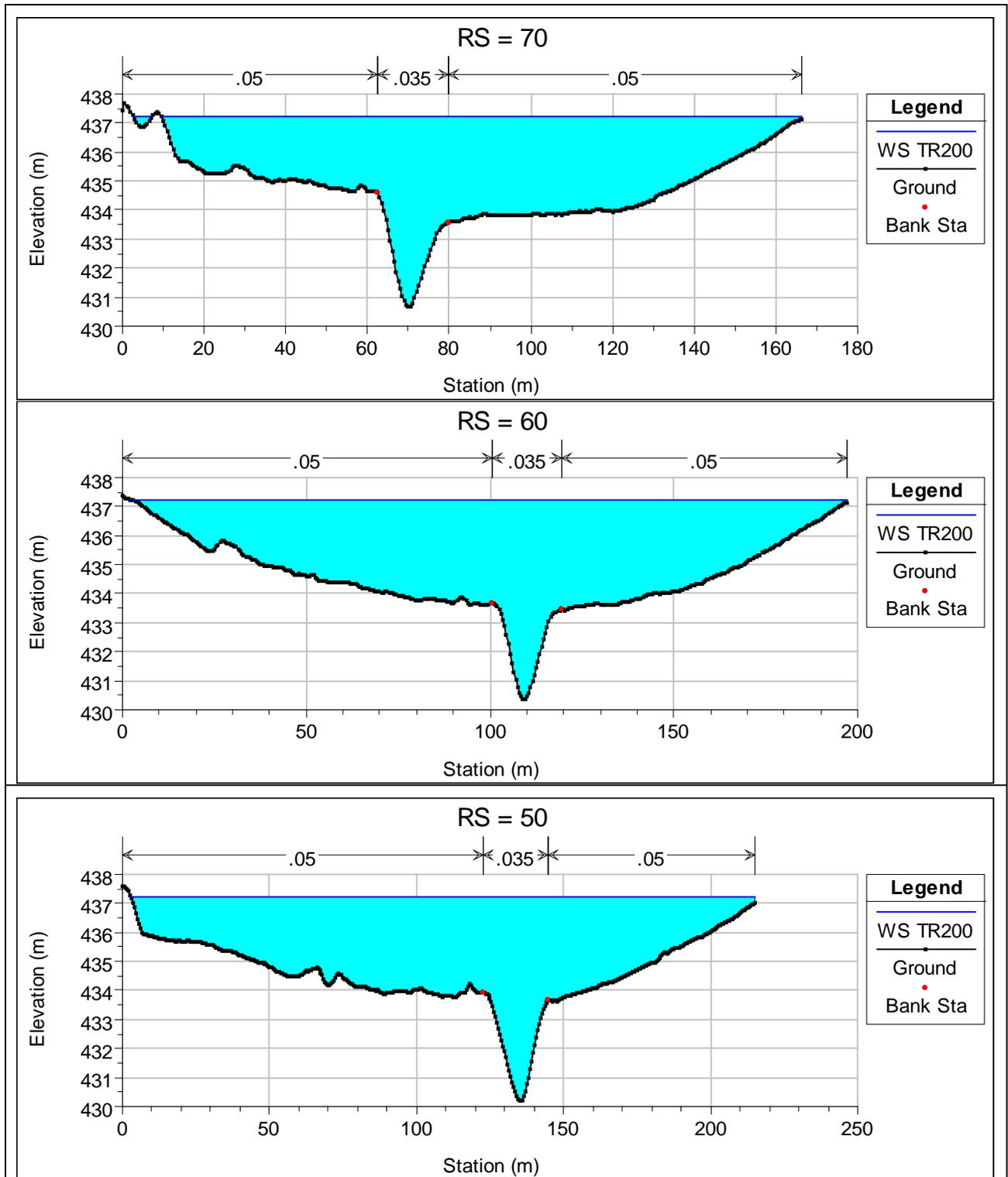
LA-E- 80013

PROGETTO

Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)

Fg. 24 di 69

Rev.
0





PROGETTISTA



UNITÀ
000

COMMESSA
023087

LOCALITÀ

Regione Marche e Umbria

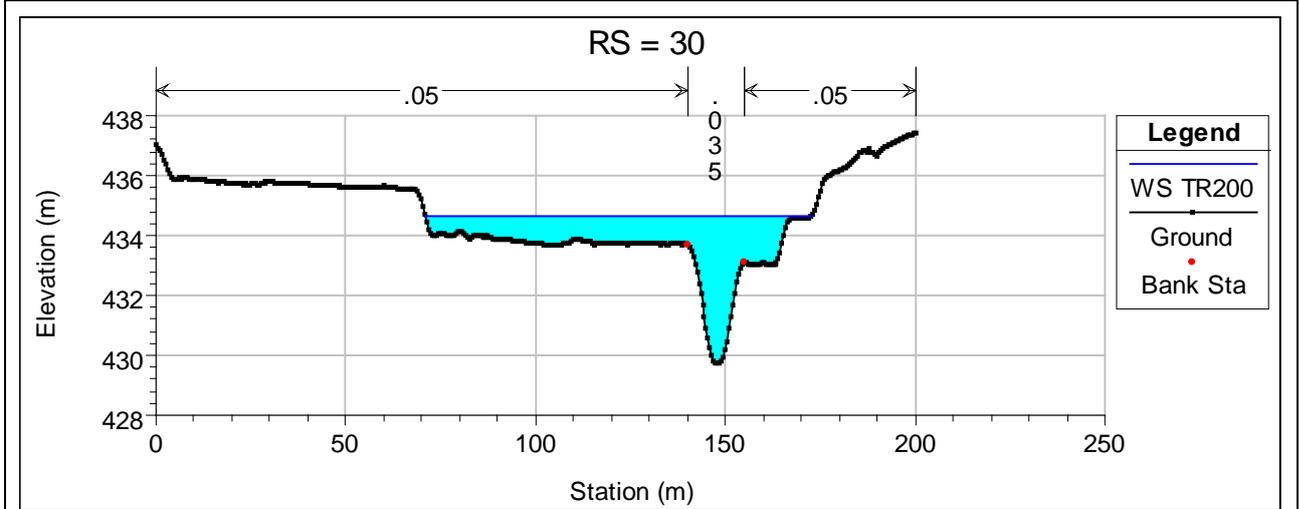
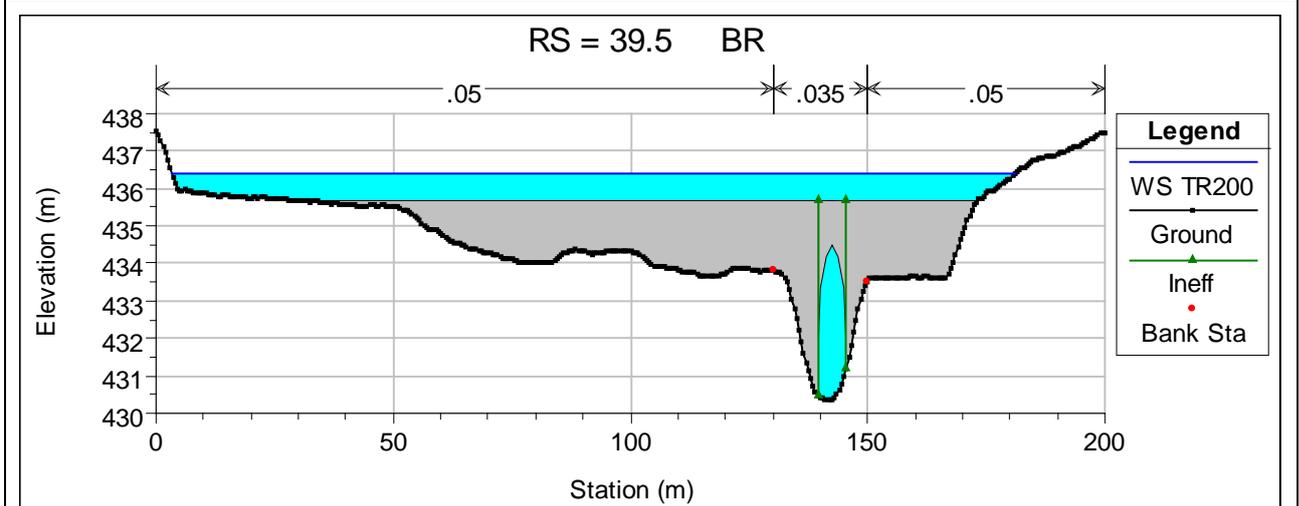
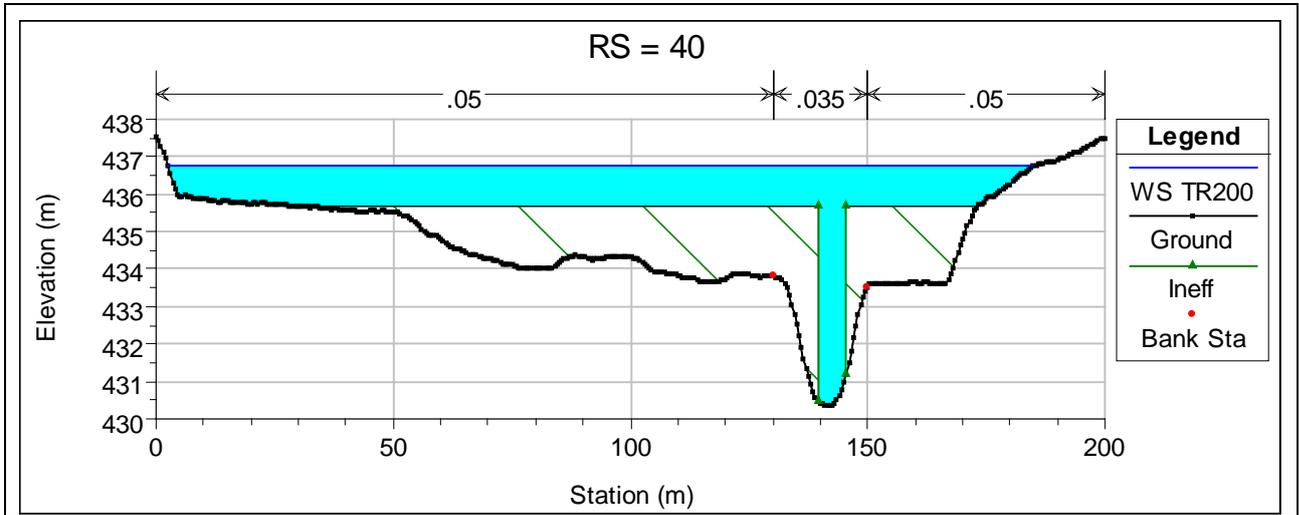
LA-E- 80013

PROGETTO

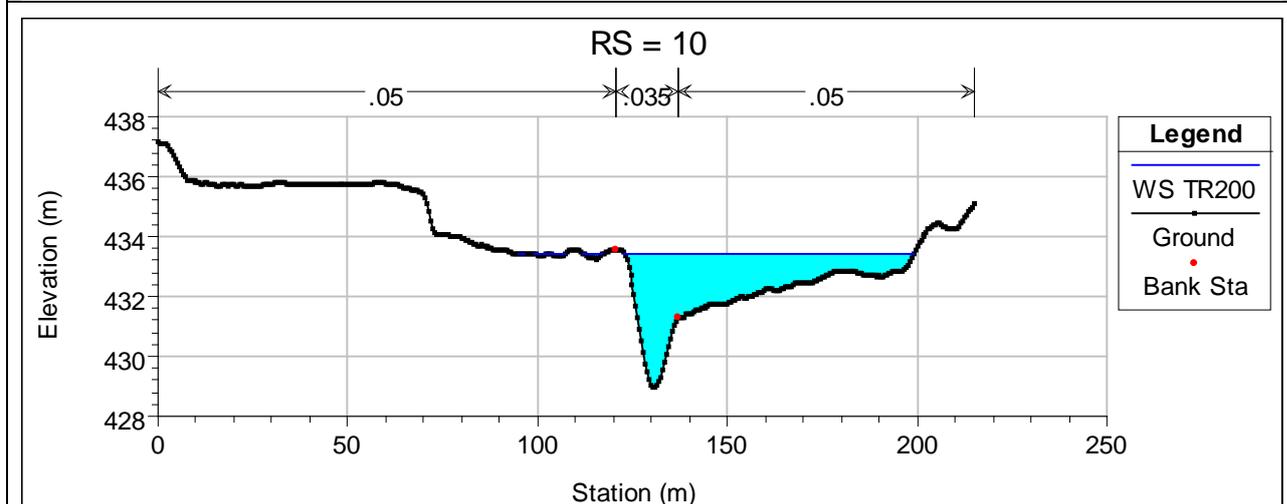
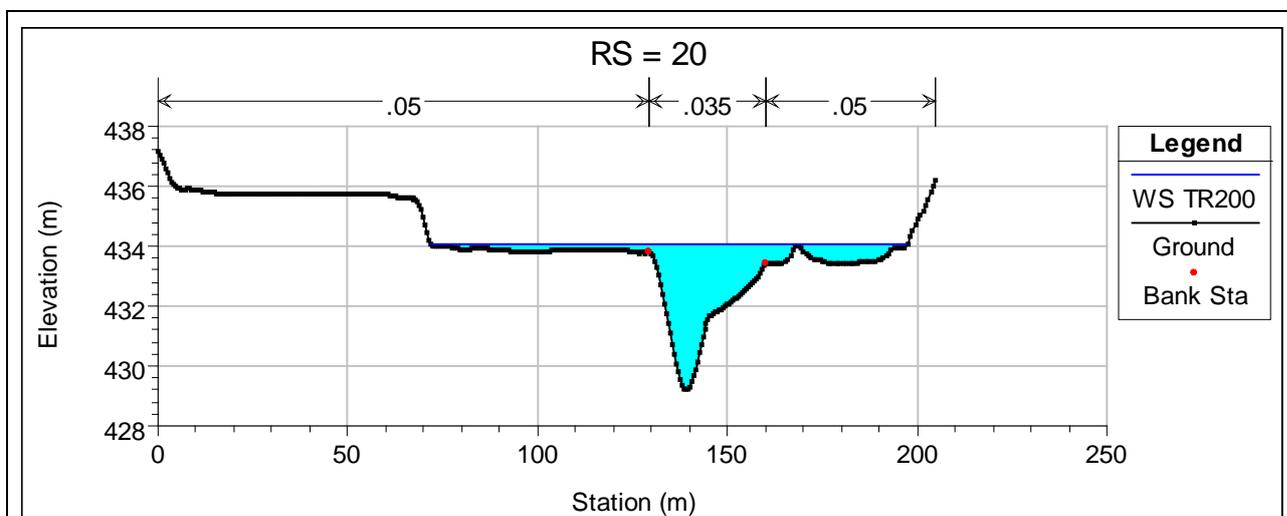
Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)

Fg. 25 di 69

Rev.
0



	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 26 di 69	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 non risulta assolutamente in grado di contenere la portata di progetto (portata duecentennale). Infatti ampie aree di esondazioni si rilevano sia in destra, che in sinistra idrografica, per tutto il tronco idraulico esaminato.

Peraltro la presenza del ponte di Giove (il quale viene sormontato dalle acque in concomitanza della piena di riferimento) determina un ostacolo al deflusso delle acque e pertanto al monte del ponte stesso le aree di esondazione risultano maggiormente ampie.

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013	
	PROGETTO Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 27 di 69	Rev. 0

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- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 28 di 69	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'erosione². Occorre quindi poter stimare quale sia il diametro limite dei clasti trasportabili dalla piena e quindi valutare gli eventuali approfondimenti. Per i casi di posa di condotte in sub-alveo con eventuale rivestimento, da effettuare in corsi d'acqua a regime torrentizio, è inoltre necessario adeguare le analisi alle condizioni concrete di esecuzione. Fra i modelli più noti atti a determinare il valore dell'eventuale approfondimento rispetto alla quota media iniziale del fondo durante le piene (Schoklitsh, Eggemberger, Adami, ecc.), la formula di Schoklitsh³ è quella che presenta minori difficoltà nella determinazione dei parametri caratteristici.

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

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

dove

- **S** è la profondità massima degli approfondimenti rispetto alla quota media del fondo, nella sezione d'alveo considerata;
- **H** = $h_0 + v^2/2g$ 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.

² Adami A., Fenomeni localizzati ed erosioni negli alvei, Atti "Moderne vedute sulla meccanica dei fenomeni fluviali"; C.N.R., P.F. Conservazione del suolo; 1979.

