

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83076</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 1 di 68

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

**Attraversamento in subalveo del FIUME ASO**

**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		SPC. LA-E-83076	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 2 di 68	Rev. 0

## 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	10
<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	Premessa	35
7.2	Metodologia operativa: Scavi a cielo aperto	35
7.3	Geometria della condotta ed interventi di ripristino	36
<b>8</b>	<b>VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA</b>	<b>38</b>

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83076</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 3 di 68

8.1	Premessa	38
8.2	Interferenze nell'ambito specifico di attraversamento	39
8.3	Analisi dei criteri di compatibilità idraulica	40
<b>9</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>43</b>
	<b>APPENDICE 1: STUDIO IDRAULICO - METODOLOGIA DI CALCOLO</b>	<b>44</b>
	<b>APPENDICE 2: STUDIO IDRAULICO - REPORT PROGRAMMA HEC RAS</b>	<b>49</b>
	<b>ANNESSO:</b>	
•	<b>Elaborato grafico di progetto: LB-B-83407</b>	

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83076	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 4 di 68	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 Aso nel tratto terminale dello sviluppo del corso d'acqua, in un ambito di confine tra i territori di Altidona e di Campofilone.

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		SPC. LA-E-83076	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 5 di 68	Rev. 0

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-B-83407**  
*FIUME ASO - Piano Quotato e Profilo altimetrico*

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		SPC. LA-E-83076	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 6 di 68	Rev. 0

### 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.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83076</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 7 di 68	Rev. <b>0</b>

## 2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'attraversamento da parte del metanodotto in progetto ricade nel tratto terminale del corso d'acqua (a circa 2,5 km dalla foce), nei pressi dell'area industriale - commerciale di Campofilone, in un ambito di confine tra i territori di Altidona e di Campofilone. Più esattamente l'attraversamento è posizionato a circa 1.7 km a monte del ponte dell'autostrada A14 ed immediatamente a monte dell'attraversamento aereo del metanodotto "Ravenna - Chieti" in fase di dismissione.

Al fine di consentire un inquadramento territoriale dell'ambito di attraversamento, qui di seguito si riporta una corografia in scala 1:25.000 (estratta dalle tavolette IGM), dove il tracciato del metanodotto in progetto è riportato mediante una linea in rosso, il metanodotto in fase di dismissione è indicato tramite una linea in verde e l'area di attraversamento in esame è indicata mediante un cerchio in colore blu.

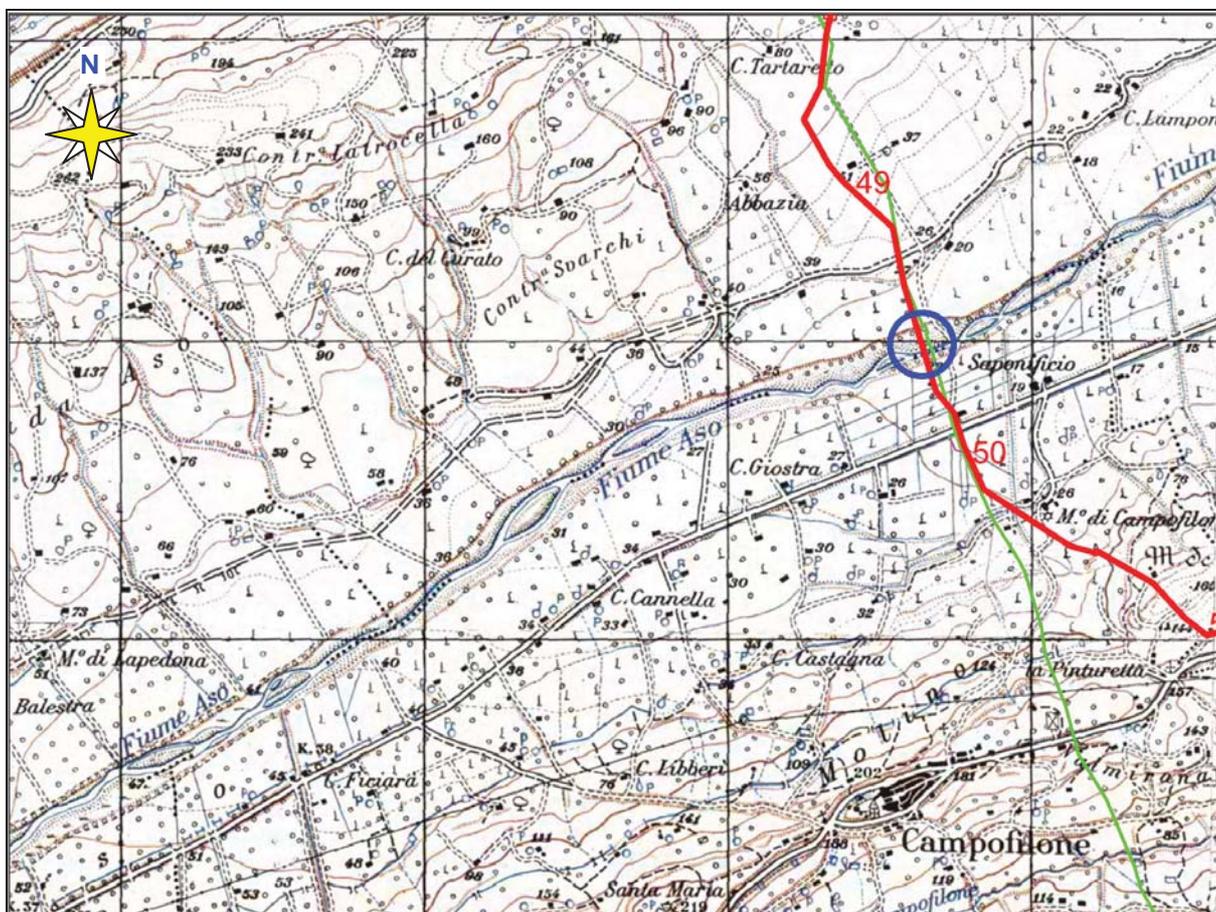


Fig.2.1/A: Corografia generale in scala 1:25.000 (dalle tavolette IGM)

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

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

Coordinate ambito di attraversamento del corso d'acqua		
Coordinate Piane WGS84 - Fuso 33: Est /Nord	403563 m E	4771787 m N

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83076</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 8 di 68

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) e l'ambito di attraversamento dell'alveo del corso d'acqua in esame (cerchio in blu).

