

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83072
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 1 di 77

**Rifacimento metanodotto Ravenna – Chieti**  
**Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto**  
**DN 650 (26"), DP 75 bar**  
**ed opere connesse**

**Attraversamento in subalveo del FIUME CHIEN TI**

**RELAZIONE TECNICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA**

• **SAIPEM SPA**  
 Il Progettista  
 Dott. Ing. A. PARLATO iscritto all'ordine  
 degli ingegneri della Provincia di Avellino al n. 2095  
 Tel. 0721.16826841 - Fax 0721.1682019  
 C.F. e P. IVA 00825790157

0	Emissione		Caccavo	Caffarelli	Sciosci Ott '18
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 2 di 77

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>4</b>
1.1	Oggetto della relazione	4
1.2	Scopo e descrizione dell'elaborato	4
1.3	Elaborato grafico di progetto	5
1.4	Definizioni	5
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE IDROGRAFICA DELL'AMBITO IN ESAME</b>	<b>9</b>
3.1	Assetto idrografico e descrizione generale del bacino del corso d'acqua	9
3.2	Descrizione dell'area d'intervento	11
<b>4</b>	<b>VALUTAZIONI IDROLOGICHE</b>	<b>13</b>
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	Portata di progetto	17
4.6	Validazione dei risultati	17
<b>5</b>	<b>STUDIO IDRAULICO IN MOTO PERMANENTE</b>	<b>21</b>
5.1	Presupposti e limiti dello studio	21
5.2	Assetto geometrico e modellazione dell'alveo	22
5.3	Risultati della simulazione idraulica	24
5.4	Analisi dei risultati conseguiti	29
<b>6</b>	<b>VALUTAZIONE EROSIONI DI FONDO ALVEO</b>	<b>30</b>
6.1	Generalità	30
6.2	Criteri di calcolo	31
6.3	Stima dei massimi approfondimenti attesi	33
6.4	Considerazione sui risultati conseguiti	34
<b>7</b>	<b>METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI</b>	<b>35</b>
7.1	Metodologia costruttiva: Microtunnelling	35
7.2	Configurazione geometrica di progetto	35
<b>8</b>	<b>DESCRIZIONE DELLA TECNICA COSTRUTTIVA DEL MICROTUNNEL</b>	<b>37</b>
8.1	Generalità	37

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 3 di 77

8.2	Requisiti generali del sistema costruttivo	37
8.3	Fasi Operative	39
8.4	Considerazioni sulla stabilità per filtrazione in sub-alveo	42
<b>9</b>	<b>VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA</b>	<b>44</b>
9.1	Premessa	44
9.2	Interferenze nell'ambito specifico di attraversamento	45
9.3	Analisi dei criteri di compatibilità idraulica	46
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>48</b>
	<b>APPENDICE 1: STUDIO IDRAULICO - METODOLOGIA DI CALCOLO</b>	<b>49</b>
	<b>APPENDICE 2: STUDIO IDRAULICO - REPORT PROGRAMMA HEC RAS</b>	<b>54</b>
	<b>ANNESSO:</b>	
•	<b>Elaborato grafico di progetto: LB-3C-83401</b>	

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83072	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 4 di 77	Rev. 0

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 Oggetto della relazione

La Snam Rete Gas, nell'ambito del progetto denominato *"Rifacimento metanodotto Ravenna - Chieti, tratto Recanati – San Benedetto del T., DN 650 (26") - DP 75 bar"*, intende realizzare un metanodotto che si sviluppa nell'ambito dei territori delle Marche e dell'Abruzzo, in sostituzione di un tratto di metanodotto in esercizio ed in fase di dismissione.

La suddetta linea in progetto interseca l'alveo del fiume Chienti nel tratto basso dello sviluppo del corso d'acqua, in un ambito di confine tra i territori di Civitanova e di Sant'Elpidio a Mare.

In corrispondenza del sopracitato attraversamento fluviale, il tracciato del metanodotto in progetto interferisce con delle aree censite di pericolosità idraulica (aree inondabili) ai sensi del Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) redatto dall'ex Autorità di Bacino Regionale delle Marche.

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 analizzare le condizioni di compatibilità idraulica del metanodotto in progetto nell'ambito specifico d'interferenza con le aree di pericolosità idraulica.

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

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

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

- Inquadramento territoriale dell'area d'attraversamento in modo da consentire di individuare in maniera univoca il tratto del corso d'acqua interessato dall'interferenza con l'infrastruttura lineare in progetto;
- Caratterizzazione idrografica del corso d'acqua e descrizione dell'ambito di attraversamento;
- Studio idrologico al fine di stimare le portate al colmo di piena di progetto in corrispondenza della sezione di studio (coincidente con quella dell'attraversamento in esame);
- Studio idraulico, volto ad individuare i parametri caratteristici di deflusso idrico ed i fenomeni associati alla dinamica fluviale locale in corrispondenza dell'ambito di

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 5 di 77

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 Elaborato grafico di progetto

Il progetto dell'attraversamento, 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:

- **LB-3C-83401**  
*Microtunnel S.S. n.77 - Fiume Chienti*

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

### 1.4 Definizioni

#### Metanodotto

Accezione convenzionale associata ad una specifica tipologia di gasdotto, che identifica una condotta di considerevole importanza per il trasporto del gas tra due punti di riferimento. È designato con i nomi dei comuni o delle località dove l'opera ha origine e fine, e in relazione alla finalità del trasporto.

#### Linea o Condotta

Insieme di tubi, curve, raccordi, valvole ed altri pezzi speciali, uniti tra loro per il trasporto del gas; a sviluppo interrato ma comprensiva di parti fuori terra.

#### Tubazione

Insieme di tubi, uniti tra loro, comprese le curve ottenute mediante formatura a freddo.

#### Diametro nominale (DN)

Indicazione convenzionale, che serve quale riferimento univoco per individuare la grandezza dei tubi e dei diversi elementi accoppiabili. Si indica con DN seguito dal numero, che ne esprime la grandezza in millimetri o pollici ("inches").

#### Trincea

Scavo a cielo aperto, con definita sezione geometrica, finalizzata alla collocazione interrata della tubazione.

#### Trenchless

Tecnologie per lo scavo del terreno, finalizzate alla posa della condotta in sotterraneo, alternative alla trincea (microtunnel, gallerie, trivellazioni sub-verticali realizzate con "Raise borer", trivellazioni orizzontali controllate – T.O.C., ecc.).

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 6 di 77

### Profondità d'interramento o Copertura della tubazione

Distanza compresa tra la generatrice superiore esterna della tubazione o del relativo manufatto di protezione, ove presente, e la superficie del terreno (piano campagna o fondo alveo).

### Copertura minima

Valore minimo della profondità di interramento della tubazione, che vien stabilito in ciascun tratto della linea caratterizzato dalle medesime condizioni generali di esecuzione.

### Pista di lavoro

Fascia di territorio, resa disponibile lungo l'asse del tracciato, predisposta per il transito dei normali mezzi di cantiere e per l'esecuzione delle fasi di scavo e di montaggio della condotta, entro la quale devono essere contenuti tutti i lavori di costruzione e posa.

### Alveo

Sede del libero deflusso delle acque, delimitato da cigli di sponda e/o da pareti interne di tratti arginati. Comprende le aree morfologicamente appartenenti al corso d'acqua, in quanto sedimi storicamente interessati dal deflusso o attualmente interessati da andamento pluricursale e da naturali divagazioni delle correnti, e le aree manifestamente soggette alle dinamiche evolutive del corso d'acqua. La sua delimitazione è, di norma, individuata graficamente dalle Autorità aventi competenza sui corpi idrici o da strumenti di pianificazione.

### Opere di ripristino

Opere di sistemazione e di recupero ambientale delle aree attraversate dal metanodotto; possono essere correlate e contestuali a lavori di consolidamento e stabilizzazione dei terreni o di regimazione e difesa idraulica della condotta, tra cui: sistemazioni arginali; ripristino di strade e servizi interferiti dal tracciato; ripristini morfologici; ripristini vegetazionali.



	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>	
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 8 di 77	<b>Rev.</b> 0

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico di maggior dettaglio (CTR in scala 1:10.000), dal quale si può individuare il tracciato del metanodotto in progetto (linea in rosso), il metanodotto in esercizio da dismettere (linea in verde), gli altri metanodotti in esercizio (linee in blu) e l'ambito di attraversamento dell'alveo del corso d'acqua in esame (cerchio in blu).

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

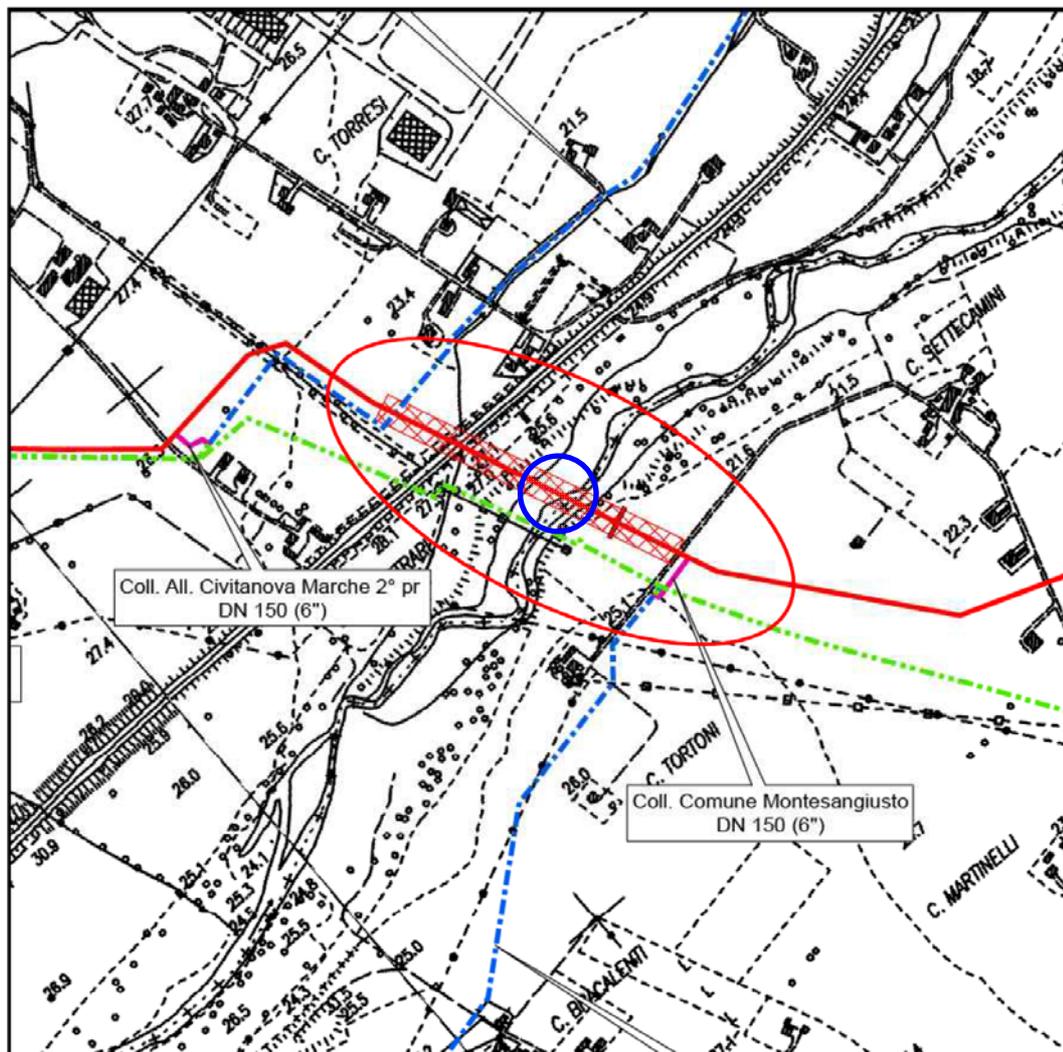


Fig.2.1/B: Stralcio planimetrico in scala 1:10.000 (C.T.R. Regionali)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 9 di 77

### 3 CARATTERIZZAZIONE IDROGRAFICA 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.

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). 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 magenta), con indicazione del reticolo idrografico principale e dell'ambito di attraversamento in esame (*figura estrapolata dagli elaborati del Piano di Tutela delle Acque - Regione Marche*).



	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 11 di 77	<b>Rev.</b> 0

### 3.2 Descrizione dell'area d'intervento

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

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

L'alveo si presenta ampio circa 60 m, con sponde mediamente acclivi che si elevano per circa 4+5 m e risultano interessate da una vegetazione ripariale di tipo arbustivo ed arboreo.

I sedimenti presenti in alveo sono rappresentati da ghiaie e da ciottoli arrotondati di dimensioni significative, in matrice sabbiosa. In prossimità dell'area d'attraversamento, soprattutto a valle, si rileva la presenza di alcune erosioni spondali localizzate, anche se nel complesso la configurazione d'alveo appare sostanzialmente stabile. L'analisi del basamento di fondazione delle strutture di sostegno dell'attraversamento aereo della condotta presente in prossimità dell'area in esame, lascia presupporre una certa tendenza evolutiva ad un approfondimento generalizzato del fondo alveo.

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

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



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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 12 di 77

Nella figura seguente è inoltre riportata una foto relativa all'ambito d'attraversamento in esame del corso d'acqua (foto scattata dalla sponda destra del corso d'acqua). La linea indicata in rosso rappresenta la posizione del tracciato del metanodotto in progetto. La stessa linea è stata riportata tratteggiata per indicare che l'attraversamento verrà eseguito mediante l'impiego di tecniche in trenchless e pertanto senza interferire in alcun modo con la configurazione d'alveo esistente.



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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 13 di 77

## 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 validazione, si riportano inoltre alcuni risultati di ulteriori studi idrologici eseguiti lungo l'asta del corso d'acqua in esame.

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

Si assume come sezione di studio quella di attraversamento da parte della linea in progetto, la quale ricade nel tratto terminale dello sviluppo del corso d'acqua (a circa 6.5 km dalla foce nel Mar Adriatico).

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico, ricavato dalle tavolette IGM, con la delimitazione del bacino sotteso dalla sezione di studio e con indicazione dell'asta principale del corso d'acqua. Nella stessa figura il tracciato di progetto è indicato mediante una linea di colore rosso.



PROGETTISTA



UNITÀ  
000

COMMESSA  
023081

LOCALITÀ

Regione Marche

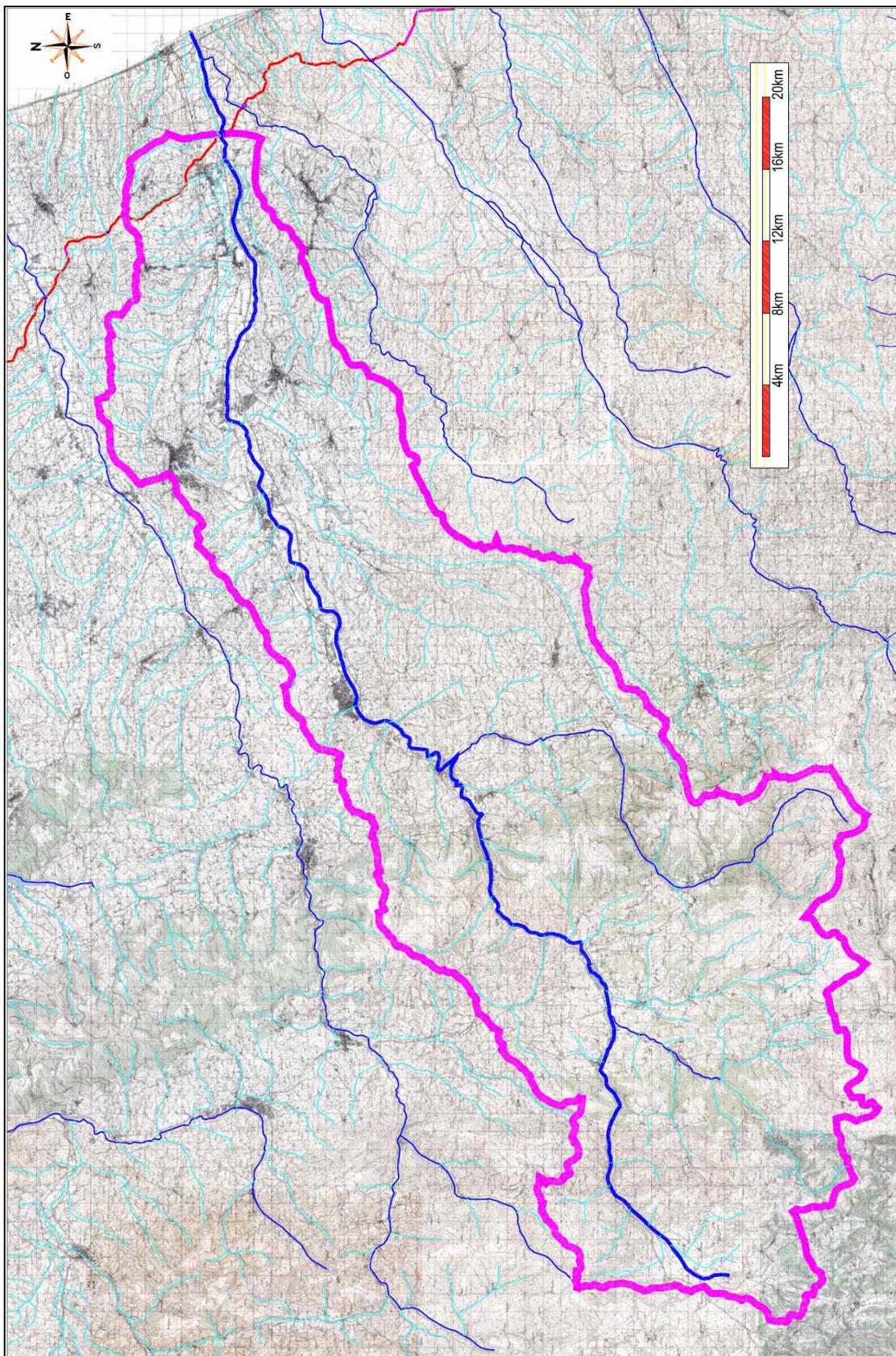
**SPC. LA-E-83072**

PROGETTO

Rif. met. Ravenna – Chieti  
Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto

Fg. 14 di 77

Rev.  
0



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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83072	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 15 di 77	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)
Fiume Chienti / Sez. di studio	1061	92	1571	18

#### 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,

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 16 di 77

visualizzabili con qualunque software GIS.

In sintesi sono stati forniti i seguenti allegati:

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

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

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

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

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

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

#### 4.4.4 Risultati riferiti al caso specifico

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

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

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

Corso d'acqua / Sezione Studio	Coord. Geografiche WGS84-EPGS4326 Latitudine / Longitudine	Superficie Bacino (kmq)	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=50anni)	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=100anni)	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=200anni)	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=500anni)
Fiume Chienti / Sez. di studio	43.278 ° / 13.673	1061	944	1074	1366	1534

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 17 di 77

#### 4.5 Portata di progetto

Si adotta come portata di progetto quella valutata con il "Metodo di Regionalizzazione" 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.4.5/A: Portata di progetto - tabella riepilogativa*

		Sup. Bacino	Qprogetto	qmax
Sezione Idrologica		(kmq)	(mc/s)	(mc/s×kmq)
F.Chienti	Sez. di studio	1061	<b>1366</b>	1.29

#### 4.6 Validazione dei risultati

Come ulteriore elemento di validazione delle valutazioni idrologiche di riferimento per lo specifico elaborato, qui di seguito si riportano sinteticamente i risultati delle valutazioni idrologiche eseguite lungo l'asta fluviale del corso d'acqua nell'ambito di uno studio redatto dall'Università di Camerino per conto del Consorzio di Bonifica delle Marche.

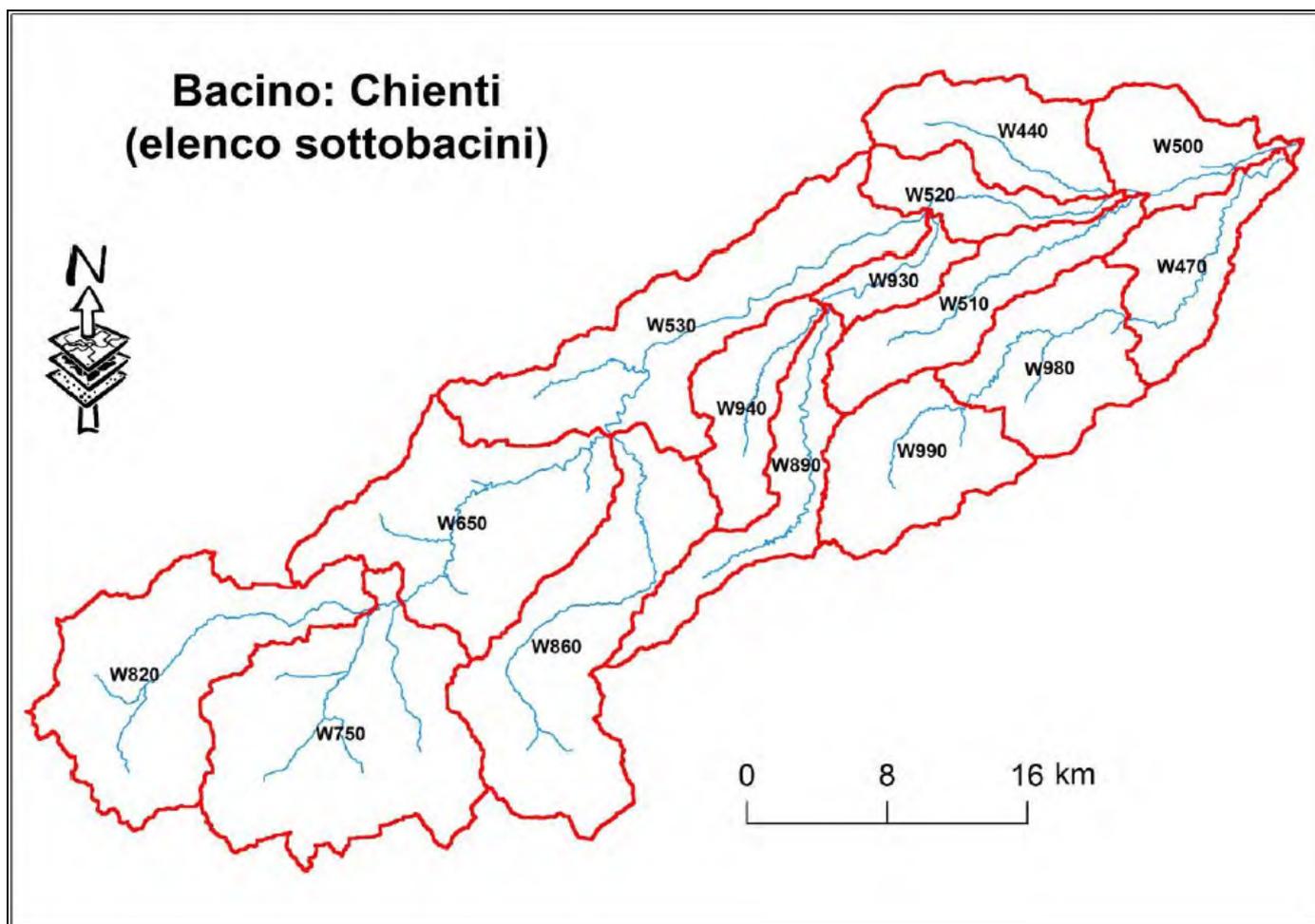
Lo studio risulta disponibile on line presso il link <https://www.bonificamarche.it/i-nostri-programmi/studio-per-la-mitigazione-del-rischio-idrogeologico/>

Le valutazioni idrologiche sono state eseguite in considerazione di n.2 differenti metodi per le valutazioni idrologiche, ossia:

- Metodo dell'SNC-CN sia per la stima della pioggia netta che per la trasformazione afflussi-deflussi implementato attraverso il software HEC-HMS;
- Metodo Razionale;

Nel caso del corso d'acqua in esame sono stati considerati vari sottobacini, secondo lo schema riportato nella figura seguente:

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 18 di 77



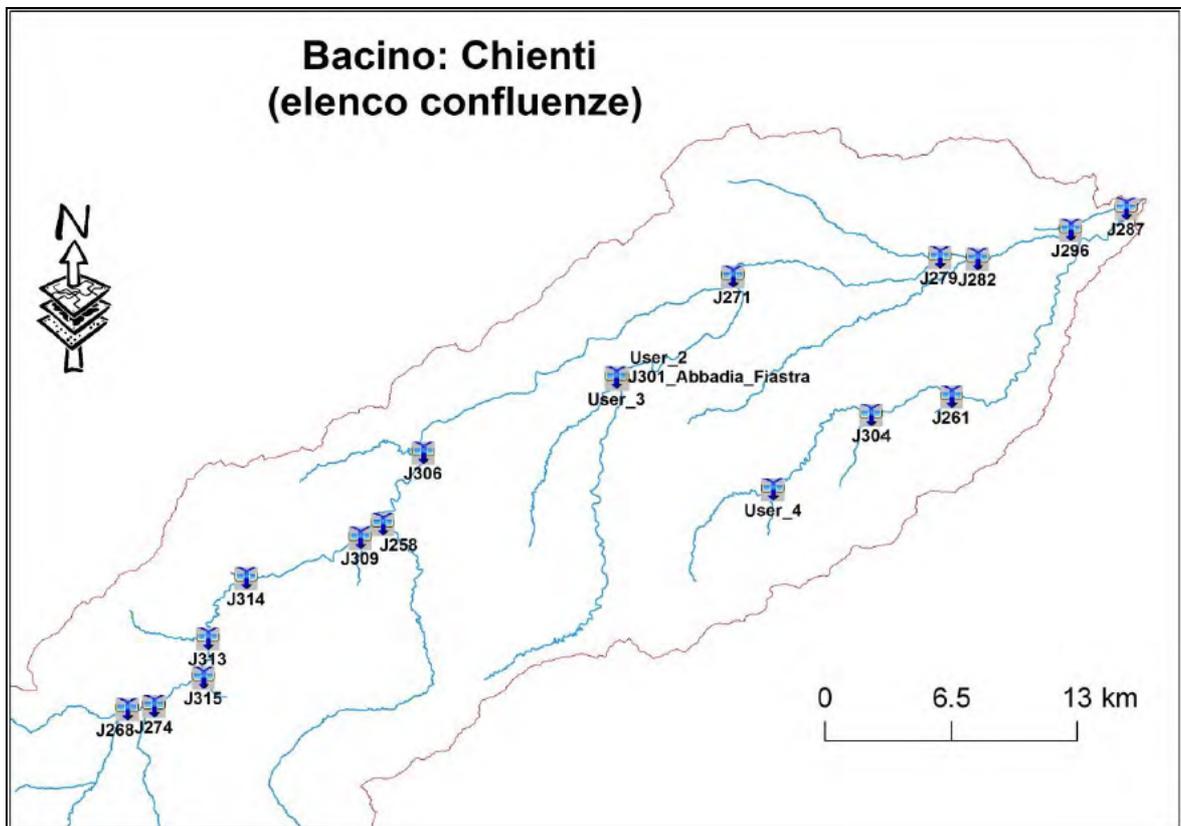
*Fig.4.6/A: Studio Università di Camerino - Indicazione dei sottobacini*

Pertanto, sviluppando le elaborazioni idrologiche in considerazione dei parametri morfometrici rappresentativi dei bacini, è stato possibile procedere alla valutazione delle portate di piena riferite a vari tempi di ritorno.