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013	
	PROGETTO Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 29 di 69	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 studiate⁴ da Yalin (1964), Nordin (1965) ed Altri, che hanno proposto di assegnare a tali escavazioni un valore cautelativo pari ad una percentuale dell'altezza idrometrica di piena ivi determinata. In particolare, nel caso di regime di corrente lenta, venne concluso che, per granulometrie comprese nel campo delle sabbie, la profondità del fenomeno risulta comunque inferiore a 1/6 o al massimo 1/3 dell'altezza idrica. Una generalizzazione prudenziale, proposta in Italia⁵, sulla base di osservazioni dirette nei corsi d'acqua della pianura padana, estende il limite massimo dei fenomeni di escavazione per aratura, indipendentemente dalla natura del fondo e dal regime di corrente, ad un valore cautelativo pari al 50% dell'altezza idrometrica di piena.

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

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

Diametro limite dei clasti trasportabili

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

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

dove

- δ è il diametro delle particelle;
- τ_0 è la tensione tangenziale in alveo;
- γ_s è il peso specifico delle particelle (considerato 24 kN/m³);
- γ_w è il peso specifico dell'acqua, considerata, per semplicità, limpida.

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013	
	PROGETTO Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 30 di 69	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 ³ /s)	Vel Chnl (m/s)	Top Width (m)	Hydr Depth C (m)	Portata specifica (m ³ /s m)	Carico totale (m)	Approfond. Localizzati (m)	Arature di fondo (m)
90	484	2.82	108.99	4.22	4.44	4.63	1.58	2.11
80	484	2.96	138.21	4.07	3.50	4.52	1.46	2.04
70	484	2.03	161.43	4.85	3.00	5.06	1.46	2.43
60	484	1.68	195.11	5.07	2.48	5.21	1.40	2.54
50	484	1.55	212.31	5.08	2.28	5.20	1.37	2.54
40	484	4.22	182.5	2.61	2.65	3.52	1.21	1.31
39.5								
39	484	7.54	104.88	2.61	4.61	5.51	1.73	1.31
30	484	6.76	101.74	3.16	4.76	5.49	1.74	1.58
20	484	6.15	125.37	2.38	3.86	4.31	1.47	1.19
10	484	7.18	91.21	2.8	5.31	5.43	1.79	1.40

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- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 31 di 69
				Rev. 0

Tab.6.3/B: Diametro limite dei clasti trasportati

River Station	Shear Chan (N/m2)	Diametro limite clasti trasportati (m)
90	61.04	0.07
80	68.94	0.08
70	30.13	0.04
60	20.15	0.02
50	17.1	0.02
40	158.99	0.19
39.5		0.00
39	507.76	0.60
30	390.45	0.46
20	347.46	0.41
10	456.87	0.54

6.4 Considerazione sui risultati conseguiti

Sulla base delle valutazioni di cui al paragrafo precedente si evince che, relativamente al tronco d'alveo di interferenza con il metanodotto in progetto, le massime erosioni attese al fondo alveo si attestano intorno al valore dell'ordine dei **2.5 m**.

La corrente, nel tratto a monte del ponte (dove ricade l'attraversamento) risulta potenzialmente in grado di movimentare clasti del diametro dell'ordine dei 20 cm. A valle del ponte, poiché il manufatto determina un notevole aumento della velocità di deflusso, le potenzialità di trasporto degli elementi solidi al fondo incrementano significativamente.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 32 di 69	Rev. 0

7 METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI

7.1 Premessa

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

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

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

7.2 Metodologia operativa: Scavi a cielo aperto

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

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

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

La metodologia esecutiva consiste sostanzialmente nelle seguenti fasi:

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013	
	PROGETTO Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 33 di 69	Rev. 0

articolata con uno dei seguenti modi:

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

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

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

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

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

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 34 di 69	Rev. 0

7.3 Geometria della condotta ed interventi di ripristino

Copertura di progetto

Relativamente al profilo di posa della condotta in progetto in subalveo dell'attraversamento in esame, in considerazione dei risultati delle stime dei fenomeni erosivi precedentemente riportati e delle condizioni peculiari rilevate nel contesto d'intervento, è stato previsto di posizionare la condotta in progetto con una copertura minima in alveo di 4.0 m (riferita alla profondità della generatrice superiore del tubo nei confronti della quota minima di fondo alveo).

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

Interventi di ripristino

Le opere di difesa idraulica previste nell'ambito sono:

- Scogliere in massi ciclopici naturali, da realizzare lungo le sponde dell'alveo del corso d'acqua, per tutta la fascia interessata dai lavori;

Detti interventi assicureranno dunque il ripristino della configurazione morfologica d'alveo preesistente ed un'efficace funzione di stabilizzazione locale dell'alveo stesso (presidio idraulico nei confronti dei potenziali fenomeni erosivi in concomitanza ad eventi di piena).

Le opere presentano caratteristiche tipologiche ottimali al fine di inserirsi nel contesto naturale esistente.

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 35 di 69	Rev. 0

8 VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA

8.1 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- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 36 di 69	Rev. 0

8.2 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 individuate nel PAI (riportate mediante campiture a varia colorazione).

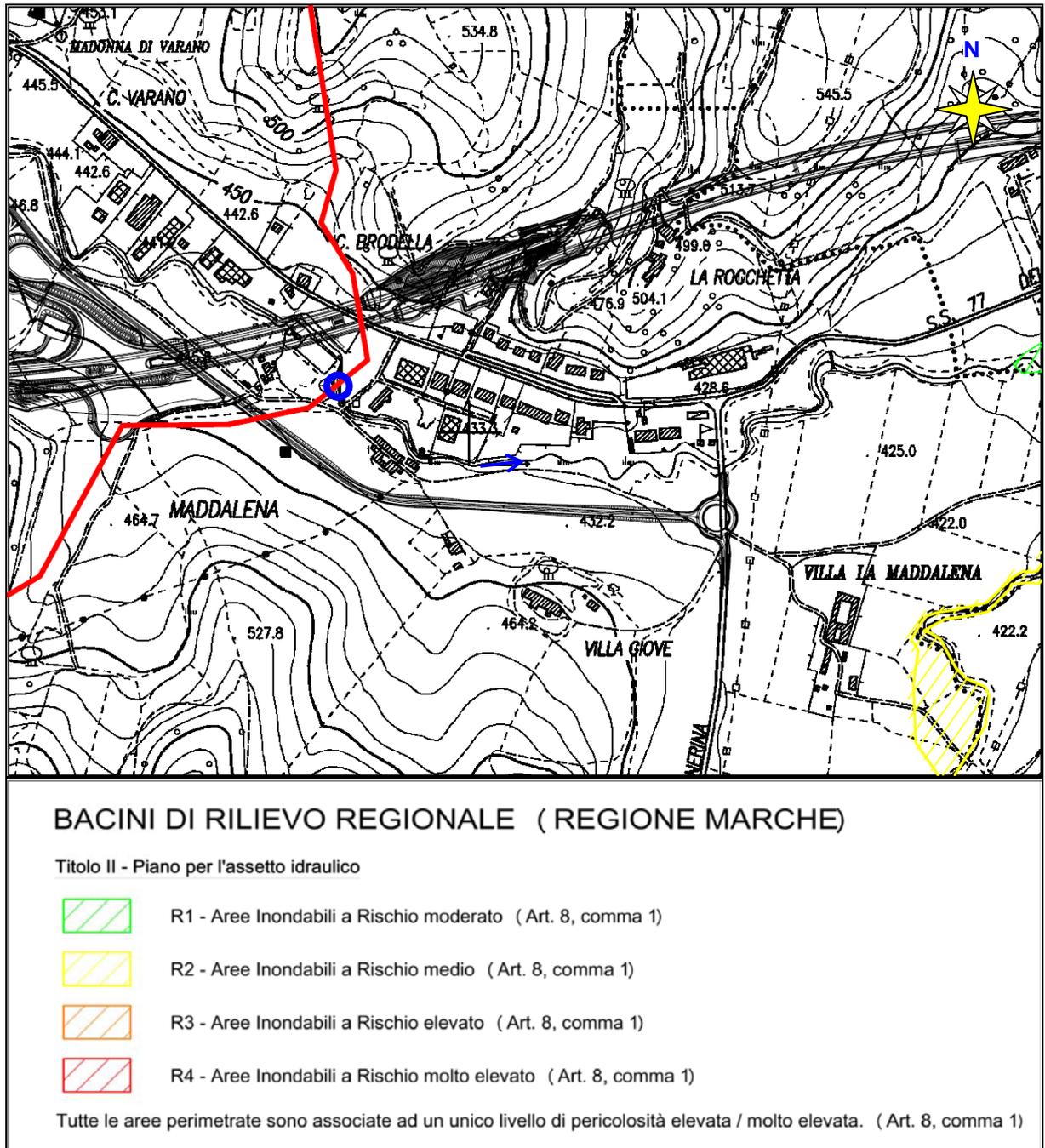


Fig.8.2/A: Interferenze tra metanodotto in progetto con le Aree inondabili del corso d'acqua

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 37 di 69	Rev. 0

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

8.3 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 d'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

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

- L'attraversamento fluviale avviene in "subalveo" e prevede una profondità di posa della condotta di sufficiente garanzia nei confronti d'eventuali fenomeni di erosione di fondo (anche localizzati e/o temporanei) che si possono produrre anche in concomitanza di piene eccezionali, cosicché è da escludere qualsiasi interferenza tra tubazione e flusso della corrente;

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 38 di 69	Rev. 0

- La configurazione morfologica dell'alveo, sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico, verrà mantenuta praticamente invariata nei confronti della situazione preesistente. Le opere complementari (previste con opere in massi naturali) sono infatti unicamente finalizzate al ripristino della configurazione originaria dell'alveo, oltre che al presidio idraulico dell'infrastruttura nei confronti di potenziali fenomeni erosivi in ambito locale da parte della corrente;
- La configurazione geometrica della pipeline nell'ambito di intervento (quote in subalveo e profili di risalita) è stata stabilita anche in considerazione delle potenziali dinamiche fluviali del corso d'acqua e sono tali da non precludere la possibilità di effettuare interventi futuri in alveo, finalizzati ad attenuare o eliminare le condizioni di rischio idraulico (es: risagomature dell'alveo, realizzazione di eventuali opere di regimazione idraulica, ecc.).

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

1. *Modifiche indotte sul profilo inviluppo di piena*

Non generando alterazioni dell'assetto morfologico (tubazione completamente interrata, con ripristino definitivo dei terreni allo stato preesistente), non sarà determinato dalla costruzione della condotta nessun effetto di variazione dei livelli idrici e quindi del profilo d'inviluppo di piena.

2. *Riduzione della capacità di laminazione e/o di invaso dell'alveo*

La condotta in progetto, essendo completamente interrata, non crea alcun ostacolo al corretto deflusso delle acque e/o all'azione di laminazione delle piene, né contrazioni areali delle fasce d'esonazione e pertanto non sottrae capacità d'invaso.

3. *Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico ed altimetrico dell'alveo*

L'opera in progetto non induce alcuna modifica all'assetto morfologico dell'alveo inciso, sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico, essendo questa localizzata in subalveo ad una profondità superiore ad ogni prevedibile fenomeno d'approfondimento, e garantendo con la realizzazione d'opere di ripristino le preesistenti caratteristiche idrauliche della sezione di deflusso.

4. *Interazioni in considerazione delle potenziali dinamiche fluviali del corso d'acqua*

Gli interventi previsti non costituiscono elementi d'interferenza con il regime idraulico naturale del corso d'acqua (quali restringimenti e/o modifiche dell'assetto longitudinale), in quanto le opere sono finalizzate al ripristino della configurazione originaria dell'alveo ed al presidio idraulico nei confronti di potenziali fenomeni erosivi. Le caratteristiche tipologiche delle opere previste si inseriscono perfettamente nel contesto naturale esistente.

5. *Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale*

Essendo l'opera del tutto interrata non saranno indotti effetti particolarmente impattanti con il contesto naturale della regione fluviale che possano pregiudicare in maniera "irreversibile" l'attuale assetto paesaggistico. Condizioni d'impatto sono limitate alle sole fasi di costruzione e per questo destinate a scomparire nel tempo, con la ricostituzione delle componenti naturalistiche ed ambientali.

Infine, relativamente ai tratti di metanodotto ricadenti esternamente all'ambito di attraversamento dell'alveo del corso d'acqua, ma comunque collocati all'interno della regione fluviale (valutata in riferimento allo studio idraulico riportato nel presente elaborato), si evidenzia quanto segue.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 39 di 69	Rev. 0

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

A tal proposito si mette in evidenza che l'intervento prevede il completo interrimento della tubazione (alla profondità di almeno 2 m nei confronti del piano campagna) e l'integrale ripristino morfologico e vegetazionale delle aree interessate dai lavori.

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

Alla luce di quanto sopra affermato si ritiene che le specificità dell'opera (infrastruttura interrata) e le scelte progettuali inerenti 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- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 40 di 69	Rev. 0

9 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 l'alveo del fiume CHIENZI in località Giove, nell'ambito del territorio di Muccia (MC).

Si precisa che l'attuale posizione dell'attraversamento del corso d'acqua è stata modificata nei confronti dell'ipotesi progettuale iniziale. Detta dislocazione locale del tracciato di progetto si è resa necessaria in conseguenza della realizzazione di alcuni manufatti, al seguito delle manifestazioni degli eventi sismici del 2016.

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

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

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

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

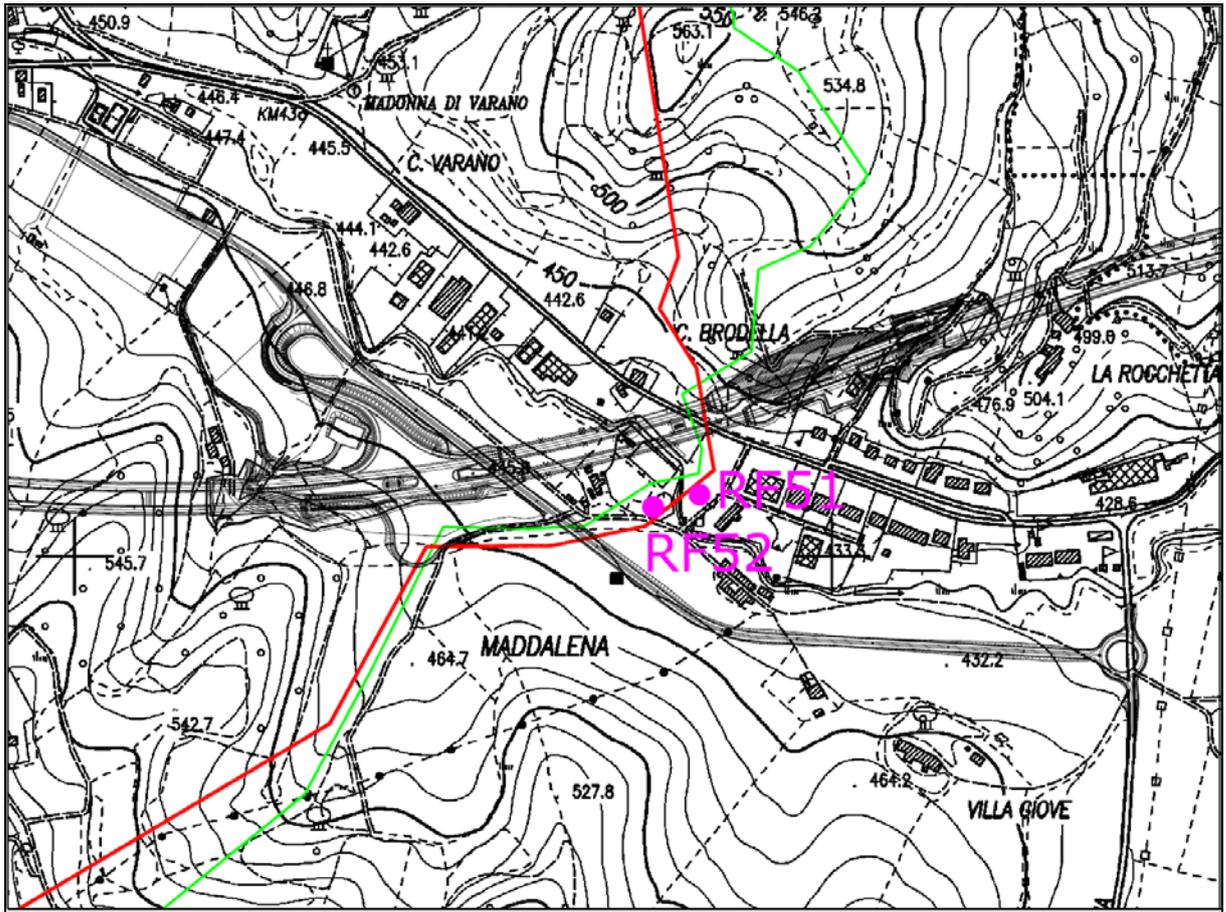
Nell'analisi delle interferenze tra la linea in progetto con le aree di pericolosità idraulica censite dal PAI si rileva che, in corrispondenza dell'ambito di attraversamento fluviale in esame, il metanodotto in progetto NON interferisce con le aree di inondazione del corso d'acqua individuate nel PAI. 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- 80013
	PROGETTO Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 41 di 69