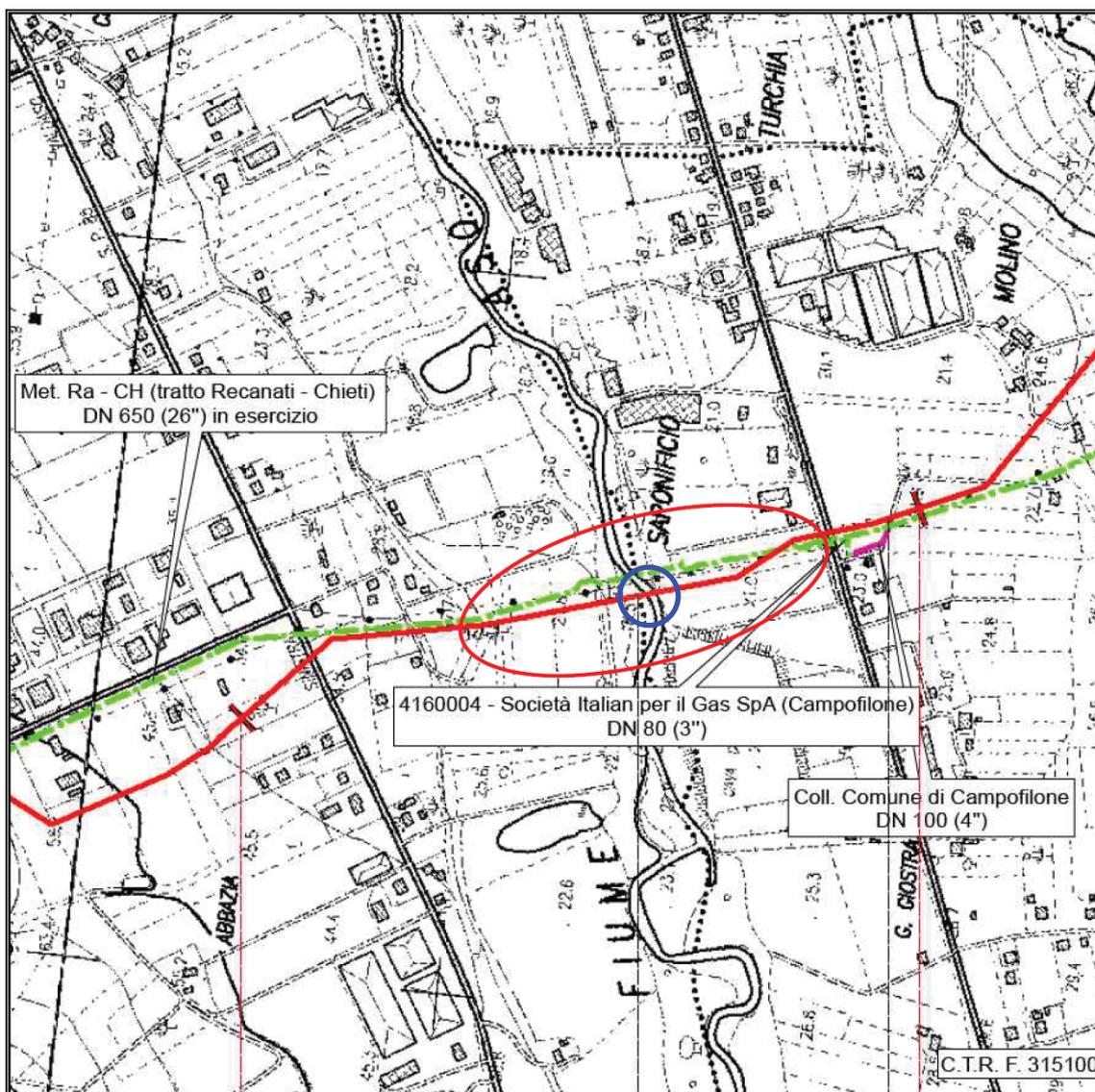


Fig.2.1/B: Stralcio planimetrico in scala 1:10.000 (C.T.R. Regionali)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83076</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 9 di 68

### 3 CARATTERIZZAZIONE IDROGRAFICA DELL'AMBITO IN ESAME

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

Il Fiume Aso rappresenta uno dei corsi d'acqua principali della Regione Marche, caratterizzato da un bacino imbrifero della superficie complessiva di circa 280 kmq. Nasce fra il monte Porche (233 m) e la Cima della Prata (1850 m), fino a sfociare dopo un percorso di circa 69 km nel mare Adriatico a Pedaso.

La morfologia del bacino nel suo contesto si presenta articolata e suddivisibile in due zone: la prima, più occidentale, con caratteri prevalentemente montuosi e morfogenesi più marcata; la seconda, più orientale, con tratti collinari e costieri a morfologia più dolce. L'altitudine media del bacino è di circa 564 m s.l.m.

Nel F. Aso si possono distinguere tre tratti che, procedendo da monte verso valle sono:

- dalle sorgenti di Foce sino all'abitato di Montemonaco, l'alveo è irregolare ed incide direttamente le rocce carbonatiche e per alcuni tratti anche i corpi arenacei a causa dell'elevato gradiente;
- dall'abitato di Pignotti sino alla località Madonna del Lago, il fiume incide i depositi alluvionali caratterizzati da spessori variabili da 2-3 m a qualche decina di metri. In questo tratto il corso fluviale è meandriforme, con meandri ad evoluzione molto lenta;
- da Madonna del Lago alla foce si alternano tratti prevalentemente rettilinei a tratti irregolari. Lo sbocco a mare del corso d'acqua presenta una foce non ramificata e non sporge sensibilmente dal profilo generale di costa.

Il regime fluviale del F. Aso è di tipo perenne grazie all'azione regolatrice dei complessi idrogeologici carbonatici. Le portate delle sorgenti e, conseguentemente, del fiume sono condizionate dall'andamento delle precipitazioni e dallo scioglimento delle nevi; i deflussi sono massimi in autunno, con massimi secondari in inverno e primavera e minimi in luglio ed agosto.

L'idrografia originaria del bacino del F. Aso è stata modificata dalla realizzazione di alcuni grandi invasi, che da monte verso valle, sono l'invaso di Gerosa in località Arato, l'invaso di Comunanza (meglio conosciuto come Lago di Gerosa) e l'invaso di Villa Pera.

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-83076</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 10 di 68	<b>Rev.</b> 0

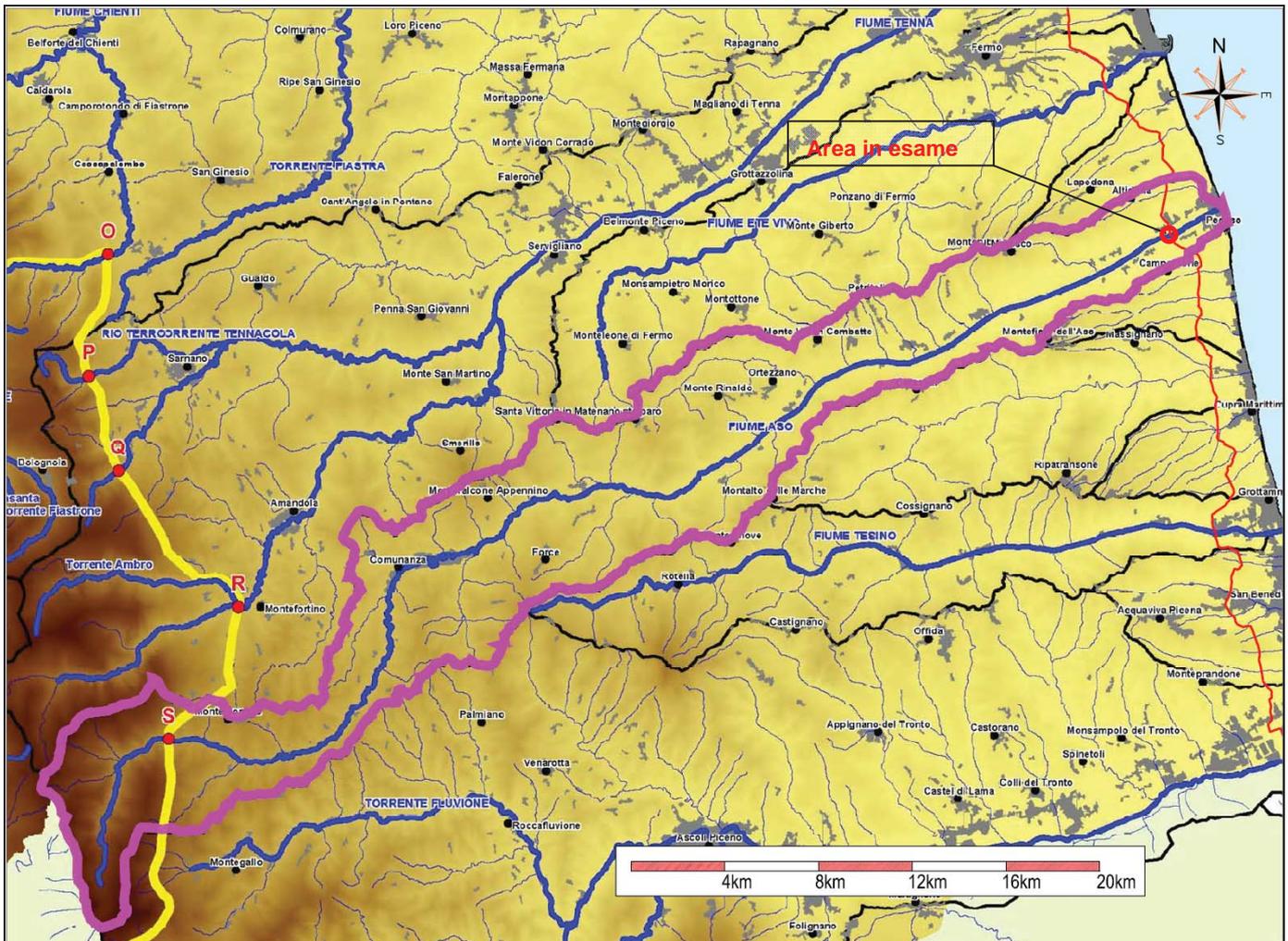


Fig.3.1/A: Bacino complessivo del corso d'acqua ed indicazione dell'ambito di studio

### 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 presenta un andamento planimetrico sostanzialmente rettilineo. L'alveo si presenta molto ampio, con letto del fiume largo circa 100m e con sponde poco vegetate che si elevano di circa 4m dal fondo.