Nella figura seguente è riportato un particolare delle confluenze utilizzate per la modellazione idrologica.

L'ambito in esame ricade immediatamente a valle della junction J282.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 19 di 77



*Fig.4.6/B: Indicazioni delle confluenze di studio nel corso d'acqua*

Nella tabella seguente sono riportati i risultati delle elaborazioni idrologiche nelle varie confluenze e riferite ad un tempo di ritorno di 50 anni.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83072
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 20 di 77

Tab..4.6/A: Portate  $T_r=50$  anni, nelle confluenze principali

Subbasin	$Q_{\max 50}$ Giandotti (Rational method) ( $m^3/s$ )	$Q_{\max 50}$ HEC_HMS (calib) ( $m^3/s$ )	Junction	$Q_{\max 50}$ (HEC-HMS) (calib) ( $m^3/s$ )
W440	43.95	58.7	J258	418.9
W470	51.26	90.9	J261	142.1
W500	48.07	62.5	J268	80.6
W510	50.67	55.7	J271	485.7
W520	28.17	37.0	J274	186.1
W530	91.71	76.8	J279	488.8
W650	93.22	55.6	J282	491.9
W750	131.50	99.7	J287	495.6
W820	103.82	59.3	J296	491.3
W860	163.68	114.8	J301	73.8
W890	58.31	40.0	J304	69.8
W930	20.28	23.6	J306	418.5
W940	50.77	41.2	J309	185.5
W980	57.43	97.1	J311	185.7
W990	78.96	79.7	J313	185.8
			J315	186.1
			foce Chienti	496.9

Esaminando la tabella precedente, si evince che in corrispondenza della J282 è stata valutata una portata riferita ad un tempo di ritorno di 50 anni pari 494.9 mc/s.

Dall'analisi di raffronto con il valore di portata riferito a  $TR=50$  anni valutato con il metodo della "Regionalizzazione" (Tab.4.4/A, 4<sup>a</sup> colonna), si evince che l'impiego di quest'ultimo metodo determina valutazioni molto più elevate delle portate al colmo di piena, nei confronti degli altri due metodi di elaborazione idrologica considerati nello studio dell'Università di Camerino.

Pertanto la scelta di considerare nel presente elaborato come portate di riferimento nell'ambito di studio, quelle derivanti dal metodo della Regionalizzazione può essere ritenuta conservativa.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83072
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 21 di 77

## 5 STUDIO IDRAULICO IN MOTO PERMANENTE

### 5.1 Presupposti e limiti dello studio

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

Lo studio è finalizzato alle seguenti determinazioni:

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

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

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

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

I criteri ed i modelli di calcolo utilizzati per le verifiche idrauliche in moto permanente derivano dall'applicazione del software HEC-RAS<sup>1</sup>, nella versione 4.1.0, e descritti nei documenti "RAS Hydraulic reference manual", "RAS user's manual", "RAS applications guide".

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 22 di 77

## 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 1,35 km.

I dati geometrici di base derivano da un rilievo topografico effettuato tramite volo Lidar (appositamente eseguito per la progettazione del metanodotto in esame), che ha consentito la definizione di dettaglio delle caratteristiche geometriche dell'alveo e delle sponde lungo lo sviluppo del tronco d'alveo oggetto di analisi.

La configurazione d'alveo così individuata risulta pertinente sia alla attuale configurazione idraulica del corso d'acqua, che a quella di fine lavori. Ciò in quanto, con i lavori di costruzione del metanodotto, non verranno apportate al corso d'acqua alterazioni apprezzabili tali da modificarne il deflusso della corrente.

Entrando nello specifico, nella figura seguente è riportato uno stralcio di una foto aerea (estratta da Google Earth), nel quale le sezioni trasversali utilizzate per il calcolo idraulico sono indicate in magenta, mentre il tracciato di linea in progetto è indicato colore in rosso. La sezione Sez.1 (RS50) coincide con la sezione di monte del tronco idraulico; la sezione Sez.5 (RS10) rappresenta la sezione idraulica di valle.



Fig.5.2/A: Foto aerea del tronco d'alveo analizzato e sezioni iniziali di input

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 23 di 77

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
RS50	Sez.1	0.00	306.07	Sezione di monte
RS40	Sez.2	306.07	311.99	
RS30	Sez.3	618.06	379.81	
RS20	Sez.4	997.87	331.87	
RS10	Sez.5	1329.74	0.00	Sezione di valle

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

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

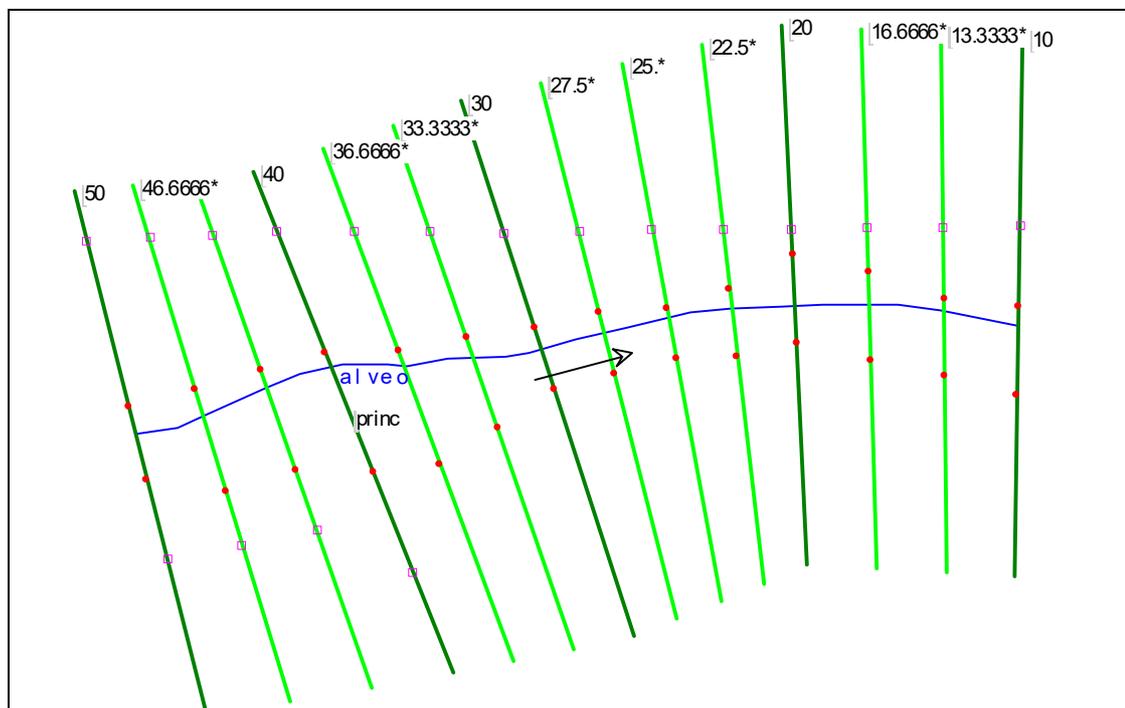


Fig.5.2/B: Modellazione geometrica in HEC-RAS (RS50 a monte e RS10 a valle)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 24 di 77

### 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:

- $Q_{200}=1366$  mc/s

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

Le condizioni al contorno imposte alle estremità del tronco d'alveo oggetto di studio, sono costituite da un flusso in moto uniforme “normal depth” a monte (RS50) ed a valle (RS10), in considerazione delle pendenze al fondo individuati per i tratti immediatamente esterni alle estremità del tronco.

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

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

### **5.3 Risultati della simulazione idraulica**

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

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

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 25 di 77

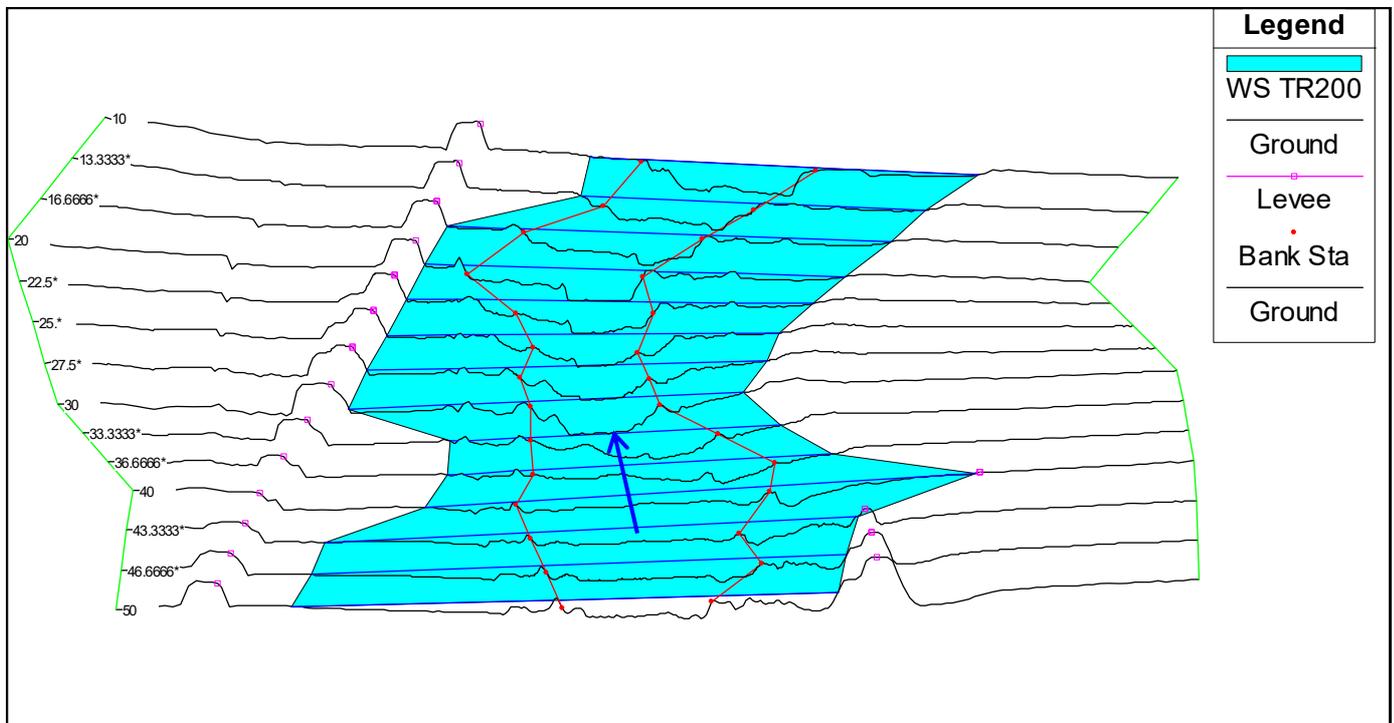


Fig. 5.3/A: Schermata di Output del programma – visione prospettica (RS50: monte /RS10: valle)

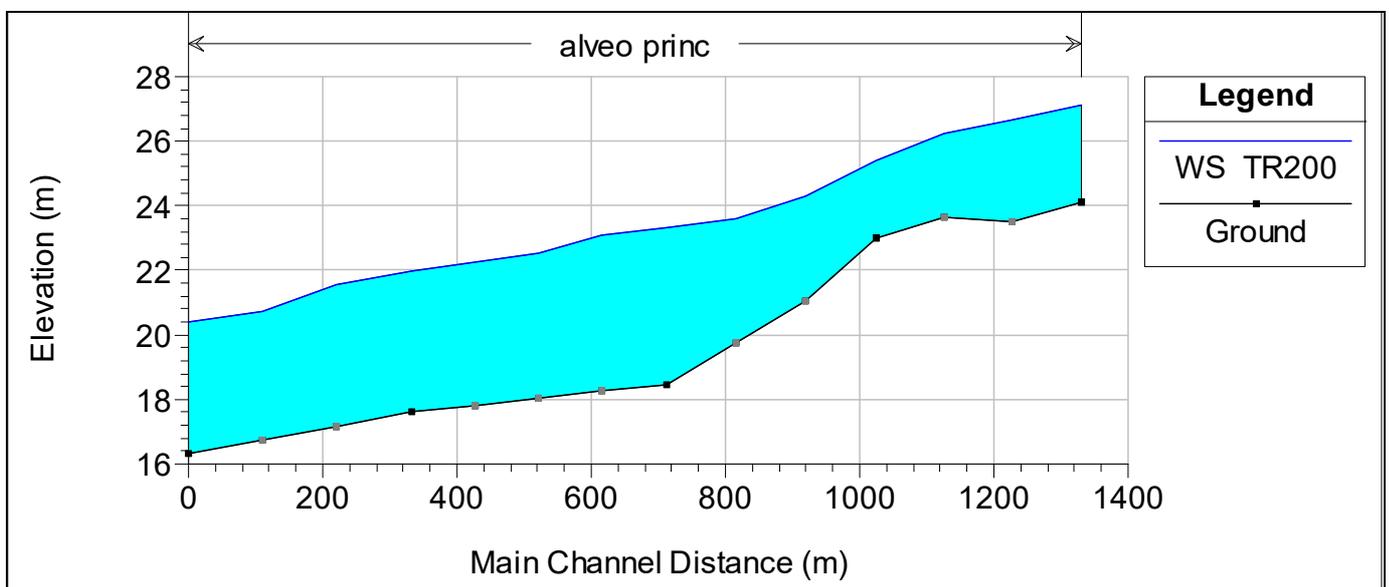


Fig. 5.3/B: Schermata di Output del programma – Profilo longitudinale (RS50: monte /RS10: valle)

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

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 26 di 77

*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
50	1366	24.1	27.13	26.98	27.63	0.005504	3.67	559.51	399.55	2.3	123.2	0.77
46.6666*	1366	23.52	26.65	26.38	27.1	0.004578	3.24	557.53	398.33	2.17	97.33	0.7
43.3333*	1366	23.65	26.22	25.83	26.62	0.004593	3.12	577.18	398.79	2.05	92.22	0.7
40	1366	23	25.4	25.24	25.97	0.008832	3.66	478.85	415.36	1.59	137.67	0.93
36.6666*	1366	21.07	24.28	24.28	25.05	0.008445	3.95	380.31	279.8	1.85	152.69	0.93
33.3333*	1366	19.77	23.6	23.32	24.31	0.005353	3.8	401.15	232.67	2.46	128.62	0.77
30	1366	18.47	23.32	22.47	23.88	0.002669	3.48	511.71	286.98	3.67	94.88	0.58
27.5*	1366	18.26	23.07	22.14	23.63	0.002641	3.48	515.89	293.73	3.67	94.35	0.58
25.*	1366	18.04	22.51	21.94	23.3	0.00394	4.22	433.92	282.48	3.63	139.23	0.71
22.5*	1366	17.83	22.26	21.56	22.91	0.003411	3.71	449.52	285.4	3.34	110.91	0.65
20	1366	17.61	21.99	21.31	22.56	0.003428	3.41	466.19	291.03	2.95	97.98	0.63
16.6666*	1366	17.18	21.57	21.05	22.17	0.003723	3.48	461.93	318.95	2.84	102.95	0.66
13.3333*	1366	16.74	20.74	20.49	21.63	0.005656	4.25	358.84	241.59	2.8	154.28	0.81
10	1366	16.31	20.38	19.69	21.04	0.004002	3.61	414.98	274.86	2.85	110.87	0.68

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

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

In aggiunta nel seguito sono presentati le tabelle di sintesi dei risultati della simulazione, relativamente alle sezioni principali trasversali (senza quelle interpolate dal programma) considerate nell'elaborazione.

I principali parametri riportati nel seguito in forma tabellare sono, oltre a quelli già illustrati e riportati nella tabella 5.3/A, qui di seguito indicati:

elementi della geometria d'alveo

- Min Ch El, quota minima dell'alveo medio principale;
- Wt. n-Val, coefficiente di scabrezza di Manning;

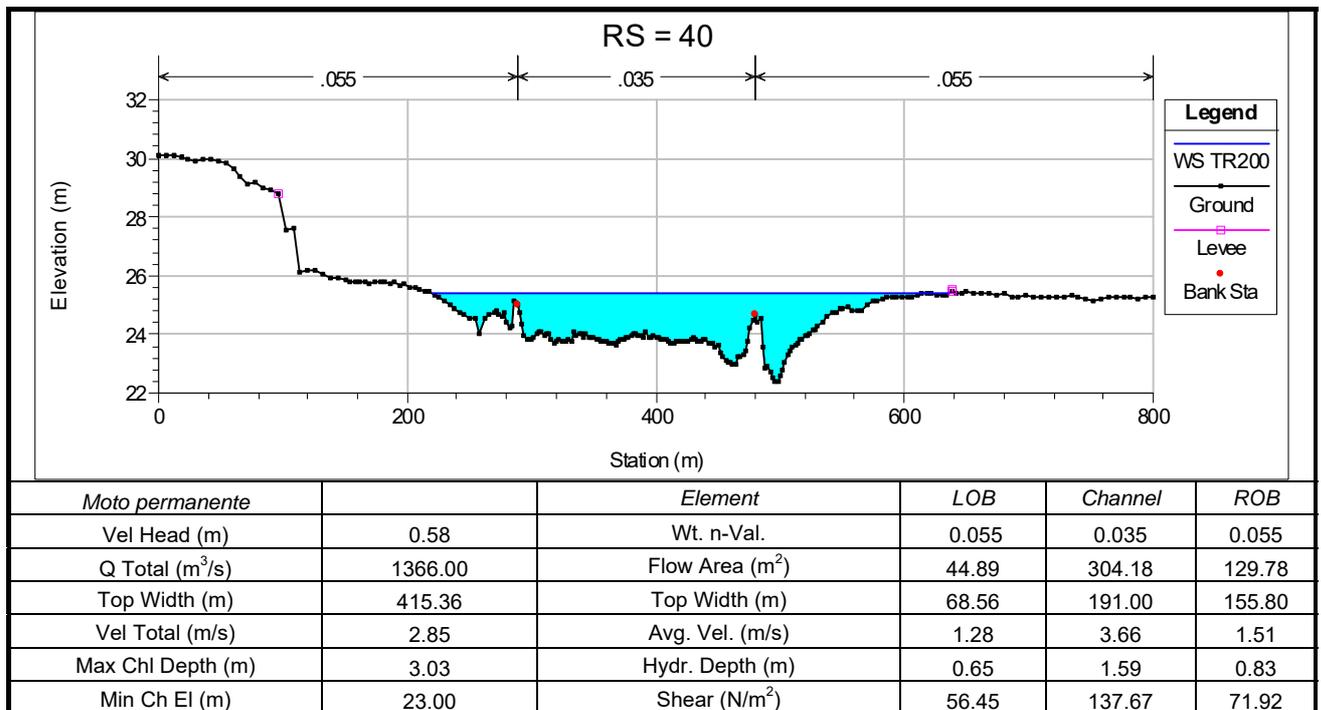
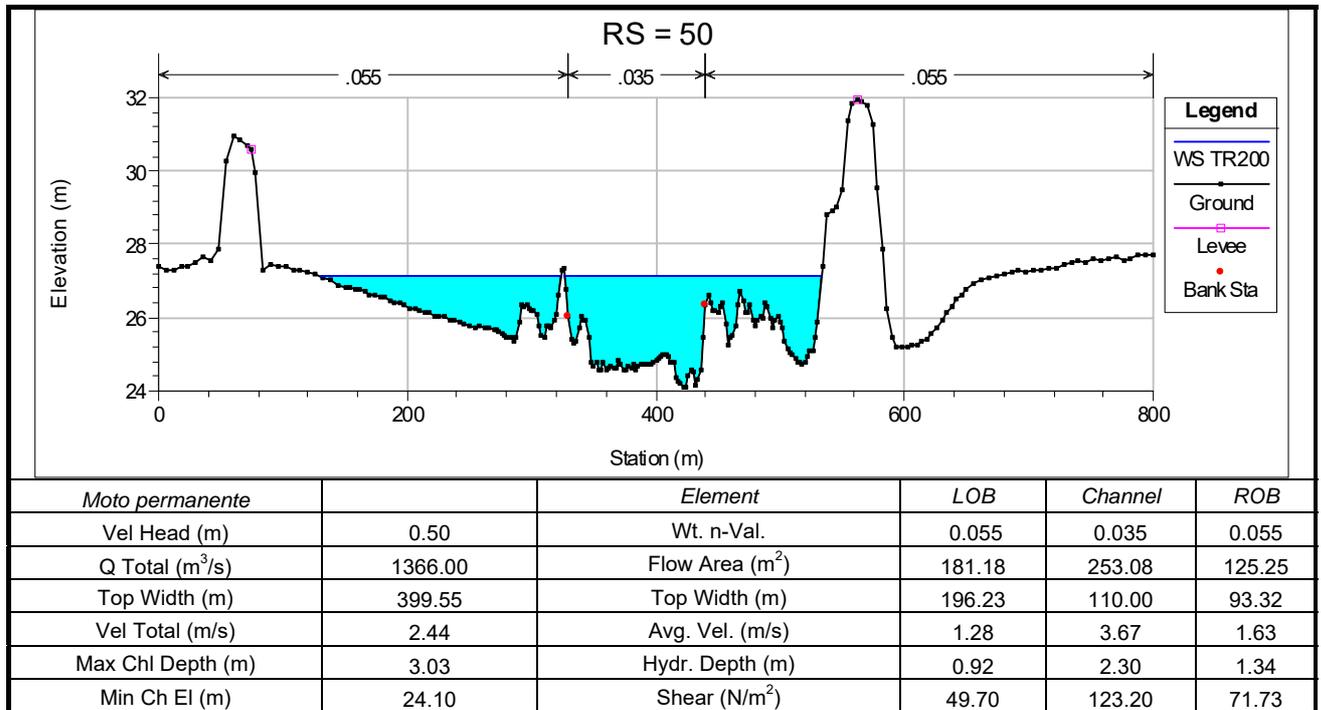
parametri globali di deflusso

- Max Chl Depth, profondità massima in alveo;
- Vel. Total, velocità complessiva media di flusso;
- Vel Head, carico cinetico;

parametri parziali delle componenti di deflusso oltre i limiti di sponda (LeftOB, RightOB) e nell'alveo medio principale (Chan)

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 27 di 77

- Avg. Vel, velocità media nelle aree di deflusso parziale;
- Hydr Depth, altezza liquida equivalente (Flow Area/ Top Width);
- Shear, tensione tangenziale di attrito al perimetro;