**APPENDICE 1: COLONNE STRATIGRAFICHE DEI
SONDAGGI**



Planimetria in scala 1:10000, con ubicazione sondaggi

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087	
	LOCALITÀ		Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO		Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 42 di 69	Rev. 0

Committente: SAIPEM S.P.A.	Sondaggio: RF51
Riferimento: RIF. METAN. RECANATI-FOLIGNO - TRENCHLESS F. CHIENZI	Data: 10-11/07/2019
Coordinate: VEDI MONOGRAFIA	Quota: VEDI MONOGRAFIA
Perforazione: CAROTAGGIO CONTINUO	

SCALA 1:100 **STRATIGRAFIA - RF51** Pagina 1/2

φ mm	R v	A r	Pz	metri bat.	LITOLOGIA	Campioni	RP	Prel. % 0 -- 100	Standard Penetration Test			VT	prof. m	DESCRIZIONE	
									m	S.P.T.	N				
				1										1.4	Terreno di copertura limoso argilloso di colore marrone con sparsi clasti millimetrici e centimetrici (diam. max 4 cm) sub-angolari.
				2			2							2.7	Limo argilloso di colore marrone, da consistente a molto consistente, con inclusi clasti millimetrici a centimetrici (diam. max 2 cm) spigolosi.
				3		CR1) Rire	3,20 3,50	3,2	14-19-16	35	C			4.3	Limo sabbioso debolmente argilloso a tratti, di colore avana chiaro, con porzioni centimetriche dove aumenta la frazione sabbiosa.
				4			2	1.8						5.0	Sabbia debolmente ghiaiosa e limosa di colore avana chiaro, addensata, con clasti millimetrici e centimetrici (diam. max 4 cm) sub-angolari.
				5										5.3	Limo sabbioso argilloso con ghiaia, di colore marrone, con clasti millimetrici e centimetrici (diam. max 4 cm) sub-angolari.
				6		CR2) Rire	6,20 6,50	6,2	11-18-23	41	C			10.5	Sabbia ghiaiosa debolmente limosa passante localmente a sabbia con ghiaia, di colore avana, molto addensata, con clasti millimetrici e centimetrici (diam. max 4 cm) da sub-angolari ad arrotondati.
				7											
				8											
				9		CR3) Rire	9,30 9,60	9,3	24-29-29	58	C				
				10											
				11											
				12		CR4) Rire	12,00 12,30	12,0	31-31-37	68	C				
				13											
				14											
				15		CR5) Rire	15,00 15,30	15,0	36-43-47	90	C				
				16											
				17											
				18		CR6) Rire	18,30 18,60	18,3	31-44-50/10cm	Rif	C				
				19											
101				20									20,0		

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ		Regione Marche e Umbria	LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 43 di 69	Rev. 0

Committente: SAIPEM S.P.A.	Sondaggio: RF52
Riferimento: RIF. METAN. RECANATI-FOLIGNO - TRENCHLESS F. CHIEN TI	Data: 08-09/07/2019
Coordinate: VEDI MONOGRAFIA	Quota: VEDI MONOGRAFIA
Perforazione: CAROTAGGIO CONTINUO	

Ø mm	R v	A f	S Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	Prel. % 0 -- 100	Standard Penetration Test			VT	prof. m	DESCRIZIONE
									m	S.P.T.	N Pt			
				1,0										Materiale antropico costituito da limo argilloso di colore marrone con sparsi clasti e blocchi pluricentrici spigolosi.
				1,3										
				2,0										Limo argilloso di colore marrone, da molto consistente a duro, con inclusi locali clasti millimetrici a centimetrici (diam. max 4 cm) sub-angolari.
				3,0		CR1) Rire	3,6 3,4		3,1	14-16-23	39	C		
				3,25										Limo con sabbia debolmente ghiaioso di colore avana, con clasti millimetrici e centimetrici (diam. max 3 cm) da spigolosi a sub-arrotondati. Presenti porzioni centimetriche dove aumenta la frazione grossolana.
				4,4										
				5,0										Ghiaia Sabbiosa e debolmente sabbiosa, di colore avana chiaro, molto addensata, con clasti millimetrici e centimetrici (diam. max 5 cm) da spigolosi a sub-arrotondati con locali blocchi pluricentrici.
				6,0		CR2) Rire	6,50 6,80		6,5	37-50/12cm	Rif	C		
				7,0										
				8,0										
				8,4										
				9,0		CR3) Rire	9,10 9,40		9,1	41-48-50/9cm	Rif	C		Sabbia con ghiaia di colore avana, molto addensata, con clasti centimetrici (diam. max 5 cm) da sub-angolari ad arrotondati.
				10,0										
				11,0										Ghiaia sabbiosa e debolmente sabbiosa, di colore avana, molto addensata, con clasti centimetrici (diam. max 6 cm) da sub-angolari ad arrotondati.
				12,0		CR4) Rire	12,20 12,50		12,2	31-46-50/11cm	Rif	C		
				13,0										
				14,0										
				15,0		CR5) Rire	14,70 15,00		14,7	50/13cm	Rif	C		
				16,0										
				17,0										
				18,0		CR6) Rire	18,00 18,30		18,0	38-50/10cm	Rif	C		
				19,0										
				20,0										

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 44 di 69	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);
- Λ , coefficiente di attrito di Chezy ($m^{1/2}/s$);

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 45 di 69	Rev. 0

- g , accelerazione di gravità (m/s²);
- h , altezza del pelo libero rispetto ad un livello di riferimento orizzontale (m);
- Q , portata (m³/s);
- R , raggio idraulico (m);
- α , coefficiente di distribuzione della quantità di moto;
- q , portata laterale addotta (m²/s).

Condizioni di moto

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

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

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

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

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

in cui

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

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

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

in cui

- L è la lunghezza del tratto in analisi,
- J_m è un valore medio rappresentativo della cadente (perdita di carico per unità di lunghezza) nel tratto medesimo,
- C è il coefficiente di contrazione o espansione.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 46 di 69	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- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 47 di 69	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 ΔH ; si ottiene quindi dall'equazione dell'energia un secondo valore della quota dell'acqua, WS^{II} , che viene posto a confronto con il valore assunto inizialmente; tale ciclo viene ripetuto finché la differenza tra le quote della superficie libera risulta inferiore ad un valore massimo di tolleranza prestabilito dall'operatore. La profondità Y della corrente viene quindi paragonata con l'altezza critica, Y_{cr} , per stabilire se il regime di moto è subcritico o supercritico. L'altezza critica è definita come la profondità per cui il carico totale, H , assume valore minimo.

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

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

E' fornita anche la linea del carico totale ottenuta come

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

dove

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 48 di 69	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

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

dove:

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013	
	PROGETTO Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 49 di 69	Rev. 0