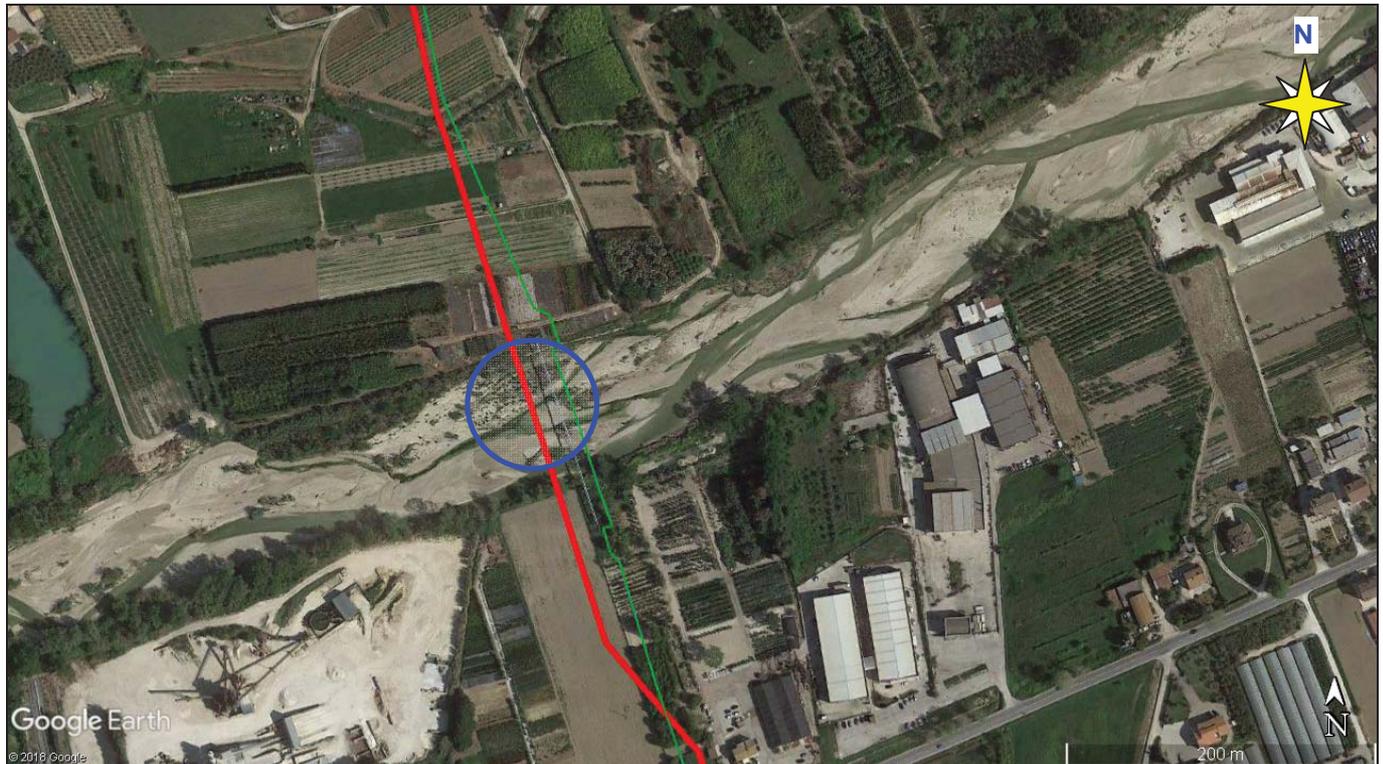
I sedimenti presenti in alveo sono rappresentati da ciottolame di rilevante pezzatura in matrice sabbiosa e qualche blocco lapideo.

In prossimità dell'area in esame si rilevano dei segni di erosioni spondali, tuttavia non si individuano fenomeni sostanziali di migrazione planimetrica della sezione d'alveo.

Nel lato in sinistra idrografica, in corrispondenza dell'ambito di attraversamento, sono state realizzate delle imponenti scogliere in massi naturali per il presidio idraulico della sponda.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83076</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 11 di 68

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



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

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

La linea indicata in rosso rappresenta la posizione del tracciato del metanodotto in progetto, che come si vede ricade immediatamente a monte del ponte aereo del metanodotto in esercizio (da dismettere).

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83076</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 12 di 68	<b>Rev.</b> <b>0</b>



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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83076	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 13 di 68	Rev. 0

## 4 VALUTAZIONI IDROLOGICHE

### 4.1 Generalità

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

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

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

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

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

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

### 4.2 Considerazioni specifiche preliminari

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

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

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

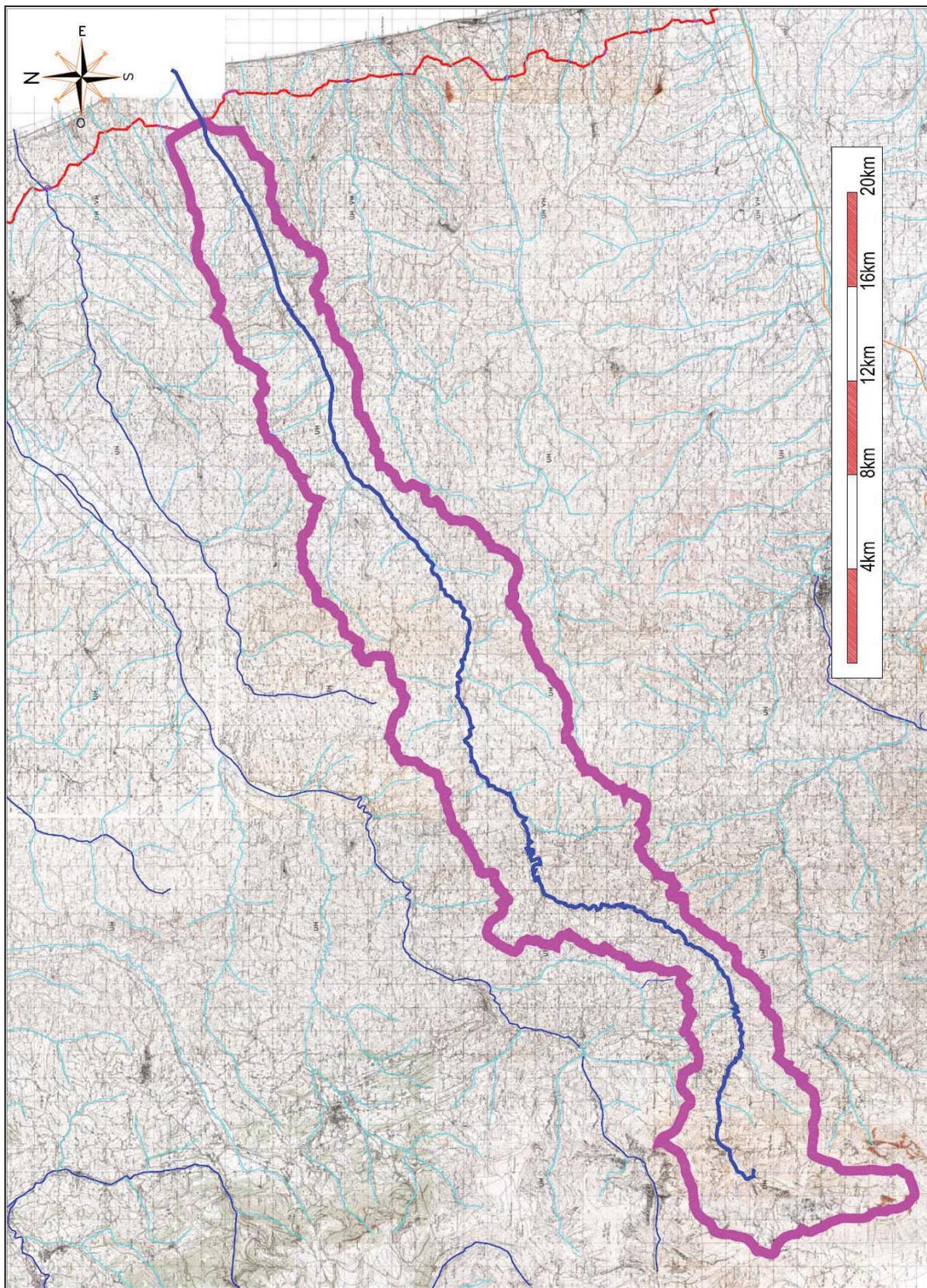
### 4.3 Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino

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 2.5 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 in colore rosso.



<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83076</b>
<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 14 di 68	<b>Rev.</b> <b>0</b>



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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83076	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 15 di 68	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 media Bacino (m)	Altitudine Sezione chiusura (m)
Fiume Aso / Sez. di studio	269	66.5	2476	585	19

#### 4.4 Regionalizzazione delle portate

##### 4.4.1 Premessa

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

##### 4.4.2 Metodologia di Elaborazione - Sintesi

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

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

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

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

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

##### 4.4.3 Risultati delle elaborazioni

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

In sintesi sono stati forniti i seguenti allegati:

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83076</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 16 di 68

- 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 Aso / Sez. di studio	43.093° / 13.815°	269	486	659	822	1034

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83076</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 17 di 68

#### 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)
Fiume Aso	Sez. di studio	269	<b>822</b>	3.06

#### 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.

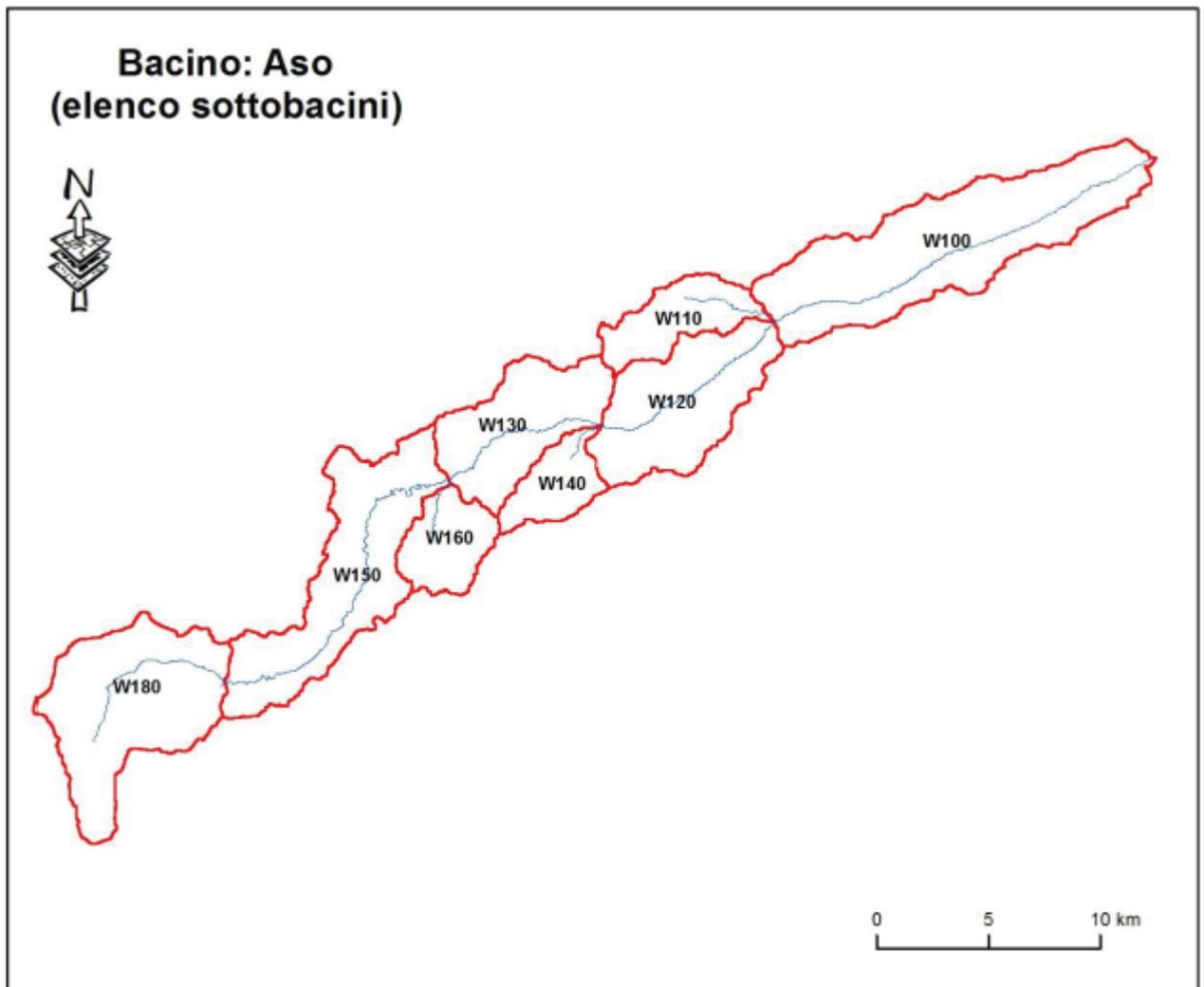
Lo studio risulta disponibile on line presso il link <https://www.bonificamarche.it/i-nostri-programmi/studio-per-la-mitigazione-del-rischio-idrogeologico/>

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-83076</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 18 di 68



*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 non lontano dalla foce e pertanto può essere considerata la junction (foce Aso), come confluenza di riferimento.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83076</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 19 di 68