PROGETTISTA



UNITÀ  
000

COMMESSA  
023081

LOCALITÀ

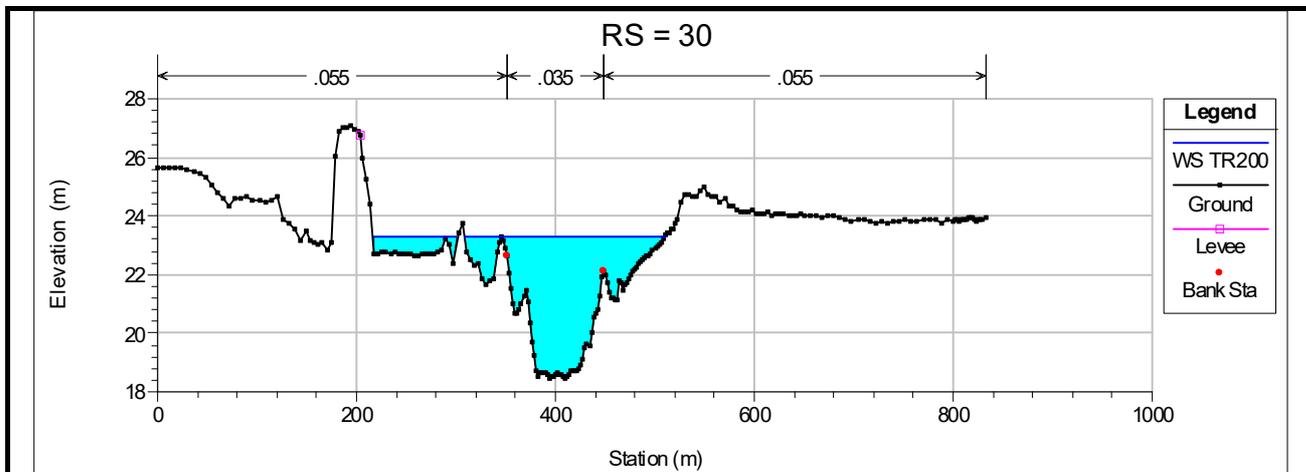
Regione Marche

SPC. LA-E-83072

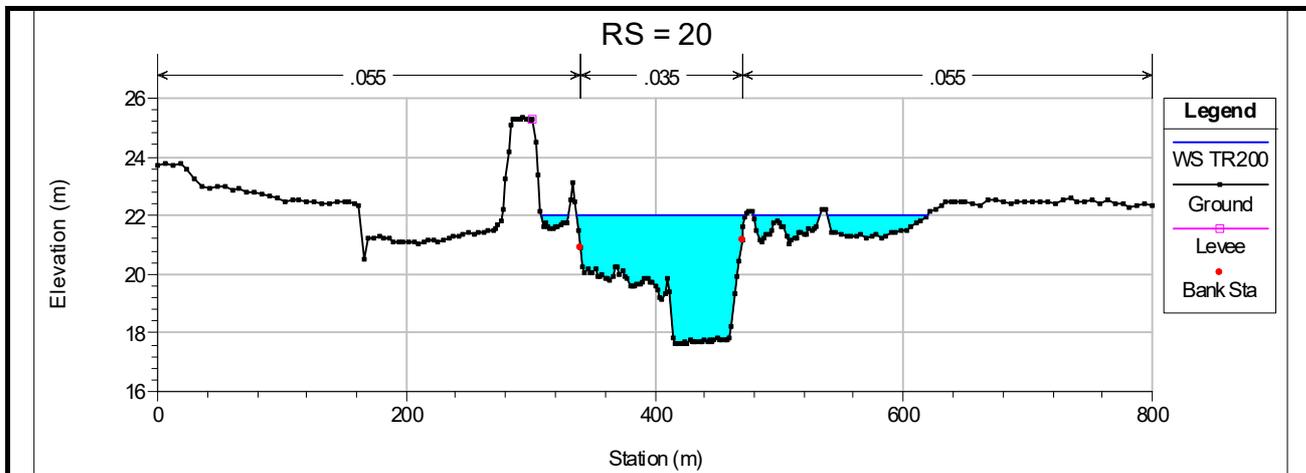
PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti  
Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto

Fg. 28 di 77

Rev.  
0

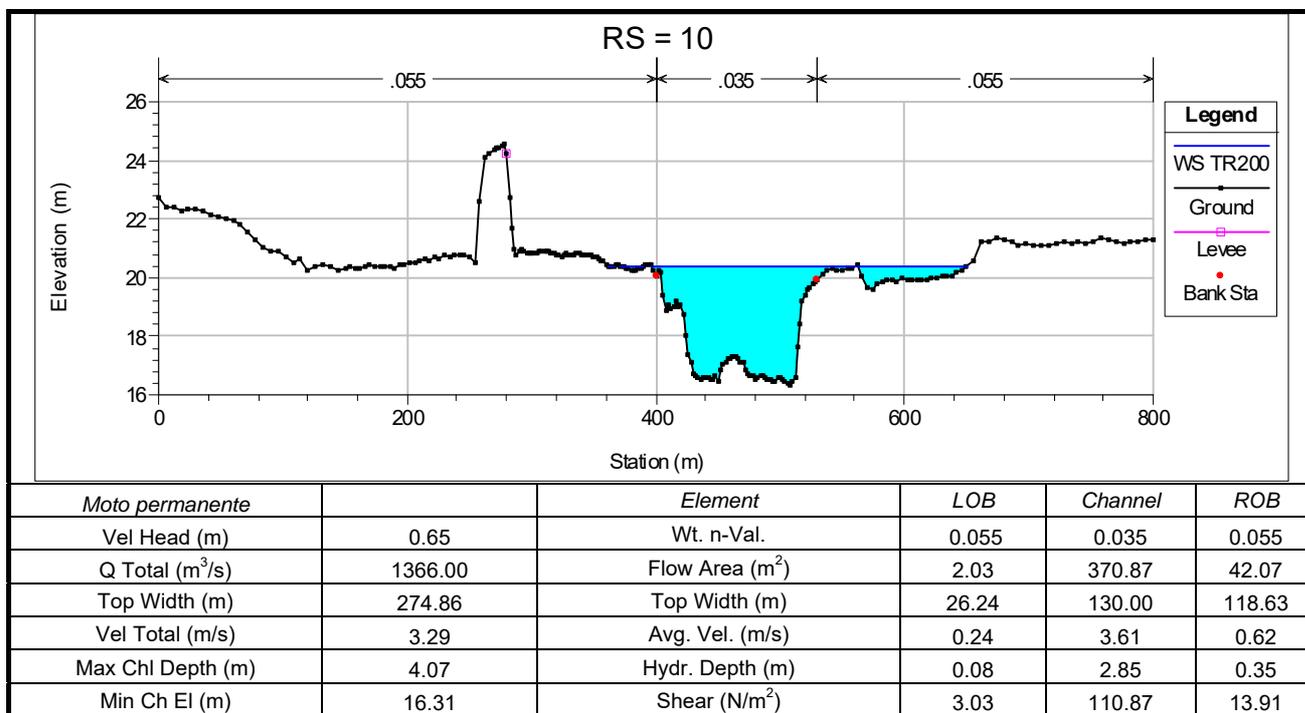


<i>Moto permanente</i>		<i>Element</i>	<i>LOB</i>	<i>Channel</i>	<i>ROB</i>
Vel Head (m)	0.56	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
Q Total (m <sup>3</sup> /s)	1366.00	Flow Area (m <sup>2</sup> )	88.25	351.89	71.56
Top Width (m)	286.98	Top Width (m)	129.18	96.00	61.80
Vel Total (m/s)	2.67	Avg. Vel. (m/s)	0.75	3.48	1.03
Max Chl Depth (m)	4.85	Hydr. Depth (m)	0.68	3.67	1.16
Min Ch El (m)	18.47	Shear (N/m <sup>2</sup> )	17.80	94.88	30.20



<i>Moto permanente</i>		<i>Element</i>	<i>LOB</i>	<i>Channel</i>	<i>ROB</i>
Vel Head (m)	0.57	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
Q Total (m <sup>3</sup> /s)	1366.00	Flow Area (m <sup>2</sup> )	8.88	383.43	73.88
Top Width (m)	291.03	Top Width (m)	25.04	130.00	135.99
Vel Total (m/s)	2.93	Avg. Vel. (m/s)	0.55	3.41	0.71
Max Chl Depth (m)	4.38	Hydr. Depth (m)	0.35	2.95	0.54
Min Ch El (m)	17.61	Shear (N/m <sup>2</sup> )	11.77	97.98	18.20

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83072
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 29 di 77



#### 5.4 Analisi dei risultati conseguiti

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

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

Infatti come si rileva dalla Fig.5.3/A esondazioni per spazi di significativa larghezza si individuano soprattutto nel lato in destra idrografica.

Detti risultati peraltro appaiono tutto sommato in linea con le perimetrazioni delle aree di inondazione individuate nell'ambito del PAI e rappresentate per l'ambito in esame nella Fig.9.2/A (si veda il capitolo 9).

Le velocità di deflusso della corrente risultano generalmente variabili nell'ordine dei 3÷4 m/s, mantenendosi comunque in condizione di corrente lenta ( $FR < 1$ ).

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 30 di 77

## 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 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83072	
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 31 di 77	Rev. 0

## 6.2 Criteri di calcolo

### Approfondimenti localizzati

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

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

In questi casi, e quando le dimensioni granulometriche del materiale di fondo sono inferiori a 5 centimetri, i valori raggiungibili dalle suddette erosioni sono generalmente indipendenti dalla granulometria; per dimensioni dei grani maggiori di 5 centimetri, invece, all'aumentare della pezzatura diminuisce la profondità dell'erosione<sup>2</sup>. Occorre quindi poter stimare quale sia il diametro limite dei clasti trasportabili dalla piena e quindi valutare gli eventuali approfondimenti. Per i casi di posa di condotte in sub-alveo con eventuale rivestimento, da effettuare in corsi d'acqua a regime torrentizio, è inoltre necessario adeguare le analisi alle condizioni concrete di esecuzione. Fra i modelli più noti atti a determinare il valore dell'eventuale approfondimento rispetto alla quota media iniziale del fondo dovuto alle piene (Schoklitsh, Eggemberger, Adami, ecc.), la formula di Schoklitsh<sup>3</sup> è quella che presenta minori difficoltà nella determinazione dei parametri caratteristici.

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

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

dove

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

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

### Arature di fondo

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

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83072
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 32 di 77

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

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

Allo stato attuale non potendosi fare che semplici ipotesi sul fenomeno, non è possibile proporre algoritmi per calcolare la profondità degli scavi. Le proprietà geometriche del fondo alveo, in relazione all'entità delle tensioni tangenziali indotte dalla corrente, sono state studiate<sup>4</sup> da Yalin (1964), Nordin (1965) ed Altri, che hanno proposto di assegnare a tali escavazioni un valore cautelativo pari ad una percentuale dell'altezza idrometrica di piena ivi determinata. In particolare, nel caso di regime di corrente lenta, venne concluso che, per granulometrie comprese nel campo delle sabbie, la profondità del fenomeno risulta comunque inferiore a 1/6 o al massimo 1/3 dell'altezza idrica. Una generalizzazione prudenziale, proposta in Italia<sup>5</sup>, sulla base di osservazioni dirette nei corsi d'acqua della pianura padana, estende il limite massimo dei fenomeni di escavazione per aratura, indipendentemente dalla natura del fondo e dal regime di corrente, ad un valore cautelativo pari al 50% dell'altezza idrometrica di piena.

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

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

#### 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

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

dove

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

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83072	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 33 di 77	Rev. 0

### 6.3 Stima dei massimi approfondimenti attesi

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

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

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

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

River Station	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Vel Chnl (m/s)	Top Width (m)	Hydr Depth C (m)	Portata specifica (m <sup>3</sup> /s m)	Carico totale (m)	Approfond. Localizzati (m)	Arature di fondo (m)
50	1366	3.67	399.55	2.3	3.42	2.99	1.22	1.15
46.6666*	1366	3.24	398.33	2.17	3.43	2.71	1.17	1.09
43.3333*	1366	3.12	398.79	2.05	3.43	2.55	1.14	1.03
40	1366	3.66	415.36	1.59	3.29	2.27	1.08	0.80
36.6666*	1366	3.95	279.8	1.85	4.88	2.65	1.29	0.93
33.3333*	1366	3.8	232.67	2.46	5.87	3.20	1.47	1.23
30	1366	3.48	286.98	3.67	4.76	4.29	1.57	1.84
27.5*	1366	3.48	293.73	3.67	4.65	4.29	1.56	1.84
25.*	1366	4.22	282.48	3.63	4.84	4.54	1.61	1.82
22.5*	1366	3.71	285.4	3.34	4.79	4.04	1.53	1.67
20	1366	3.41	291.03	2.95	4.69	3.54	1.44	1.48
16.6666*	1366	3.48	318.95	2.84	4.28	3.46	1.38	1.42
13.3333*	1366	4.25	241.59	2.8	5.65	3.72	1.55	1.40
10	1366	3.61	274.86	2.85	4.97	3.51	1.46	1.43

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.

Tab.6.3/B: Diametro limite dei clasti trasportati

River Station	Shear Chan (N/m <sup>2</sup> )	Diametro limite clasti trasportati (m)
50	123.2	0.14
46.6666*	97.33	0.11
43.3333*	92.22	0.11
40	137.67	0.16
36.6666*	152.69	0.18

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83072	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 34 di 77	Rev. 0

River Station	Shear Chan (N/m2)	Diametro limite clasti trasportati (m)
33.3333*	128.62	0.15
30	94.88	0.11
27.5*	94.35	0.11
25.*	139.23	0.16
22.5*	110.91	0.13
20	97.98	0.12
16.6666*	102.95	0.12
13.3333*	154.28	0.18
10	110.87	0.13

#### 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 si attestano intorno a valori di poco inferiore ai **2 m**.

La corrente, nel tratto in esame, inoltre risulta potenzialmente in grado di movimentare clasti del diametro dell'ordine di 0,20 m.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 35 di 77

## 7 METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI

### 7.1 Metodologia costruttiva: Microtunnelling

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

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

Tale sistema operativo è stato individuato nel caso specifico in considerazione delle caratteristiche idrologiche del corso d'acqua e dell'assetto litostratigrafico dell'ambito in esame. Peraltro nello specifico mediante la stessa trivellazione verrà attraversata unitamente anche la strada statale S.S. n.7, che si sviluppa nel lato in sinistra idrografica del corso d'acqua.

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

### 7.2 Configurazione geometrica di progetto

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

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

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

#### Geometria d'attraversamento

Il profilo di trivellazione presenta una configurazione costituita da due brevi rettilinei alle estremità e da un arco di circonferenza intermedio.

Le principali caratteristiche geometriche del tunnel sono:

- lunghezza dello sviluppo complessivo del microtunnel: di 447 metri (di cui complessivamente circa 79m relativamente ai due tratti rettilinei e circa 368m per il tratto curvilineo);
- diametro interno minimo del microtunnel: 2000mm;
- raggio di curvatura per il tratto curvilineo pari a 1200 m;
- copertura minima della generatrice superiore del tunnel dalle quote di fondo dell'alveo attivo di oltre 15m;
- postazione di partenza (di spinta): in sinistra idrografica del fiume (monte senso gas), con profondità del pozzo di circa 5m dal piano campagna. Distanza dalla

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 36 di 77	<b>Rev.</b> <b>0</b>

sponda dell'alveo attivo del corso d'acqua di ben oltre i 200m (misurata lungo lo sviluppo della condotta);

- postazione di arrivo (di recupero): in destra idrografica del fiume (valle senso gas), con profondità del fondo della postazione di circa 5.5m dal piano campagna. Distanza dalla sponda del corso d'acqua di oltre i 120m (misurata lungo lo sviluppo della condotta);

Tale configurazione di progetto consente di realizzare il tunnel ad adeguate profondità sia dal fondo alveo che dalle sponde del corso d'acqua; nonché di eseguire le postazioni di estremità con appropriati distacchi di sicurezza dall'alveo del corso d'acqua.

La trivellazione peraltro consentirà di sottopassare anche la strada statale S.S. n.7 presente nel lato in sinistra idrografica del corso d'acqua.

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 37 di 77

## 8 DESCRIZIONE DELLA TECNICA COSTRUTTIVA DEL MICROTUNNEL

### 8.1 Generalità

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

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

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

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

### 8.2 Requisiti generali del sistema costruttivo

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

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

- La testa fresante sarà a tenuta idraulica

E' necessario ricorrere all'uso di un sistema che preveda una fresa integrale con scudo chiuso con bilanciamento della pressione sul fronte di scavo tramite fanghi bentonitici. In questo modo, in corso d'opera l'equilibrio delle pressioni sul fronte di scavo inibisce in modo sostanziale l'afflusso d'acqua verso il tunnel.

- Stazione di spinta principale e stazioni di spinta intermedie

La potenza della stazione di spinta principale sarà adeguata alle previste resistenze all'avanzamento, al numero delle eventuali stazioni intermedie ed alle modalità e caratteristiche esecutive che verranno adottate in fase di avanzamento della trivellazione.

L'unità di spinta principale verrà messa a contrasto con il muro reggispinga, realizzata all'interno della postazione di partenza della trivellazione.

- Sistema di controllo dell'avanzamento della trivellazione

Sarà approntato un sistema per il controllo (durante l'avanzamento) della direzionalità del tunnel (strumentazione ottica e laser), delle potenze impiegate, della velocità di rotazione dello scudo e delle pressioni dei fanghi di perforazione.

In considerazione della precisione di esecuzione richiesta ed essendo necessario il controllo in tempo reale sulla direzionalità del tunnel, il sistema sarà dotato di adeguati strumenti computerizzati per l'elaborazione dei dati rilevati con sistemi di puntamento ottico e laser. L'operatore addetto alla verifica dovrà operare con continuità sulla consolle di comando, posizionata all'esterno della postazione di trivellazione, e tramite il sistema di puntamento laser controllerà l'andamento planimetrico ed altimetrico del tunnel realizzato.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 38 di 77	<b>Rev.</b> <b>0</b>

- Tubi di rivestimento in c.a.

I tubi di rivestimento che saranno impiegati, sono anelli prefabbricati in conglomerato cementizio armato ( $R_{ck} \geq 35 \text{ N/mm}^2$ , con armatura FeB 44K). In considerazione degli elevati standard di qualità richiesti alle tubazioni, i manufatti in calcestruzzo armato saranno prodotti in stabilimento di prefabbricazione con materiali di qualità e caratteristiche controllate e certificate e dovranno presentare resistenze garantite per le massime sollecitazioni prevedibili. Il tubo di rivestimento sarà, inoltre, a tenuta idraulica, corredato di giunti a tenuta idraulica, capaci di resistere ad una pressione  $\geq 5-7 \text{ atm}$ .

I manufatti, infine, saranno forniti di valvole di iniezione (almeno 3 manchettes per tubo) necessarie per eseguire nel terreno di trivellazione iniezioni fluidificanti con miscele bentonitiche durante le fasi di avanzamento ed iniezioni a base di miscele di cemento e bentonite per l'intasamento dell'intercapedine "terreno-tubo di protezione" nelle fasi finali di costruzione del minitunnel.

- Giunti di tenuta idraulica

Le giunzioni tra i tubi di rivestimento saranno di tipologia idonea per consentire la deviazione angolare del tunnel e la tenuta idraulica: l'incastro ed il centraggio tra due tubi successivi saranno garantiti mediante opportuna sagomatura dei bordi oppure con collari in acciaio annegati nel getto, la tenuta idraulica del giunto viene assicurata da anelli in gomma.

Essendo richiesta l'ispezionabilità del tunnel durante tutte le fasi costruttive del tunnel, si porranno in opera giunti di tenuta idraulica tra i conci di caratteristiche sperimentate e certificate nelle condizioni di esercizio più gravose.

- Iniezioni di intasamento "tubo di rivestimento – terreno"

Al termine delle operazioni di scavo, è richiesta l'esecuzione di iniezioni di miscele cementizie dagli ugelli predisposti lungo le pareti dei tubi di rivestimento. Le iniezioni saranno effettuate per ogni singola valvola fino al rifiuto, con numero, modalità e pressioni d'iniezione adeguate per creare, nell'intorno del tubo, una zona di terreno completamente intasata e a bassa permeabilità.

L'intasamento idraulico delle cavità tra tubo e terreno, riduce la filtrazione che può verificarsi lungo il contatto tra tubo di rivestimento e terreno in corso di realizzazione dell'opera.

- Sistema di evacuazione del materiale di scavo (slurry)

L'evacuazione dal fronte scavo del terreno frantumato verrà effettuato in sospensione per mezzo del circuito idraulico di alimentazione e recupero del fluido di perforazione (slurry). Il sistema deve quindi essere provvisto di un'unità di dissabbiatura o di una vasca di decantazione per la separazione del terreno di scavo dal fluido di perforazione.

- Impianto di produzione dei fanghi di perforazione

Verrà predisposto in cantiere un impianto di produzione di fanghi bentonitici necessari per il sostegno del fronte di scavo, per la lubrificazione della superficie di contatto tra tubo di protezione e terreno e per il trasporto in sospensione del terreno scavato.

L'impianto di produzione sarà dotato di un'unità di miscelazione ad alta turbolenza per la preparazione della miscela, un dosatore a funzionamento automatico, silos di stoccaggio, vasca di dissabbiatura e/o decantazione, circuito idraulico dello slurry e di pompe di ricircolo di potenza adeguata.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 39 di 77

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

### 8.3 Fasi Operative

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

#### Fasi Operative:

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

#### Impianto cantiere

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

#### Esecuzione delle postazioni di estremità

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

Le metodologie realizzative dipendono dalle caratteristiche geomeccaniche dei terreni e dalla presenza della falda. I pozzi (postazione di trivellazione e di recupero) saranno di dimensioni adeguate per effettuare tutte le lavorazioni occorrenti per la realizzazione del minitunnel e per essere equipaggiati con tutti gli impianti a corredo del sistema di trasporto. Saranno realizzate strutture di contenimento verticali adeguate a resistere a tutte le sollecitazioni esterne (spinta delle terre, spinta idrostatica, pressione della stazione di spinta principale e sovraccarichi al piano campagna). In particolare, nella

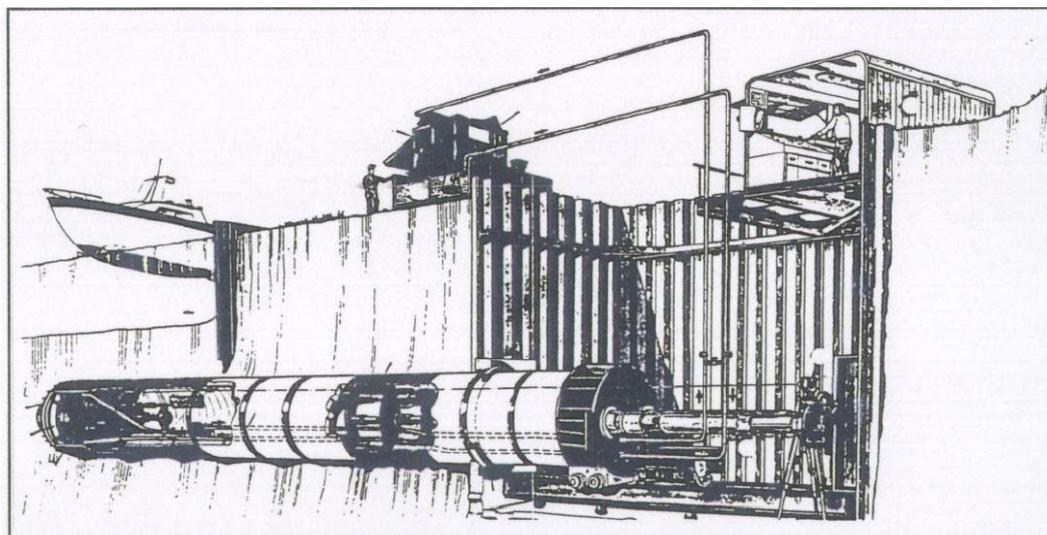
	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 40 di 77

realizzazione dei pozzi, dovendo essere realizzati sottofalda, saranno adottate tipologie strutturali che garantiscano la tenuta idraulica.

#### Esecuzione della trivellazione

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

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



*Schema del sistema di trivellazione con microtunnel*



*Scudo con bilanciamento pressione meccanica del terreno (microtunneller)*

#### Varo delle condotte

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

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

Al fine di evitare lo strisciamento tra la condotta ed il fondo del tunnel e diminuire l'attrito radente che si sviluppa tra le due superfici verranno applicati alla condotta

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 41 di 77

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

- *Varo dell'intera colonna in unica soluzione*

La colonna di varo potrà essere predisposta rispettando la geometria di progetto. La lunghezza della colonna di varo sarà formata da singoli tronconi che verranno assiemati man mano che le operazioni di infilaggio progrediranno. La scelta della posizione e della lunghezza della colonna sarà fatta in funzione alla disponibilità di spazio e alle scelte operative dell'appaltatore. In testa alla colonna di varo verrà saldata una testata di tiro alla quale, mediante un sistema di pulegge, verrà collegato il cavo in acciaio per il tiro. Dal lato opposto della colonna un argano, ovvero un sistema di martinetti, produrrà il tiro necessario all'infilaggio della condotta nel tunnel. Lungo la colonna sarà disposto un sufficiente numero di mezzi di sollevamento che aiuteranno la condotta sia ad assumere la geometria elastica di varo prevista in progetto che le operazioni di infilaggio.