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 XXXXX
  
```

PROJECT DATA

Project Title: chienti
 Project File : chienti.prj

Project in SI units

PLAN DATA

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

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

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

Plan Summary Information:

Number of:	Cross Sections = 10	Multiple Openings = 0
	Culverts = 0	Inline Structures = 0
	Bridges = 1	Lateral Structures = 0

Computational Information

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

Computation Options

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

FLOW DATA

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

Flow Data (m3/s)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 50 di 69
				Rev. 0

River Chienti Reach alveo RS 90 TR200 484

Boundary Conditions

River Chienti Reach alveo Profile TR200 Upstream Normal S = 0.01 Downstream Normal S = 0.01

GEOMETRY DATA

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

CROSS SECTION

RIVER: Chienti
REACH: alveo RS: 90

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 241

Sta	Elev								
0	437.4	.5	437.41	1	437.42	1.5	437.43	2	437.44
2.5	437.45	3	437.43	3.5	437.41	4	437.38	4.5	437.35
5	437.3	5.5	437.23	6	437.15	6.5	437.08	7	437.01
7.5	436.95	8	436.89	8.5	436.85	9	436.8	9.5	436.75
10	436.69	10.5	436.63	11	436.6	11.5	436.59	12	436.57
12.5	436.57	13	436.56	13.5	436.57	14	436.57	14.5	436.51
15	436.49	15.5	436.51	16	436.51	16.5	436.49	17	436.47
17.5	436.45	18	436.44	18.5	436.43	19	436.42	19.5	436.43
20	436.43	20.5	436.41	21	436.38	21.5	436.36	22	436.37
22.5	436.35	23	436.33	23.5	436.31	24	436.29	24.5	436.26
25	436.24	25.5	436.22	26	436.22	26.5	436.22	27	436.25
27.5	436.28	28	436.31	28.5	436.33	29	436.33	29.5	436.31
30	436.27	30.5	436.22	31	436.2	31.5	436.2	32	436.23
32.5	436.22	33	436.16	33.5	436.09	34	435.93	34.5	435.71
35	435.41	35.5	435.06	36	434.66	36.5	434.23	37	433.81
37.5	433.39	38	433.01	38.5	432.67	39	432.37	39.5	432.11
40	431.9	40.5	431.73	41	431.61	41.5	431.51	42	431.46
42.5	431.43	43	431.44	43.5	431.49	44	431.59	44.5	431.72
45	431.93	45.5	432.17	46	432.45	46.5	432.73	47	432.99
47.5	433.24	48	433.4	48.5	433.54	49	433.6	49.5	433.62
50	433.61	50.5	433.62	51	433.63	51.5	433.66	52	433.71
52.5	433.77	53	433.8	53.5	433.81	54	433.8	54.5	433.79
55	433.79	55.5	433.79	56	433.78	56.5	433.79	57	433.84
57.5	433.87	58	433.86	58.5	433.86	59	433.86	59.5	433.86
60	433.85	60.5	433.84	61	433.81	61.5	433.8	62	433.8
62.5	433.79	63	433.8	63.5	433.81	64	433.82	64.5	433.85
65	433.86	65.5	433.85	66	433.83	66.5	433.81	67	433.81
67.5	433.85	68	433.92	68.5	433.99	69	434.04	69.5	434.05
70	434.05	70.5	434.05	71	434.06	71.5	434.06	72	434.06
72.5	434.06	73	434.06	73.5	434.05	74	434.04	74.5	434.02
75	434.03	75.5	434.05	76	434.09	76.5	434.1	77	434.09
77.5	434.06	78	434	78.5	434.01	79	434.03	79.5	434.04
80	434.05	80.5	434.07	81	434.07	81.5	434.06	82	434.04
82.5	434.06	83	434.08	83.5	434.08	84	434.09	84.5	434.09
85	434.09	85.5	434.1	86	434.12	86.5	434.14	87	434.18
87.5	434.25	88	434.34	88.5	434.43	89	434.5	89.5	434.5
90	434.51	90.5	434.52	91	434.53	91.5	434.54	92	434.54
92.5	434.55	93	434.55	93.5	434.57	94	434.6	94.5	434.63
95	434.65	95.5	434.72	96	434.78	96.5	434.84	97	434.91
97.5	434.99	98	435.06	98.5	435.11	99	435.18	99.5	435.25
100	435.32	100.5	435.36	101	435.4	101.5	435.47	102	435.54
102.5	435.61	103	435.68	103.5	435.75	104	435.83	104.5	435.88
105	435.92	105.5	435.96	106	436.01	106.5	436	107	436

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013	
	PROGETTO Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 51 di 69	Rev. 0

107.5	436.1	108	436.16	108.5	436.19	109	436.22	109.5	436.25
110	436.32	110.5	436.42	111	436.53	111.5	436.64	112	436.76
112.5	436.86	113	436.98	113.5	437.1	114	437.23	114.5	437.36
115	437.48	115.5	437.61	116	437.73	116.5	437.85	117	437.95
117.5	438.02	118	438.05	118.5	438.04	119	438.07	119.5	438.11
120	438.13								

Manning's n Values		num=	3		
Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.05	33	.035	49	.05

Bank Sta:	Left	Right	Lengths:	Left Channel	Right	Coeff Contr.	Expan.
	33	49		40.62	40.62	40.62	.1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	437.51	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.23	Wt. n-Val.	0.050	0.035	0.050
W.S. Elev (m)	437.27	Reach Len. (m)	40.62	40.62	40.62
Crit W.S. (m)	435.91	Flow Area (m2)	21.95	67.56	177.17
E.G. Slope (m/m)	0.001639	Area (m2)	21.95	67.56	177.17
Q Total (m3/s)	484.00	Flow (m3/s)	15.15	190.22	278.63
Top Width (m)	108.99	Top Width (m)	27.82	16.00	65.17
Vel Total (m/s)	1.81	Avg. Vel. (m/s)	0.69	2.82	1.57
Max Chl Dpth (m)	5.84	Hydr. Depth (m)	0.79	4.22	2.72
Conv. Total (m3/s)	11953.5	Conv. (m3/s)	374.2	4697.8	6881.5
Length Wtd. (m)	40.62	Wetted Per. (m)	27.88	17.79	65.46
Min Ch El (m)	431.43	Shear (N/m2)	12.65	61.04	43.51
Alpha	1.38	Stream Power (N/m s)	5745.35	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.07	Cum Volume (1000 m3)	22.54	18.09	30.19
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	16.00	4.80	14.69

CROSS SECTION

RIVER: Chienti
REACH: alveo RS: 80

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num=	281						
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	437.28	.5	437.23	1	437.18	1.5	437.12	2	437.13
2.5	437.13	3	437.11	3.5	437.08	4	437.04	4.5	436.99
5	436.95	5.5	436.9	6	436.85	6.5	436.81	7	436.79
7.5	436.77	8	436.76	8.5	436.73	9	436.7	9.5	436.67
10	436.64	10.5	436.6	11	436.6	11.5	436.59	12	436.58
12.5	436.57	13	436.55	13.5	436.55	14	436.54	14.5	436.53
15	436.51	15.5	436.52	16	436.55	16.5	436.57	17	436.59
17.5	436.57	18	436.56	18.5	436.58	19	436.57	19.5	436.55
20	436.53	20.5	436.5	21	436.5	21.5	436.52	22	436.51
22.5	436.51	23	436.49	23.5	436.48	24	436.45	24.5	436.43
25	436.41	25.5	436.39	26	436.37	26.5	436.36	27	436.36
27.5	436.34	28	436.32	28.5	436.31	29	436.3	29.5	436.26
30	436.24	30.5	436.24	31	436.25	31.5	436.24	32	436.22
32.5	436.23	33	436.25	33.5	436.28	34	436.33	34.5	436.4
35	436.45	35.5	436.47	36	436.48	36.5	436.49	37	436.5
37.5	436.51	38	436.53	38.5	436.56	39	436.59	39.5	436.61
40	436.61	40.5	436.6	41	436.61	41.5	436.64	42	436.71
42.5	436.78	43	436.76	43.5	436.7	44	436.61	44.5	436.57
45	436.59	45.5	436.66	46	436.78	46.5	436.82	47	436.72
47.5	436.55	48	436.31	48.5	435.99	49	435.65	49.5	435.27
50	434.87	50.5	434.44	51	434.01	51.5	433.56	52	433.12
52.5	432.7	53	432.31	53.5	431.94	54	431.63	54.5	431.37
55	431.18	55.5	431.07	56	431.06	56.5	431.09	57	431.17
57.5	431.27	58	431.4	58.5	431.54	59	431.73	59.5	431.98
60	432.26	60.5	432.57	61	432.88	61.5	433.17	62	433.44
62.5	433.67	63	433.86	63.5	434.02	64	434.1	64.5	434.14
65	434.15	65.5	434.15	66	434.15	66.5	434.17	67	434.18
67.5	434.17	68	434.13	68.5	434.13	69	434.11	69.5	434.1

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013	
	PROGETTO Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 52 di 69	Rev. 0

70	434.1	70.5	434.08	71	434.1	71.5	434.14	72	434.14
72.5	434.14	73	434.15	73.5	434.18	74	434.17	74.5	434.16
75	434.17	75.5	434.16	76	434.18	76.5	434.2	77	434.21
77.5	434.18	78	434.19	78.5	434.21	79	434.21	79.5	434.2
80	434.21	80.5	434.22	81	434.23	81.5	434.24	82	434.25
82.5	434.26	83	434.26	83.5	434.27	84	434.25	84.5	434.23
85	434.22	85.5	434.24	86	434.26	86.5	434.26	87	434.24
87.5	434.21	88	434.2	88.5	434.21	89	434.22	89.5	434.23
90	434.22	90.5	434.22	91	434.23	91.5	434.24	92	434.26
92.5	434.28	93	434.28	93.5	434.28	94	434.28	94.5	434.29
95	434.29	95.5	434.27	96	434.25	96.5	434.26	97	434.28
97.5	434.3	98	434.3	98.5	434.27	99	434.27	99.5	434.29
100	434.29	100.5	434.28	101	434.27	101.5	434.23	102	434.27
102.5	434.31	103	434.35	103.5	434.38	104	434.39	104.5	434.4
105	434.44	105.5	434.48	106	434.51	106.5	434.54	107	434.57
107.5	434.61	108	434.64	108.5	434.66	109	434.67	109.5	434.7
110	434.73	110.5	434.78	111	434.82	111.5	434.87	112	434.91
112.5	434.95	113	434.99	113.5	435.03	114	435.08	114.5	435.13
115	435.2	115.5	435.26	116	435.3	116.5	435.33	117	435.37
117.5	435.4	118	435.42	118.5	435.48	119	435.53	119.5	435.57
120	435.6	120.5	435.64	121	435.68	121.5	435.72	122	435.76
122.5	435.79	123	435.82	123.5	435.85	124	435.87	124.5	435.89
125	435.93	125.5	435.97	126	436	126.5	436.03	127	436.06
127.5	436.09	128	436.13	128.5	436.15	129	436.17	129.5	436.23
130	436.3	130.5	436.35	131	436.41	131.5	436.47	132	436.52
132.5	436.58	133	436.64	133.5	436.69	134	436.73	134.5	436.79
135	436.85	135.5	436.9	136	436.94	136.5	436.99	137	437.03
137.5	437.06	138	437.08	138.5	437.1	139	437.14	139.5	437.2
140	437.25								

Manning's n Values num= 3
 Sta n Val Sta n Val Sta n Val
 0 .05 47 .035 64.5 .05

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
 47 64.5 40.57 40.57 40.57 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	437.43	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.26	Wt. n-Val.	0.050	0.035	0.050
W.S. Elev (m)	437.17	Reach Len. (m)	40.57	40.57	40.57
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	27.22	71.22	168.19
E.G. Slope (m/m)	0.001972	Area (m2)	27.22	71.22	168.19
Q Total (m3/s)	484.00	Flow (m3/s)	17.03	210.88	256.10
Top Width (m)	138.21	Top Width (m)	45.94	17.50	74.77
Vel Total (m/s)	1.82	Avg. Vel. (m/s)	0.63	2.96	1.52
Max Chl Dpth (m)	6.11	Hydr. Depth (m)	0.59	4.07	2.25
Conv. Total (m3/s)	10899.1	Conv. (m3/s)	383.4	4748.7	5767.0
Length Wtd. (m)	40.57	Wetted Per. (m)	46.04	19.98	74.92
Min Ch El (m)	431.06	Shear (N/m2)	11.43	68.94	43.41
Alpha	1.54	Stream Power (N/m s)	6702.91	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.04	Cum Volume (1000 m3)	21.54	15.28	23.17
C & E Loss (m)	0.05	Cum SA (1000 m2)	14.50	4.12	11.85

CROSS SECTION

RIVER: Chienti
 REACH: alveo RS: 70

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 334

Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev
0437.4476	.5 437.68	1 437.61	1.5 437.51	2 437.39
2.5 437.27	3 437.14	3.5 437.02	4 436.93	4.5 436.88
5 436.86	5.5 436.9	6 436.97	6.5 437.07	7 437.17
7.5 437.29	8 437.34	8.5 437.36	9 437.31	9.5 437.22
10 437.08	10.5 436.91	11 436.71	11.5 436.51	12 436.28

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ		LA-E- 80013	
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 53 di 69	Rev. 0

12.5	436.08	13	435.88	13.5	435.76	14	435.69	14.5	435.67
15	435.67	15.5	435.68	16	435.66	16.5	435.61	17	435.56
17.5	435.52	18	435.47	18.5	435.42	19	435.41	19.5	435.39
20	435.34	20.5	435.29	21	435.27	21.5	435.28	22	435.26
22.5	435.24	23	435.26	23.5	435.27	24	435.27	24.5	435.26
25	435.28	25.5	435.31	26	435.33	26.5	435.39	27	435.46
27.5	435.52	28	435.52	28.5	435.52	29	435.49	29.5	435.46
30	435.4	30.5	435.36	31	435.29	31.5	435.23	32	435.17
32.5	435.13	33	435.12	33.5	435.12	34	435.09	34.5	435.09
35	435.07	35.5	435.02	36	434.99	36.5	434.97	37	434.97
37.5	434.99	38	435.01	38.5	435.04	39	435.02	39.5	434.99
40	435.03	40.5	435.05	41	435.06	41.5	435.06	42	435.06
42.5	435.04	43	435	43.5	434.99	44	434.99	44.5	434.97
45	434.96	45.5	434.99	46	435	46.5	434.97	47	434.92
47.5	434.9	48	434.86	48.5	434.84	49	434.84	49.5	434.83
50	434.79	50.5	434.76	51	434.75	51.5	434.75	52	434.76
52.5	434.76	53	434.74	53.5	434.73	54	434.72	54.5	434.71
55	434.71	55.5	434.67	56	434.64	56.5	434.63	57	434.67
57.5	434.74	58	434.81	58.5	434.83	59	434.81	59.5	434.76
60	434.67	60.5	434.63	61	434.63	61.5	434.66	62	434.65
62.5	434.6	63	434.45	63.5	434.24	64	433.97	64.5	433.65
65	433.3	65.5	432.94	66	432.57	66.5	432.22	67	431.88
67.5	431.57	68	431.29	68.5	431.05	69	430.86	69.5	430.74
70	430.67	70.5	430.66	71	430.78	71.5	430.97	72	431.19
72.5	431.41	73	431.63	73.5	431.85	74	432.05	74.5	432.25
75	432.45	75.5	432.65	76	432.83	76.5	433.01	77	433.18
77.5	433.31	78	433.41	78.5	433.47	79	433.52	79.5	433.55
80	433.58	80.5	433.6	81	433.61	81.5	433.6	82	433.6
82.5	433.63	83	433.67	83.5	433.71	84	433.72	84.5	433.73
85	433.75	85.5	433.73	86	433.73	86.5	433.75	87	433.78
87.5	433.81	88	433.83	88.5	433.85	89	433.85	89.5	433.83
90	433.84	90.5	433.83	91	433.81	91.5	433.82	92	433.81
92.5	433.81	93	433.82	93.5	433.82	94	433.82	94.5	433.84
95	433.83	95.5	433.84	96	433.83	96.5	433.81	97	433.81
97.5	433.83	98	433.83	98.5	433.8	99	433.8	99.5	433.84
100	433.84	100.5	433.85	101	433.86	101.5	433.86	102	433.85
102.5	433.84	103	433.84	103.5	433.84	104	433.85	104.5	433.86
105	433.86	105.5	433.86	106	433.83	106.5	433.86	107	433.85
107.5	433.82	108	433.86	108.5	433.88	109	433.89	109.5	433.91
110	433.92	110.5	433.92	111	433.91	111.5	433.94	112	433.95
112.5	433.93	113	433.94	113.5	433.95	114	433.94	114.5	433.94
115	433.95	115.5	433.98	116	434.01	116.5	434.02	117	434.01
117.5	433.98	118	433.98	118.5	433.99	119	433.97	119.5	433.95
120	433.94	120.5	433.95	121	433.95	121.5	433.96	122	433.98
122.5	434.02	123	434.05	123.5	434.08	124	434.1	124.5	434.09
125	434.08	125.5	434.11	126	434.14	126.5	434.17	127	434.18
127.5	434.21	128	434.25	128.5	434.28	129	434.3	129.5	434.33
130	434.36	130.5	434.42	131	434.47	131.5	434.52	132	434.56
132.5	434.58	133	434.61	133.5	434.64	134	434.65	134.5	434.68
135	434.71	135.5	434.75	136	434.8	136.5	434.83	137	434.85
137.5	434.88	138	434.92	138.5	434.98	139	435.01	139.5	435.03
140	435.06	140.5	435.1	141	435.13	141.5	435.16	142	435.2
142.5	435.25	143	435.3	143.5	435.34	144	435.37	144.5	435.4
145	435.42	145.5	435.45	146	435.49	146.5	435.53	147	435.56
147.5	435.6	148	435.63	148.5	435.68	149	435.72	149.5	435.75