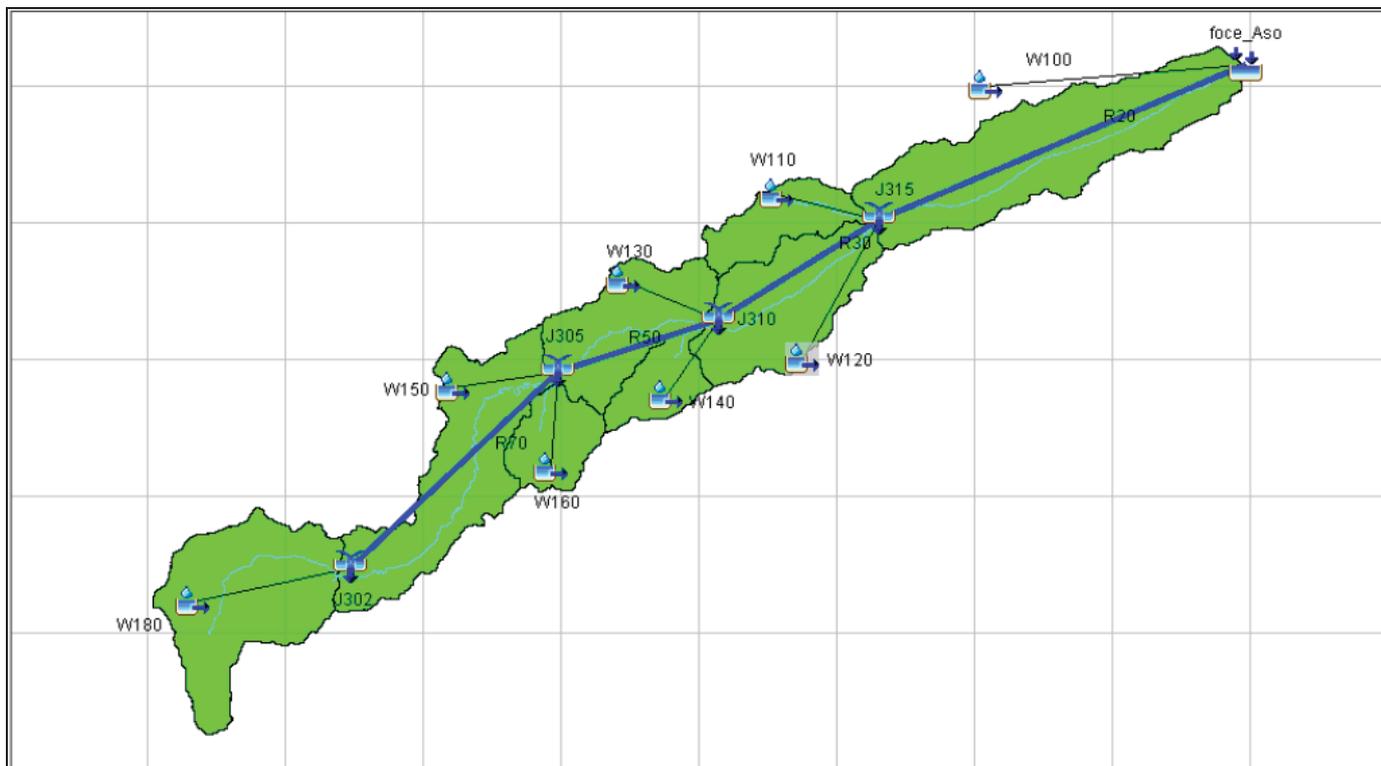


Fig.4.6/B: Indicazioni delle confluenze di studio nel corso d'acqua

Nella tabella seguente sono riportati i risultati delle elaborazioni idrologiche nelle varie confluenze e riferite a tempi di ritorno di 50, 100 e 200 anni.

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

Subbasin Junction	$Q_{max50}$ (HEC-HMS) (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{max100}$ (HEC-HMS) (m <sup>3</sup> /s)	$Q_{max200}$ (HEC-HMS) (m <sup>3</sup> /s)
W180	33	52.3	54.1
W160	11.3	15.5	19.9
W150	21	29.8	36.1
W140	14.8	19.7	24.7
W130	26.8	34.9	43.4
W120	29.8	38.1	47.1
W110	14.7	19.1	23.8
W100	54.1	68.4	83.6
foce_Aso	157.6	216.2	260
J302	33	52.3	54.1
J305	58.6	89.6	100
J310	81.3	122.1	140.2
J315	108.4	156.2	184.8

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83076</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 20 di 68	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Esaminando la tabella precedente, si evince che in corrispondenza della confluenza di riferimento "Foce Aso" si individuano valori di portata decisamente inferiori nei confronti di quelli valutati con il metodo della "Regionalizzazione" (si veda la Tab.4.4/A).

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-83076	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 21 di 68	Rev. 0

## 5 STUDIO IDRAULICO IN MOTO PERMANENTE

### 5.1 Presupposti e limiti dello studio

Nel presente paragrafo sono capitolate 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-83076</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 22 di 68

## 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 1,2 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

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83076</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 23 di 68	<b>Rev.</b> 0

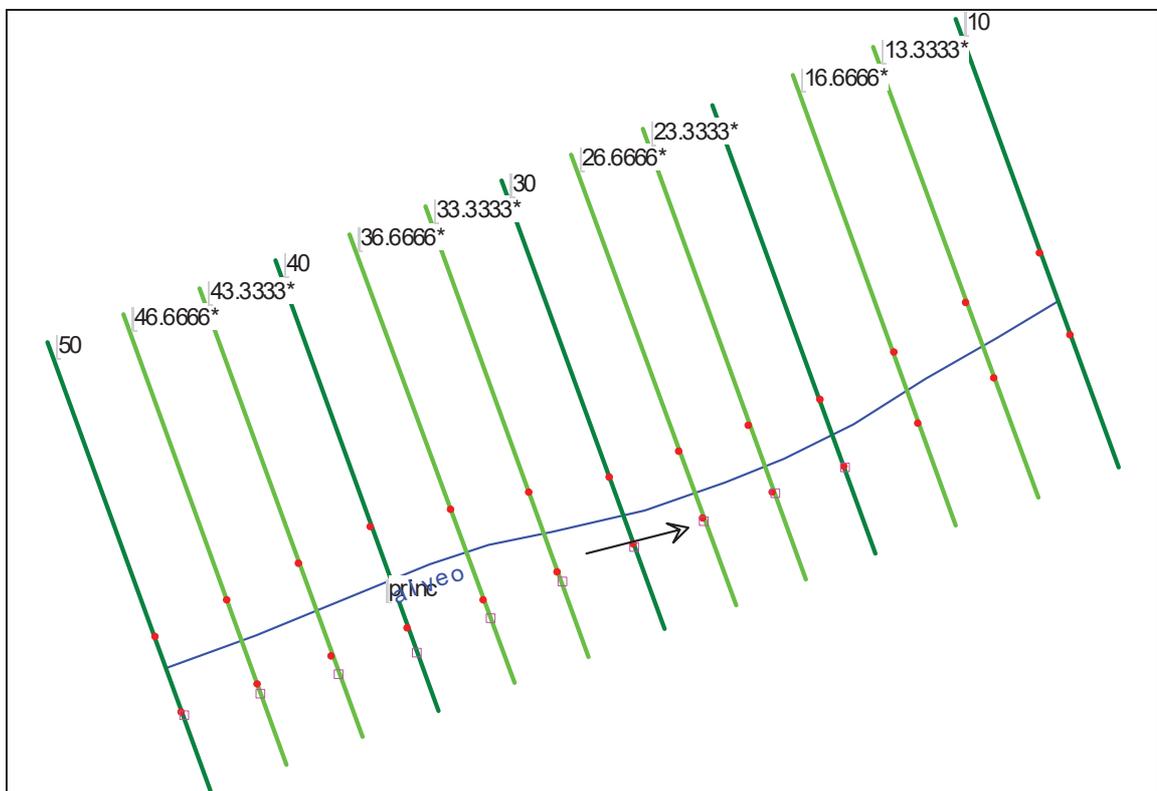
Invece nella successiva tabella vengono riportate le denominazioni delle sezioni di input nella modellazione idraulica (con la corrispondenza con le sezioni del rilievo), nonché vengono indicate le progressive metriche lungo l'asta fluviale e le distanze reciproche tra le sezioni.