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

La scelta della posizione per il varo sarà fatta in funzione alla disponibilità di spazio e alle scelte operative dell'appaltatore. Le singole barre verranno calate una alla volta nel pozzo con l'ausilio di trattori posatubi e qui assiemate mediante saldatura di testa. L'inserimento nel tunnel avverrà perciò progressivamente grazie al tiro di un argano, posizionato nel pozzo opposto a quello di varo, collegato con un cavo in acciaio alla testata di tiro saldata sulla prima barra. Le saldature del tratto di condotta in attraversamento saranno tutte radiografate ed accompagnate dal certificato di idoneità rilasciato dall'Istituto Italiano della Saldatura. La condotta sarà protetta con:

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

#### Collaudo idraulico delle condotte

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

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

#### Posa dei cavi

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

#### Ripristini

Al termine delle operazioni di intasamento interno del tunnel e del collegamento di linea (con i tratti già posati a monte e a valle dell'attraversamento), si procederà al

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 42 di 77

ritombamento dei pozzi e allo sgombero delle aree di lavoro e al loro ripristino per la restituzione delle aree alle normali attività agricole.

#### 8.4 Considerazioni sulla stabilità per filtrazione in sub-alveo

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

##### Stabilità per “filtrazione” in corso di esecuzione dei lavori

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

Relativamente ai lavori d'interesse la tecnica adottata elimina tali rischi, presenti per alcune metodologie di scavo sottofalda, legati a possibili fenomeni di filtrazione lungo il foro di trivellazione. Con tale tecnica infatti è possibile un bilanciamento delle pressioni litostatiche ed idrostatiche consentendo di operare con un sistema “chiuso” a tenuta idraulica. Infatti:

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

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

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

##### Stabilità per “filtrazione” a lungo termine

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

Si è già detto che la metodologia minimizza le deformazioni plastiche nel terreno e le conseguenti alterazioni delle caratteristiche di permeabilità: la sua rottura viene ottenuta per rotazione e non per taglio avendosi così una sorta di aderenza tra il

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 43 di 77	<b>Rev.</b> <b>0</b>

rivestimento e il terreno (l'utilizzo dei fanghi bentonitici e la possibilità di bilanciare le pressioni esterne contribuiscono a minimizzare l'alterazione dello stato tensionale preesistente nel terreno).

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

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

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

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 44 di 77

## 9 VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA

### 9.1 Premessa

#### Generalità

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 45 di 77

## 9.2 Interferenze nell'ambito specifico di attraversamento

Nella figura seguente è riportato uno stralcio di una foto aerea dalla quale si può individuare l'ambito d'interferenza tra il metanodotto in progetto (riportato mediante una linea in colore rosso) con l'alveo del fiume (indicato con un cerchio in blu) e più in generale con le aree inondabili del corso d'acqua stesso (riportate mediante campiture a varia colorazione).



## BACINI DI RILIEVO REGIONALE ( REGIONE MARCHE)

### Titolo II - Piano per l'assetto Idraulico

-  R1 - Aree Inondabili a Rischio moderato ( Art. 8, comma 1)
-  R2 - Aree Inondabili a Rischio medio ( Art. 8, comma 1)
-  R3 - Aree Inondabili a Rischio elevato ( Art. 8, comma 1)
-  R4 - Aree Inondabili a Rischio molto elevato ( Art. 8, comma 1)

Tutte le aree perimetrare sono associate ad un unico livello di pericolosità elevata / molto elevata. ( Art. 8, comma 1)

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

Dall'analisi della figura precedente si rileva che il metanodotto in progetto in corrispondenza dell'ambito di attraversamento del corso d'acqua interferisce con un'area inondabile a Rischio idraulico elevato (R3).

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 46 di 77

Dalla stessa Fig.9.2/A si può anche rilevare che sia l'alveo del corso d'acqua che le aree di inondazione nell'intorno dell'alveo stesso verranno superati in subalveo mediante trivellazione (il cui sviluppo longitudinale è indicato mediante una campitura in giallo a cavallo della condotta).

### 9.3 Analisi dei criteri di compatibilità idraulica

#### Considerazioni di carattere generale

Il metanodotto in progetto rappresenta un'infrastruttura lineare di interesse pubblico. In tal senso, in riferimento alle Norme di 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 le aree di pericolosità idraulica del corso d'acqua è stata determinata da considerazioni a più ampia scala che riguardano l'intera direttrice di tracciato dell'opera, per la quale sono state attentamente valutate varie alternative di progetto. In particolare si sottolinea che in ogni caso non è risultato possibile evitare l'interessamento di aree di pericolosità idraulica di pertinenza del corso d'acqua in esame, in quanto il tracciato del metanodotto ha un andamento prevalente Nord-Sud, mentre il corso d'acqua ha un andamento Ovest-Est.

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

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

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

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

#### Considerazioni specifiche

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

- L'attraversamento fluviale avviene in "subalveo" e prevede una profondità di posa della condotta di sufficiente garanzia nei confronti d'eventuali fenomeni di erosione di fondo (anche localizzati e/o temporanei) che si possono produrre anche in concomitanza di piene eccezionali, cosicché é da escludere qualsiasi interferenza tra tubazione e flusso della corrente;
- La configurazione morfologica d'alveo verrà mantenuta inalterata nei confronti della situazione originaria. Essendo i lavori previsti in trivellazione non si prevedono lavori in superficie nell'ambito dell'alveo del corso d'acqua;
- La tecnica costruttiva di posa della condotta (in trivellazione), unitamente alla geometria in progetto (elevate coperture in subalveo), consentono inoltre in

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 47 di 77	<b>Rev.</b> <b>0</b>

generale di escludere interferenze con il regime idraulico del corso d'acqua anche nella fase costruttiva dell'opera;

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

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

1. *Modifiche indotte sul profilo inviluppo di piena*

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

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

La linea in progetto, essendo completamente interrata, non crea alcun ostacolo al corretto deflusso delle acque e/o all'azione di laminazione delle piene, né contrazioni areali delle fasce d'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, sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico, essendo questa localizzata in subalveo ad una profondità superiore ad ogni prevedibile fenomeno d'approfondimento.

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

Il sistema operativo previsto ha consentito di prevedere il posizionamento della condotta ad elevata profondità di subalveo, quindi ben oltre ad ogni prevedibile fenomeno d'approfondimento. La configurazione in subalveo a "corda molle" (con risalite a coperture ordinarie a distanze molto elevate dall'alveo attivo) consente peraltro di essere abbondantemente in sicurezza anche nei confronti di eventuali fenomeni di divagazione laterale dell'alveo attivo del corso d'acqua.

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

Essendo l'opera del tutto interrata, nonché essendo prevista la metodologia costruttiva in trivellazione, non saranno introdotte alterazioni al contesto naturale della regione fluviale.

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 determinino 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 risulti **COMPATIBILE** con il contesto idraulico dell'ambito in esame.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 48 di 77

## 10 CONCLUSIONI

La Snam Rete Gas, nell'ambito del progetto denominato "*Rifacimento metanodotto Ravenna - Chieti, tratto Recanati - Chieti, DN 650 (26") - DP 75bar*", intende realizzare un metanodotto che si sviluppa nell'ambito dei territori delle Marche e dell'Abruzzo, 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 nel tratto basso dello sviluppo del corso d'acqua, in un ambito di confine tra i territori di Civitanova e di Sant'Elpidio a Mare.

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

Alla luce dei risultati conseguiti, per il superamento in subalveo del corso d'acqua in esame, è stata prevista l'adozione di un sistema di attraversamento in trivellazione, mediante la tecnica del "microtunnelling", utilizzando una fresa a bilanciamento di pressione.

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

La geometria della trivellazione è stata configurata in modo da soddisfare ai vincoli attinenti sia l'aspetto idraulico del corso d'acqua che quello costruttivo della condotta, assicurando adeguate profondità al di sotto dell'alveo e dei manufatti a terra e rispettando allo stesso tempo, i raggi di curvatura minimi consentiti alla tubazione ed alla trivellazione stessa.

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

Nell'analisi delle interferenze tra il metanodotto in progetto con le aree di pericolosità idraulica censite dal PAI, 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 ambito d'interferenza in esame, possano essere ritenute COMPATIBILI con le disposizioni contenute nelle Norme del Piano.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 49 di 77

## APPENDICE 1: STUDIO IDRAULICO - METODOLOGIA DI CALCOLO

### Codice di calcolo

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

Il calcolo del profilo in moto permanente è stato eseguito per mezzo della versione 4.1.0, gennaio 2010.

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

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

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

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

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

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

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

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

dove:

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83072
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 50 di 77

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

### Condizioni di moto

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

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

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

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

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

in cui

- $Y_2$  e  $Y_1$  sono le profondità d'acqua,
- $Z_2$  e  $Z_1$  le quote dei punti più depressi delle sezioni trasversali rispetto a un piano di riferimento (superficie livello medio del mare),
- $V_2$  e  $V_1$  le velocità medie (rapporto tra portata e area bagnata della sezione),
- $\alpha_2$  e  $\alpha_1$  i coefficienti di Coriolis di ragguaglio delle potenze cinetiche,
- $g$  l'accelerazione di gravità,
- $\Delta H$  le perdite di carico nel tratto considerato.

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

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

in cui

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

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 51 di 77	<b>Rev.</b> <b>0</b>

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 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83072
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 52 di 77

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,  $WS^I = Y^I + Z^I$ , di primo tentativo nella sezione in cui essa è incognita; si determinano  $K$  e  $V$ ; si calcolano  $J_m$  e  $\Delta H$ ; si ottiene quindi dall'equazione dell'energia un secondo valore della quota dell'acqua,  $WS^{II}$ , che viene posto a confronto con il valore assunto inizialmente; tale ciclo viene ripetuto finché la differenza tra le quote della superficie libera risulta inferiore ad un valore massimo di tolleranza prestabilito dall'operatore. La profondità  $Y$  della corrente viene quindi paragonata con l'altezza critica,  $Y_{cr}$ , per stabilire se il regime di moto è subcritico o supercritico. L'altezza critica è definita come la profondità per cui il carico totale,  $H$ , assume valore minimo.

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

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

E' fornita anche la linea del carico totale ottenuta come

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

dove

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83072
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 53 di 77

- $h$  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  $J_m$  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  $\beta$  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 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83072	
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 54 di 77	Rev. 0

**APPENDICE 2: STUDIO IDRAULICO - REPORT  
PROGRAMMA HEC RAS**

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

```

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

```

PROJECT DATA

Project Title: chienti  
Project File : chienti.prj  
Run Date and Time: 13/08/2018 11:02:49

Project in SI units

PLAN DATA

Plan Title: Plan 02  
Plan File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch\2Chienti\chienti.p02

Geometry Title: chienti  
Geometry File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch\2Chienti\chienti.g01

Flow Title : chienti  
Flow File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch\2Chienti\chienti.f01

Plan Summary Information:

Number of: Cross Sections = 14 Multiple Openings = 0  
Culverts = 0 Inline Structures = 0  
Bridges = 0 Lateral Structures = 0

Computational Information

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

Computation Options

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

FLOW DATA

Flow Title: chienti  
Flow File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch\2Chienti\chienti.f01

Flow Data (m3/s)

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>	
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 55 di 77

River                      Reach                      RS                                      TR200  
alveo                      princ                      50                                      1366

Boundary Conditions

River                      Reach                      Profile                                      Upstream                                      Downstream  
alveo                      princ                      TR200                                      Normal S = 0.006                                      Normal S = 0.004

GEOMETRY DATA

Geometry Title: chienti  
Geometry File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch\2Chienti\chienti.g01

CROSS SECTION

RIVER: alveo  
REACH: princ                      RS: 50

INPUT

Description:

Station Elevation Data                      num=                      242

Sta	Elev								
0	27.38	6	27.32	12	27.29	18	27.38	24	27.42
30	27.48	36	27.68	42	27.54	48	27.86	54	30.29
60	30.97	66	30.85	72	30.71	75	30.6	78	29.98
84	27.32	90	27.43	96	27.39	102	27.39	108	27.32
114	27.3	120	27.24	126	27.21	132	27.1	138	27.03
144	26.87	150	26.84	154	26.81	158	26.79	162	26.75
166	26.71	170	26.63	174	26.59	178	26.55	182	26.56
186	26.47	190	26.43	194	26.39	198	26.34	202	26.27
206	26.23	210	26.21	214	26.16	218	26.13	222	26.06
226	26.05	230	26.03	234	25.96	238	25.96	242	25.88
246	25.81	250	25.78	254	25.74	258	25.76	262	25.72
266	25.72	270	25.69	272	25.67	274	25.62	276	25.58
278	25.5	280	25.47	282	25.45	284	25.46	286	25.35
288	25.49	290	25.89	292	26.37	294	26.31	296	26.33
298	26.25	300	26.2	302	26.21	304	26.11	306	25.8
308	25.53	310	25.49	312	25.78	314	25.78	316	25.71
318	25.92	320	26.1	322	26.59	324	27.3	326	27.37
328	26.78	330	26.02	332	25.42	334	25.31	336	25.37
338	25.7	340	26.02	342	25.96	344	25.94	346	25.49
348	24.77	350	24.7	352	24.77	354	24.6	356	24.59
358	24.76	360	24.6	362	24.63	364	24.67	366	24.63
368	24.64	370	24.82	372	24.72	374	24.59	376	24.6
378	24.7	380	24.64	382	24.71	384	24.57	386	24.7
388	24.71	390	24.71	392	24.73	394	24.74	396	24.74
398	24.79	400	24.85	402	24.91	404	24.96	406	24.99
408	25.01	410	24.94	412	24.79	414	24.78	416	24.39
418	24.24	420	24.2	422	24.11	424	24.1	426	24.44
428	24.55	430	24.5	432	24.16	434	24.3	436	24.6
438	25.47	440	26.34	442	26.63	444	26.39	446	26.21
448	26.17	450	26.16	452	26.28	454	26.39	456	25.83
458	25.25	460	25.44	462	25.5	464	25.77	466	26.37
468	26.72	470	26.45	472	26.14	474	26.13	476	26.34
478	25.95	480	25.79	482	25.96	484	26.05	486	26
488	26.38	490	26.28	492	26.01	494	25.74	496	25.92
498	26.04	500	25.87	502	25.72	504	25.36	506	25.13
508	25.05	510	25.01	512	24.89	514	24.81	516	24.78
518	24.73	520	24.79	522	24.95	524	25.09	526	25.08
528	25.49	530	25.9	534	27.38	538	28.8	542	28.9
546	29	550	29.49	554	31.35	558	31.85	562	31.93
566	31.88	570	31.81	574	31.28	578	29.56	582	27.89
586	26.26	590	25.46	594	25.2	598	25.18	602	25.22
606	25.27	610	25.28	614	25.36	618	25.43	622	25.57
626	25.72	630	25.92	634	26.16	638	26.3	642	26.49
646	26.64	650	26.75	656	26.91	662	27.04	668	27.09

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 56 di 77

674	27.15	680	27.21	686	27.26	692	27.28	698	27.26
704	27.31	710	27.32	716	27.35	722	27.36	728	27.47
734	27.52	740	27.55	746	27.52	752	27.62	758	27.58
764	27.62	770	27.68	776	27.54	782	27.63	788	27.69
794	27.71	800	27.69						

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 330 .035 440 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
330 440 102.023 102.023 102.023 .1 .3  
Left Levee Station= 75 Elevation= 30.6  
Right Levee Station= 562 Elevation= 31.93

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	27.63	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.50	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	27.13	Reach Len. (m)	102.02	102.02	102.02
Crit W.S. (m)	26.98	Flow Area (m2)	181.18	253.08	125.25
E.G. Slope (m/m)	0.005504	Area (m2)	181.18	253.08	125.25
Q Total (m3/s)	1366.00	Flow (m3/s)	231.82	929.95	204.23
Top Width (m)	399.55	Top Width (m)	196.23	110.00	93.32
Vel Total (m/s)	2.44	Avg. Vel. (m/s)	1.28	3.67	1.63
Max Chl Dpth (m)	3.03	Hydr. Depth (m)	0.92	2.30	1.34
Conv. Total (m3/s)	18412.1	Conv. (m3/s)	3124.7	12534.7	2752.7
Length Wtd. (m)	102.02	Wetted Per. (m)	196.78	110.88	94.25
Min Ch El (m)	24.10	Shear (N/m2)	49.70	123.20	71.73
Alpha	1.66	Stream Power (N/m s)	38302.30	3590.84	26907.37
Frctn Loss (m)	0.51	Cum Volume (1000 m3)	75.25	446.13	98.96
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	112.08	174.02	129.17

CROSS SECTION

RIVER: alveo  
REACH: princ RS: 46.6666\*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 466

Sta	Elev								
0	28.28	5.125	28.252	6.56	28.242	10.25	28.229	13.12	28.216
15.375	28.234	19.68	28.257	20.5	28.257	25.625	28.244	26.24	28.249
30.75	28.294	32.8	28.307	35.875	28.369	39.36	28.426	41	28.397
45.92	28.304	46.125	28.31	51.25	28.41	52.48	28.431	56.375	29.332
59.04	29.947	61.5	30.077	65.6	30.365	66.625	30.354	71.75	30.228
72.16	30.222	76.875	30.136	78.72	30.093	82	29.99	86	29.173
90	28.313	94	26.92	99.423	27.008	101.623	27.003	104.846	26.985
109.246	26.983	110.268	26.978	115.691	26.9	116.869	26.89	121.114	26.86
124.491	26.818	126.537	26.8	131.959	26.77	132.114	26.768	137.382	26.69
139.737	26.666	142.805	26.632	144.819	26.587	148.228	26.507	149.901	26.494
153.65	26.48	154.983	26.473	157.266	26.466	160.065	26.463	160.881	26.456
164.496	26.413	165.147	26.405	168.111	26.393	170.229	26.369	171.726	26.347
175.31	26.32	175.341	26.32	178.957	26.293	180.392	26.296	182.572	26.294
185.474	26.238	186.187	26.229	189.802	26.211	190.556	26.208	193.417	26.168
195.638	26.133	197.033	26.122	200.648	26.08	200.72	26.079	204.263	26.03
205.802	26.014	207.878	26.007	210.884	25.979	211.493	25.971	215.108	25.939
215.966	25.926	218.724	25.879	221.048	25.866	222.339	25.86	225.954	25.837
226.13	25.834	229.569	25.77	231.211	25.76	233.184	25.744	236.293	25.674
236.799	25.662	240.415	25.585	241.375	25.571	244.03	25.536	246.457	25.499
247.645	25.482	251.26	25.472	251.539	25.468	254.875	25.408	256.621	25.39
258.491	25.38	261.703	25.346	262.106	25.341	263.913	25.318	265.721	25.276
266.785	25.254	267.528	25.242	269.336	25.185	271.144	25.161	271.867	25.155
272.951	25.11	274.759	25.055	276.566	24.92	276.949	24.926	278.374	25.047
280.182	25.373	281.989	25.752	282.03	25.752	283.797	25.732	285.604	25.764
287.112	25.736	287.412	25.728	289.22	25.704	291.027	25.721	292.194	25.684
292.835	25.663	294.642	25.466	294.735	25.457	296.45	25.255	297.276	25.228
298.257	25.208	299.817	25.367	300.065	25.398	301.873	25.431	302.358	25.427

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>		<b>Regione Marche</b>	
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	<b>Fg. 57 di 77</b>	<b>Rev.</b> <b>0</b>

303.68	25.334	304.899	25.374	305.488	25.405	307.295	25.48	307.44	25.503
309.103	25.812	309.981	26.047	310.911	26.395	312.522	26.618	312.718	26.621
314.526	26.209	315.063	26.053	316.333	25.673	316.969	25.496	318.242	25.184
319.135	24.97	319.514	24.923	320.786	24.837	321.936	24.807	322.058	24.808
323.33	24.84	324.602	24.875	324.738	24.882	325.874	25.019	327.147	25.133
327.539	25.161	328.419	25.224	329.691	25.294	330.34	25.348	330.963	25.344
332.235	25.323	333.142	25.26	333.507	25.238	334.779	25.202	335.943	25.215
336.052	25.205	337.324	25.086	338.596	24.933	338.745	24.917	339.868	24.728
341.14	24.513	341.546	24.444	342.412	24.432	343.684	24.408	344.348	24.445
344.957	24.5	346.229	24.491	347.149	24.511	347.501	24.499	348.773	24.458
349.95	24.373	350.045	24.37	351.317	24.403	352.589	24.367	352.752	24.365
353.862	24.398	355.134	24.446	355.553	24.46	356.406	24.421	357.678	24.362
358.355	24.331	358.95	24.331	360.222	24.33	361.156	24.334	361.494	24.337
362.767	24.342	363.957	24.35	364.039	24.349	365.311	24.327	366.583	24.298
366.759	24.303	367.855	24.346	369.127	24.376	369.56	24.376	370.399	24.409
371.671	24.474	372.362	24.511	372.944	24.503	374.216	24.493	375.163	24.48
375.488	24.473	376.76	24.441	377.965	24.388	378.032	24.387	379.304	24.387
380.577	24.37	380.766	24.38	381.849	24.462	383.121	24.419	383.567	24.429
384.393	24.415	385.665	24.423	386.369	24.399	386.937	24.396	388.209	24.417
389.17	24.416	389.481	24.4	390.754	24.361	391.972	24.33	392.026	24.332
393.298	24.351	394.57	24.37	394.773	24.377	395.842	24.379	397.114	24.392
397.574	24.393	398.386	24.393	399.659	24.397	400.376	24.4	400.931	24.406
402.203	24.409	403.177	24.411	403.475	24.411	404.747	24.444	405.979	24.453
406.019	24.453	407.291	24.433	408.564	24.41	408.78	24.411	409.836	24.426
411.108	24.461	411.582	24.465	412.38	24.475	413.652	24.466	414.383	24.477
414.924	24.484	416.196	24.489	417.184	24.477	417.469	24.473	418.741	24.495
419.986	24.428	420.013	24.427	421.285	24.399	422.557	24.365	422.787	24.361
423.829	24.342	425.101	24.351	425.589	24.35	426.374	24.33	427.646	24.306
428.39	24.344	428.918	24.361	430.19	24.319	431.191	24.299	431.462	24.303
432.734	24.343	433.993	24.449	434.006	24.449	435.279	24.484	436.551	24.453
436.794	24.439	437.823	24.44	439.095	24.315	439.596	24.314	440.367	24.333
441.639	23.994	442.397	23.846	442.911	23.739	444.184	23.728	445.199	23.656
445.456	23.643	446.728	23.573	448	23.523	449.077	23.6	450.154	23.736
451.231	23.876	451.5	23.914	452.308	23.994	453.385	24.096	454.462	24.172
455	24.202	455.538	24.215	456.615	24.238	457.692	24.241	458.5	24.258
458.769	24.249	459.846	24.193	460.923	24.156	462	24.093	463.077	24.152
464.154	24.217	465.231	24.249	465.5	24.267	466.308	24.343	468.462	24.509
469	24.558	470.615	24.878	472.5	25.225	472.769	25.275	474.923	25.638
476	25.847	477.34	26.04	478.679	25.88	480.019	25.76	481.359	25.734
482.698	25.727	484.038	25.807	485.378	25.88	486.717	25.507	488.057	25.121
489.397	25.247	490.737	25.287	492.076	25.467	493.416	25.867	494.756	26.101
496.095	25.921	497.435	25.714	498.775	25.708	500.114	25.848	501.454	25.588
502.794	25.481	504.133	25.595	505.473	25.655	506.813	25.621	508.152	25.875
509.492	25.808	510.832	25.628	512.171	25.448	513.511	25.568	514.851	25.649
516.19	25.535	517.53	25.435	518.87	25.195	520.21	25.042	521.549	24.989
522.889	24.962	524.229	24.882	525.568	24.829	526.908	24.809	528.248	24.776
529.587	24.816	530.927	24.923	532.267	25.016	533.606	25.009	534.946	25.283
536.286	25.556	538.965	26.543	541.644	27.49	544.324	27.557	547.003	27.623
549.683	27.95	552.362	29.19	555.041	29.524	557.721	29.577	560.4	29.544
563.079	29.497	565.759	29.144	568.438	27.998	571.117	26.885	573.797	25.798
576.476	25.265	579.156	25.092	581.835	25.078	584.514	25.105	587.194	25.139
589.873	25.145	592.552	25.199	595.232	25.246	597.911	25.339	600.59	25.439
603.27	25.573	605.949	25.733	608.629	25.826	611.308	25.953	613.987	26.053
616.667	26.127	619.6	26.189	622.533	26.192	624	26.212	625.467	26.227
628.4	26.262	631.333	26.357	634.267	26.427	637.2	26.433	638.667	26.448
640.133	26.465	643.067	26.497	646	26.52	648.933	26.533	651.867	26.545
653.333	26.563	654.8	26.58	657.733	26.59	660.667	26.627	663.6	26.639
666.533	26.641	668	26.643	669.467	26.641	672.4	26.632	675.333	26.62
678.267	26.637	681.2	26.683	682.667	26.682	684.133	26.675	687.067	26.684
690	26.693	694.4	26.682	697.333	26.699	698.8	26.705	703.2	26.702
704.667	26.7	707.6	26.723	712	26.773	716.4	26.763	719.333	26.774
720.8	26.777	725.2	26.806	726.667	26.804	729.6	26.785	734	26.777
738.4	26.82	741.333	26.844	742.8	26.838	747.2	26.812	748.667	26.812
751.6	26.834	756	26.847	760.4	26.844	763.333	26.842	764.8	26.815
769.2	26.772	770.667	26.761	773.6	26.801	778	26.85	782.4	26.871
785.333	26.882	786.8	26.883	791.2	26.861	792.667	26.873	795.6	26.888
800	26.887								