150	435.78	150.5	435.82	151	435.87	151.5	435.9	152	435.94
152.5	435.98	153	436.02	153.5	436.05	154	436.09	154.5	436.11
155	436.14	155.5	436.18	156	436.24	156.5	436.28	157	436.31
157.5	436.34	158	436.39	158.5	436.45	159	436.51	159.5	436.56
160	436.61	160.5	436.66	161	436.72	161.5	436.77	162	436.81
162.5	436.85	163	436.9	163.5	436.96	164	437.01	164.5	437.02
165	437.05	165.5	437.09	166	437.12	166.2	437.13		

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .05 62.5 .035 80 .05

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
62.5 80 32.81 32.81 32.81 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 54 di 69

E.G. Elev (m)	437.34	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.10	Wt. n-Val.	0.050	0.035	0.050
W.S. Elev (m)	437.24	Reach Len. (m)	32.81	32.81	32.81
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	109.44	84.80	222.90
E.G. Slope (m/m)	0.000691	Area (m2)	109.44	84.80	222.90
Q Total (m3/s)	484.00	Flow (m3/s)	91.45	172.21	220.34
Top Width (m)	161.43	Top Width (m)	57.73	17.50	86.20
Vel Total (m/s)	1.16	Avg. Vel. (m/s)	0.84	2.03	0.99
Max Chl Dpth (m)	6.58	Hydr. Depth (m)	1.90	4.85	2.59
Conv. Total (m3/s)	18411.7	Conv. (m3/s)	3478.6	6551.1	8382.0
Length Wtd. (m)	32.81	Wetted Per. (m)	58.18	19.07	86.46
Min Ch El (m)	430.66	Shear (N/m2)	12.75	30.13	17.47
Alpha	1.52	Stream Power (N/m s)	7957.31	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.02	Cum Volume (1000 m3)	18.77	12.11	15.24
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	12.40	3.41	8.58

CROSS SECTION

RIVER: Chienti

REACH: alveo RS: 60

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num=	395									
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	
0	437.38	.5	437.34	1	437.29	1.5	437.26	2	437.24			
2.5	437.23	3	437.22	3.5	437.18	4	437.15	4.5	437.11			
5	437.05	5.5	437	6	436.96	6.5	436.92	7	436.87			
7.5	436.82	8	436.77	8.5	436.73	9	436.69	9.5	436.64			
10	436.6	10.5	436.56	11	436.52	11.5	436.47	12	436.43			
12.5	436.4	13	436.37	13.5	436.32	14	436.27	14.5	436.23			
15	436.18	15.5	436.14	16	436.1	16.5	436.08	17	436.05			
17.5	436.03	18	436	18.5	435.95	19	435.89	19.5	435.84			
20	435.78	20.5	435.73	21	435.68	21.5	435.62	22	435.57			
22.5	435.53	23	435.49	23.5	435.45	24	435.46	24.5	435.48			
25	435.54	25.5	435.62	26	435.7	26.5	435.77	27	435.81			
27.5	435.81	28	435.78	28.5	435.75	29	435.71	29.5	435.7			
30	435.68	30.5	435.65	31	435.6	31.5	435.54	32	435.47			
32.5	435.39	33	435.33	33.5	435.29	34	435.27	34.5	435.25			
35	435.22	35.5	435.18	36	435.15	36.5	435.11	37	435.06			
37.5	435.02	38	434.99	38.5	434.98	39	434.98	39.5	434.95			
40	434.96	40.5	434.94	41	434.91	41.5	434.89	42	434.89			
42.5	434.91	43	434.91	43.5	434.88	44	434.83	44.5	434.79			
45	434.79	45.5	434.78	46	434.74	46.5	434.71	47	434.65			
47.5	434.65	48	434.68	48.5	434.66	49	434.65	49.5	434.62			
50	434.61	50.5	434.6	51	434.61	51.5	434.64	52	434.63			
52.5	434.56	53	434.5	53.5	434.44	54	434.42	54.5	434.42			
55	434.44	55.5	434.42	56	434.39	56.5	434.37	57	434.37			
57.5	434.38	58	434.4	58.5	434.39	59	434.39	59.5	434.41			
60	434.4	60.5	434.39	61	434.41	61.5	434.4	62	434.36			
62.5	434.34	63	434.34	63.5	434.31	64	434.29	64.5	434.25			
65	434.21	65.5	434.19	66	434.2	66.5	434.2	67	434.18			
67.5	434.15	68	434.11	68.5	434.08	69	434.09	69.5	434.09			
70	434.07	70.5	434.05	71	434.05	71.5	434.08	72	434.09			
72.5	434.05	73	434.04	73.5	434.02	74	433.99	74.5	433.98			
75	433.94	75.5	433.93	76	433.94	76.5	433.91	77	433.88			
77.5	433.88	78	433.85	78.5	433.83	79	433.81	79.5	433.79			
80	433.76	80.5	433.76	81	433.77	81.5	433.78	82	433.8			
82.5	433.8	83	433.81	83.5	433.83	84	433.83	84.5	433.81			
85	433.8	85.5	433.79	86	433.77	86.5	433.77	87	433.79			
87.5	433.79	88	433.77	88.5	433.73	89	433.7	89.5	433.68			
90	433.69	90.5	433.73	91	433.78	91.5	433.84	92	433.87			
92.5	433.85	93	433.81	93.5	433.75	94	433.68	94.5	433.63			
95	433.62	95.5	433.64	96	433.65	96.5	433.65	97	433.65			
97.5	433.63	98	433.63	98.5	433.62	99	433.61	99.5	433.62			
100	433.65	100.5	433.66	101	433.64	101.5	433.61	102	433.56			
102.5	433.47	103	433.31	103.5	433.11	104	432.87	104.5	432.57			
105	432.25	105.5	431.93	106	431.61	106.5	431.31	107	431.03			

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013	
	PROGETTO Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 55 di 69	Rev. 0

107.5	430.79	108	430.59	108.5	430.45	109	430.37	109.5	430.37
110	430.46	110.5	430.59	111	430.76	111.5	430.96	112	431.18
112.5	431.42	113	431.66	113.5	431.91	114	432.16	114.5	432.41
115	432.64	115.5	432.85	116	433.03	116.5	433.19	117	433.28
117.5	433.34	118	433.38	118.5	433.4	119	433.42	119.5	433.44
120	433.46	120.5	433.43	121	433.44	121.5	433.5	122	433.52
122.5	433.53	123	433.54	123.5	433.56	124	433.55	124.5	433.55
125	433.57	125.5	433.57	126	433.59	126.5	433.62	127	433.63
127.5	433.62	128	433.63	128.5	433.65	129	433.65	129.5	433.64
130	433.63	130.5	433.63	131	433.62	131.5	433.61	132	433.6
132.5	433.61	133	433.62	133.5	433.63	134	433.63	134.5	433.62
135	433.64	135.5	433.68	136	433.7	136.5	433.72	137	433.72
137.5	433.71	138	433.73	138.5	433.75	139	433.77	139.5	433.8
140	433.81	140.5	433.82	141	433.84	141.5	433.88	142	433.92
142.5	433.94	143	433.96	143.5	433.97	144	433.99	144.5	434
145	434	145.5	434	146	433.98	146.5	434	147	434.01
147.5	434.03	148	434.02	148.5	434.04	149	434.05	149.5	434.06
150	434.08	150.5	434.09	151	434.1	151.5	434.1	152	434.12
152.5	434.14	153	434.17	153.5	434.2	154	434.23	154.5	434.25
155	434.26	155.5	434.29	156	434.32	156.5	434.33	157	434.34
157.5	434.36	158	434.4	158.5	434.43	159	434.47	159.5	434.51
160	434.52	160.5	434.54	161	434.57	161.5	434.58	162	434.63
162.5	434.67	163	434.7	163.5	434.7	164	434.71	164.5	434.75
165	434.8	165.5	434.83	166	434.86	166.5	434.88	167	434.9
167.5	434.92	168	434.95	168.5	434.98	169	435.01	169.5	435.05
170	435.1	170.5	435.14	171	435.18	171.5	435.22	172	435.25
172.5	435.28	173	435.31	173.5	435.34	174	435.4	174.5	435.43
175	435.45	175.5	435.47	176	435.5	176.5	435.55	177	435.59
177.5	435.64	178	435.67	178.5	435.7	179	435.75	179.5	435.77
180	435.81	180.5	435.86	181	435.88	181.5	435.93	182	435.98
182.5	436.03	183	436.06	183.5	436.11	184	436.16	184.5	436.18
185	436.21	185.5	436.25	186	436.29	186.5	436.33	187	436.37
187.5	436.42	188	436.45	188.5	436.47	189	436.49	189.5	436.52
190	436.57	190.5	436.61	191	436.65	191.5	436.7	192	436.76
192.5	436.8	193	436.83	193.5	436.86	194	436.91	194.5	436.96
195	437	195.5	437.03	196	437.05	196.5	437.1	197	437.12

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .05 100.5 .035 119.5 .05

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
100.5 119.5 24.32 24.32 24.32 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	437.31	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.07	Wt. n-Val.	0.050	0.035	0.050
W.S. Elev (m)	437.24	Reach Len. (m)	24.32	24.32	24.32
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	236.12	96.42	192.23
E.G. Slope (m/m)	0.000434	Area (m2)	236.12	96.42	192.23
Q Total (m3/s)	484.00	Flow (m3/s)	175.77	161.83	146.39
Top Width (m)	195.11	Top Width (m)	98.61	19.00	77.50
Vel Total (m/s)	0.92	Avg. Vel. (m/s)	0.74	1.68	0.76
Max Chl Dpth (m)	6.87	Hydr. Depth (m)	2.39	5.07	2.48
Conv. Total (m3/s)	23238.7	Conv. (m3/s)	8439.5	7770.3	7028.9
Length Wtd. (m)	24.32	Wetted Per. (m)	98.83	20.36	77.76
Min Ch El (m)	430.37	Shear (N/m2)	10.16	20.15	10.52
Alpha	1.55	Stream Power (N/m s)	9431.94	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.01	Cum Volume (1000 m3)	13.10	9.14	8.43
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	9.83	2.81	5.90

CROSS SECTION

RIVER: Chienti
REACH: alveo RS: 50

INPUT

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Rev. 0
			Fg. 56 di 69	

Description:

Station Elevation Data		num= 431							
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	437.59	.5	437.59	1	437.55	1.5	437.49	2	437.41
2.5	437.29	3	437.16	3.5	437	4	436.84	4.5	436.66
5	436.47	5.5	436.3	6	436.13	6.5	436.01	7	435.93
7.5	435.92	8	435.91	8.5	435.88	9	435.88	9.5	435.87
10	435.87	10.5	435.86	11	435.84	11.5	435.83	12	435.81
12.5	435.79	13	435.79	13.5	435.78	14	435.76	14.5	435.76
15	435.75	15.5	435.74	16	435.73	16.5	435.71	17	435.71
17.5	435.71	18	435.69	18.5	435.7	19	435.73	19.5	435.71
20	435.69	20.5	435.7	21	435.68	21.5	435.68	22	435.72
22.5	435.71	23	435.69	23.5	435.68	24	435.69	24.5	435.68
25	435.67	25.5	435.69	26	435.69	26.5	435.66	27	435.64
27.5	435.64	28	435.62	28.5	435.59	29	435.58	29.5	435.59
30	435.59	30.5	435.58	31	435.56	31.5	435.53	32	435.49
32.5	435.46	33	435.42	33.5	435.4	34	435.37	34.5	435.36
35	435.39	35.5	435.38	36	435.36	36.5	435.36	37	435.35
37.5	435.33	38	435.31	38.5	435.31	39	435.27	39.5	435.22
40	435.21	40.5	435.2	41	435.18	41.5	435.15	42	435.13
42.5	435.11	43	435.09	43.5	435.07	44	435.06	44.5	435.05
45	435.03	45.5	434.99	46	434.96	46.5	434.94	47	434.94
47.5	434.94	48	434.93	48.5	434.9	49	434.89	49.5	434.86
50	434.81	50.5	434.79	51	434.79	51.5	434.77	52	434.72
52.5	434.67	53	434.65	53.5	434.64	54	434.61	54.5	434.57
55	434.56	55.5	434.53	56	434.48	56.5	434.48	57	434.47
57.5	434.47	58	434.48	58.5	434.5	59	434.51	59.5	434.5
60	434.5	60.5	434.52	61	434.56	61.5	434.61	62	434.65
62.5	434.69	63	434.65	63.5	434.68	64	434.72	64.5	434.76
65	434.75	65.5	434.77	66	434.79	66.5	434.75	67	434.69
67.5	434.61	68	434.52	68.5	434.41	69	434.3	69.5	434.22
70	434.16	70.5	434.2	71	434.22	71.5	434.26	72	434.35
72.5	434.45	73	434.52	73.5	434.57	74	434.56	74.5	434.53
75	434.46	75.5	434.41	76	434.37	76.5	434.32	77	434.28
77.5	434.24	78	434.21	78.5	434.17	79	434.14	79.5	434.13
80	434.12	80.5	434.11	81	434.12	81.5	434.13	82	434.13
82.5	434.11	83	434.08	83.5	434.06	84	434.03	84.5	434
85	434.01	85.5	434	86	433.99	86.5	434	87	434.01
87.5	433.98	88	433.93	88.5	433.9	89	433.87	89.5	433.88
90	433.92	90.5	433.94	91	433.94	91.5	433.93	92	433.94
92.5	433.97	93	433.99	93.5	433.99	94	433.95	94.5	433.95
95	433.97	95.5	433.96	96	433.95	96.5	433.95	97	433.94
97.5	433.94	98	433.94	98.5	433.97	99	434.01	99.5	434.03
100	434.04	100.5	434.05	101	434.06	101.5	434.06	102	434.03
102.5	433.99	103	433.96	103.5	433.92	104	433.9	104.5	433.9
105	433.9	105.5	433.87	106	433.87	106.5	433.89	107	433.89
107.5	433.86	108	433.83	108.5	433.8	109	433.78	109.5	433.81
110	433.83	110.5	433.81	111	433.8	111.5	433.81	112	433.82
112.5	433.79	113	433.78	113.5	433.79	114	433.83	114.5	433.88
115	433.91	115.5	433.91	116	433.93	116.5	433.94	117	434.05
117.5	434.15	118	434.24	118.5	434.2	119	434.09	119.5	434.02
120	433.95	120.5	433.91	121	433.91	121.5	433.92	122	433.93
122.5	433.94	123	433.93	123.5	433.89	124	433.86	124.5	433.82
125	433.73	125.5	433.6	126	433.44	126.5	433.26	127	433.08
127.5	432.89	128	432.69	128.5	432.48	129	432.29	129.5	432.09
130	431.89	130.5	431.68	131	431.47	131.5	431.25	132	431.04
132.5	430.84	133	430.66	133.5	430.5	134	430.37	134.5	430.27
135	430.21	135.5	430.2	136	430.23	136.5	430.36	137	430.54
137.5	430.75	138	431	138.5	431.27	139	431.55	139.5	431.84
140	432.12	140.5	432.38	141	432.63	141.5	432.85	142	433.04
142.5	433.22	143	433.36	143.5	433.47	144	433.55	144.5	433.61
145	433.64	145.5	433.65	146	433.64	146.5	433.62	147	433.64
147.5	433.65	148	433.62	148.5	433.66	149	433.71	149.5	433.74
150	433.75	150.5	433.77	151	433.8	151.5	433.81	152	433.82
152.5	433.83	153	433.85	153.5	433.85	154	433.88	154.5	433.91
155	433.9	155.5	433.92	156	433.94	156.5	433.96	157	433.97
157.5	433.99	158	434.01	158.5	434.04	159	434.05	159.5	434.06
160	434.09	160.5	434.09	161	434.1	161.5	434.12	162	434.16
162.5	434.19	163	434.22	163.5	434.22	164	434.23	164.5	434.23
165	434.25	165.5	434.27	166	434.28	166.5	434.29	167	434.3
167.5	434.32	168	434.35	168.5	434.38	169	434.4	169.5	434.43

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fig. 57 di 69

170	434.46	170.5	434.48	171	434.51	171.5	434.53	172	434.56
172.5	434.59	173	434.61	173.5	434.64	174	434.66	174.5	434.68
175	434.71	175.5	434.73	176	434.76	176.5	434.78	177	434.81
177.5	434.84	178	434.86	178.5	434.89	179	434.91	179.5	434.94
180	434.96	180.5	434.97	181	434.98	181.5	435.02	182	435.08
182.5	435.13	183	435.17	183.5	435.21	184	435.26	184.5	435.32
185	435.33	185.5	435.28	186	435.34	186.5	435.39	187	435.42
187.5	435.44	188	435.46	188.5	435.48	189	435.49	189.5	435.49
190	435.5	190.5	435.53	191	435.56	191.5	435.6	192	435.64
192.5	435.68	193	435.7	193.5	435.71	194	435.74	194.5	435.77
195	435.8	195.5	435.82	196	435.83	196.5	435.83	197	435.85
197.5	435.9	198	435.92	198.5	435.94	199	435.97	199.5	436.01
200	436.05	200.5	436.09	201	436.11	201.5	436.13	202	436.16
202.5	436.2	203	436.24	203.5	436.26	204	436.28	204.5	436.3
205	436.33	205.5	436.36	206	436.38	206.5	436.42	207	436.44
207.5	436.47	208	436.5	208.5	436.53	209	436.56	209.5	436.59
210	436.65	210.5	436.71	211	436.75	211.5	436.78	212	436.81
212.5	436.84	213	436.85	213.5	436.9	214	436.95	214.5	436.99
215	437.02								

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .05 122.5 .035 145 .05

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
122.5 145 13.34 13.34 13.34 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	437.30	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.06	Wt. n-Val.	0.050	0.035	0.050
W.S. Elev (m)	437.24	Reach Len. (m)	13.34	13.34	13.34
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	299.89	114.40	151.58
E.G. Slope (m/m)	0.000364	Area (m2)	299.89	114.40	151.58