*Tab.5.2/A: quadro geometrico generale della modellazione*

SEZIONE IDRAULICA (River Station)	SEZIONE DEL RILIEVO	PROGRESSIVA (m)	DISTANZA dalla Sez. succ. (m)	DESCRIZIONE
RS50	Sez.1	0.00	300.17	Sezione di monte
RS40	Sez.2	300.17	301.49	
RS30	Sez.3	601.66	280.85	
RS20	Sez.4	882.51	325.87	
RS10	Sez.5	1208.38	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		SPC. LA-E-83076	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 24 di 68	Rev. 0

### Dati di Input e condizioni al contorno

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

- $Q_{200}=822$  mc/s

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

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

Per quanto concerne il coefficiente d'attrito si è fatto riferimento agli indici di scabrezza di Manning "n", i cui valori caratteristici, assunti costanti per l'intero tronco di analisi, 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-83076</b>
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 25 di 68

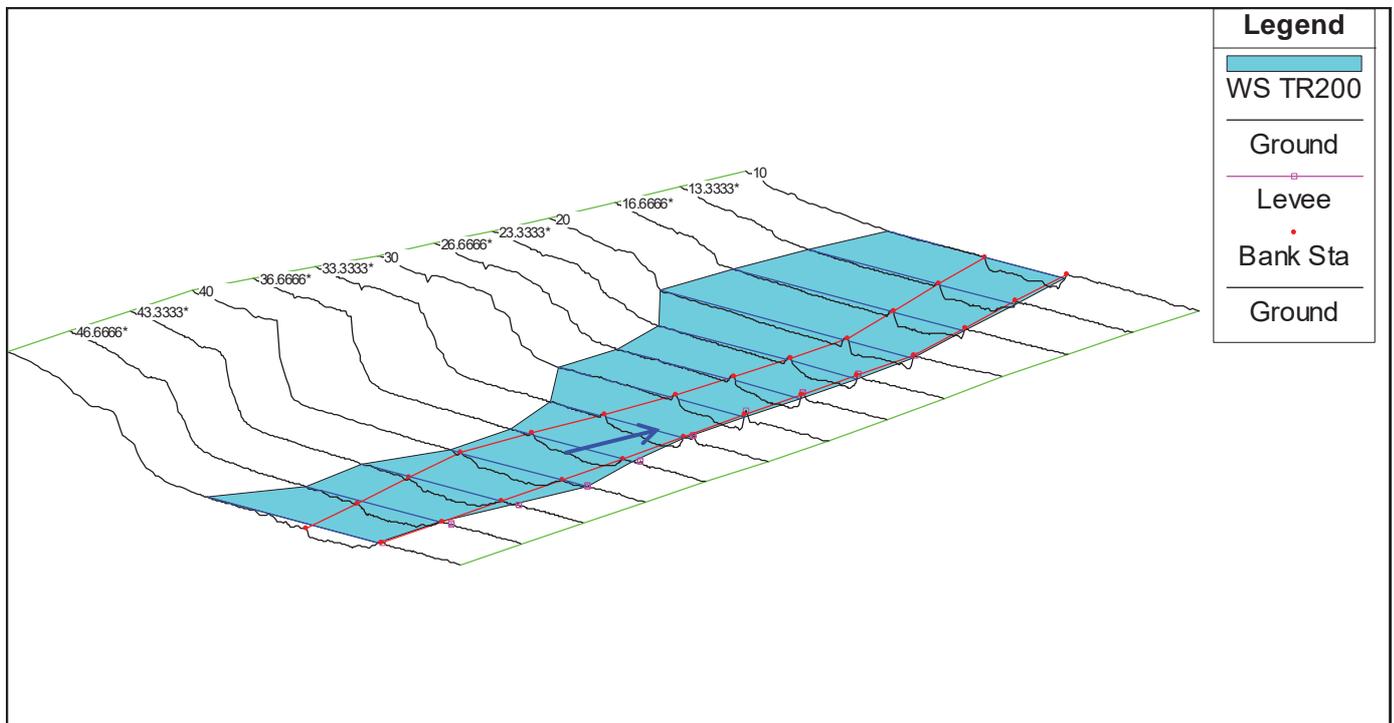


Fig.5.3/A: Schermata di Output del programma – visione prospettica (RS50: monte /RS10: valle)

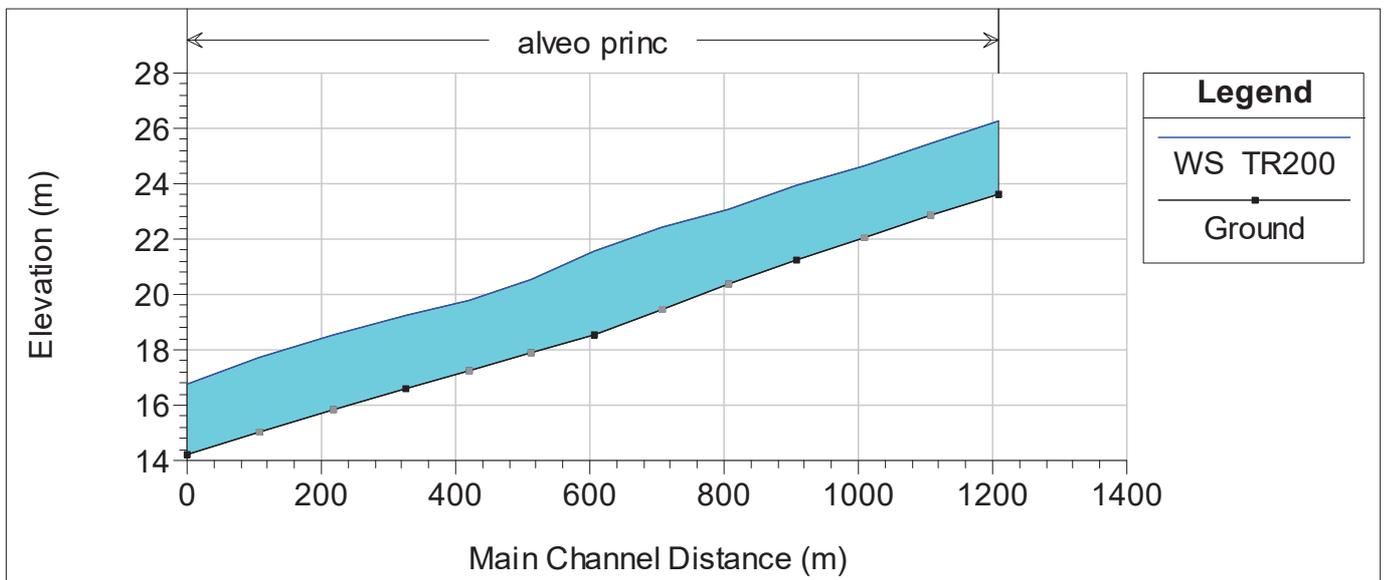


Fig.5.3/B: Schermata di Output del programma – Profilo longitudinale (RS50: monte /RS10: valle)

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83076	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 26 di 68	Rev. 0

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	822	23.63	26.25	26.16	27.09	0.009315	4.2	240.69	226.11	1.89	171.52	0.97
46.6666*	822	22.84	25.46	25.42	26.19	0.008057	3.87	235.19	173.91	1.86	146.74	0.91
43.3333*	822	22.05	24.66	24.6	25.38	0.008117	3.76	228.78	178.56	1.77	140.66	0.9
40	822	21.26	23.95	23.8	24.58	0.007347	3.53	240.95	176.03	1.73	124.51	0.86
36.6666*	822	20.36	23.1	22.95	23.82	0.007629	3.76	220.89	143.09	1.85	138.34	0.88
33.3333*	822	19.46	22.44	22.19	23.12	0.006078	3.68	236.11	163.84	2.13	126.45	0.8
30	822	18.56	21.56	21.56	22.43	0.007524	4.16	214.44	199.07	2.2	160.34	0.89
26.6666*	822	17.91	20.54	20.86	21.59	0.010455	4.6	206.41	221.96	2	202.77	1.04
23.3333*	822	17.27	19.78	19.98	20.6	0.009246	4.28	256.29	250.91	1.96	176.29	0.98
20	822	16.62	19.22	18.87	19.63	0.005178	3.29	382.91	328.56	2.06	102.78	0.73
16.6666*	822	15.81	18.53	18.47	19.03	0.005727	3.46	339.21	301.72	2.05	113.56	0.77
13.3333*	822	15.01	17.72	17.72	18.36	0.006529	3.68	283.93	269.86	2.03	128.97	0.82
10	822	14.2	16.74	16.6	17.53	0.007812	3.94	214.54	182.08	1.97	149.15	0.9