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 316.333 .035 476 .055

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>		<b>SPC. LA-E-83072</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto			Fg. 58 di 77

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
316.333 476 102.023 102.023 102.023 .1 .3  
Left Levee Station= 82 Elevation= 29.99  
Right Levee Station= 557.72 Elevation= 29.58

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	27.10	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.45	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	26.65	Reach Len. (m)	102.02	102.02	102.02
Crit W.S. (m)	26.38	Flow Area (m2)	136.82	347.22	73.48
E.G. Slope (m/m)	0.004578	Area (m2)	136.82	347.22	73.48
Q Total (m3/s)	1366.00	Flow (m3/s)	142.42	1124.40	99.18
Top Width (m)	398.33	Top Width (m)	175.39	159.67	63.28
Vel Total (m/s)	2.45	Avg. Vel. (m/s)	1.04	3.24	1.35
Max Chl Dpth (m)	3.13	Hydr. Depth (m)	0.78	2.17	1.16
Conv. Total (m3/s)	20190.0	Conv. (m3/s)	2105.0	16619.1	1465.9
Length Wtd. (m)	102.02	Wetted Per. (m)	175.79	160.14	63.94
Min Ch El (m)	23.52	Shear (N/m2)	34.94	97.33	51.59
Alpha	1.48	Stream Power (N/m s)	38302.30	3925.99	26702.45
Frctn Loss (m)	0.47	Cum Volume (1000 m3)	59.03	415.51	88.82
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	93.12	160.26	121.19

CROSS SECTION

RIVER: alveo  
REACH: princ RS: 43.3333\*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 466

Sta	Elev								
0	29.18	5.562	29.171	7.12	29.165	11.125	29.154	14.24	29.143
16.688	29.147	21.36	29.133	22.25	29.128	27.812	29.072	28.48	29.078
33.375	29.127	35.6	29.133	38.938	29.165	42.72	29.173	44.5	29.148
49.84	29.069	50.062	29.07	55.625	29.02	56.96	29.002	61.188	29.361
64.08	29.603	66.75	29.608	71.2	29.761	72.312	29.757	77.875	29.599
78.32	29.593	83.438	29.523	85.44	29.476	89	29.38	94	28.367
99	27.977	104	26.52	108.846	26.585	110.811	26.591	113.691	26.581
117.623	26.577	118.537	26.565	123.382	26.48	124.434	26.465	128.228	26.419
131.246	26.374	133.073	26.36	137.919	26.331	138.057	26.329	142.764	26.28
144.869	26.263	147.61	26.234	149.41	26.204	152.455	26.143	153.95	26.127
157.301	26.12	158.491	26.116	160.531	26.122	163.032	26.132	163.762	26.123
166.992	26.076	167.573	26.068	170.222	26.076	172.114	26.074	173.453	26.063
176.655	26.05	176.683	26.05	179.913	26.037	181.196	26.038	183.144	26.029
185.737	25.989	186.374	25.987	189.604	25.993	190.278	25.994	192.835	25.946
194.819	25.906	196.065	25.904	199.295	25.89	199.36	25.89	202.526	25.83
203.901	25.807	205.756	25.803	208.442	25.789	208.986	25.783	212.217	25.749
212.983	25.738	215.447	25.698	217.524	25.678	218.678	25.67	221.908	25.644
222.065	25.642	225.138	25.579	226.606	25.56	228.369	25.529	231.147	25.457
231.599	25.445	234.829	25.36	235.688	25.341	238.06	25.292	240.229	25.244
241.29	25.224	244.52	25.184	244.77	25.179	247.751	25.097	249.31	25.06
250.981	25.04	253.851	24.998	254.211	24.992	255.827	24.967	257.442	24.931
258.392	24.912	259.057	24.904	260.672	24.87	262.287	24.853	262.933	24.847
263.902	24.769	265.518	24.649	267.133	24.489	267.474	24.473	268.748	24.603
270.363	24.855	271.978	25.134	272.015	25.136	273.594	25.154	275.209	25.198
276.556	25.208	276.824	25.206	278.439	25.209	280.054	25.231	281.097	25.222
281.669	25.217	283.285	25.132	283.368	25.129	284.9	24.98	285.638	24.944
286.515	24.926	287.909	24.993	288.13	25.016	289.745	25.082	290.179	25.094
291.36	24.959	292.45	24.897	292.976	24.891	294.591	24.861	294.72	24.866
296.206	25.034	296.99	25.158	297.821	25.49	299.261	25.874	299.436	25.873
301.051	25.638	301.531	25.551	302.667	25.327	303.485	25.108	305.121	24.757
306.27	24.52	306.757	24.442	308.393	24.318	309.872	24.303	310.029	24.304
311.665	24.34	313.301	24.382	313.475	24.395	314.937	24.535	316.573	24.611
317.078	24.623	318.209	24.647	319.845	24.642	320.681	24.677	321.481	24.682
323.118	24.666	324.284	24.56	324.754	24.519	326.39	24.456	327.887	24.49
328.026	24.488	329.662	24.453	331.298	24.351	331.489	24.344	332.934	24.254
334.57	24.151	335.092	24.119	336.206	24.116	337.842	24.099	338.695	24.191
339.478	24.285	341.114	24.236	342.298	24.253	342.75	24.25	344.386	24.244

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>		<b>SPC. LA-E-83072</b>	
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 59 di 77	<b>Rev.</b> <b>0</b>

345.901	24.146	346.023	24.14	347.659	24.212	349.295	24.144	349.504	24.14
350.931	24.139	352.567	24.158	353.106	24.16	354.203	24.13	355.839	24.086
356.709	24.063	357.475	24.055	359.111	24.04	360.312	24.038	360.747	24.038
362.383	24.031	363.915	24.03	364.019	24.03	365.655	24.004	367.291	23.964
367.518	23.976	368.928	24.058	370.564	24.113	371.121	24.111	372.2	24.125
373.836	24.172	374.723	24.201	375.472	24.206	377.108	24.231	378.326	24.24
378.744	24.242	380.38	24.235	381.929	24.185	382.016	24.183	383.652	24.178
385.288	24.14	385.532	24.16	386.924	24.286	388.56	24.155	389.135	24.158
390.196	24.147	391.833	24.192	392.738	24.157	393.469	24.138	395.105	24.149
396.34	24.121	396.741	24.105	398.377	24.09	399.943	24.089	400.013	24.091
401.649	24.071	403.285	24.05	403.546	24.053	404.921	24.055	406.557	24.076
407.149	24.077	408.193	24.077	409.829	24.083	410.752	24.091	411.465	24.098
413.101	24.094	414.355	24.092	414.738	24.09	416.374	24.152	417.957	24.166
418.01	24.167	419.646	24.127	421.282	24.08	421.56	24.081	422.918	24.093
424.554	24.141	425.163	24.141	426.19	24.142	427.826	24.098	428.766	24.103
429.462	24.107	431.098	24.09	432.369	24.045	432.734	24.032	434.37	24.053
435.972	23.897	436.006	23.893	437.643	23.825	439.279	23.743	439.574	23.732
440.915	23.686	442.551	23.696	443.177	23.689	444.187	23.67	445.823	23.653
446.78	23.748	447.459	23.811	449.095	23.795	450.383	23.808	450.731	23.816
452.367	23.901	453.986	24.118	454.003	24.119	455.639	24.367	457.275	24.481
457.589	24.488	458.911	24.545	460.548	24.362	461.191	24.387	462.184	24.436
463.82	23.777	464.794	23.491	465.456	23.294	467.092	23.314	468.397	23.202
468.728	23.176	470.364	23.042	472	22.947	473.538	22.995	475.077	23.163
476.615	23.338	477	23.388	478.154	23.522	479.692	23.693	481.231	23.811
482	23.853	482.769	23.887	484.308	23.949	485.846	23.971	487	24.017
487.385	24.025	488.923	24.016	490.462	24.048	492	24.027	493.538	24.101
495.077	24.189	496.615	24.21	497	24.233	498.154	24.316	501.231	24.465
502	24.515	504.308	24.754	507	24.98	507.385	25.012	510.462	25.204
512	25.353	512.679	25.45	513.359	25.37	514.038	25.31	514.717	25.297
515.397	25.294	516.076	25.334	516.756	25.371	517.435	25.184	518.114	24.991
518.794	25.055	519.473	25.075	520.152	25.165	520.832	25.365	521.511	25.482
522.19	25.392	522.87	25.289	523.549	25.285	524.229	25.356	524.908	25.226
525.587	25.173	526.267	25.229	526.946	25.259	527.625	25.243	528.305	25.37
528.984	25.337	529.664	25.247	530.343	25.157	531.022	25.217	531.702	25.257
532.381	25.2	533.06	25.151	533.74	25.031	534.419	24.954	535.098	24.928
535.778	24.914	536.457	24.875	537.137	24.848	537.816	24.838	538.495	24.822
539.175	24.842	539.854	24.895	540.533	24.942	541.213	24.939	541.892	25.076
542.571	25.212	543.93	25.706	545.289	26.18	546.648	26.213	548.006	26.247
549.365	26.41	550.724	27.031	552.083	27.197	553.441	27.224	554.8	27.208
556.159	27.185	557.517	27.009	558.876	26.435	560.235	25.879	561.594	25.336
562.952	25.07	564.311	24.983	565.67	24.977	567.029	24.99	568.387	25.007
569.746	25.011	571.105	25.038	572.464	25.061	573.822	25.108	575.181	25.158
576.54	25.225	577.898	25.306	579.257	25.353	580.616	25.416	581.975	25.466
583.333	25.503	586.8	25.565	590.267	25.506	592	25.513	593.733	25.519
597.2	25.536	600.667	25.673	604.133	25.793	607.6	25.787	609.333	25.807
611.067	25.827	614.533	25.869	618	25.89	621.467	25.891	624.933	25.893
626.667	25.917	628.4	25.94	631.867	25.94	635.333	25.993	638.8	26.009
642.267	26.005	644	26.007	645.733	26.005	649.2	25.996	652.667	25.98
656.133	25.993	659.6	26.067	661.333	26.053	663.067	26.037	666.533	26.052
670	26.067	675.2	26.026	678.667	26.048	680.4	26.057	685.6	26.046
687.333	26.04	690.8	26.041	696	26.077	701.2	26.027	704.667	26.029
706.4	26.029	711.6	26.068	713.333	26.059	716.8	26.033	722	26.033
727.2	26.06	730.667	26.069	732.4	26.064	737.6	26.036	739.333	26.044
742.8	26.072	748	26.073	753.2	26.032	756.667	26.004	758.4	25.977
763.6	25.976	765.333	25.982	768.8	26.025	774	26.07	779.2	26.075
782.667	26.074	784.4	26.071	789.6	26.015	791.333	26.037	794.8	26.074
800	26.083								

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val  
0 .055 302.667 .035 458.911 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
302.667 458.911 102.023 102.023 102.023 .1 .3  
Left Levee Station= 89 Elevation= 29.38  
Right Levee Station= 552.08 Elevation= 27.2

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m) 26.62 Element Left OB Channel Right OB  
Vel Head (m) 0.40 Wt. n-Val. 0.055 0.035 0.055

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 60 di 77

W.S. Elev (m)	26.22	Reach Len. (m)	102.02	102.02	102.02
Crit W.S. (m)	25.83	Flow Area (m2)	106.10	320.38	150.70
E.G. Slope (m/m)	0.004593	Area (m2)	106.10	320.38	150.70
Q Total (m3/s)	1366.00	Flow (m3/s)	101.67	1000.25	264.08
Top Width (m)	398.79	Top Width (m)	154.41	156.24	88.14
Vel Total (m/s)	2.37	Avg. Vel. (m/s)	0.96	3.12	1.75
Max Chl Dpth (m)	3.28	Hydr. Depth (m)	0.69	2.05	1.71
Conv. Total (m3/s)	20156.0	Conv. (m3/s)	1500.2	14759.2	3896.6
Length Wtd. (m)	102.02	Wetted Per. (m)	154.69	156.48	88.87
Min Ch El (m)	23.65	Shear (N/m2)	30.89	92.22	76.38
Alpha	1.39	Stream Power (N/m s)	38302.30	4261.13	26432.42
Frctn Loss (m)	0.63	Cum Volume (1000 m3)	46.64	381.45	77.38
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	76.30	144.15	113.46

depths were found at this location. The critical depth with the lowest, valid, energy was used.

#### CROSS SECTION

RIVER: alveo

REACH: princ RS: 40

#### INPUT

Description:

Station Elevation Data		num=		243					
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	30.08	6	30.09	12	30.08	18	30.06	24	30
30	29.9	36	29.96	42	29.96	48	29.9	54	29.83
60	29.63	66	29.39	72	29.14	78	29.16	84	28.97
90	28.91	96	28.77	102	27.56	108	27.64	114	26.12
120	26.18	126	26.17	132	26.04	138	25.93	144	25.89
150	25.86	154	25.82	158	25.76	162	25.76	166	25.8
170	25.73	174	25.78	178	25.78	182	25.78	186	25.74
190	25.78	194	25.68	198	25.7	202	25.6	206	25.6
210	25.55	214	25.49	218	25.45	222	25.36	226	25.24
230	25.11	234	24.99	238	24.89	242	24.73	246	24.65
250	24.57	254	24.54	258	24.02	262	24.52	266	24.68
270	24.76	272	24.8	274	24.66	276	24.62	278	24.76
280	24.42	282	24.23	284	24.27	286	25.13	288	25.05
289	24.98	290	24.72	292	24.33	294	23.96	296	23.8
298	23.8	300	23.84	302	23.89	304	24.05	306	24.09
308	24.07	310	23.99	312	24.02	314	24.01	316	23.8
318	23.71	320	23.77	322	23.82	324	23.77	326	23.78
328	23.79	330	23.8	332	23.79	334	24.07	336	23.98
338	24	340	24.03	342	23.91	344	24.02	346	23.92
348	23.88	350	23.87	352	23.84	354	23.81	356	23.78
358	23.75	360	23.74	362	23.72	364	23.71	366	23.68
368	23.63	370	23.77	372	23.85	374	23.84	376	23.87
378	23.91	380	23.97	382	24.01	384	24.03	386	23.98
388	23.97	390	23.91	392	24.11	394	23.89	396	23.88
398	23.96	400	23.88	402	23.88	404	23.81	406	23.82
408	23.85	410	23.79	412	23.73	414	23.73	416	23.76
418	23.76	420	23.77	422	23.79	424	23.78	426	23.77
428	23.86	430	23.88	432	23.82	434	23.75	436	23.76
438	23.82	440	23.81	442	23.73	444	23.73	446	23.69
448	23.59	450	23.61	452	23.36	454	23.25	456	23.12
458	23.03	460	23.04	462	23.01	464	23	466	23.26
468	23.27	470	23.33	472	23.46	474	23.79	476	24.25
478	24.51	480	24.65	482	24.41	484	24.54	486	23.56
488	22.85	490	22.9	492	22.71	494	22.51	496	22.37
498	22.39	500	22.59	502	22.8	504	23.05	506	23.29
508	23.45	510	23.56	512	23.66	514	23.7	516	23.8
518	23.84	520	23.94	522	23.96	524	24.05	526	24.16
528	24.17	530	24.29	534	24.42	538	24.63	542	24.75
546	24.77	548	24.86	550	24.88	554	24.94	558	24.82
562	24.81	566	24.81	570	24.99	574	25.16	578	25.14
582	25.19	586	25.24	590	25.26	594	25.25	598	25.24
602	25.3	606	25.29	610	25.36	614	25.38	618	25.37
622	25.37	626	25.36	630	25.34	634	25.35	638	25.45
642	25.4	646	25.42	650	25.44	656	25.37	662	25.41
668	25.39	674	25.36	680	25.38	686	25.29	692	25.28
698	25.33	704	25.28	710	25.29	716	25.3	722	25.29

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 61 di 77

728	25.26	734	25.31	740	25.3	746	25.22	752	25.14
758	25.18	764	25.25	770	25.29	776	25.28	782	25.26
788	25.17	794	25.26	800	25.28				

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 289 .035 480 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
289 480 103.997 103.997 103.997 .1 .3  
Left Levee Station= 96 Elevation= 28.77  
Right Levee Station= 638 Elevation= 25.5

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	25.97	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.58	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	25.40	Reach Len. (m)	104.00	104.00	104.00
Crit W.S. (m)	25.24	Flow Area (m2)	44.89	304.18	129.78
E.G. Slope (m/m)	0.008832	Area (m2)	44.89	304.18	129.78
Q Total (m3/s)	1366.00	Flow (m3/s)	57.66	1112.43	195.91
Top Width (m)	415.36	Top Width (m)	68.56	191.00	155.80
Vel Total (m/s)	2.85	Avg. Vel. (m/s)	1.28	3.66	1.51
Max Chl Dpth (m)	3.03	Hydr. Depth (m)	0.65	1.59	0.83
Conv. Total (m3/s)	14535.3	Conv. (m3/s)	613.5	11837.2	2084.7
Length Wtd. (m)	104.00	Wetted Per. (m)	68.87	191.37	156.30
Min Ch El (m)	23.00	Shear (N/m2)	56.45	137.67	71.92
Alpha	1.39	Stream Power (N/m s)	38302.30	4596.28	30546.09
Frctn Loss (m)	0.90	Cum Volume (1000 m3)	38.94	349.59	63.08
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	64.92	126.44	101.02

CROSS SECTION

RIVER: alveo  
REACH: princ RS: 36.6666\*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 460

Sta	Elev								
0	28.61	3.882	28.606	7.765	28.61	8.25	28.609	11.647	28.597
15.529	28.597	16.5	28.592	19.412	28.572	23.294	28.546	24.75	28.536
27.176	28.512	31.059	28.443	33	28.392	34.941	28.334	38.824	28.23
41.25	28.162	42.706	28.14	46.588	28.083	49.5	28.147	50.471	28.163
54.353	28.183	57.75	28.195	58.235	28.194	62.118	28.135	66	28.107
69.882	28.075	73.765	28.063	74.25	28.067	77.647	28.062	81.529	27.739
82.5	27.712	85.412	27.62	89.294	27.465	90.75	27.392	93.176	27.268
97.059	27.296	99	27.177	99.647	27.151	102.235	27.125	104.824	27.113
107.25	27.148	107.412	27.148	110	27.001	112.588	27.068	115.176	28.002
115.5	28.033	117.765	28.276	120.353	28.293	122.941	28.277	123.75	28.281
125.529	28.277	128.118	28.214	130.706	28.148	132	28.1	134.381	27.498
137.556	26.877	139.143	26.812	143.111	26.617	143.905	26.425	148.667	24.977
153.852	25.029	154.5	25.029	159.037	25.029	160.333	25.008	164.222	24.946
166.167	24.919	169.407	24.868	172	24.85	174.593	24.84	177.833	24.831
179.778	24.821	183.235	24.79	183.667	24.785	186.691	24.748	189.5	24.747
190.148	24.747	193.605	24.776	195.333	24.753	197.062	24.727	200.519	24.754
201.167	24.753	203.975	24.749	207	24.743	207.432	24.743	210.889	24.71
212.833	24.722	214.346	24.737	217.802	24.678	218.667	24.683	221.259	24.695
224.5	24.634	224.716	24.63	228.173	24.636	230.333	24.619	231.63	24.604
235.086	24.556	236.167	24.545	238.543	24.535	242	24.487	245.98	24.446
246.04	24.445	249.96	24.486	250.081	24.488	253.94	24.35	254.121	24.344
257.92	24.07	258.162	24.05	261.901	24.277	262.202	24.299	265.881	24.341
266.242	24.345	269.861	24.01	270.283	23.975	273.841	23.869	274.323	23.815
277.821	23.467	278.364	23.505	281.801	23.805	282.404	23.823	285.781	23.763
286.444	23.742	289.761	23.737	290.485	23.736	291.751	23.768	293.741	23.698
294.525	23.696	295.731	23.686	297.721	23.789	298.566	23.697	299.711	23.656
301.702	23.683	302.606	23.765	303.692	23.837	304.626	24.156	305.682	24.491
306.646	24.494	307.672	24.445	308.667	24.377	309.407	24.193	310.889	23.913
312.37	23.647	313.852	23.52	315.333	23.5	316.815	23.509	318.296	23.524

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>		<b>Regione Marche</b>	
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 62 di 77

319.778	23.613	321.259	23.622	322	23.607	322.741	23.579	324.222	23.482
325.704	23.459	327.185	23.41	328.667	23.227	330.148	23.124	331.63	23.122
333.111	23.113	334.593	23.038	335.333	23.02	336.074	23.006	337.556	22.977
339.037	22.948	340.519	22.906	342	23.057	343.481	22.971	344.963	22.96
346.444	22.954	347.926	22.849	348.667	22.873	349.407	22.909	350.889	22.839
352.37	22.809	353.852	22.8	355.333	22.777	356.815	22.769	358.296	22.762
359.778	22.754	361.259	22.76	362	22.76	362.741	22.761	364.222	22.77
365.704	22.766	367.185	22.748	368.667	22.857	370.148	22.927	371.63	22.937
373.111	22.974	374.593	23.018	375.333	23.047	376.074	23.075	377.556	23.119
379.037	23.149	380.519	23.133	382	23.143	383.481	23.073	384.963	23.176
386.444	22.999	387.926	22.962	388.667	22.973	389.407	22.973	390.889	22.864
392.37	22.81	393.852	22.708	395.333	22.66	396.815	22.63	398.296	22.541
399.778	22.451	401.259	22.401	402	22.387	402.741	22.38	404.222	22.347
405.704	22.32	407.185	22.3	408.667	22.26	410.148	22.216	411.63	22.238
413.111	22.213	414.593	22.136	415.333	22.093	416.074	22.064	417.556	22.058
419.037	22.085	420.519	22.066	422	22	423.481	22.009	424.963	21.991
426.444	21.933	427.926	21.956	428.667	21.877	429.407	21.793	430.889	21.719
432.37	21.631	433.852	21.571	435.333	21.577	436.815	21.559	438.296	21.554
439.778	21.73	441.259	21.739	442	21.76	442.741	21.78	444.222	21.866
445.704	22.085	447.185	22.391	448.667	22.563	450.148	22.649	451.63	22.482
453.111	22.561	454.593	21.9	455.333	21.66	456.074	21.42	457.556	21.446
459.037	21.311	460.519	21.171	462	21.07	463.473	21.098	464.436	21.108
464.946	21.138	466.419	21.235	466.872	21.265	467.891	21.335	469.308	21.397
469.364	21.401	470.837	21.495	471.744	21.551	472.31	21.584	473.783	21.664
474.179	21.695	475.256	21.757	476.615	21.838	476.729	21.843	478.202	21.921
479.051	21.941	479.674	21.954	481.147	22.001	481.487	22.012	482.62	22.029
483.923	22.052	484.093	22.058	485.566	22.148	486.359	22.202	487.039	22.237
488.512	22.397	488.795	22.409	489.984	22.479	491.231	22.479	491.457	22.475
492.93	22.649	493.667	22.742	494.403	22.848	495.876	22.914	496.103	22.928
497.349	23.011	498.538	23.16	498.822	23.187	500.295	23.418	500.974	23.448
501.767	23.506	503.24	23.518	503.41	23.513	504.713	23.457	506.186	23.369
507.659	23.329	508.282	23.339	509.132	23.361	510.605	23.39	512.078	23.436
513.154	23.625	513.55	23.69	515.023	23.691	516.496	23.635	517.969	23.716
518.026	23.718	519.442	23.747	520.915	23.795	522.388	23.835	522.897	23.852
523.86	23.904	525.333	23.97	526.645	24.006	527.957	24.05	528.044	24.051
529.269	24.076	530.581	24.105	531.892	24.135	533.204	24.161	533.467	24.166
534.516	24.161	535.828	24.168	537.14	24.182	538.452	24.183	538.889	24.187
539.763	24.206	541.075	24.227	542.387	24.246	543.699	24.287	544.311	24.301
545.011	24.317	546.323	24.34	547.634	24.353	548.946	24.397	549.733	24.399
550.258	24.412	551.57	24.494	553.538	24.588	555.156	24.736	556.161	24.828
558.129	24.962	560.578	25.013	560.753	25.013	563.376	24.98	566	24.99
569.371	25.069	570.411	25.092	572.742	25.144	574.823	25.109	576.114	25.081
579.234	25.071	579.485	25.07	582.856	25.055	583.646	25.041	586.227	24.996
588.057	25.008	589.598	25.034	592.468	24.998	592.97	24.986	596.341	24.971
596.88	24.965	599.712	24.97	601.291	24.969	603.083	24.955	605.703	24.969
606.454	24.969	609.826	24.97	610.114	24.971	613.197	24.983	614.526	24.969
616.568	24.944	618.937	24.938	619.939	24.934	623.31	24.917	623.348	24.917
626.682	24.942	627.76	24.932	630.053	24.941	632.171	24.986	633.424	24.984
636.583	24.954	636.795	24.954	640.166	24.971	640.994	24.967	643.538	24.954
645.405	24.964	646.909	24.956	650.28	24.939	652.023	24.928	653.651	24.937
657.022	24.943	658.64	24.949	662.079	24.94	665.257	24.933	667.136	24.928
671.874	24.891	672.193	24.891	677.25	24.917	678.491	24.921	682.306	24.889
685.108	24.847	687.363	24.831	691.725	24.815	692.42	24.817	697.477	24.812
698.342	24.823	702.534	24.832	704.959	24.812	707.59	24.806	711.577	24.805
712.647	24.804	717.704	24.78	718.194	24.782	722.761	24.792	724.811	24.787
727.818	24.774	731.428	24.778	732.874	24.791	737.931	24.813	738.045	24.814
742.988	24.828	744.662	24.822	748.045	24.786	751.279	24.756	753.102	24.739
757.896	24.713	758.158	24.714	763.215	24.741	764.513	24.748	768.272	24.777
771.131	24.77	773.329	24.759	777.748	24.809	778.386	24.813	783.442	24.798
784.365	24.8	785.128	24.802	786.814	24.798	788.499	24.792	790.185	24.802
790.982	24.803	791.87	24.799	793.556	24.787	795.242	24.771	796.927	24.763
797.599	24.755	798.613	24.763	800.298	24.784	801.984	24.783	803.669	24.782
804.216	24.793	805.355	24.809	807.041	24.802	808.726	24.806	810.833	24.84