Q Total (m3/s)	484.00	Flow (m3/s)	210.32	177.22	96.46
Top Width (m)	212.31	Top Width (m)	119.81	22.50	70.00
Vel Total (m/s)	0.86	Avg. Vel. (m/s)	0.70	1.55	0.64
Max Chl Dpth (m)	7.04	Hydr. Depth (m)	2.50	5.08	2.17
Conv. Total (m3/s)	25380.0	Conv. (m3/s)	11029.0	9292.9	5058.1
Length Wtd. (m)	13.34	Wetted Per. (m)	120.27	23.86	70.34
Min Ch El (m)	430.20	Shear (N/m2)	8.89	17.10	7.69
Alpha	1.60	Stream Power (N/m s)	10293.75	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.01	Cum Volume (1000 m3)	6.58	6.57	4.25
C & E Loss (m)	0.04	Cum SA (1000 m2)	7.17	2.31	4.10

CROSS SECTION

RIVER: Chienti
REACH: alveo RS: 40

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 401

Sta	Elev								
0	437.53	.5	437.41	1	437.29	1.5	437.13	2	436.95
2.5	436.75	3	436.53	3.5	436.3	4	436.12	4.5	435.99
5	435.93	5.5	435.95	6	435.97	6.5	435.96	7	435.93
7.5	435.91	8	435.89	8.5	435.89	9	435.89	9.5	435.89
10	435.88	10.5	435.86	11	435.85	11.5	435.84	12	435.83
12.5	435.81	13	435.8	13.5	435.78	14	435.81	14.5	435.82
15	435.81	15.5	435.79	16	435.78	16.5	435.78	17	435.78
17.5	435.78	18	435.78	18.5	435.79	19	435.77	19.5	435.73
20	435.75	20.5	435.77	21	435.76	21.5	435.75	22	435.76
22.5	435.77	23	435.76	23.5	435.75	24	435.75	24.5	435.74
25	435.74	25.5	435.73	26	435.73	26.5	435.74	27	435.74
27.5	435.72	28	435.7	28.5	435.69	29	435.7	29.5	435.7
30	435.69	30.5	435.67	31	435.67	31.5	435.68	32	435.67
32.5	435.65	33	435.66	33.5	435.66	34	435.66	34.5	435.64
35	435.62	35.5	435.6	36	435.62	36.5	435.61	37	435.59

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Rev. 0
			Fg. 58 di 69	

37.5	435.6	38	435.6	38.5	435.58	39	435.57	39.5	435.55
40	435.55	40.5	435.55	41	435.55	41.5	435.56	42	435.56
42.5	435.54	43	435.53	43.5	435.53	44	435.54	44.5	435.54
45	435.55	45.5	435.56	46	435.55	46.5	435.52	47	435.52
47.5	435.56	48	435.55	48.5	435.51	49	435.51	49.5	435.51
50	435.52	50.5	435.52	51	435.5	51.5	435.47	52	435.44
52.5	435.43	53	435.42	53.5	435.38	54	435.34	54.5	435.28
55	435.22	55.5	435.14	56	435.06	56.5	434.99	57	434.95
57.5	434.92	58	434.92	58.5	434.91	59	434.91	59.5	434.87
60	434.82	60.5	434.76	61	434.7	61.5	434.66	62	434.6
62.5	434.58	63	434.55	63.5	434.53	64	434.52	64.5	434.49
65	434.47	65.5	434.44	66	434.4	66.5	434.4	67	434.39
67.5	434.37	68	434.34	68.5	434.32	69	434.29	69.5	434.28
70	434.28	70.5	434.26	71	434.24	71.5	434.23	72	434.22
72.5	434.16	73	434.13	73.5	434.13	74	434.13	74.5	434.13
75	434.12	75.5	434.09	76	434.06	76.5	434.03	77	434.02
77.5	434.01	78	434	78.5	434	79	434.01	79.5	434
80	434.01	80.5	434.02	81	434.03	81.5	434.04	82	434.04
82.5	434.04	83	434.04	83.5	434.05	84	434.08	84.5	434.14
85	434.2	85.5	434.24	86	434.26	86.5	434.29	87	434.33
87.5	434.35	88	434.35	88.5	434.38	89	434.36	89.5	434.34
90	434.33	90.5	434.31	91	434.29	91.5	434.26	92	434.25
92.5	434.27	93	434.29	93.5	434.29	94	434.29	94.5	434.3
95	434.31	95.5	434.33	96	434.35	96.5	434.36	97	434.35
97.5	434.36	98	434.35	98.5	434.34	99	434.33	99.5	434.34
100	434.33	100.5	434.3	101	434.28	101.5	434.26	102	434.22
102.5	434.17	103	434.13	103.5	434.09	104	434.04	104.5	433.99
105	433.94	105.5	433.9	106	433.9	106.5	433.91	107	433.9
107.5	433.87	108	433.85	108.5	433.86	109	433.87	109.5	433.86
110	433.84	110.5	433.81	111	433.79	111.5	433.79	112	433.78
112.5	433.76	113	433.75	113.5	433.75	114	433.72	114.5	433.67
115	433.64	115.5	433.64	116	433.64	116.5	433.64	117	433.65
117.5	433.65	118	433.66	118.5	433.68	119	433.7	119.5	433.71
120	433.73	120.5	433.76	121	433.8	121.5	433.85	122	433.88
122.5	433.89	123	433.89	123.5	433.89	124	433.89	124.5	433.87
125	433.85	125.5	433.82	126	433.81	126.5	433.81	127	433.8
127.5	433.78	128	433.8	128.5	433.81	129	433.82	129.5	433.83
130	433.8	130.5	433.78	131	433.76	131.5	433.75	132	433.71
132.5	433.63	133	433.51	133.5	433.3	134	433.07	134.5	432.79
135	432.51	135.5	432.2	136	431.91	136.5	431.62	137	431.36
137.5	431.11	138	430.91	138.5	430.71	139	430.59	139.5	430.48
140	430.43	140.5	430.4	141	430.37	141.5	430.36	142	430.34
142.5	430.37	143	430.41	143.5	430.5	144	430.61	144.5	430.77
145	430.97	145.5	431.21	146	431.5	146.5	431.83	147	432.17
147.5	432.49	148	432.77	148.5	433.03	149	433.24	149.5	433.41
150	433.52	150.5	433.59	151	433.62	151.5	433.63	152	433.63
152.5	433.63	153	433.63	153.5	433.63	154	433.62	154.5	433.63
155	433.62	155.5	433.59	156	433.62	156.5	433.63	157	433.62
157.5	433.63	158	433.62	158.5	433.6	159	433.64	159.5	433.66
160	433.65	160.5	433.63	161	433.62	161.5	433.62	162	433.66
162.5	433.64	163	433.63	163.5	433.63	164	433.63	164.5	433.62
165	433.61	165.5	433.61	166	433.61	166.5	433.63	167	433.73
167.5	433.86	168	434.04	168.5	434.24	169	434.44	169.5	434.62
170	434.8	170.5	434.97	171	435.14	171.5	435.29	172	435.44
172.5	435.56	173	435.65	173.5	435.71	174	435.75	174.5	435.8
175	435.87	175.5	435.94	176	435.94	176.5	435.95	177	436
177.5	436.05	178	436.09	178.5	436.13	179	436.18	179.5	436.23
180	436.27	180.5	436.33	181	436.39	181.5	436.45	182	436.5
182.5	436.53	183	436.57	183.5	436.6	184	436.66	184.5	436.71
185	436.76	185.5	436.78	186	436.8	186.5	436.81	187	436.82
187.5	436.84	188	436.85	188.5	436.86	189	436.86	189.5	436.88
190	436.94	190.5	436.98	191	436.99	191.5	436.99	192	437.02
192.5	437.05	193	437.08	193.5	437.1	194	437.11	194.5	437.14
195	437.18	195.5	437.21	196	437.23	196.5	437.26	197	437.31
197.5	437.35	198	437.38	198.5	437.42	199	437.46	199.5	437.48
200	437.49								

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .05 130 .035 150 .05

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013	
	PROGETTO Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 59 di 69	Rev. 0

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
130 150 10 10 10 .1 .3

Ineffective Flow num= 2
Sta L Sta R Elev Permanent
0 139.5 435.7 T
145.5 200 435.7 T

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	437.24	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.49	Wt. n-Val.	0.050	0.035	0.050
W.S. Elev (m)	436.76	Reach Len. (m)	1.00	1.00	1.00
Crit W.S. (m)	436.76	Flow Area (m2)	131.01	52.17	30.98
E.G. Slope (m/m)	0.006673	Area (m2)	250.93	97.39	71.92
Q Total (m3/s)	484.00	Flow (m3/s)	217.60	220.05	46.35
Top Width (m)	182.50	Top Width (m)	127.52	20.00	34.98
Vel Total (m/s)	2.26	Avg. Vel. (m/s)	1.66	4.22	1.50
Max Chl Dpth (m)	6.42	Hydr. Depth (m)	1.03	2.61	0.89
Conv. Total (m3/s)	5924.9	Conv. (m3/s)	2663.8	2693.8	567.3
Length Wtd. (m)	1.00	Wetted Per. (m)	127.81	21.47	35.37
Min Ch El (m)	430.34	Shear (N/m2)	67.08	158.99	57.33
Alpha	1.87	Stream Power (N/m s)	9575.58	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.01	Cum Volume (1000 m3)	2.91	5.16	2.76
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	5.52	2.02	3.40

BRIDGE

RIVER: Chienti
REACH: alveo RS: 39.5

INPUT

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

Upstream Deck/Roadway Coordinates
num= 7

Sta	Hi	Cord	Lo	Cord	Sta	Hi	Cord	Lo	Cord	Sta	Hi	Cord	Lo	Cord
139.5	435.7	432	140.11	435.7	433.35	141.18	435.7	434.2						
142.5	435.7	434.5	143.82	435.7	434.2	144.89	435.7	433.35						
145.5	435.7	432												

Upstream Bridge Cross Section Data

Station Elevation Data num= 401

Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	437.53	.5	437.41	1	437.29	1.5	437.13
2.5	436.75	3	436.53	3.5	436.3	4	436.12
5	435.93	5.5	435.95	6	435.97	6.5	435.96
7.5	435.91	8	435.89	8.5	435.89	9	435.89
10	435.88	10.5	435.86	11	435.85	11.5	435.84
12.5	435.81	13	435.8	13.5	435.78	14	435.81
15	435.81	15.5	435.79	16	435.78	16.5	435.78
17.5	435.78	18	435.78	18.5	435.79	19	435.77
20	435.75	20.5	435.77	21	435.76	21.5	435.75
22.5	435.77	23	435.76	23.5	435.75	24	435.75
25	435.74	25.5	435.73	26	435.73	26.5	435.74
27.5	435.72	28	435.7	28.5	435.69	29	435.7
30	435.69	30.5	435.67	31	435.67	31.5	435.68
32.5	435.65	33	435.66	33.5	435.66	34	435.66
35	435.62	35.5	435.6	36	435.62	36.5	435.61
37.5	435.6	38	435.6	38.5	435.58	39	435.57
40	435.55	40.5	435.55	41	435.55	41.5	435.56
42.5	435.54	43	435.53	43.5	435.53	44	435.54
45	435.55	45.5	435.56	46	435.55	46.5	435.52
47.5	435.56	48	435.55	48.5	435.51	49	435.51
50	435.52	50.5	435.52	51	435.5	51.5	435.47
52.5	435.43	53	435.42	53.5	435.38	54	435.34
55	435.22	55.5	435.14	56	435.06	56.5	434.99
57.5	434.92	58	434.92	58.5	434.91	59	434.91

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013	
	PROGETTO Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 60 di 69	Rev. 0

60	434.82	60.5	434.76	61	434.7	61.5	434.66	62	434.6
62.5	434.58	63	434.55	63.5	434.53	64	434.52	64.5	434.49
65	434.47	65.5	434.44	66	434.4	66.5	434.4	67	434.39
67.5	434.37	68	434.34	68.5	434.32	69	434.29	69.5	434.28
70	434.28	70.5	434.26	71	434.24	71.5	434.23	72	434.22
72.5	434.16	73	434.13	73.5	434.13	74	434.13	74.5	434.13
75	434.12	75.5	434.09	76	434.06	76.5	434.03	77	434.02
77.5	434.01	78	434	78.5	434	79	434.01	79.5	434
80	434.01	80.5	434.02	81	434.03	81.5	434.04	82	434.04
82.5	434.04	83	434.04	83.5	434.05	84	434.08	84.5	434.14
85	434.2	85.5	434.24	86	434.26	86.5	434.29	87	434.33
87.5	434.35	88	434.35	88.5	434.38	89	434.36	89.5	434.34
90	434.33	90.5	434.31	91	434.29	91.5	434.26	92	434.25
92.5	434.27	93	434.29	93.5	434.29	94	434.29	94.5	434.3
95	434.31	95.5	434.33	96	434.35	96.5	434.36	97	434.35
97.5	434.36	98	434.35	98.5	434.34	99	434.33	99.5	434.34
100	434.33	100.5	434.3	101	434.28	101.5	434.26	102	434.22
102.5	434.17	103	434.13	103.5	434.09	104	434.04	104.5	433.99
105	433.94	105.5	433.9	106	433.9	106.5	433.91	107	433.9
107.5	433.87	108	433.85	108.5	433.86	109	433.87	109.5	433.86
110	433.84	110.5	433.81	111	433.79	111.5	433.79	112	433.78
112.5	433.76	113	433.75	113.5	433.75	114	433.72	114.5	433.67
115	433.64	115.5	433.64	116	433.64	116.5	433.64	117	433.65
117.5	433.65	118	433.66	118.5	433.68	119	433.7	119.5	433.71
120	433.73	120.5	433.76	121	433.8	121.5	433.85	122	433.88
122.5	433.89	123	433.89	123.5	433.89	124	433.89	124.5	433.87
125	433.85	125.5	433.82	126	433.81	126.5	433.81	127	433.8
127.5	433.78	128	433.8	128.5	433.81	129	433.82	129.5	433.83
130	433.8	130.5	433.78	131	433.76	131.5	433.75	132	433.71
132.5	433.63	133	433.51	133.5	433.3	134	433.07	134.5	432.79
135	432.51	135.5	432.2	136	431.91	136.5	431.62	137	431.36
137.5	431.11	138	430.91	138.5	430.71	139	430.59	139.5	430.48
140	430.43	140.5	430.4	141	430.37	141.5	430.36	142	430.34
142.5	430.37	143	430.41	143.5	430.5	144	430.61	144.5	430.77
145	430.97	145.5	431.21	146	431.5	146.5	431.83	147	432.17
147.5	432.49	148	432.77	148.5	433.03	149	433.24	149.5	433.41
150	433.52	150.5	433.59	151	433.62	151.5	433.63	152	433.63
152.5	433.63	153	433.63	153.5	433.63	154	433.62	154.5	433.63
155	433.62	155.5	433.59	156	433.62	156.5	433.63	157	433.62
157.5	433.63	158	433.62	158.5	433.6	159	433.64	159.5	433.66
160	433.65	160.5	433.63	161	433.62	161.5	433.62	162	433.66
162.5	433.64	163	433.63	163.5	433.63	164	433.63	164.5	433.62
165	433.61	165.5	433.61	166	433.61	166.5	433.63	167	433.73
167.5	433.86	168	434.04	168.5	434.24	169	434.44	169.5	434.62
170	434.8	170.5	434.97	171	435.14	171.5	435.29	172	435.44
172.5	435.56	173	435.65	173.5	435.71	174	435.75	174.5	435.8
175	435.87	175.5	435.94	176	435.94	176.5	435.95	177	436
177.5	436.05	178	436.09	178.5	436.13	179	436.18	179.5	436.23
180	436.27	180.5	436.33	181	436.39	181.5	436.45	182	436.5
182.5	436.53	183	436.57	183.5	436.6	184	436.66	184.5	436.71
185	436.76	185.5	436.78	186	436.8	186.5	436.81	187	436.82
187.5	436.84	188	436.85	188.5	436.86	189	436.86	189.5	436.88
190	436.94	190.5	436.98	191	436.99	191.5	436.99	192	437.02
192.5	437.05	193	437.08	193.5	437.1	194	437.11	194.5	437.14
195	437.18	195.5	437.21	196	437.23	196.5	437.26	197	437.31
197.5	437.35	198	437.38	198.5	437.42	199	437.46	199.5	437.48
200	437.49								

Manning's n Values num= 3
 Sta n Val Sta n Val
 0 .05 130 .035 150 .05

Bank Sta: Left Right Coeff Contr. Expan.
 130 150 .1 .3

Ineffective Flow num= 2
 Sta L Sta R Elev Permanent
 0 139.5 435.7 T
 145.5 200 435.7 T

Downstream Deck/Roadway Coordinates
 num= 7

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ		LA-E- 80013	
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 61 di 69	Rev. 0

Sta	Hi	Cord	Lo	Cord	Sta	Hi	Cord	Lo	Cord	Sta	Hi	Cord	Lo	Cord
139.5	435.7	432	140.11	435.7	433.35	141.18	435.7	434.2						
142.5	435.7	434.5	143.82	435.7	434.2	144.89	435.7	433.35						
145.5	435.7	432												

Downstream Bridge Cross Section Data

Station	Elevation	Data	num=	401											
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	437.43	.5	437.31	1	437.19	1.5	437.03	2	436.85						
2.5	436.65	3	436.43	3.5	436.2	4	436.02	4.5	435.89						
5	435.83	5.5	435.85	6	435.87	6.5	435.86	7	435.83						
7.5	435.81	8	435.79	8.5	435.79	9	435.79	9.5	435.79						
10	435.78	10.5	435.76	11	435.75	11.5	435.74	12	435.73						
12.5	435.71	13	435.7	13.5	435.68	14	435.71	14.5	435.72						
15	435.71	15.5	435.69	16	435.68	16.5	435.68	17	435.68						
17.5	435.68	18	435.68	18.5	435.69	19	435.67	19.5	435.63						
20	435.65	20.5	435.67	21	435.66	21.5	435.65	22	435.66						
22.5	435.67	23	435.66	23.5	435.65	24	435.65	24.5	435.64						
25	435.64	25.5	435.63	26	435.63	26.5	435.64	27	435.64						
27.5	435.62	28	435.6	28.5	435.59	29	435.6	29.5	435.6						
30	435.59	30.5	435.57	31	435.57	31.5	435.58	32	435.57						
32.5	435.55	33	435.56	33.5	435.56	34	435.56	34.5	435.54						
35	435.52	35.5	435.5	36	435.52	36.5	435.51	37	435.49						
37.5	435.5	38	435.5	38.5	435.48	39	435.47	39.5	435.45						