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

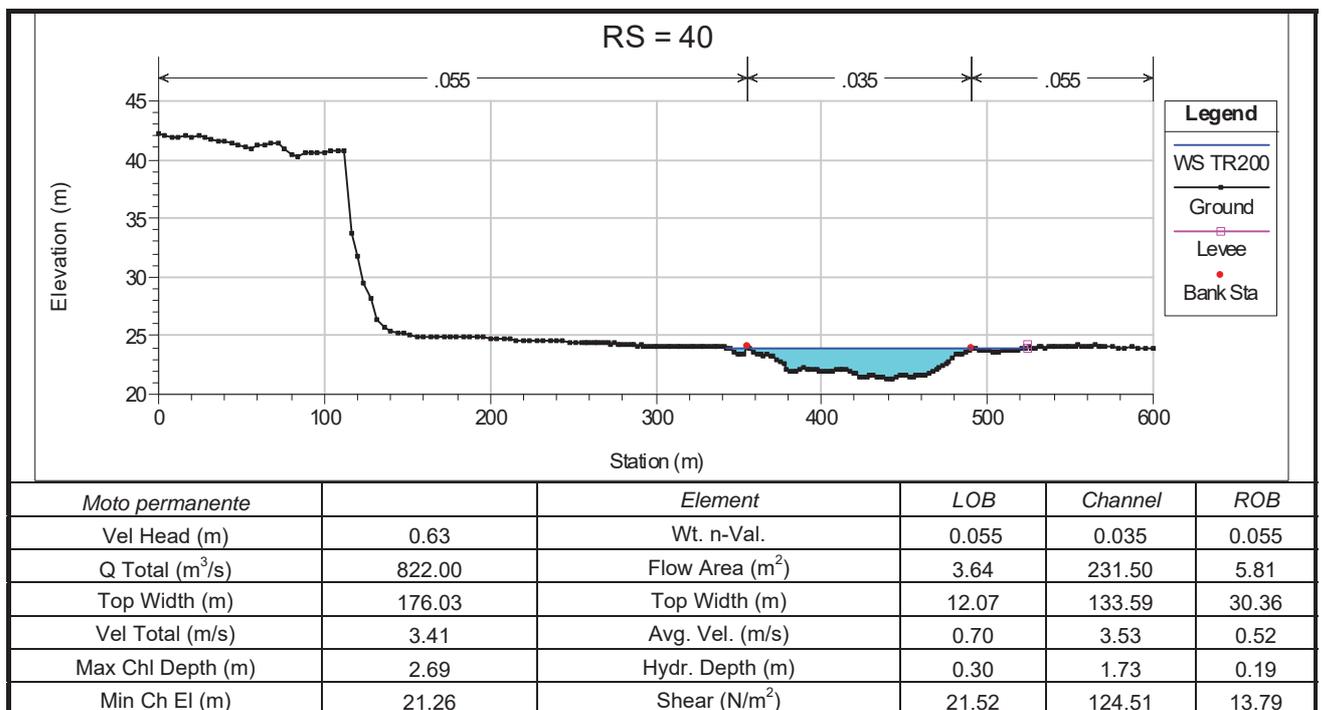
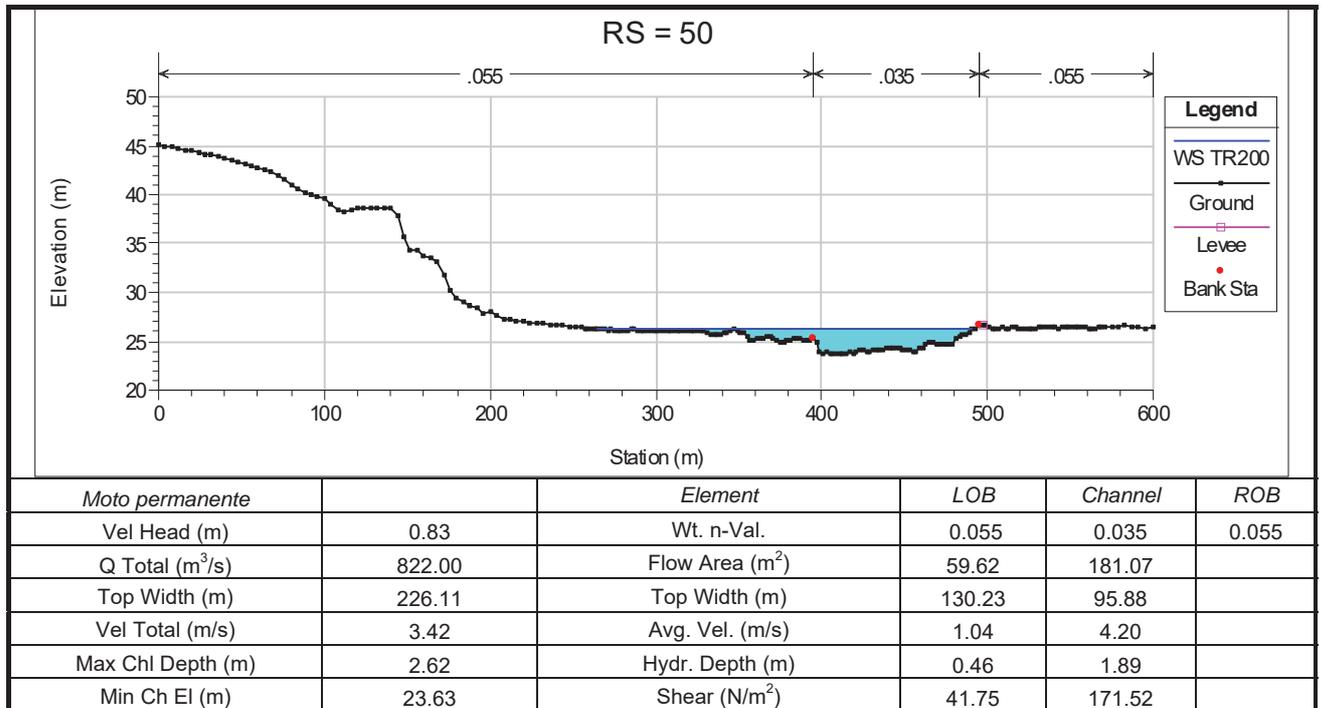
- Max Chl Depth, profondità massima in alveo;
- Vel. Total, velocità complessiva media di flusso;
- Vel Head, carico cinetico;

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

- Avg. Vel, velocità media nelle aree di deflusso parziale;

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83076</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 27 di 68

- Hydr Depth, altezza liquida equivalente (Flow Area/ Top Width);
- Shear, tensione tangenziale di attrito al perimetro;