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 319.778 .035 500.295 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
319.778 500.295 103.997 103.997 103.997 .1 .3  
Left Levee Station= 132 Elevation= 28.1



	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>		<b>Regione Marche</b>	
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 64 di 77

387.556	21.172	388.519	21.073	389	21.028	389.481	21	390.444	20.933
391.407	20.87	392.37	20.81	393.333	20.74	394.296	20.661	395.259	20.616
396.222	20.547	397.185	20.451	397.667	20.402	398.148	20.377	399.111	20.356
400.074	20.35	401.037	20.322	402	20.27	402.963	20.288	403.926	20.292
404.889	20.277	405.852	20.301	406.333	20.268	406.815	20.226	407.778	20.188
408.741	20.143	409.704	20.111	410.667	20.113	411.63	20.108	412.593	20.109
413.556	20.2	414.519	20.208	415	20.22	415.481	20.229	416.444	20.271
417.407	20.38	418.37	20.531	419.333	20.617	420.296	20.649	421.259	20.554
422.222	20.582	423.185	20.241	423.667	20.115	424.148	19.989	425.111	19.991
426.074	19.913	427.037	19.831	428	19.77	429.736	19.814	430.872	19.825
431.473	19.844	433.209	19.918	433.744	19.94	434.946	19.993	436.615	19.995
436.682	19.995	438.419	20.032	439.487	20.051	440.155	20.062	441.891	20.077
442.359	20.101	443.628	20.154	445.231	20.226	445.364	20.232	447.101	20.321
448.103	20.322	448.837	20.322	450.574	20.355	450.974	20.363	452.31	20.38
453.846	20.404	454.047	20.409	455.783	20.529	456.718	20.605	457.519	20.664
459.256	20.958	459.59	20.978	460.992	21.07	462.462	21.019	462.729	21.007
464.465	21.345	465.333	21.523	466.202	21.709	467.938	21.787	468.205	21.806
469.674	21.915	471.077	22.159	471.411	22.214	473.147	22.669	473.949	22.725
474.884	22.803	476.62	22.754	476.821	22.736	478.357	22.588	480.093	22.375
481.829	22.254	482.564	22.257	483.566	22.266	485.302	22.26	487.039	22.288
488.308	22.62	488.775	22.74	490.512	22.705	492.248	22.557	493.984	22.683
494.051	22.685	495.721	22.739	497.457	22.827	499.194	22.903	499.795	22.933
500.93	23.002	502.667	23.08	504.323	23.143	505.978	23.22	506.089	23.222
507.634	23.258	509.29	23.303	510.946	23.348	512.602	23.386	512.933	23.392
514.258	23.406	515.914	23.449	517.57	23.506	519.226	23.537	519.778	23.553
520.882	23.593	522.538	23.639	524.194	23.678	525.849	23.764	526.622	23.791
527.505	23.823	529.161	23.87	530.817	23.897	532.473	23.983	533.467	23.987
534.129	23.996	535.785	24.117	538.269	24.239	540.311	24.483	541.581	24.634
544.065	24.841	547.156	24.867	547.376	24.866	550.688	24.81	554	24.84
557.686	24.959	558.823	24.994	561.371	25.072	563.646	24.977	565.057	24.915
568.468	24.883	568.742	24.88	572.428	24.857	573.291	24.832	576.114	24.748
578.114	24.776	579.799	24.807	582.937	24.695	583.485	24.673	587.17	24.65
587.76	24.64	590.856	24.605	592.583	24.579	594.542	24.543	597.405	24.557
598.227	24.559	601.913	24.57	602.228	24.572	605.598	24.597	607.051	24.568
609.284	24.522	611.874	24.515	612.97	24.512	616.655	24.493	616.697	24.494
620.341	24.536	621.52	24.513	624.026	24.481	626.342	24.522	627.712	24.532
631.165	24.508	631.398	24.507	635.083	24.525	635.988	24.514	638.769	24.477
640.811	24.487	642.454	24.488	646.14	24.489	648.045	24.487	649.826	24.493
653.511	24.487	655.279	24.488	659.04	24.48	662.513	24.477	664.568	24.474
669.748	24.423	670.096	24.42	675.625	24.459	676.982	24.462	681.153	24.449
684.216	24.403	686.682	24.376	691.45	24.35	692.21	24.348	697.738	24.301
698.685	24.316	703.267	24.366	705.919	24.344	708.795	24.328	713.153	24.319
714.324	24.317	719.852	24.26	720.387	24.263	725.38	24.291	727.622	24.285
730.909	24.272	734.856	24.295	736.437	24.31	741.966	24.316	742.09	24.318
747.494	24.354	749.324	24.345	753.022	24.313	756.559	24.291	758.551	24.279
763.793	24.285	764.079	24.287	769.608	24.311	771.027	24.315	775.136	24.333
778.261	24.291	780.664	24.254	785.495	24.327	786.193	24.336	791.721	24.314
792.73	24.321	793.564	24.326	795.407	24.324	797.25	24.316	799.092	24.341
799.964	24.346	800.935	24.349	802.778	24.348	804.621	24.341	806.464	24.346
807.198	24.341	808.306	24.341	810.149	24.362	811.992	24.337	813.835	24.311
814.432	24.326	815.678	24.354	817.52	24.336	819.363	24.338	821.667	24.4

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 334.593 .035 474.884 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
334.593 474.884 103.997 103.997 103.997 .1 .3  
Left Levee Station= 168 Elevation= 27.43

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	24.31	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.71	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	23.60	Reach Len. (m)	104.00	104.00	104.00
Crit W.S. (m)	23.32	Flow Area (m2)	24.37	345.07	31.70
E.G. Slope (m/m)	0.005353	Area (m2)	24.37	345.07	31.70
Q Total (m3/s)	1366.00	Flow (m3/s)	22.22	1311.02	32.76
Top Width (m)	232.67	Top Width (m)	46.20	140.29	46.19
Vel Total (m/s)	3.41	Avg. Vel. (m/s)	0.91	3.80	1.03
Max Chl Dpth (m)	3.83	Hydr. Depth (m)	0.53	2.46	0.69

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83072
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 65 di 77

Conv. Total (m3/s)	18670.9	Conv. (m3/s)	303.8	17919.4	447.8
Length Wtd. (m)	104.00	Wetted Per. (m)	46.39	140.83	46.30
Min Ch El (m)	19.77	Shear (N/m2)	27.58	128.62	35.94
Alpha	1.20	Stream Power (N/m s)	39339.67	8043.48	0.00
Frctn Loss (m)	0.38	Cum Volume (1000 m3)	32.57	281.12	52.61
C & E Loss (m)	0.04	Cum SA (1000 m2)	53.14	90.44	86.01

CROSS SECTION

RIVER: alveo  
REACH: princ RS: 30

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num=		238					
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	25.67	6	25.65	12	25.65	18	25.62	24	25.63
30	25.57	36	25.51	42	25.45	48	25.3	54	25.05
60	24.83	66	24.6	72	24.37	78	24.57	84	24.63
90	24.67	96	24.55	102	24.52	108	24.49	114	24.52
120	24.69	126	23.91	132	23.77	138	23.53	144	23.17
150	23.49	154	23.17	158	23.08	162	23.03	166	23.13
170	22.81	174	23.13	178	26.05	182	26.92	186	27.01
190	27	194	27.07	198	26.97	202	26.86	204	26.76
206	25.99	210	25.27	214	24.43	218	22.69	222	22.73
226	22.75	230	22.76	234	22.73	238	22.75	242	22.73
246	22.72	250	22.73	254	22.7	258	22.67	262	22.64
266	22.68	270	22.69	274	22.72	278	22.68	282	22.74
286	22.86	290	23.25	294	23.06	298	22.39	302	23.45
306	23.75	310	22.79	314	22.49	318	22.34	322	22.38
326	21.84	330	21.66	334	21.8	338	21.86	342	22.8
344	23.12	346	23.3	348	23.17	350	22.9	352	22.66
354	22.08	356	21.51	358	21.03	360	20.69	362	20.65
364	20.82	366	21.03	368	21.26	370	21.49	372	21.08
374	20.34	376	19.67	378	19.22	380	18.71	382	18.54
384	18.66	386	18.65	388	18.68	390	18.67	392	18.57
394	18.47	396	18.53	398	18.55	400	18.6	402	18.65
404	18.59	406	18.57	408	18.54	410	18.49	412	18.55
414	18.62	416	18.72	418	18.69	420	18.71	422	18.73
424	18.76	426	18.91	428	19.09	430	19.52	432	19.66
434	19.54	436	20.04	438	20.57	440	20.66	442	20.82
444	21.24	446	21.92	448	22.1	450	21.99	452	21.72
454	21.38	456	21.18	458	21.17	460	21.13	462	21.14
464	21.79	466	21.72	468	21.48	470	21.65	472	21.73
474	21.86	476	21.97	478	22.1	480	22.19	482	22.28
484	22.39	486	22.44	488	22.5	490	22.56	492	22.61
494	22.65	496	22.73	498	22.83	500	22.89	502	22.98
504	23.05	506	23.11	508	23.24	510	23.33	512	23.4
514	23.44	516	23.57	518	23.58	520	23.74	523	23.89
527	24.44	530	24.72	534	24.72	538	24.64	542	24.69
546	24.85	550	25	554	24.75	558	24.69	562	24.66
566	24.5	570	24.58	574	24.36	578	24.33	582	24.24
586	24.13	590	24.15	594	24.17	598	24.21	602	24.1
606	24.09	610	24.07	614	24.13	618	24.02	622	24.08
626	24.06	630	24.08	634	24	638	24.02	642	24.04
646	24.05	650	24.03	656	24.02	662	24.02	668	23.95
674	24	680	24.01	686	23.92	692	23.88	698	23.79
704	23.9	710	23.85	716	23.83	722	23.74	728	23.79
734	23.77	740	23.83	746	23.82	752	23.88	758	23.84
764	23.82	770	23.86	776	23.88	782	23.89	788	23.75
794	23.86	800	23.83	802	23.85	804	23.85	806	23.84
808	23.88	810	23.9	812	23.91	814	23.91	816	23.93
818	23.92	820	23.94	822	23.89	824	23.84	826	23.9
828	23.87	830	23.87	832.5	23.96				

Manning's n Values		num=		3	
Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.055	352	.035	448	.055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>		<b>SPC. LA-E-83072</b>	
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 66 di 77

352      448                      94.952   94.952   94.952                      .1      .3  
Left Levee      Station=                      204                      Elevation=      26.76

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

		Element	Left OB	Channel	Right OB
E.G. Elev (m)	23.88	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
Vel Head (m)	0.56	Reach Len. (m)	94.95	94.95	94.95
W.S. Elev (m)	23.32	Flow Area (m2)	88.25	351.89	71.56
Crit W.S. (m)	22.47	Area (m2)	88.25	351.89	71.56
E.G. Slope (m/m)	0.002669	Flow (m3/s)	66.39	1225.66	73.95
Q Total (m3/s)	1366.00	Top Width (m)	129.18	96.00	61.80
Top Width (m)	286.98	Avg. Vel. (m/s)	0.75	3.48	1.03
Vel Total (m/s)	2.67	Hydr. Depth (m)	0.68	3.67	1.16
Max Chl Dpth (m)	4.85	Conv. (m3/s)	1285.0	23723.4	1431.3
Conv. Total (m3/s)	26439.7	Wetted Per. (m)	129.81	97.09	62.03
Length Wtd. (m)	94.95	Shear (N/m2)	17.80	94.88	30.20
Min Ch El (m)	18.47	Stream Power (N/m s)	39858.33	9767.08	0.00
Alpha	1.54	Cum Volume (1000 m3)	26.71	244.88	47.24
Frctn Loss (m)	0.25	Cum SA (1000 m2)	44.02	78.15	80.39
C & E Loss (m)	0.00				

CROSS SECTION

RIVER: alveo  
REACH: princ                      RS: 27.5\*

INPUT

Description:

Station Elevation Data      num=      469

Sta	Elev								
0	25.177	4.56	25.18	6.706	25.174	9.12	25.173	13.412	25.18
13.68	25.179	18.24	25.116	20.118	25.076	22.8	25.031	26.824	24.982
27.36	24.971	31.92	24.928	33.529	24.919	36.48	24.903	40.235	24.878
41.04	24.872	45.6	24.816	46.941	24.812	50.16	24.769	53.647	24.683
54.72	24.645	59.28	24.51	60.353	24.479	63.84	24.392	67.059	24.297
68.4	24.256	72.96	24.118	73.765	24.093	77.52	23.973	80.471	23.902
82.08	23.941	86.64	24.053	87.176	24.063	91.2	24.074	93.882	24.087
95.76	24.091	100.32	24.096	100.588	24.097	104.88	24.04	107.294	24.015
109.44	24.015	114	24.003	117.04	24	120.08	23.965	120.706	23.959
123.12	23.956	126.16	23.513	127.412	23.591	129.2	23.729	132.24	23.797
134.118	23.839	135.28	23.741	138.32	23.453	140.824	23.237	141.36	23.229
144.4	23.159	147.44	23.111	147.529	23.11	150.48	23.016	153.52	22.949
154.235	22.927	156.56	22.824	159.6	22.694	160.941	22.646	162.64	22.713
165.68	22.842	167.647	22.914	168.72	22.857	171.76	22.679	172.118	22.662
174.8	22.634	176.588	22.61	177.84	22.602	180.88	22.594	181.059	22.593
183.92	22.646	185.529	22.676	186.96	22.603	190	22.458	193.04	22.613
194.471	22.694	196.08	23.486	198.941	24.89	199.12	24.916	202.16	25.382
203.412	25.566	205.2	25.594	206.72	25.625	207.882	25.665	208.24	25.672
209.76	25.702	211.28	25.809	212.353	25.991	212.8	26.073	214.32	26.311
215.84	26.556	216.824	26.601	217.36	26.611	218.88	26.588	220.4	26.562
221.294	26.552	221.92	26.543	223.44	26.52	224.96	26.472	225.765	26.464
226.48	26.446	228	26.38	229.857	25.811	230.6	25.707	233.2	25.132
233.571	25.037	235.8	24.415	237.286	23.988	238.4	23.466	241	22.43
244.215	22.472	247.431	22.499	248.464	22.505	250.646	22.501	253.862	22.466
255.929	22.467	257.077	22.469	260.292	22.446	263.393	22.43	263.508	22.43
266.723	22.434	269.938	22.408	270.857	22.401	273.154	22.392	276.369	22.379
278.321	22.403	279.585	22.415	282.8	22.421	285.786	22.441	286.015	22.443
289.231	22.418	292.446	22.469	293.25	22.493	295.662	22.567	298.877	22.869
300.714	22.794	302.092	22.733	305.308	22.23	308.179	22.94	308.523	23.025
311.738	23.25	314.954	22.53	315.643	22.482	318.169	22.372	321.385	22.344
323.107	22.406	324.6	22.449	327.815	22.108	330.571	22.047	331.031	22.017
334.246	22.05	337.462	22.023	338.036	22.136	340.677	22.63	342.285	22.818
343.892	22.902	345.5	22.753	346.885	22.476	347.848	22.288	348.269	22.21
349.654	22.054	350.196	22.022	351.038	21.881	352.423	21.597	352.543	21.574
353.808	21.335	354.891	21.171	355.192	21.134	356.577	20.847	357.239	20.751
357.962	20.679	359.346	20.546	359.587	20.513	360.731	20.465	361.935	20.446
362.115	20.455	363.5	20.517	364.283	20.584	364.885	20.643	366.269	20.803
366.63	20.827	367.654	20.903	368.978	20.947	369.038	20.949	370.423	21.081
371.326	21.115	371.808	21.034	373.192	20.833	373.674	20.751	374.577	20.502

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>		<b>Regione Marche</b>	
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 67 di 77

375.962	20.169	376.022	20.155	377.346	19.867	378.37	19.659	378.731	19.611
380.115	19.422	380.717	19.342	381.5	19.222	382.885	19.022	383.065	18.993
384.269	18.93	385.413	18.837	385.654	18.839	387.038	18.897	387.761	18.912
388.423	18.898	389.808	18.851	390.109	18.838	391.192	18.805	392.457	18.799
392.577	18.797	393.962	18.845	394.804	18.916	395.346	18.945	396.731	18.796
397.152	18.664	398.115	18.362	399.5	18.255	401.32	18.303	402.345	18.313
403.14	18.321	404.959	18.36	405.191	18.365	406.779	18.4	408.036	18.371
408.599	18.359	410.419	18.349	410.882	18.344	412.238	18.323	413.727	18.287
414.058	18.284	415.878	18.35	416.573	18.378	417.698	18.403	419.418	18.463
419.517	18.467	421.337	18.442	422.264	18.448	423.157	18.456	424.977	18.472
425.109	18.474	426.797	18.496	427.955	18.569	428.616	18.611	430.436	18.749
430.8	18.815	432.256	19.076	433.645	19.16	434.076	19.183	435.895	19.085
436.491	19.205	437.715	19.465	439.336	19.829	439.535	19.871	441.355	19.929
442.182	19.98	443.174	20.048	444.994	20.367	445.027	20.377	446.814	20.89
447.873	20.976	448.634	21.027	450.453	20.932	450.718	20.901	452.273	20.732
453.564	20.554	454.093	20.48	455.913	20.328	456.409	20.325	457.733	20.322
459.255	20.3	459.552	20.296	461.372	20.308	462.1	20.505	463.192	20.834
464.945	20.842	465.012	20.847	466.831	20.849	467.791	21.012	468.651	21.116
470.471	21.267	470.636	21.284	472.291	21.447	473.482	21.554	474.11	21.625
475.93	21.846	476.327	21.887	477.75	22.04	478.242	22.148	479.226	22.19
480.21	22.229	480.8	22.243	481.194	22.253	482.177	22.215	483.161	22.146
483.85	22.105	484.145	22.084	485.129	22.088	486.113	22.12	486.9	22.164
487.097	22.175	488.081	22.19	489.065	22.227	489.95	22.312	490.048	22.321
491.032	22.351	492.016	22.34	493	22.327	493.984	22.34	494.968	22.272
495.952	22.211	496.05	22.216	496.935	22.256	497.919	22.286	498.903	22.288
499.1	22.302	499.887	22.365	500.871	22.382	501.855	22.387	502.15	22.391
502.839	22.404	503.823	22.474	504.806	22.485	505.2	22.5	505.79	22.516
506.774	22.548	508.25	22.684	508.742	22.733	510.71	22.772	511.3	22.729
512.677	22.621	514.35	22.639	514.645	22.642	516.613	22.656	517.4	22.663
518.581	22.693	520.45	22.76	520.548	22.762	522.516	22.801	523.5	22.827
524.484	22.849	526.452	22.863	526.55	22.865	528.419	22.893	529.6	22.91
530.387	22.938	532.355	22.973	532.65	22.986	534.323	23.009	535.7	23.032
536.29	23.063	538.258	23.136	538.75	23.159	540.226	23.209	542.194	23.265
543.325	23.305	544.161	23.372	546.129	23.537	548.097	23.695	549.425	23.802
550.065	23.839	552.032	23.985	554	24.095	557.575	24.112	560.216	24.081
561.15	24.07	564.726	24.124	566.431	24.19	568.301	24.253	571.876	24.367
572.647	24.327	575.451	24.181	578.862	24.14	579.026	24.138	582.602	24.117
585.078	24.034	586.177	23.997	589.752	24.057	591.293	23.986	593.327	23.887
596.902	23.855	600.478	23.778	600.616	23.774	604.053	23.693	607.628	23.706
609.94	23.715	611.203	23.726	614.779	23.772	618.354	23.706	619.263	23.708
621.929	23.7	625.504	23.682	628.586	23.719	629.079	23.725	632.655	23.639
636.23	23.681	637.909	23.673	639.805	23.662	643.38	23.671	646.955	23.605
647.233	23.606	650.531	23.627	654.106	23.65	656.556	23.66	657.681	23.662
661.256	23.644	665.879	23.634	666.619	23.632	671.982	23.631	675.203	23.598
677.345	23.578	682.707	23.617	684.526	23.62	688.07	23.628	693.433	23.565
693.849	23.563	698.796	23.522	703.172	23.455	704.159	23.446	709.521	23.547
712.496	23.537	714.884	23.523	720.247	23.515	721.819	23.498	725.61	23.442
730.973	23.468	731.142	23.467	736.336	23.45	740.466	23.482	741.698	23.493
747.061	23.49	749.789	23.515	752.424	23.529	757.787	23.482	759.112	23.474
763.15	23.477	768.435	23.525	768.512	23.525	773.875	23.52	777.759	23.51
779.238	23.514	784.601	23.413	787.082	23.453	789.964	23.486	795.326	23.442
796.405	23.447	797.114	23.453	798.902	23.456	800.689	23.451	802.477	23.483
804.264	23.501	805.728	23.509	806.052	23.511	807.84	23.515	809.627	23.533
811.415	23.53	813.203	23.549	814.99	23.515	815.052	23.514	816.778	23.475
818.565	23.517	820.353	23.491	822.141	23.489	824.375	23.552		

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 352.423 .035 448.634 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
352.423 448.634 94.952 94.952 94.952 .1 .3  
Left Levee Station= 228.5 Elevation= 26.3925

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	23.63	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.56	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	23.07	Reach Len. (m)	94.95	94.95	94.95
Crit W.S. (m)	22.14	Flow Area (m2)	69.52	352.96	93.41
E.G. Slope (m/m)	0.002641	Area (m2)	69.52	352.96	93.41

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>		<b>Regione Marche</b>	
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 68 di 77

Q Total (m3/s)	1366.00	Flow (m3/s)	48.19	1227.07	90.74
Top Width (m)	293.73	Top Width (m)	109.66	96.21	87.85
Vel Total (m/s)	2.65	Avg. Vel. (m/s)	0.69	3.48	0.97
Max Chl Dpth (m)	4.82	Hydr. Depth (m)	0.63	3.67	1.06
Conv. Total (m3/s)	26582.8	Conv. (m3/s)	937.7	23879.2	1765.9
Length Wtd. (m)	94.95	Wetted Per. (m)	110.21	96.87	88.09
Min Ch El (m)	18.26	Shear (N/m2)	16.34	94.35	27.46
Alpha	1.56	Stream Power (N/m s)	39469.32	10940.10	0.00
Frctn Loss (m)	0.30	Cum Volume (1000 m3)	19.22	211.42	39.41
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	32.68	69.02	73.29