40	435.45	40.5	435.45	41	435.45	41.5	435.46	42	435.46						
42.5	435.44	43	435.43	43.5	435.43	44	435.44	44.5	435.44						
45	435.45	45.5	435.46	46	435.45	46.5	435.42	47	435.42						
47.5	435.46	48	435.45	48.5	435.41	49	435.41	49.5	435.41						
50	435.42	50.5	435.42	51	435.4	51.5	435.37	52	435.34						
52.5	435.33	53	435.32	53.5	435.28	54	435.24	54.5	435.18						
55	435.12	55.5	435.04	56	434.96	56.5	434.89	57	434.85						
57.5	434.82	58	434.82	58.5	434.81	59	434.81	59.5	434.77						
60	434.72	60.5	434.66	61	434.6	61.5	434.56	62	434.5						
62.5	434.48	63	434.45	63.5	434.43	64	434.42	64.5	434.39						
65	434.37	65.5	434.34	66	434.3	66.5	434.3	67	434.29						
67.5	434.27	68	434.24	68.5	434.22	69	434.19	69.5	434.18						
70	434.18	70.5	434.16	71	434.14	71.5	434.13	72	434.12						
72.5	434.06	73	434.03	73.5	434.03	74	434.03	74.5	434.03						
75	434.02	75.5	433.99	76	433.96	76.5	433.93	77	433.92						
77.5	433.91	78	433.9	78.5	433.9	79	433.91	79.5	433.9						
80	433.91	80.5	433.92	81	433.93	81.5	433.94	82	433.94						
82.5	433.94	83	433.94	83.5	433.95	84	433.98	84.5	434.04						
85	434.1	85.5	434.14	86	434.16	86.5	434.19	87	434.23						
87.5	434.25	88	434.25	88.5	434.28	89	434.26	89.5	434.24						
90	434.23	90.5	434.21	91	434.19	91.5	434.16	92	434.15						
92.5	434.17	93	434.19	93.5	434.19	94	434.19	94.5	434.2						
95	434.21	95.5	434.23	96	434.25	96.5	434.26	97	434.25						
97.5	434.26	98	434.25	98.5	434.24	99	434.23	99.5	434.24						
100	434.23	100.5	434.2	101	434.18	101.5	434.16	102	434.12						
102.5	434.07	103	434.03	103.5	433.99	104	433.94	104.5	433.89						
105	433.84	105.5	433.8	106	433.8	106.5	433.81	107	433.8						
107.5	433.77	108	433.75	108.5	433.76	109	433.77	109.5	433.76						
110	433.74	110.5	433.71	111	433.69	111.5	433.69	112	433.68						
112.5	433.66	113	433.65	113.5	433.65	114	433.62	114.5	433.57						
115	433.54	115.5	433.54	116	433.54	116.5	433.54	117	433.55						
117.5	433.55	118	433.56	118.5	433.58	119	433.6	119.5	433.61						
120	433.63	120.5	433.66	121	433.7	121.5	433.75	122	433.78						
122.5	433.79	123	433.79	123.5	433.79	124	433.79	124.5	433.77						
125	433.75	125.5	433.72	126	433.71	126.5	433.71	127	433.7						
127.5	433.68	128	433.7	128.5	433.71	129	433.72	129.5	433.73						
130	433.7	130.5	433.68	131	433.66	131.5	433.65	132	433.61						
132.5	433.53	133	433.41	133.5	433.2	134	432.97	134.5	432.69						
135	432.41	135.5	432.1	136	431.81	136.5	431.52	137	431.26						
137.5	431.01	138	430.81	138.5	430.61	139	430.49	139.5	430.38						
140	430.33	140.5	430.3	141	430.27	141.5	430.26	142	430.24						
142.5	430.27	143	430.31	143.5	430.4	144	430.51	144.5	430.67						
145	430.87	145.5	431.11	146	431.4	146.5	431.73	147	432.07						
147.5	432.39	148	432.67	148.5	432.93	149	433.14	149.5	433.31						
150	433.42	150.5	433.49	151	433.52	151.5	433.53	152	433.53						
152.5	433.53	153	433.53	153.5	433.53	154	433.52	154.5	433.53						
155	433.52	155.5	433.49	156	433.52	156.5	433.53	157	433.52						

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 62 di 69 Rev. 0

157.5	433.53	158	433.52	158.5	433.5	159	433.54	159.5	433.56
160	433.55	160.5	433.53	161	433.52	161.5	433.52	162	433.56
162.5	433.54	163	433.53	163.5	433.53	164	433.53	164.5	433.52
165	433.51	165.5	433.51	166	433.51	166.5	433.53	167	433.63
167.5	433.76	168	433.94	168.5	434.14	169	434.34	169.5	434.52
170	434.7	170.5	434.87	171	435.04	171.5	435.19	172	435.34
172.5	435.46	173	435.55	173.5	435.61	174	435.65	174.5	435.7
175	435.77	175.5	435.84	176	435.84	176.5	435.85	177	435.9
177.5	435.95	178	435.99	178.5	436.03	179	436.08	179.5	436.13
180	436.17	180.5	436.23	181	436.29	181.5	436.35	182	436.4
182.5	436.43	183	436.47	183.5	436.5	184	436.56	184.5	436.61
185	436.66	185.5	436.68	186	436.7	186.5	436.71	187	436.72
187.5	436.74	188	436.75	188.5	436.76	189	436.76	189.5	436.78
190	436.84	190.5	436.88	191	436.89	191.5	436.89	192	436.92
192.5	436.95	193	436.98	193.5	437	194	437.01	194.5	437.04
195	437.08	195.5	437.11	196	437.13	196.5	437.16	197	437.21
197.5	437.25	198	437.28	198.5	437.32	199	437.36	199.5	437.38
200	437.39								

Manning's n Values num= 3
 Sta n Val Sta n Val Sta n Val
 0 .05 130 .035 150 .05

Bank Sta: Left Right Coeff Contr. Expan.
 130 150 .1 .3

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

Number of Abutments = 1

Abutment Data

Upstream num= 6
 Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev
 0 435.7 139.5 435.7 139.5 420 145.5 420 145.5 435.7
 200 435.7
 Downstream num= 6
 Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev
 0 435.7 139.5 435.7 139.5 420 145.5 420 145.5 435.7
 200 435.7

Number of Bridge Coefficient Sets = 1

Low Flow Methods and Data

Energy
 Selected Low Flow Methods = Highest Energy Answer

High Flow Method

Energy Only

Additional Bridge Parameters

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

BRIDGE OUTPUT Profile #TR200

E.G. US. (m)	437.24	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	436.76	E.G. Elev (m)	437.20	437.04
Q Total (m3/s)	484.00	W.S. Elev (m)	436.39	436.60
Q Bridge (m3/s)	121.36	Crit W.S. (m)	436.62	436.60
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	6.05	6.36
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	3.55	2.71
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	136.34	178.56

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)	Fg. 63 di 69	Rev. 0

Weir Submerg		Froude # Chl	0.52	0.37
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	309.78	300.36
Min El Weir Flow (m)	435.70	Hydr Depth (m)	0.77	0.98
Min El Prs (m)	434.50	W.P. Total (m)	194.66	199.09
Delta EG (m)	0.44	Conv. Total (m3/s)	2443.6	3671.4
Delta WS (m)	2.36	Top Width (m)	177.68	181.84
BR Open Area (m2)	19.64	Frctn Loss (m)	0.01	
BR Open Vel (m/s)	6.18	C & E Loss (m)	0.03	
Coef of Q		Shear Total (N/m2)	269.47	152.86
Br Sel Method	Energy only	Power Total (N/m s)	0.00	0.00

CROSS SECTION

RIVER: Chienti

REACH: alveo RS: 39

INPUT

Description:

Station Elevation Data	num=	401						
Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev
0 437.43	.5 437.31	1 437.19	1.5 437.03	2 436.85				
2.5 436.65	3 436.43	3.5 436.2	4 436.02	4.5 435.89				
5 435.83	5.5 435.85	6 435.87	6.5 435.86	7 435.83				
7.5 435.81	8 435.79	8.5 435.79	9 435.79	9.5 435.79				
10 435.78	10.5 435.76	11 435.75	11.5 435.74	12 435.73				
12.5 435.71	13 435.7	13.5 435.68	14 435.71	14.5 435.72				
15 435.71	15.5 435.69	16 435.68	16.5 435.68	17 435.68				
17.5 435.68	18 435.68	18.5 435.69	19 435.67	19.5 435.63				
20 435.65	20.5 435.67	21 435.66	21.5 435.65	22 435.66				
22.5 435.67	23 435.66	23.5 435.65	24 435.65	24.5 435.64				
25 435.64	25.5 435.63	26 435.63	26.5 435.64	27 435.64				
27.5 435.62	28 435.6	28.5 435.59	29 435.6	29.5 435.6				
30 435.59	30.5 435.57	31 435.57	31.5 435.58	32 435.57				
32.5 435.55	33 435.56	33.5 435.56	34 435.56	34.5 435.54				
35 435.52	35.5 435.5	36 435.52	36.5 435.51	37 435.49				
37.5 435.5	38 435.5	38.5 435.48	39 435.47	39.5 435.45				
40 435.45	40.5 435.45	41 435.45	41.5 435.46	42 435.46				
42.5 435.44	43 435.43	43.5 435.43	44 435.44	44.5 435.44				
45 435.45	45.5 435.46	46 435.45	46.5 435.42	47 435.42				
47.5 435.46	48 435.45	48.5 435.41	49 435.41	49.5 435.41				
50 435.42	50.5 435.42	51 435.4	51.5 435.37	52 435.34				
52.5 435.33	53 435.32	53.5 435.28	54 435.24	54.5 435.18				
55 435.12	55.5 435.04	56 434.96	56.5 434.89	57 434.85				
57.5 434.82	58 434.82	58.5 434.81	59 434.81	59.5 434.77				
60 434.72	60.5 434.66	61 434.6	61.5 434.56	62 434.5				
62.5 434.48	63 434.45	63.5 434.43	64 434.42	64.5 434.39				
65 434.37	65.5 434.34	66 434.3	66.5 434.3	67 434.29				
67.5 434.27	68 434.24	68.5 434.22	69 434.19	69.5 434.18				
70 434.18	70.5 434.16	71 434.14	71.5 434.13	72 434.12				
72.5 434.06	73 434.03	73.5 434.03	74 434.03	74.5 434.03				
75 434.02	75.5 433.99	76 433.96	76.5 433.93	77 433.92				
77.5 433.91	78 433.9	78.5 433.9	79 433.91	79.5 433.9				
80 433.91	80.5 433.92	81 433.93	81.5 433.94	82 433.94				
82.5 433.94	83 433.94	83.5 433.95	84 433.98	84.5 434.04				
85 434.1	85.5 434.14	86 434.16	86.5 434.19	87 434.23				
87.5 434.25	88 434.25	88.5 434.28	89 434.26	89.5 434.24				
90 434.23	90.5 434.21	91 434.19	91.5 434.16	92 434.15				
92.5 434.17	93 434.19	93.5 434.19	94 434.19	94.5 434.2				
95 434.21	95.5 434.23	96 434.25	96.5 434.26	97 434.25				
97.5 434.26	98 434.25	98.5 434.24	99 434.23	99.5 434.24				
100 434.23	100.5 434.2	101 434.18	101.5 434.16	102 434.12				
102.5 434.07	103 434.03	103.5 433.99	104 433.94	104.5 433.89				
105 433.84	105.5 433.8	106 433.8	106.5 433.81	107 433.8				
107.5 433.77	108 433.75	108.5 433.76	109 433.77	109.5 433.76				
110 433.74	110.5 433.71	111 433.69	111.5 433.69	112 433.68				
112.5 433.66	113 433.65	113.5 433.65	114 433.62	114.5 433.57				
115 433.54	115.5 433.54	116 433.54	116.5 433.54	117 433.55				
117.5 433.55	118 433.56	118.5 433.58	119 433.6	119.5 433.61				
120 433.63	120.5 433.66	121 433.7	121.5 433.75	122 433.78				

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013	
	PROGETTO Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 64 di 69	Rev. 0

122.5	433.79	123	433.79	123.5	433.79	124	433.79	124.5	433.77
125	433.75	125.5	433.72	126	433.71	126.5	433.71	127	433.7
127.5	433.68	128	433.7	128.5	433.71	129	433.72	129.5	433.73
130	433.7	130.5	433.68	131	433.66	131.5	433.65	132	433.61
132.5	433.53	133	433.41	133.5	433.2	134	432.97	134.5	432.69
135	432.41	135.5	432.1	136	431.81	136.5	431.52	137	431.26
137.5	431.01	138	430.81	138.5	430.61	139	430.49	139.5	430.38
140	430.33	140.5	430.3	141	430.27	141.5	430.26	142	430.24
142.5	430.27	143	430.31	143.5	430.4	144	430.51	144.5	430.67
145	430.87	145.5	431.11	146	431.4	146.5	431.73	147	432.07
147.5	432.39	148	432.67	148.5	432.93	149	433.14	149.5	433.31
150	433.42	150.5	433.49	151	433.52	151.5	433.53	152	433.53
152.5	433.53	153	433.53	153.5	433.53	154	433.52	154.5	433.53
155	433.52	155.5	433.49	156	433.52	156.5	433.53	157	433.52
157.5	433.53	158	433.52	158.5	433.5	159	433.54	159.5	433.56
160	433.55	160.5	433.53	161	433.52	161.5	433.52	162	433.56
162.5	433.54	163	433.53	163.5	433.53	164	433.53	164.5	433.52
165	433.51	165.5	433.51	166	433.51	166.5	433.53	167	433.63
167.5	433.76	168	433.94	168.5	434.14	169	434.34	169.5	434.52
170	434.7	170.5	434.87	171	435.04	171.5	435.19	172	435.34
172.5	435.46	173	435.55	173.5	435.61	174	435.65	174.5	435.7
175	435.77	175.5	435.84	176	435.84	176.5	435.85	177	435.9
177.5	435.95	178	435.99	178.5	436.03	179	436.08	179.5	436.13
180	436.17	180.5	436.23	181	436.29	181.5	436.35	182	436.4
182.5	436.43	183	436.47	183.5	436.5	184	436.56	184.5	436.61
185	436.66	185.5	436.68	186	436.7	186.5	436.71	187	436.72
187.5	436.74	188	436.75	188.5	436.76	189	436.76	189.5	436.78
190	436.84	190.5	436.88	191	436.89	191.5	436.89	192	436.92
192.5	436.95	193	436.98	193.5	437	194	437.01	194.5	437.04
195	437.08	195.5	437.11	196	437.13	196.5	437.16	197	437.21
197.5	437.25	198	437.28	198.5	437.32	199	437.36	199.5	437.38
200	437.39								

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .05 130 .035 150 .05

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
130 150 16.04 16.04 16.04 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	436.80	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	2.40	Wt. n-Val.	0.050	0.035	0.050
W.S. Elev (m)	434.40	Reach Len. (m)	16.04	16.04	16.04
Crit W.S. (m)	435.14	Flow Area (m2)	29.16	52.28	15.81
E.G. Slope (m/m)	0.021266	Area (m2)	29.16	52.28	15.81
Q Total (m3/s)	484.00	Flow (m3/s)	49.45	394.23	40.33
Top Width (m)	104.88	Top Width (m)	65.71	20.00	19.17
Vel Total (m/s)	4.98	Avg. Vel. (m/s)	1.70	7.54	2.55
Max Chl Dpth (m)	4.16	Hydr. Depth (m)	0.44	2.61	0.82
Conv. Total (m3/s)	3319.0	Conv. (m3/s)	339.1	2703.4	276.5
Length Wtd. (m)	16.04	Wetted Per. (m)	65.78	21.47	19.33
Min Ch El (m)	430.24	Shear (N/m2)	92.45	507.76	170.54
Alpha	1.90	Stream Power (N/m s)	9575.58	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.04	Cum Volume (1000 m3)	1.90	4.75	2.51
C & E Loss (m)	0.20	Cum SA (1000 m2)	4.32	1.82	3.09

CROSS SECTION

RIVER: Chienti
REACH: alveo

RS: 30

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 401					
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev					
0 437.02 .5 436.93 1 436.82 1.5 436.68 2 436.53					
2.5 436.36 3 436.2 3.5 436.05 4 435.92 4.5 435.86					

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 65 di 69

5	435.86	5.5	435.9	6	435.92	6.5	435.9	7	435.91
7.5	435.93	8	435.92	8.5	435.9	9	435.88	9.5	435.89
10	435.9	10.5	435.88	11	435.87	11.5	435.87	12	435.86
12.5	435.85	13	435.84	13.5	435.81	14	435.8	14.5	435.79
15	435.79	15.5	435.79	16	435.78	16.5	435.77	17	435.78
17.5	435.8	18	435.79	18.5	435.75	19	435.75	19.5	435.75
20	435.74	20.5	435.76	21	435.76	21.5	435.73	22	435.74
22.5	435.73	23	435.7	23.5	435.71	24	435.7	24.5	435.7
25	435.72	25.5	435.72	26	435.71	26.5	435.7	27	435.7
27.5	435.71	28	435.74	28.5	435.77	29	435.8	29.5	435.8
30	435.8	30.5	435.79	31	435.78	31.5	435.77	32	435.76
32.5	435.75	33	435.74	33.5	435.74	34	435.74	34.5	435.75
35	435.75	35.5	435.75	36	435.75	36.5	435.75	37	435.75
37.5	435.75	38	435.75	38.5	435.74	39	435.73	39.5	435.72
40	435.71	40.5	435.7	41	435.7	41.5	435.7	42	435.7
42.5	435.7	43	435.68	43.5	435.67	44	435.67	44.5	435.67
45	435.69	45.5	435.68	46	435.67	46.5	435.65	47	435.65
47.5	435.67	48	435.66	48.5	435.63	49	435.63	49.5	435.64