CROSS SECTION

RIVER: alveo

REACH: princ RS: 25.\*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 469									
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	24.685	5.04	24.703	7.412	24.698	10.08	24.695	14.824	24.709
15.12	24.709	20.16	24.604	22.235	24.532	25.2	24.437	29.647	24.334
30.24	24.318	35.28	24.272	37.059	24.269	40.32	24.262	44.471	24.245
45.36	24.241	50.4	24.171	51.882	24.174	55.44	24.159	59.294	24.066
60.48	24.03	65.52	23.93	66.706	23.909	70.56	23.848	74.118	23.763
75.6	23.727	80.64	23.609	81.529	23.585	85.68	23.476	88.941	23.435
90.72	23.464	95.76	23.552	96.353	23.556	100.8	23.543	103.765	23.543
105.84	23.541	110.88	23.524	111.176	23.525	115.92	23.487	118.588	23.481
120.96	23.49	126	23.485	129.36	23.493	132.72	23.436	133.412	23.429
136.08	23.41	139.44	22.512	140.824	22.661	142.8	22.893	146.16	22.951
148.235	22.987	149.52	22.927	152.88	22.706	155.647	22.564	156.24	22.559
159.6	22.483	162.96	22.451	163.059	22.449	166.32	22.367	169.68	22.343
170.471	22.324	173.04	22.243	176.4	22.146	177.882	22.121	179.76	22.176
183.12	22.288	185.294	22.338	186.48	22.302	189.84	22.163	190.235	22.154
193.2	22.153	195.176	22.141	196.56	22.138	199.92	22.156	200.118	22.156
203.28	22.197	205.059	22.223	206.64	22.179	210	22.105	213.36	22.199
214.941	22.257	216.72	22.791	219.882	23.73	220.08	23.747	223.44	24.088
224.824	24.212	226.8	24.233	228.48	24.263	229.765	24.321	230.16	24.335
231.84	24.398	233.52	24.616	234.706	24.982	235.2	25.139	236.88	25.59
238.56	26.057	239.647	26.133	240.24	26.164	241.92	26.152	243.6	26.135
244.588	26.134	245.28	26.132	246.96	26.124	248.64	26.065	249.529	26.068
250.32	26.064	252	26	253.714	25.633	254.4	25.568	256.8	24.921
257.143	24.804	259.2	24.063	260.571	23.546	261.6	23.024	264	22.17
266.431	22.214	268.862	22.247	269.643	22.257	271.292	22.242	273.723	22.202
275.286	22.191	276.154	22.189	278.585	22.162	280.929	22.14	281.015	22.14
283.446	22.138	285.877	22.117	286.571	22.111	288.308	22.114	290.738	22.118
292.214	22.142	293.169	22.149	295.6	22.152	297.857	22.164	298.031	22.166
300.462	22.157	302.892	22.197	303.5	22.215	305.323	22.275	307.754	22.489
309.143	22.446	310.185	22.405	312.615	22.07	314.786	22.543	315.046	22.6
317.477	22.75	319.908	22.27	320.429	22.238	322.338	22.254	324.769	22.349
326.071	22.451	327.2	22.519	329.631	22.376	331.714	22.408	332.062	22.374
334.492	22.3	336.923	22.186	337.357	22.244	339.354	22.46	340.569	22.517
341.785	22.503	343	22.335	344.59	21.94	345.696	21.676	346.18	21.563
347.769	21.393	348.391	21.385	349.359	21.311	350.949	21.085	351.087	21.068
352.538	20.897	353.783	20.832	354.128	20.819	355.718	20.528	356.478	20.472
357.308	20.433	358.897	20.367	359.174	20.336	360.487	20.26	361.87	20.241
362.077	20.247	363.667	20.272	364.565	20.348	365.256	20.412	366.846	20.609
367.261	20.625	368.436	20.675	369.957	20.635	370.026	20.633	371.615	20.761
372.652	20.74	373.205	20.663	374.795	20.502	375.348	20.422	376.385	20.208
377.974	19.979	378.043	19.97	379.564	19.771	380.739	19.647	381.154	19.62
382.744	19.508	383.435	19.463	384.333	19.395	385.923	19.295	386.13	19.276
387.513	19.236	388.826	19.133	389.103	19.126	390.692	19.172	391.522	19.164
392.282	19.139	393.872	19.051	394.217	19.026	395.462	18.947	396.913	18.918
397.051	18.915	398.641	19.017	399.609	19.161	400.231	19.243	401.82	19.004
402.304	18.758	403.41	18.194	405	18.04	406.64	18.076	407.564	18.086
408.279	18.091	409.919	18.12	410.127	18.123	411.558	18.151	412.691	18.134
413.198	18.128	414.837	18.128	415.255	18.126	416.477	18.105	417.818	18.075
418.116	18.078	419.756	18.149	420.382	18.178	421.395	18.186	422.945	18.212
423.035	18.215	424.674	18.193	425.509	18.195	426.314	18.202	427.953	18.215
428.073	18.216	429.593	18.233	430.636	18.283	431.233	18.312	432.872	18.409

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 69 di 77

433.2	18.453	434.512	18.633	435.764	18.693	436.151	18.706	437.791	18.63
438.327	18.707	439.43	18.89	440.891	19.146	441.07	19.173	442.709	19.199
443.455	19.226	444.349	19.275	445.988	19.495	446.018	19.501	447.628	19.86
448.582	19.927	449.267	19.954	450.907	19.874	451.145	19.85	452.547	19.743
453.709	19.629	454.186	19.579	455.826	19.476	456.273	19.474	457.465	19.475
458.836	19.463	459.105	19.462	460.744	19.476	461.4	19.61	462.384	19.878
463.964	19.961	464.023	19.973	465.663	20.218	466.527	20.455	467.302	20.581
468.942	20.803	469.091	20.826	470.581	21.033	471.655	21.176	472.221	21.28
473.86	21.591	474.218	21.655	475.5	21.89	476.161	22.092	477.484	22.147
478.806	22.196	479.6	22.205	480.129	22.212	481.452	22.1	482.774	21.928
483.7	21.821	484.097	21.772	485.419	21.765	486.742	21.814	487.8	21.888
488.065	21.907	489.387	21.917	490.71	21.971	491.9	22.124	492.032	22.141
493.355	22.181	494.677	22.14	496	22.095	497.323	22.103	498.645	21.951
499.968	21.814	500.1	21.822	501.29	21.891	502.613	21.937	503.935	21.929
504.2	21.954	505.258	22.06	506.581	22.068	507.903	22.051	508.3	22.052
509.226	22.056	510.548	22.162	511.871	22.154	512.4	22.17	513.194	22.191
514.516	22.235	516.5	22.479	517.161	22.562	519.806	22.581	520.6	22.478
522.452	22.231	524.7	22.229	525.097	22.228	527.742	22.217	528.8	22.215
530.387	22.225	532.9	22.279	533.032	22.281	535.677	22.3	537	22.325
538.323	22.346	540.968	22.329	541.1	22.331	543.613	22.362	545.2	22.379
546.258	22.402	548.903	22.389	549.3	22.402	551.548	22.443	553.4	22.483
554.194	22.515	556.839	22.557	557.5	22.579	559.484	22.629	562.129	22.676
563.65	22.721	564.774	22.778	567.419	22.931	570.065	23.07	571.85	23.164
572.71	23.2	575.355	23.37	578	23.47	581.15	23.505	583.477	23.5
584.301	23.499	587.451	23.559	588.954	23.613	590.602	23.657	593.752	23.734
594.431	23.708	596.902	23.612	599.908	23.586	600.053	23.585	603.203	23.573
605.385	23.52	606.354	23.495	609.504	23.535	610.862	23.488	612.655	23.414
615.805	23.38	618.955	23.316	619.078	23.313	622.106	23.256	625.256	23.262
627.293	23.266	628.407	23.282	631.557	23.334	634.707	23.312	635.509	23.319
637.858	23.311	641.008	23.295	643.724	23.316	644.159	23.319	647.309	23.258
650.459	23.283	651.94	23.275	653.61	23.264	656.76	23.262	659.911	23.211
660.155	23.211	663.061	23.234	666.212	23.259	668.371	23.273	669.362	23.273
672.512	23.257	676.586	23.246	677.238	23.245	681.964	23.242	684.802	23.219
686.689	23.206	691.415	23.234	693.017	23.237	696.141	23.246	700.866	23.209
701.233	23.208	705.592	23.163	709.448	23.103	710.317	23.102	715.043	23.194
717.664	23.201	719.769	23.196	724.494	23.201	725.879	23.192	729.22	23.144
733.945	23.146	734.095	23.145	738.671	23.129	742.31	23.148	743.397	23.157
748.122	23.161	750.526	23.18	752.848	23.178	757.574	23.124	758.741	23.113
762.299	23.133	766.957	23.19	767.025	23.189	771.75	23.159	775.172	23.134
776.476	23.137	781.202	23.076	783.388	23.105	785.927	23.112	790.653	23.054
791.603	23.051	792.228	23.057	793.803	23.062	795.379	23.061	796.954	23.086
798.529	23.101	799.819	23.109	800.104	23.111	801.679	23.119	803.255	23.137
804.83	23.139	806.405	23.157	807.98	23.14	808.034	23.139	809.555	23.109
811.131	23.134	812.706	23.113	814.281	23.107	816.25	23.145		

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 371.615 .035 448.582 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
371.615 448.582 94.952 94.952 94.952 .1 .3  
Left Levee Station= 253 Elevation= 26.025

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	23.30	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.79	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	22.51	Reach Len. (m)	94.95	94.95	94.95
Crit W.S. (m)	21.94	Flow Area (m2)	67.34	279.06	87.52
E.G. Slope (m/m)	0.003940	Area (m2)	67.34	279.06	87.52
Q Total (m3/s)	1366.00	Flow (m3/s)	83.42	1176.31	106.27
Top Width (m)	282.48	Top Width (m)	103.59	76.97	101.92
Vel Total (m/s)	3.15	Avg. Vel. (m/s)	1.24	4.22	1.21
Max Chl Dpth (m)	4.47	Hydr. Depth (m)	0.65	3.63	0.86
Conv. Total (m3/s)	21762.5	Conv. (m3/s)	1329.1	18740.4	1693.0
Length Wtd. (m)	94.95	Wetted Per. (m)	104.00	77.44	102.31
Min Ch El (m)	18.04	Shear (N/m2)	25.02	139.23	33.05
Alpha	1.57	Stream Power (N/m s)	39080.32	12113.09	0.00
Frctn Loss (m)	0.35	Cum Volume (1000 m3)	12.72	181.41	30.82
C & E Loss (m)	0.04	Cum SA (1000 m2)	22.56	60.80	64.28

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 70 di 77

CROSS SECTION

RIVER: alveo

REACH: princ

RS: 22.5\*

INPUT

Description:

Station		Elevation		Data		num=		469	
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	24.193	5.52	24.227	8.118	24.221	11.04	24.218	16.235	24.239
16.56	24.24	22.08	24.092	24.353	23.988	27.6	23.844	32.471	23.686
33.12	23.664	38.64	23.616	40.588	23.618	44.16	23.621	48.706	23.612
49.68	23.611	55.2	23.525	56.824	23.536	60.72	23.55	64.941	23.45
66.24	23.415	71.76	23.35	73.059	23.338	77.28	23.304	81.176	23.23
82.8	23.198	88.32	23.099	89.294	23.078	93.84	22.978	97.412	22.967
99.36	22.987	104.88	23.051	105.529	23.049	110.4	23.011	113.647	23
115.92	22.99	121.44	22.952	121.765	22.952	126.96	22.933	129.882	22.946
132.48	22.965	138	22.968	141.68	22.987	145.36	22.908	146.118	22.898
149.04	22.865	152.72	21.511	154.235	21.732	156.4	22.056	160.08	22.106
162.353	22.136	163.76	22.114	167.44	21.958	170.471	21.891	171.12	21.89
174.8	21.806	178.48	21.79	178.588	21.789	182.16	21.719	185.84	21.736
186.706	21.721	189.52	21.661	193.2	21.598	194.824	21.597	196.88	21.638
200.56	21.734	202.941	21.762	204.24	21.746	207.92	21.646	208.353	21.645
211.6	21.672	213.765	21.671	215.28	21.674	218.96	21.718	219.176	21.718
222.64	21.748	224.588	21.769	226.32	21.754	230	21.753	233.68	21.784
235.412	21.822	237.36	22.095	240.824	22.57	241.04	22.579	244.72	22.794
246.235	22.858	248.4	22.872	250.24	22.902	251.647	22.976	252.08	22.997
253.92	23.094	255.76	23.423	257.059	23.973	257.6	24.204	259.44	24.87
261.28	25.559	262.471	25.664	263.12	25.717	264.96	25.716	266.8	25.708
267.882	25.716	268.64	25.721	270.48	25.727	272.32	25.657	273.294	25.672
274.16	25.682	276	25.62	277.571	25.454	278.2	25.429	280.4	24.711
280.714	24.57	282.6	23.712	283.857	23.105	284.8	22.582	287	21.91
288.646	21.956	290.292	21.996	290.821	22.008	291.938	21.984	293.585	21.937
294.643	21.916	295.231	21.908	296.877	21.877	298.464	21.85	298.523	21.85
300.169	21.842	301.815	21.825	302.286	21.82	303.462	21.836	305.108	21.857
306.107	21.881	306.754	21.884	308.4	21.883	309.929	21.887	310.046	21.889
311.692	21.895	313.338	21.926	313.75	21.938	314.985	21.982	316.631	22.108
317.571	22.098	318.277	22.077	319.923	21.91	321.393	22.147	321.569	22.175
323.215	22.25	324.862	22.01	325.214	21.994	326.508	22.136	328.154	22.353
329.036	22.495	329.8	22.589	331.446	22.644	332.857	22.769	333.092	22.732
334.738	22.55	336.385	22.349	336.679	22.352	338.031	22.29	338.854	22.215
339.677	22.105	340.5	21.917	342.295	21.405	343.543	21.064	344.09	20.917
345.885	20.731	346.587	20.747	347.68	20.74	349.474	20.572	349.63	20.562
351.269	20.458	352.674	20.492	353.064	20.505	354.859	20.209	355.717	20.193
356.654	20.186	358.449	20.189	358.761	20.159	360.244	20.055	361.804	20.037
362.038	20.038	363.833	20.026	364.848	20.112	365.628	20.181	367.423	20.414
367.891	20.423	369.218	20.448	370.935	20.322	371.013	20.316	372.808	20.44
373.978	20.365	374.603	20.291	376.397	20.171	377.022	20.093	378.192	19.914
379.987	19.79	380.065	19.784	381.782	19.676	383.109	19.636	383.577	19.63
385.372	19.594	386.152	19.585	387.167	19.567	388.962	19.567	389.196	19.558
390.756	19.543	392.239	19.43	392.551	19.413	394.346	19.446	395.283	19.416
396.141	19.379	397.936	19.25	398.326	19.214	399.731	19.088	401.37	19.038
401.526	19.032	403.32	19.188	404.413	19.407	405.115	19.542	406.91	19.212
407.457	18.851	408.705	18.027	410.5	17.825	411.959	17.85	412.782	17.858
413.419	17.862	414.878	17.879	415.064	17.882	416.337	17.901	417.345	17.897
417.797	17.897	419.256	17.906	419.627	17.908	420.715	17.888	421.909	17.862
422.174	17.871	423.634	17.949	424.191	17.979	425.093	17.969	426.473	17.961
426.552	17.962	428.012	17.945	428.755	17.943	429.471	17.947	430.93	17.957
431.036	17.958	432.39	17.969	433.318	17.996	433.849	18.013	435.308	18.068
435.6	18.091	436.767	18.189	437.882	18.227	438.227	18.229	439.686	18.175
440.164	18.208	441.145	18.315	442.445	18.463	442.605	18.474	444.064	18.468
444.727	18.473	445.523	18.503	446.983	18.622	447.009	18.626	448.442	18.83
449.291	18.879	449.901	18.881	451.36	18.816	451.573	18.8	452.82	18.755
453.855	18.705	454.279	18.679	455.738	18.624	456.136	18.622	457.198	18.627
458.418	18.627	458.657	18.627	460.116	18.644	460.7	18.715	461.576	18.922
462.982	19.081	463.035	19.1	464.494	19.587	465.264	19.897	465.953	20.047
467.413	20.34	467.545	20.368	468.872	20.62	469.827	20.798	470.331	20.935
471.791	21.337	472.109	21.422	473.25	21.74	474.081	22.036	475.742	22.103
477.403	22.163	478.4	22.167	479.065	22.171	480.726	21.985	482.387	21.709

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>	
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 71 di 77	<b>Rev.</b> <b>0</b>

483.55	21.536	484.048	21.461	485.71	21.443	487.371	21.507	488.7	21.612
489.032	21.638	490.694	21.643	492.355	21.716	493.85	21.936	494.016	21.96
495.677	22.01	497.339	21.94	499	21.862	500.661	21.867	502.323	21.631
503.984	21.417	504.15	21.428	505.645	21.525	507.306	21.589	508.968	21.569
509.3	21.606	510.629	21.755	512.29	21.754	513.952	21.716	514.45	21.713
515.613	21.708	517.274	21.851	518.935	21.822	519.6	21.84	520.597	21.865
522.258	21.923	524.75	22.273	525.581	22.391	528.903	22.391	529.9	22.226
532.226	21.84	535.05	21.818	535.548	21.814	538.871	21.779	540.2	21.767
542.194	21.758	545.35	21.799	545.516	21.801	548.839	21.8	550.5	21.823
552.161	21.843	555.484	21.794	555.65	21.797	558.806	21.831	560.8	21.848
562.129	21.866	565.452	21.804	565.95	21.818	568.774	21.876	571.1	21.935
572.097	21.968	575.419	21.979	576.25	21.998	578.742	22.05	582.065	22.088
583.975	22.136	585.387	22.184	588.71	22.326	592.032	22.445	594.275	22.526
595.355	22.56	598.677	22.755	602	22.845	604.726	22.897	606.739	22.92
607.451	22.929	610.177	22.993	611.477	23.037	612.902	23.06	615.628	23.102
616.216	23.089	618.354	23.043	620.954	23.033	621.079	23.033	623.805	23.03
625.693	23.005	626.531	22.993	629.256	23.013	630.431	22.989	631.982	22.941
634.707	22.905	637.433	22.854	637.539	22.851	640.159	22.819	642.884	22.819
644.647	22.818	645.61	22.837	648.336	22.896	651.061	22.918	651.754	22.929
653.787	22.921	656.512	22.907	658.862	22.913	659.238	22.914	661.964	22.878
664.689	22.884	665.97	22.878	667.415	22.866	670.141	22.854	672.866	22.816
673.078	22.815	675.592	22.841	678.317	22.869	680.185	22.887	681.043	22.885
683.769	22.871	687.293	22.858	687.857	22.857	691.945	22.853	694.401	22.839
696.034	22.834	700.122	22.851	701.509	22.853	704.211	22.864	708.299	22.854
708.616	22.854	712.388	22.805	715.724	22.752	716.476	22.758	720.564	22.841
722.832	22.866	724.653	22.87	728.741	22.886	729.94	22.886	732.83	22.846
736.918	22.824	737.047	22.822	741.007	22.809	744.155	22.814	745.095	22.82
749.183	22.831	751.263	22.845	753.272	22.827	757.36	22.765	758.371	22.751
761.449	22.79	765.478	22.855	765.537	22.854	769.626	22.799	772.586	22.757
773.714	22.761	777.802	22.739	779.694	22.758	781.891	22.738	785.979	22.666
786.802	22.656	787.342	22.66	788.705	22.668	790.068	22.672	791.431	22.689
792.793	22.702	793.909	22.71	794.156	22.712	795.519	22.724	796.882	22.74
798.245	22.749	799.607	22.766	800.97	22.765	801.017	22.765	802.333	22.744
803.696	22.751	805.059	22.734	806.422	22.726	808.125	22.737		

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 367.423 .035 468.872 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
367.423 468.872 94.953 94.953 94.953 .1 .3  
Left Levee Station= 277.5 Elevation= 25.6575

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	22.91	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.65	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	22.26	Reach Len. (m)	94.95	94.95	94.95
Crit W.S. (m)	21.56	Flow Area (m2)	60.35	339.07	50.10
E.G. Slope (m/m)	0.003411	Area (m2)	60.35	339.07	50.10
Q Total (m3/s)	1366.00	Flow (m3/s)	76.53	1258.13	31.35
Top Width (m)	285.40	Top Width (m)	70.67	101.45	113.28
Vel Total (m/s)	3.04	Avg. Vel. (m/s)	1.27	3.71	0.63
Max Chl Dpth (m)	4.44	Hydr. Depth (m)	0.85	3.34	0.44
Conv. Total (m3/s)	23388.4	Conv. (m3/s)	1310.3	21541.5	536.7
Length Wtd. (m)	94.95	Wetted Per. (m)	71.04	102.26	113.68
Min Ch El (m)	17.83	Shear (N/m2)	28.42	110.91	14.74
Alpha	1.38	Stream Power (N/m s)	38691.31	13286.11	0.00
Frctn Loss (m)	0.32	Cum Volume (1000 m3)	6.66	152.07	24.28
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	14.28	52.33	54.06

CROSS SECTION

RIVER: alveo  
REACH: princ RS: 20

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 242  
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83072
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 72 di 77

0	23.7	6	23.75	12	23.74	18	23.77	24	23.58
30	23.25	36	23.01	42	22.96	48	22.98	54	22.98
60	22.88	66	22.94	72	22.8	78	22.77	84	22.76
90	22.67	96	22.59	102	22.48	108	22.51	114	22.55
120	22.48	126	22.44	132	22.38	138	22.38	144	22.44
150	22.45	154	22.48	158	22.38	162	22.32	166	20.51
170	21.22	174	21.26	178	21.3	182	21.21	186	21.22
190	21.13	194	21.13	198	21.07	202	21.13	206	21.08
210	21.05	214	21.1	218	21.18	222	21.19	226	21.13
230	21.19	234	21.21	238	21.28	242	21.3	246	21.33
250	21.4	254	21.37	258	21.4	262	21.41	266	21.5
270	21.51	272	21.54	274	21.66	276	21.79	278	22.23
280	23.27	282	24.15	284	25.06	286	25.27	288	25.28
290	25.28	292	25.31	294	25.33	296	25.25	298	25.3
300	25.24	302	25.29	304	24.5	306	23.36	308	22.14
310	21.65	312	21.76	314	21.64	316	21.56	318	21.53
320	21.62	322	21.61	324	21.66	326	21.75	328	21.75
330	21.75	332	22.54	334	23.13	336	22.46	338	21.5
340	20.87	342	20.27	344	20.07	346	20.17	348	20.06
350	20.02	352	20.19	354	19.89	356	19.94	358	20.01
360	19.85	362	19.83	364	19.78	366	19.95	368	20.22
370	20.22	372	20	374	20.12	376	19.92	378	19.84
380	19.62	382	19.6	384	19.58	386	19.64	388	19.68
390	19.74	392	19.84	394	19.85	396	19.7	398	19.72
400	19.62	402	19.45	404	19.23	406	19.15	408	19.36
410	19.84	412	19.42	414	17.86	416	17.61	418	17.63
420	17.64	422	17.66	424	17.69	426	17.65	428	17.78
430	17.71	432	17.69	434	17.7	436	17.71	438	17.73
440	17.76	442	17.71	444	17.78	446	17.72	448	17.75
450	17.83	452	17.75	454	17.78	456	17.77	458	17.79
460	17.82	462	18.2	464	19.34	466	19.91	468	20.42
470	21.19	471	21.59	472	21.98	474	22.06	476	22.13
478	22.13	480	21.87	482	21.49	484	21.15	486	21.12
488	21.2	490	21.37	492	21.37	494	21.46	496	21.78
498	21.84	500	21.74	502	21.63	504	21.63	506	21.31
508	21.02	510	21.16	512	21.24	514	21.21	516	21.45
518	21.44	520	21.38	522	21.36	524	21.54	526	21.49
528	21.54	530	21.61	534	22.22	538	22.2	542	21.45
546	21.4	550	21.34	554	21.29	558	21.32	562	21.3
566	21.34	570	21.26	574	21.3	578	21.33	582	21.22
586	21.31	590	21.42	594	21.4	598	21.47	602	21.5
606	21.59	610	21.72	614	21.82	618	21.92	622	22.14
626	22.22	630	22.34	634	22.46	638	22.47	642	22.48
646	22.49	650	22.49	656	22.39	662	22.37	668	22.54
674	22.51	680	22.48	686	22.42	692	22.5	698	22.47
704	22.46	710	22.47	716	22.5	722	22.4	728	22.53
734	22.58	740	22.5	746	22.48	752	22.51	758	22.39
764	22.52	770	22.38	776	22.41	782	22.26	788	22.31
794	22.39	800	22.33						

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 340 .035 470 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
340 470 110.623 110.623 .1 .3  
Left Levee Station= 302 Elevation= 25.29

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	22.56	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.57	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	21.99	Reach Len. (m)	110.62	110.62	110.62
Crit W.S. (m)	21.31	Flow Area (m2)	8.88	383.43	73.88
E.G. Slope (m/m)	0.003428	Area (m2)	8.88	383.43	73.88
Q Total (m3/s)	1366.00	Flow (m3/s)	4.85	1308.81	52.35
Top Width (m)	291.03	Top Width (m)	25.04	130.00	135.99
Vel Total (m/s)	2.93	Avg. Vel. (m/s)	0.55	3.41	0.71
Max Chl Dpth (m)	4.38	Hydr. Depth (m)	0.35	2.95	0.54
Conv. Total (m3/s)	23331.5	Conv. (m3/s)	82.8	22354.6	894.1
Length Wtd. (m)	110.62	Wetted Per. (m)	25.35	131.54	136.43

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>		<b>SPC. LA-E-83072</b>	
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 73 di 77