50	435.62	50.5	435.6	51	435.63	51.5	435.64	52	435.63
52.5	435.63	53	435.63	53.5	435.63	54	435.63	54.5	435.63
55	435.63	55.5	435.63	56	435.63	56.5	435.62	57	435.6
57.5	435.59	58	435.6	58.5	435.61	59	435.61	59.5	435.62
60	435.65	60.5	435.64	61	435.61	61.5	435.63	62	435.63
62.5	435.6	63	435.59	63.5	435.58	64	435.58	64.5	435.58
65	435.57	65.5	435.56	66	435.56	66.5	435.55	67	435.54
67.5	435.53	68	435.53	68.5	435.52	69	435.47	69.5	435.38
70	435.21	70.5	434.96	71	434.69	71.5	434.42	72	434.2
72.5	434.06	73	434.01	73.5	434	74	434.01	74.5	434.05
75	434.07	75.5	434.08	76	434.07	76.5	434.02	77	434.02
77.5	434.02	78	434.02	78.5	434.03	79	434.07	79.5	434.11
80	434.12	80.5	434.12	81	434.07	81.5	434.01	82	433.94
82.5	433.85	83	433.92	83.5	433.98	84	433.99	84.5	434.01
85	433.99	85.5	433.97	86	433.96	86.5	433.96	87	433.97
87.5	433.99	88	433.95	88.5	433.93	89	433.9	89.5	433.87
90	433.88	90.5	433.88	91	433.89	91.5	433.88	92	433.86
92.5	433.84	93	433.84	93.5	433.85	94	433.82	94.5	433.79
95	433.78	95.5	433.78	96	433.79	96.5	433.78	97	433.78
97.5	433.77	98	433.74	98.5	433.73	99	433.74	99.5	433.74
100	433.75	100.5	433.76	101	433.76	101.5	433.73	102	433.7
102.5	433.69	103	433.69	103.5	433.68	104	433.69	104.5	433.69
105	433.69	105.5	433.7	106	433.69	106.5	433.69	107	433.7
107.5	433.72	108	433.72	108.5	433.71	109	433.74	109.5	433.81
110	433.86	110.5	433.88	111	433.85	111.5	433.84	112	433.84
112.5	433.83	113	433.82	113.5	433.81	114	433.81	114.5	433.78
115	433.73	115.5	433.7	116	433.71	116.5	433.71	117	433.71
117.5	433.71	118	433.73	118.5	433.75	119	433.76	119.5	433.74
120	433.73	120.5	433.74	121	433.76	121.5	433.76	122	433.73
122.5	433.73	123	433.75	123.5	433.74	124	433.7	124.5	433.72
125	433.75	125.5	433.75	126	433.74	126.5	433.73	127	433.72
127.5	433.73	128	433.76	128.5	433.74	129	433.73	129.5	433.75
130	433.76	130.5	433.74	131	433.71	131.5	433.73	132	433.76
132.5	433.73	133	433.7	133.5	433.71	134	433.71	134.5	433.7
135	433.7	135.5	433.71	136	433.72	136.5	433.72	137	433.73
137.5	433.74	138	433.71	138.5	433.7	139	433.71	139.5	433.72
140	433.7	140.5	433.63	141	433.49	141.5	433.3	142	433.04
142.5	432.75	143	432.41	143.5	432.05	144	431.67	144.5	431.29
145	430.92	145.5	430.57	146	430.27	146.5	430.01	147	429.83
147.5	429.72	148	429.71	148.5	429.74	149	429.83	149.5	429.96
150	430.19	150.5	430.48	151	430.88	151.5	431.29	152	431.7
152.5	432.09	153	432.44	153.5	432.72	154	432.92	154.5	433.04
155	433.07	155.5	433.07	156	433.06	156.5	433.06	157	433.05
157.5	433.05	158	433.06	158.5	433.06	159	433.06	159.5	433.07
160	433.07	160.5	433.05	161	433.05	161.5	433.06	162	433.05
162.5	433.04	163	433.03	163.5	433.08	164	433.2	164.5	433.42
165	433.71	165.5	434.01	166	434.26	166.5	434.44	167	434.54
167.5	434.57	168	434.57	168.5	434.57	169	434.57	169.5	434.56
170	434.56	170.5	434.56	171	434.57	171.5	434.59	172	434.6
172.5	434.62	173	434.71	173.5	434.86	174	435.06	174.5	435.28
175	435.5	175.5	435.71	176	435.85	176.5	435.95	177	435.99
177.5	436.01	178	436.05	178.5	436.1	179	436.13	179.5	436.15
180	436.17	180.5	436.22	181	436.25	181.5	436.28	182	436.32

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 66 di 69

182.5	436.36	183	436.41	183.5	436.46	184	436.51	184.5	436.58
185	436.66	185.5	436.75	186	436.8	186.5	436.84	187	436.84
187.5	436.8	188	436.9	188.5	436.76	189	436.76	189.5	436.72
190	436.67	190.5	436.76	191	436.84	191.5	436.9	192	436.95
192.5	436.97	193	437.01	193.5	437.05	194	437.08	194.5	437.11
195	437.14	195.5	437.18	196	437.23	196.5	437.25	197	437.26
197.5	437.29	198	437.33	198.5	437.34	199	437.37	199.5	437.41
200.28	437.45								

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .05 140 .035 155 .05

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
140 155 27.74 27.74 27.74 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	436.29	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.62	Wt. n-Val.	0.050	0.035	0.050
W.S. Elev (m)	434.67	Reach Len. (m)	27.74	27.74	27.74
Crit W.S. (m)	435.19	Flow Area (m2)	58.15	47.39	17.17
E.G. Slope (m/m)	0.014333	Area (m2)	58.15	47.39	17.17
Q Total (m3/s)	484.00	Flow (m3/s)	124.00	320.31	39.69
Top Width (m)	101.74	Top Width (m)	68.96	15.00	17.78
Vel Total (m/s)	3.94	Avg. Vel. (m/s)	2.13	6.76	2.31
Max Chl Dpth (m)	4.96	Hydr. Depth (m)	0.84	3.16	0.97
Conv. Total (m3/s)	4042.8	Conv. (m3/s)	1035.8	2675.5	331.5
Length Wtd. (m)	27.74	Wetted Per. (m)	69.17	17.06	18.11
Min Ch El (m)	429.71	Shear (N/m2)	118.15	390.45	133.28
Alpha	2.05	Stream Power (N/m s)	9588.99	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.28	Cum Volume (1000 m3)	1.20	3.96	2.24
C & E Loss (m)	0.23	Cum SA (1000 m2)	3.24	1.54	2.79

CROSS SECTION

RIVER: Chienti
REACH: alveo RS: 20

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 388

Sta	Elev								
0	437.15	.5	437.05	1	436.91	1.5	436.76	2	436.59
2.5	436.43	3	436.28	3.5	436.16	4	436.07	4.5	436
5	435.95	5.5	435.91	6	435.88	6.5	435.88	7	435.9
7.5	435.91	8	435.91	8.5	435.88	9	435.86	9.5	435.87
10	435.88	10.5	435.87	11	435.87	11.5	435.86	12	435.82
12.5	435.82	13	435.81	13.5	435.79	14	435.79	14.5	435.79
15	435.78	15.5	435.77	16	435.77	16.5	435.77	17	435.77
17.5	435.75	18	435.73	18.5	435.73	19	435.73	19.5	435.73
20	435.74	20.5	435.73	21	435.72	21.5	435.74	22	435.76
22.5	435.74	23	435.72	23.5	435.72	24	435.74	24.5	435.73
25	435.72	25.5	435.72	26	435.73	26.5	435.74	27	435.75
27.5	435.74	28	435.74	28.5	435.74	29	435.74	29.5	435.73
30	435.73	30.5	435.73	31	435.73	31.5	435.74	32	435.74
32.5	435.74	33	435.74	33.5	435.74	34	435.74	34.5	435.74
35	435.75	35.5	435.75	36	435.75	36.5	435.75	37	435.74
37.5	435.74	38	435.74	38.5	435.74	39	435.74	39.5	435.74
40	435.74	40.5	435.74	41	435.74	41.5	435.74	42	435.74
42.5	435.74	43	435.74	43.5	435.75	44	435.75	44.5	435.75
45	435.75	45.5	435.75	46	435.75	46.5	435.76	47	435.76
47.5	435.76	48	435.76	48.5	435.77	49	435.77	49.5	435.77
50	435.77	50.5	435.77	51	435.77	51.5	435.77	52	435.77
52.5	435.77	53	435.77	53.5	435.76	54	435.76	54.5	435.75
55	435.75	55.5	435.74	56	435.74	56.5	435.74	57	435.74
57.5	435.74	58	435.74	58.5	435.74	59	435.74	59.5	435.73
60	435.72	60.5	435.71	61	435.7	61.5	435.69	62	435.67
62.5	435.65	63	435.63	63.5	435.6	64	435.6	64.5	435.6

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ	Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013
	PROGETTO	Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Rev. 0
			Fg. 67 di 69	

65	435.61	65.5	435.62	66	435.61	66.5	435.6	67	435.59
67.5	435.57	68	435.53	68.5	435.48	69	435.37	69.5	435.23
70	435	70.5	434.72	71	434.42	71.5	434.2	72	434.04
72.5	433.99	73	433.98	73.5	434	74	434.02	74.5	434.03
75	434.02	75.5	434.02	76	434.03	76.5	434.01	77	433.98
77.5	433.96	78	433.95	78.5	433.95	79	433.92	79.5	433.9
80	433.9	80.5	433.89	81	433.88	81.5	433.89	82	433.9
82.5	433.92	83	433.92	83.5	433.93	84	433.93	84.5	433.94
85	433.93	85.5	433.93	86	433.92	86.5	433.92	87	433.91
87.5	433.9	88	433.9	88.5	433.89	89	433.88	89.5	433.88
90	433.87	90.5	433.86	91	433.86	91.5	433.85	92	433.84
92.5	433.84	93	433.83	93.5	433.83	94	433.82	94.5	433.82
95	433.81	95.5	433.81	96	433.81	96.5	433.8	97	433.8
97.5	433.8	98	433.79	98.5	433.79	99	433.79	99.5	433.79
100	433.79	100.5	433.79	101	433.8	101.5	433.81	102	433.81
102.5	433.82	103	433.83	103.5	433.84	104	433.84	104.5	433.85
105	433.86	105.5	433.86	106	433.86	106.5	433.87	107	433.87
107.5	433.87	108	433.88	108.5	433.88	109	433.88	109.5	433.88
110	433.88	110.5	433.88	111	433.88	111.5	433.89	112	433.89
112.5	433.89	113	433.89	113.5	433.89	114	433.89	114.5	433.88
115	433.88	115.5	433.88	116	433.88	116.5	433.88	117	433.88
117.5	433.88	118	433.88	118.5	433.88	119	433.89	119.5	433.89
120	433.89	120.5	433.89	121	433.9	121.5	433.9	122	433.89
122.5	433.88	123	433.87	123.5	433.85	124	433.82	124.5	433.8
125	433.79	125.5	433.79	126	433.79	126.5	433.78	127	433.77
127.5	433.81	128	433.8	128.5	433.77	129	433.78	129.5	433.79
130	433.76	130.5	433.66	131	433.51	131.5	433.28	132	433.02
132.5	432.73	133	432.41	133.5	432.09	134	431.76	134.5	431.42
135	431.08	135.5	430.74	136	430.41	136.5	430.09	137	429.81
137.5	429.55	138	429.37	138.5	429.24	139	429.21	139.5	429.23
140	429.32	140.5	429.47	141	429.66	141.5	429.87	142	430.13
142.5	430.42	143	430.71	143.5	430.98	144	431.23	144.5	431.41
145	431.55	145.5	431.65	146	431.7	146.5	431.74	147	431.78
147.5	431.83	148	431.87	148.5	431.9	149	431.93	149.5	431.98
150	432.04	150.5	432.09	151	432.15	151.5	432.2	152	432.24
152.5	432.29	153	432.34	153.5	432.41	154	432.46	154.5	432.51
155	432.57	155.5	432.64	156	432.72	156.5	432.77	157	432.82
157.5	432.89	158	432.97	158.5	433.09	159	433.23	159.5	433.35
160	433.43	160.5	433.45	161	433.43	161.5	433.41	162	433.4
162.5	433.42	163	433.44	163.5	433.43	163.8	433.45	164.5	433.45
165.2	433.46	165.9	433.54	166.6	433.67	167.3	433.85	168	434
168.7	433.99	169.4	433.92	170.1	433.83	170.8	433.76	171.5	433.69
172.2	433.63	172.9	433.58	173.6	433.55	174.3	433.52	175	433.49
175.7	433.46	176.4	433.43	177.1	433.41	177.8	433.4	178.5	433.39
179.2	433.39	179.9	433.39	180.6	433.4	181.3	433.4	182	433.42
182.7	433.43	183.4	433.44	184.1	433.45	184.8	433.46	185.5	433.47
186.2	433.48	186.9	433.49	187.6	433.49	188.3	433.5	189	433.5
189.7	433.52	190.4	433.55	191.1	433.6	191.8	433.68	192.5	433.76
193.2	433.85	193.9	433.92	194.6	433.95	195.3	433.95	196	433.92
196.7	433.96	197.4	434.09	198.1	434.32	198.8	434.53	199.5	434.72
200.2	434.88	200.9	435.03	201.6	435.19	202.3	435.36	203	435.58
203.7	435.8	204.4	436.02	205	436.2				

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .05 129.5 .035 160 .05

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
129.5 160 40.79 40.79 40.79 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	435.86	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.79	Wt. n-Val.	0.050	0.035	0.050
W.S. Elev (m)	434.07	Reach Len. (m)	40.79	40.79	40.79
Crit W.S. (m)	434.66	Flow Area (m ²)	11.14	72.64	17.93
E.G. Slope (m/m)	0.015777	Area (m ²)	11.14	72.64	17.93
Q Total (m ³ /s)	484.00	Flow (m ³ /s)	9.36	447.06	27.58
Top Width (m)	125.37	Top Width (m)	57.59	30.50	37.28
Vel Total (m/s)	4.76	Avg. Vel. (m/s)	0.84	6.15	1.54
Max Chl Dpth (m)	4.86	Hydr. Depth (m)	0.19	2.38	0.48

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023087
	LOCALITÀ Regione Marche e Umbria		LA-E- 80013	
	PROGETTO Rifacimento Met. Recanati – Foligno (Fraz. Colfiorito)		Fg. 69 di 69	Rev. 0

132.5	429.32	133	429.54	133.5	429.79	134	430.05	134.5	430.31
135	430.56	135.5	430.81	136	431.01	136.5	431.17	137	431.28
137.5	431.3	138	431.3	138.5	431.32	139	431.39	139.5	431.41
140	431.43	140.5	431.45	141	431.5	141.5	431.53	142	431.55
142.5	431.57	143	431.6	143.5	431.63	144	431.64	144.5	431.66
145	431.69	145.5	431.71	146	431.72	146.5	431.73	147	431.75
147.5	431.77	148	431.77	148.5	431.76	149	431.74	149.5	431.75
150	431.76	150.5	431.79	151	431.83	151.5	431.86	152	431.89
152.5	431.91	153	431.95	153.5	431.98	154	432	154.5	431.94
155	431.95	155.5	431.99	156	432.01	156.5	432.02	157	432.05
157.5	432.08	158	432.1	158.5	432.11	159	432.13	159.5	432.21
160	432.26	160.5	432.27	161	432.24	161.5	432.23	162	432.22
162.5	432.21	163	432.2	163.5	432.18	164	432.19	164.5	432.23
165	432.28	165.5	432.32	166	432.34	166.5	432.33	167	432.33
167.5	432.37	168	432.43	168.5	432.44	169	432.44	169.5	432.43
170	432.43	170.5	432.43	171	432.43	171.5	432.45	172	432.46
172.5	432.48	173	432.5	173.5	432.53	174	432.56	174.5	432.59
175	432.62	175.5	432.66	176	432.69	176.5	432.72	177	432.76
177.5	432.79	178	432.82	178.5	432.84	179	432.85	179.5	432.86
180	432.85	180.5	432.85	181	432.87	181.5	432.86	182	432.84
182.5	432.82	183	432.83	183.5	432.82	184	432.82	184.5	432.8
185	432.78	185.5	432.77	186	432.74	186.5	432.71	187	432.72
187.5	432.72	188	432.69	188.5	432.69	189	432.68	189.5	432.66
190	432.68	190.5	432.67	191	432.66	191.5	432.7	192	432.74
192.5	432.77	193	432.79	193.5	432.83	194	432.85	194.5	432.82
195	432.81	195.5	432.82	196	432.85	196.5	432.89	197	432.96
197.5	433.05	198	433.15	198.5	433.27	199	433.4	199.5	433.53
200	433.66	200.5	433.78	201	433.89	201.5	434	202	434.08
202.5	434.16	203	434.23	203.5	434.28	204	434.33	204.5	434.37
205	434.41	205.5	434.42	206	434.42	206.5	434.39	207	434.35
207.5	434.32	208	434.29	208.5	434.27	209	434.28	209.5	434.29
210	434.27	210.5	434.27	211	434.32	211.5	434.43	212	434.54
212.5	434.64	213	434.73	213.5	434.81	214	434.9	214.5	434.99
215	435.09								

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .05 120.5 .035 137 .05

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
120.5 137 0 0 0 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	435.14	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.72	Wt. n-Val.	0.050	0.035	0.050
W.S. Elev (m)	433.41	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	433.94	Flow Area (m2)	0.78	39.67	68.28
E.G. Slope (m/m)	0.018742	Area (m2)	0.78	39.67	68.28
Q Total (m3/s)	484.00	Flow (m3/s)	0.36	284.70	198.94
Top Width (m)	91.21	Top Width (m)	14.98	14.18	62.05
Vel Total (m/s)	4.45	Avg. Vel. (m/s)	0.46	7.18	2.91
Max Chl Dpth (m)	4.47	Hydr. Depth (m)	0.05	2.80	1.10
Conv. Total (m3/s)	3535.4	Conv. (m3/s)	2.6	2079.6	1453.1
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)	15.00	15.96	62.19
Min Ch El (m)	428.94	Shear (N/m2)	9.60	456.87	201.76
Alpha	1.71	Stream Power (N/m s)	10293.75	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.70	Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)			