Min Ch El (m)	17.61	Shear (N/m2)	11.77	97.98	18.20
Alpha	1.30	Stream Power (N/m s)	38302.30	14459.12	0.00
Frctn Loss (m)	0.40	Cum Volume (1000 m3)	3.38	117.76	18.40
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	9.74	41.34	42.23

CROSS SECTION

RIVER: alveo

REACH: princ

RS: 16.6666\*

INPUT

Description:

Station Elevation Data

num= 452

Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	23.377	5.854	23.311	6.314	23.303	11.709	23.302
17.563	23.279	18.943	23.237	23.417	23.159	25.257	23.098
31.571	22.874	35.126	22.767	37.886	22.744	40.98	22.709
46.834	22.696	50.514	22.687	52.689	22.674	56.829	22.603
63.143	22.601	64.397	22.602	69.457	22.489	70.252	22.464
76.106	22.352	81.96	22.265	82.086	22.262	87.815	22.14
93.669	22.044	94.714	22.024	99.523	21.953	101.029	21.955
107.343	21.922	111.232	21.897	113.657	21.851	117.086	21.847
122.94	21.774	126.286	21.677	128.795	21.677	132.6	21.703
138.914	21.766	140.503	21.772	145.229	21.765	146.358	21.76
151.543	21.725	154.163	21.681	157.857	21.645	158.066	21.644
162.067	20.469	165.872	20.927	166.276	20.929	169.775	20.951
173.678	20.984	174.695	20.971	177.581	20.943	178.905	20.952
183.114	20.915	185.386	20.884	187.324	20.887	189.289	20.884
193.192	20.837	195.743	20.859	197.095	20.868	199.952	20.832
204.162	20.85	204.901	20.847	208.371	20.88	208.804	20.884
212.706	20.947	216.609	20.953	216.79	20.951	220.512	20.937
224.415	20.994	225.21	20.999	228.318	21.008	229.419	21.02
233.629	21.095	236.124	21.09	237.838	21.089	240.026	21.117
243.929	21.171	246.257	21.148	247.832	21.151	250.467	21.184
254.676	21.188	255.638	21.193	258.886	21.253	259.541	21.258
263.444	21.231	265.395	21.22	267.305	21.268	267.347	21.277
271.249	22.303	271.514	22.441	273.201	23.243	275.152	24.065
277.104	24.752	279.055	24.909	279.933	24.92	281.007	24.938
284.143	24.992	284.909	25.004	286.248	25.019	286.861	25.022
288.812	24.972	290.457	25.018	290.764	25.029	292.562	25.026
294.667	24.933	296.667	23.92	298.667	22.803	300.667	21.74
303.667	21.428	304.667	21.463	305.667	21.448	306.667	21.45
308.667	21.417	309.667	21.39	310.667	21.37	311.667	21.377
313.667	21.347	314.667	21.337	315.667	21.342	316.667	21.3
318.667	21.287	319.667	21.292	320.667	21.293	321.667	21.322
323.667	21.345	324.667	21.34	325.667	21.342	326.667	21.347
328.667	21.35	329.667	21.348	330.667	21.363	331.667	21.385
333.667	21.385	334.667	21.407	335.667	21.377	336.667	21.36
338.667	21.32	339.667	21.29	340.667	21.29	341.667	21.29
343.667	21.448	344.667	21.55	345.667	21.685	346.667	21.797
348.667	21.97	349.667	22.075	350.667	22.18	351.667	22.078
353.667	21.885	354.667	21.787	355.667	21.627	356.667	21.47
358.667	21.007	360.296	20.787	360.923	20.66	361.926	20.466
363.556	19.964	365.185	19.688	365.436	19.682	366.815	19.771
368.444	19.742	369.949	19.706	370.074	19.705	371.704	19.763
373.333	19.747	374.462	19.815	374.963	19.776	376.593	19.511
378.222	19.286	378.974	19.194	379.852	19.091	381.231	19.047
383.111	18.828	383.487	18.803	384.741	18.773	385.744	18.763
388	18.697	389.63	18.802	390.256	18.836	391.259	18.92
392.889	19	394.519	18.987	394.769	18.987	396.148	18.9
397.778	18.91	399.282	18.899	399.407	18.886	401.037	18.933
402.667	18.94	403.795	18.932	404.296	18.907	405.926	18.825
407.556	18.824	408.308	18.828	409.185	18.831	410.564	18.818
412.444	18.823	412.821	18.822	414.074	18.808	415.077	18.822
417.333	18.777	418.963	18.785	419.59	18.797	420.593	18.79
422.222	18.763	423.852	18.661	424.103	18.652	425.481	18.668
427.111	18.668	428.615	18.626	428.741	18.62	430.37	18.515
432	18.407	433.128	18.331	433.63	18.318	435.259	18.26
436.889	18.34	437.641	18.408	438.519	18.558	439.897	18.751
441.778	18.51	442.154	18.456	443.407	17.856	444.41	17.379

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ 000</b>	<b>COMMESSA 023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>		<b>SPC. LA-E-83072</b>	
	Regione Marche <b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 74 di 77	<b>Rev. 0</b>

446.667	17.177	448.267	17.207	449.867	17.231	450.667	17.247	451.467	17.264
453.067	17.305	454.667	17.3	456.267	17.524	457.867	17.615	458.667	17.677
459.467	17.723	461.067	17.837	462.667	17.95	464.267	18.065	465.867	18.186
466.667	18.22	467.467	18.219	469.067	18.296	470.667	18.287	472.267	18.331
473.867	18.408	474.667	18.393	475.467	18.371	477.067	18.401	478.667	18.403
480.267	18.435	481.867	18.474	482.667	18.61	483.467	18.739	485.067	19.503
486.667	19.887	488.267	20.235	489.867	20.756	490.667	21.027	491.625	21.303
493.541	21.388	495.051	21.45	495.457	21.463	497.373	21.478	499.289	21.319
499.434	21.301	501.205	21.076	503.121	20.86	503.818	20.856	505.038	20.842
506.954	20.894	508.202	20.967	508.87	21.007	510.786	21.007	512.586	21.063
512.702	21.067	514.618	21.283	516.534	21.326	516.97	21.312	518.45	21.263
520.366	21.194	521.354	21.197	522.283	21.204	524.199	21.005	525.737	20.861
526.115	20.812	528.031	20.847	529.947	20.842	530.121	20.835	531.863	20.765
533.779	20.868	534.505	20.844	535.695	20.838	537.611	20.795	538.889	20.784
539.528	20.79	541.444	20.939	543.273	20.935	543.36	20.934	545.276	20.976
547.192	21.031	547.657	21.083	551.024	21.443	552.04	21.44	554.857	21.434
556.424	21.232	558.689	20.932	560.808	20.908	562.521	20.904	565.192	20.892
566.353	20.874	569.576	20.829	570.185	20.825	573.96	20.853	574.018	20.853
577.85	20.831	578.343	20.833	581.682	20.859	582.727	20.845	585.514	20.813
587.111	20.828	589.347	20.848	591.495	20.865	593.179	20.875	595.879	20.825
597.011	20.808	600.263	20.874	600.843	20.884	604.646	20.963	604.675	20.963
608.508	20.953	609.03	20.96	612.34	21.03	613.414	21.046	616.172	21.075
617.798	21.109	620.004	21.16	622.182	21.226	623.837	21.283	627.669	21.394
628.758	21.426	631.501	21.564	635.333	21.837	639.034	21.885	642.493	21.955
642.734	21.962	646.434	22.066	649.652	22.092	650.135	22.092	653.835	22.09
656.812	22.089	657.536	22.088	661.236	22.08	663.971	22.04	666.786	21.986
671.13	21.943	672.337	21.946	677.888	22.088	678.29	22.089	683.438	22.044
685.449	22.026	688.989	22.013	692.609	21.987	694.539	21.977	699.768	22.037
700.09	22.041	705.64	22.036	706.928	22.038	711.191	22.037	714.087	22.043
716.742	22.042	721.246	22.05	722.292	22.056	727.843	22.005	728.406	22.015
733.393	22.084	735.565	22.093	738.944	22.124	742.725	22.1	744.494	22.091
749.884	22.1	750.045	22.1	755.596	22.109	757.044	22.086	761.146	22.015
764.203	22.054	766.697	22.085	771.362	21.992	772.247	21.978	777.798	22.006
778.522	21.994	783.348	21.916	785.681	21.934	788.899	21.959	792.841	22.005
794.449	22.023	800	21.993						

Manning's n Values num= 3  
 Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
 0 .055 358.667 .035 490.667 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
 358.667 490.667 110.623 110.623 110.623 .1 .3  
 Left Levee Station=294.6667 Elevation=24.93333

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	22.17	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.59	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	21.57	Reach Len. (m)	110.62	110.62	110.62
Crit W.S. (m)	21.05	Flow Area (m2)	9.77	375.03	77.13
E.G. Slope (m/m)	0.003723	Area (m2)	9.77	375.03	77.13
Q Total (m3/s)	1366.00	Flow (m3/s)	3.86	1304.95	57.19
Top Width (m)	318.95	Top Width (m)	45.96	132.00	140.98
Vel Total (m/s)	2.96	Avg. Vel. (m/s)	0.40	3.48	0.74
Max Chl Dpth (m)	4.40	Hydr. Depth (m)	0.21	2.84	0.55
Conv. Total (m3/s)	22386.0	Conv. (m3/s)	63.2	21385.5	937.2
Length Wtd. (m)	110.62	Wetted Per. (m)	46.07	133.01	141.18
Min Ch El (m)	17.18	Shear (N/m2)	7.74	102.95	19.95
Alpha	1.33	Stream Power (N/m s)	38302.30	14108.01	0.00
Frctn Loss (m)	0.50	Cum Volume (1000 m3)	2.34	75.81	10.04
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)	5.81	26.85	26.91

CROSS SECTION

RIVER: alveo  
 REACH: princ RS: 13.3333\*

INPUT  
 Description:

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ 000</b>	<b>COMMESSA 023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>		<b>Regione Marche</b>	
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	<b>Fg. 75 di 77</b>	<b>Rev. 0</b>

Station Elevation Data num= 452											
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	23.053	5.709	22.872	6.157	22.856	11.417	22.865	12.314	22.868		
17.126	22.788	18.471	22.748	22.834	22.738	24.629	22.719	28.543	22.631		
30.786	22.592	34.252	22.525	36.943	22.502	39.96	22.457	43.1	22.424		
45.669	22.413	49.257	22.393	51.377	22.368	55.414	22.296	57.086	22.279		
61.571	22.276	62.795	22.264	67.729	22.16	68.503	22.128	73.886	21.944		
74.212	21.934	79.921	21.77	80.043	21.766	85.629	21.61	86.2	21.594		
91.338	21.498	92.357	21.477	97.046	21.426	98.514	21.423	102.755	21.352		
104.671	21.321	108.464	21.244	110.829	21.18	114.172	21.214	116.986	21.247		
119.881	21.108	123.143	20.949	125.589	20.974	129.3	21.027	131.298	21.048		
135.457	21.108	137.007	21.105	141.614	21.083	142.715	21.069	146.521	21.03		
147.771	21.002	150.327	20.983	153.929	20.968	154.132	20.969	157.938	20.402		
158.033	20.409	161.744	20.634	162.138	20.635	165.55	20.641	166.243	20.642		
169.355	20.668	170.348	20.666	173.161	20.675	174.452	20.691	176.967	20.673		
178.557	20.647	180.773	20.637	182.662	20.643	184.578	20.637	186.767	20.618		
188.384	20.605	190.871	20.61	192.19	20.606	194.976	20.571	195.996	20.588		
199.081	20.645	199.801	20.645	203.186	20.665	203.607	20.669	207.29	20.712		
207.413	20.713	211.219	20.717	211.395	20.716	215.024	20.744	215.5	20.752		
218.83	20.797	219.605	20.805	222.636	20.805	223.71	20.81	226.441	20.875		
227.814	20.902	230.247	20.879	231.919	20.864	234.053	20.905	236.024	20.949		
237.859	20.942	240.129	20.914	241.664	20.932	244.233	20.977	245.47	20.976		
248.338	20.969	249.276	20.976	252.443	21.022	253.082	21.016	256.548	20.963		
256.887	20.952	258.79	20.9	260.652	20.879	260.693	20.894	262.596	21.583		
264.499	22.376	264.757	22.51	266.402	23.216	268.305	23.979	268.862	24.205		
270.207	24.444	272.11	24.548	272.967	24.565	274.013	24.596	275.916	24.648		
277.071	24.686	277.819	24.697	279.124	24.715	279.722	24.715	281.176	24.69		
281.625	24.694	283.229	24.744	283.528	24.758	285.281	24.808	285.43	24.789		
287.333	24.577	289.333	23.34	291.333	22.247	293.333	21.34	295.333	21.083		
296.833	21.179	298.333	21.222	299.833	21.164	301.333	21.14	302.833	21.137		
304.333	21.133	305.833	21.11	307.333	21.1	308.833	21.133	310.333	21.133		
311.833	21.113	313.333	21.113	314.833	21.131	316.333	21.055	317.833	21.086		
319.333	21.043	320.833	21.031	322.333	21.012	323.833	21.046	325.333	21.1		
326.833	21.073	328.333	21.065	329.833	21.071	331.333	21.083	332.833	21.087		
334.333	21.065	335.833	21.049	337.333	21.067	338.833	21.088	340.333	21.062		
341.833	21.043	343.333	21.063	344.833	21.003	346.333	20.97	347.833	20.95		
349.333	20.89	350.833	20.83	352.333	20.83	353.833	20.83	355.333	20.87		
356.833	20.949	358.333	20.955	359.833	21.028	361.333	21.053	362.833	21.089		
364.333	21.105	365.833	21.167	367.333	21.23	368.833	21.194	370.333	21.145		
371.833	21.142	373.333	21.113	374.833	21.033	376.333	20.96	377.833	20.76		
379.333	20.513	381.148	20.528	381.846	20.449	382.963	20.328	384.359	19.822		
384.778	19.692	386.593	19.284	386.872	19.294	388.407	19.41	389.385	19.391		
390.222	19.351	391.897	19.351	392.037	19.353	393.852	19.496	394.41	19.452		
395.667	19.388	396.923	19.44	397.481	19.428	399.296	19.116	399.436	19.074		
401.111	18.648	401.949	18.447	402.926	18.216	404.462	18.083	404.741	18.051		
406.556	17.779	406.974	17.756	408.37	17.706	409.487	17.695	410.185	17.685		
412	17.613	413.815	17.701	414.513	17.722	415.63	17.77	417.026	17.789		
417.444	17.78	419.259	17.753	419.538	17.754	421.074	17.715	422.051	17.73		
422.889	17.78	424.564	17.677	424.704	17.663	426.519	17.901	427.077	17.926		
428.333	18	429.59	18.024	430.148	18.024	431.963	18.017	432.103	18.016		
433.778	18.042	434.615	18.055	435.593	18.071	437.128	18.055	437.407	18.056		
439.222	18.017	439.641	18.003	441.037	17.954	442.154	17.964	442.852	17.972		
444.667	17.813	446.481	17.757	447.179	17.754	448.296	17.735	449.692	17.716		
450.111	17.702	451.926	17.606	452.205	17.603	453.741	17.624	454.718	17.645		
455.556	17.649	457.231	17.633	457.37	17.63	459.185	17.543	459.744	17.524		
461	17.473	462.256	17.432	462.815	17.424	464.63	17.365	464.769	17.362		
466.444	17.39	467.282	17.456	468.259	17.569	469.795	17.661	470.074	17.644		
471.889	17.53	472.308	17.493	473.704	17.158	474.821	16.898	475.519	16.857		
477.333	16.743	478.533	16.785	479.733	16.823	480.333	16.843	480.933	16.868		
482.133	16.921	483.333	16.95	484.533	17.268	485.733	17.519	486.333	17.653		
486.933	17.757	488.133	17.973	489.333	18.19	490.533	18.399	491.733	18.612		
492.333	18.705	492.933	18.727	494.133	18.812	495.333	18.853	496.533	18.911		
497.733	18.986	498.333	18.997	498.933	18.993	500.133	19.021	501.333	19.037		
502.533	19.081	503.733	19.128	504.333	19.21	504.933	19.277	506.133	19.665		
507.333	19.863	508.533	20.049	509.733	20.322	510.333	20.463	511.249	20.625		
513.082	20.716	514.525	20.785	514.914	20.796	516.746	20.825	518.578	20.768		
518.717	20.76	520.411	20.662	522.243	20.569	522.909	20.573	524.075	20.565		
525.907	20.589	527.101	20.624	527.74	20.643	529.572	20.643	531.293	20.672		
531.404	20.674	533.236	20.786	535.068	20.812	535.485	20.806	536.901	20.787		
538.733	20.759	539.677	20.763	540.565	20.777	542.397	20.7	543.869	20.646		
544.23	20.604	546.062	20.534	547.894	20.444	548.061	20.432	549.726	20.32		

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 76 di 77

551.559 20.286 552.253 20.242 553.391 20.236 555.223 20.211 556.444 20.202  
557.055 20.219 558.887 20.338 560.636 20.377 560.72 20.377 562.552 20.412  
564.384 20.452 564.828 20.481 568.049 20.665 569.02 20.665 571.713 20.669  
573.212 20.571 575.378 20.413 577.404 20.394 579.042 20.408 581.596 20.426  
582.706 20.408 585.788 20.359 586.371 20.359 589.98 20.387 590.035 20.386  
593.7 20.362 594.172 20.362 597.364 20.378 598.364 20.373 601.029 20.366  
602.556 20.379 604.693 20.397 606.747 20.412 608.358 20.419 610.939 20.397  
612.022 20.397 615.131 20.452 615.687 20.458 619.323 20.506 619.351 20.507  
623.015 20.506 623.515 20.51 626.68 20.59 627.707 20.613 630.344 20.649  
631.899 20.679 634.009 20.73 636.091 20.788 637.673 20.845 641.338 20.968  
642.379 21.003 645.002 21.207 648.667 21.533 652.067 21.55 655.246 21.577  
655.468 21.583 658.869 21.671 661.826 21.716 662.27 21.714 665.67 21.701  
668.406 21.689 669.071 21.687 672.472 21.669 674.986 21.64 677.573 21.581  
681.565 21.511 682.674 21.522 687.775 21.636 688.145 21.639 692.876 21.577  
694.725 21.553 697.978 21.547 701.304 21.534 703.079 21.534 707.884 21.578  
708.18 21.582 713.281 21.603 714.464 21.609 718.382 21.615 721.043 21.622  
723.483 21.613 727.623 21.605 728.584 21.613 733.685 21.61 734.203 21.618  
738.786 21.638 740.783 21.637 743.888 21.669 747.362 21.675 748.989 21.681  
753.942 21.72 754.09 21.719 759.191 21.709 760.522 21.693 764.292 21.64  
767.101 21.647 769.393 21.65 773.681 21.581 774.494 21.576 779.596 21.601  
780.261 21.597 784.697 21.571 786.841 21.587 789.798 21.609 793.42 21.642  
794.899 21.656 800 21.657

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 394.41 .035 506.133 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
394.41 506.133 110.623 110.623 110.623 .1 .3  
Left Levee Station=287.3333 Elevation=24.57667

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	21.63	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.90	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	20.74	Reach Len. (m)	110.62	110.62	110.62
Crit W.S. (m)	20.49	Flow Area (m <sup>2</sup> )	15.29	312.36	31.19
E.G. Slope (m/m)	0.005656	Area (m <sup>2</sup> )	15.29	312.36	31.19
Q Total (m <sup>3</sup> /s)	1366.00	Flow (m <sup>3</sup> /s)	19.76	1327.51	18.72
Top Width (m)	241.59	Top Width (m)	16.44	111.72	113.43
Vel Total (m/s)	3.81	Avg. Vel. (m/s)	1.29	4.25	0.60
Max Chl Dpth (m)	3.99	Hydr. Depth (m)	0.93	2.80	0.27
Conv. Total (m <sup>3</sup> /s)	18163.6	Conv. (m <sup>3</sup> /s)	262.8	17651.8	249.0
Length Wtd. (m)	110.62	Wetted Per. (m)	16.63	112.29	113.57
Min Ch El (m)	16.74	Shear (N/m <sup>2</sup> )	50.98	154.28	15.23
Alpha	1.21	Stream Power (N/m s)	38302.30	13756.91	0.00
Frctn Loss (m)	0.52	Cum Volume (1000 m <sup>3</sup> )	0.96	37.79	4.05
C & E Loss (m)	0.07	Cum SA (1000 m <sup>2</sup> )	2.36	13.37	12.84

CROSS SECTION

RIVER: alveo  
REACH: princ RS: 10

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 241

Sta	Elev								
0	22.73	6	22.41	12	22.43	18	22.26	24	22.34
30	22.31	36	22.26	42	22.15	48	22.1	54	21.99
60	21.95	66	21.83	72	21.53	78	21.27	84	21.06
90	20.93	96	20.89	102	20.72	108	20.51	114	20.64
120	20.22	126	20.35	132	20.45	138	20.4	144	20.28
150	20.29	154	20.35	158	20.34	162	20.33	166	20.36
170	20.43	174	20.38	178	20.4	182	20.38	186	20.36
190	20.31	194	20.44	198	20.45	202	20.48	206	20.48
210	20.56	214	20.61	218	20.6	222	20.71	226	20.64
230	20.74	234	20.68	238	20.77	242	20.75	246	20.79
250	20.69	254	20.49	258	22.58	262	24.1	266	24.21
270	24.38	272	24.41	274	24.4	276	24.47	278	24.59

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83072</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 77 di 77

280	24.22	282	22.76	284	21.69	286	20.94	288	20.8
290	20.93	292	20.98	294	20.88	296	20.83	298	20.84
300	20.85	302	20.83	304	20.83	306	20.89	308	20.9
310	20.88	312	20.89	314	20.92	316	20.81	318	20.86
320	20.8	322	20.77	324	20.73	326	20.77	328	20.84
330	20.8	332	20.79	334	20.8	336	20.82	338	20.82
340	20.78	342	20.75	344	20.77	346	20.79	348	20.74
350	20.7	352	20.72	354	20.63	356	20.58	358	20.55
360	20.46	362	20.37	364	20.37	366	20.37	368	20.43
370	20.45	372	20.36	374	20.37	376	20.31	378	20.29
380	20.24	382	20.26	384	20.28	386	20.31	388	20.32
390	20.4	392	20.44	394	20.44	396	20.45	398	20.27
400	20.02	402	20.27	404	20.19	406	19.42	408	18.88
410	19.05	412	18.96	414	19	416	19.23	418	19.03
420	19.08	422	18.72	424	18.01	426	17.34	428	17.08
430	16.73	432	16.64	434	16.62	436	16.53	438	16.6
440	16.62	442	16.56	444	16.52	446	16.53	448	16.65
450	16.44	452	16.87	454	17.06	456	17.14	458	17.21
460	17.26	462	17.31	464	17.29	466	17.21	468	17.1
470	17.11	472	16.85	474	16.73	476	16.68	478	16.64
480	16.55	482	16.58	484	16.63	486	16.64	488	16.57
490	16.54	492	16.53	494	16.47	496	16.44	498	16.58
500	16.57	502	16.55	504	16.46	506	16.39	508	16.31
510	16.44	512	16.6	514	17.63	516	18.43	518	19.19
520	19.42	522	19.6	524	19.67	526	19.81	528	19.84
530	19.9	534	20.12	538	20.22	542	20.29	546	20.28
550	20.28	554	20.3	558	20.33	562	20.43	566	20.03
570	19.64	574	19.62	578	19.82	582	19.88	586	19.89
590	19.91	594	19.88	598	19.96	602	19.89	606	19.92
610	19.89	614	19.9	618	19.93	622	19.96	626	19.97
630	20.03	634	20.05	638	20.06	642	20.18	646	20.25
650	20.35	656	20.58	662	21.23	668	21.2	674	21.34
680	21.29	686	21.24	692	21.08	698	21.19	704	21.08
710	21.08	716	21.12	722	21.18	728	21.2	734	21.16
740	21.22	746	21.18	752	21.25	758	21.34	764	21.3
770	21.24	776	21.17	782	21.2	788	21.24	794	21.28
800	21.32								

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 400 .035 530 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
400 530 0 0 0  
Left Levee Station= 280 Elevation= 24.22

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	21.04	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.65	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	20.38	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	19.69	Flow Area (m2)	2.03	370.87	42.07
E.G. Slope (m/m)	0.004002	Area (m2)	2.03	370.87	42.07
Q Total (m3/s)	1366.00	Flow (m3/s)	0.49	1339.59	25.92
Top Width (m)	274.86	Top Width (m)	26.24	130.00	118.63
Vel Total (m/s)	3.29	Avg. Vel. (m/s)	0.24	3.61	0.62
Max Chl Dpth (m)	4.07	Hydr. Depth (m)	0.08	2.85	0.35
Conv. Total (m3/s)	21593.5	Conv. (m3/s)	7.8	21176.0	409.7
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)	26.26	131.28	118.69
Min Ch El (m)	16.31	Shear (N/m2)	3.03	110.87	13.91
Alpha	1.18	Stream Power (N/m s)	38302.30	13405.80	0.00
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)			