PROGETTISTA



UNITÀ  
000

COMMESSA  
023081

LOCALITÀ

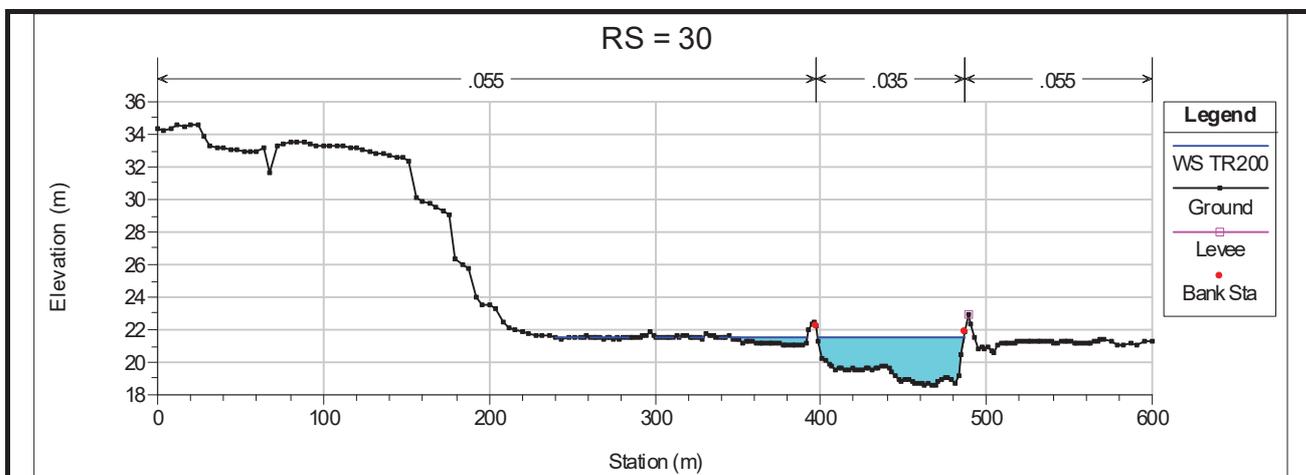
Regione Marche

SPC. LA-E-83076

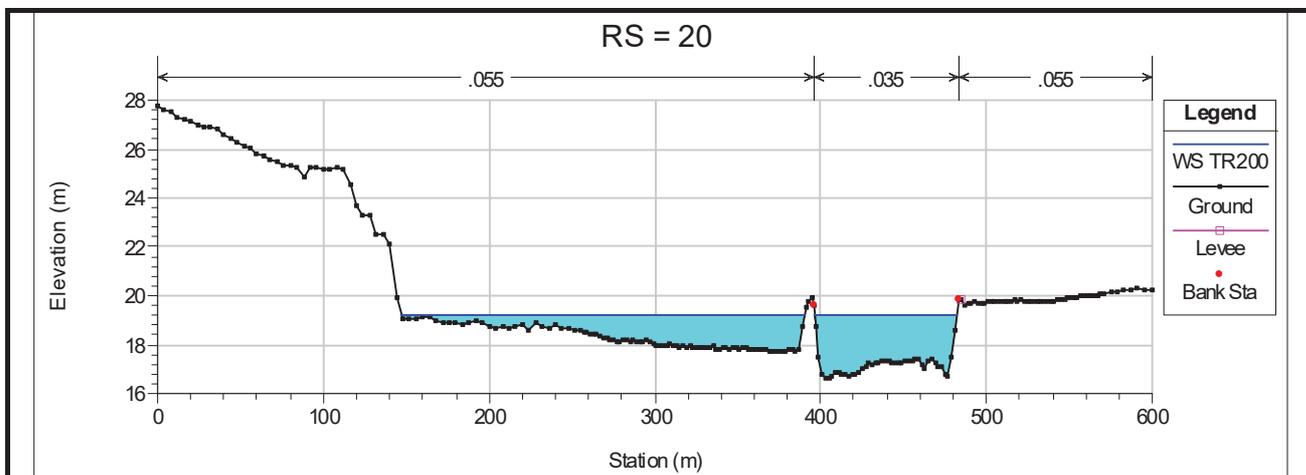
PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti  
Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto

Fg. 28 di 68

Rev.  
0

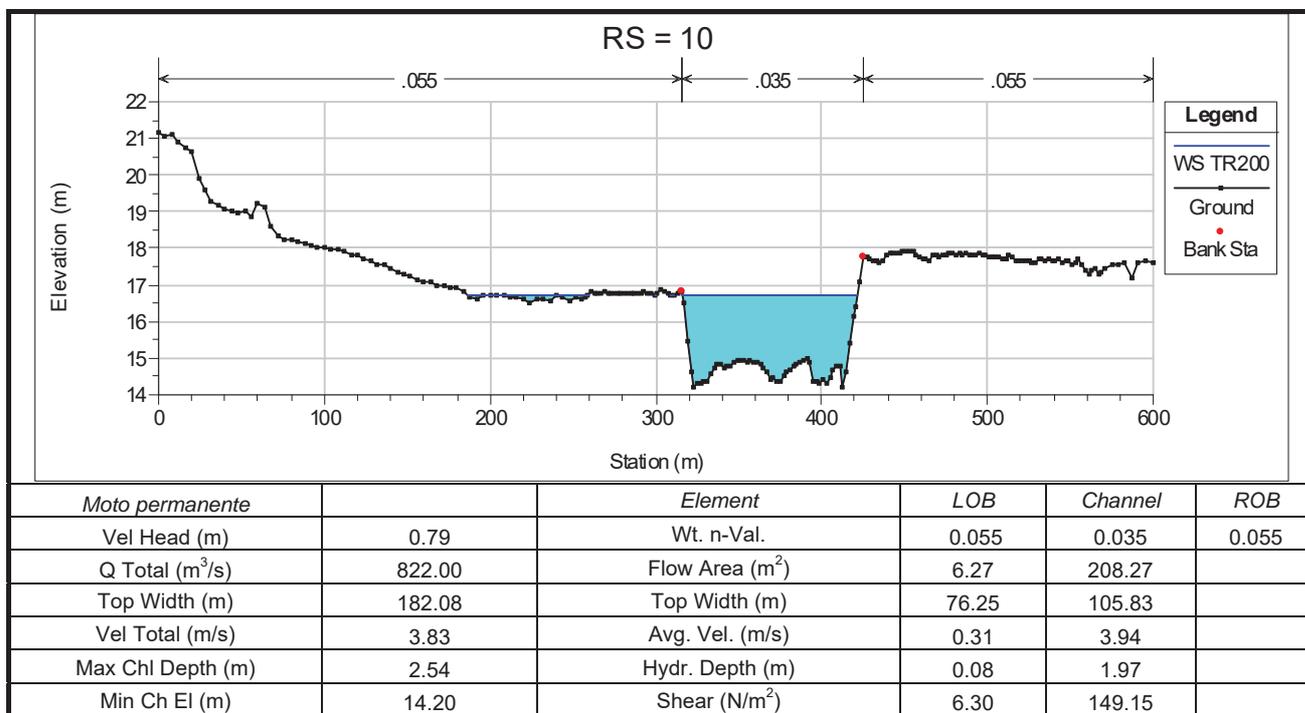


<i>Moto permanente</i>		<i>Element</i>	<i>LOB</i>	<i>Channel</i>	<i>ROB</i>
Vel Head (m)	0.87	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
Q Total (m <sup>3</sup> /s)	822.00	Flow Area (m <sup>2</sup> )	20.19	194.25	
Top Width (m)	199.07	Top Width (m)	110.93	88.14	
Vel Total (m/s)	3.83	Avg. Vel. (m/s)	0.71	4.16	
Max Chl Depth (m)	3.00	Hydr. Depth (m)	0.18	2.20	
Min Ch EI (m)	18.56	Shear (N/m <sup>2</sup> )	13.41	160.34	



<i>Moto permanente</i>		<i>Element</i>	<i>LOB</i>	<i>Channel</i>	<i>ROB</i>
Vel Head (m)	0.41	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
Q Total (m <sup>3</sup> /s)	822.00	Flow Area (m <sup>2</sup> )	206.88	176.03	
Top Width (m)	328.56	Top Width (m)	242.96	85.60	
Vel Total (m/s)	2.15	Avg. Vel. (m/s)	1.17	3.29	
Max Chl Depth (m)	2.60	Hydr. Depth (m)	0.85	2.06	
Min Ch EI (m)	16.62	Shear (N/m <sup>2</sup> )	43.17	102.78	

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83076
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 29 di 68



#### 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 completamente la portata di progetto (portata duecentennale).

Infatti come si rileva dalla Fig.5.3/A esondazioni per ampi spazi si individuano nel lato in sinistra idrografica. In destra invece la sponda in generale risulta di altezza adeguata per contenere il deflusso di piena.

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.8.2/A (si veda il capitolo 8).

Le velocità di deflusso della corrente risultano generalmente variabili nell'ordine dei 3.5÷4.5 m/s, mantenendosi in generale 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		SPC. LA-E-83076	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 30 di 68	Rev. 0

## 6 VALUTAZIONE EROSIONI DI FONDO ALVEO

### 6.1 Generalità

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

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

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

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

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83076	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 31 di 68	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-83076	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 32 di 68	Rev. 0

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

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

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

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

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

#### Diametro limite dei clasti trasportabili

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

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

dove

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

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83076	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 33 di 68	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	822	4.2	226.11	1.89	3.64	2.79	1.21	0.95
46.6666*	822	3.87	173.91	1.86	4.73	2.62	1.27	0.93
43.3333*	822	3.76	178.56	1.77	4.60	2.49	1.23	0.89
40	822	3.53	176.03	1.73	4.67	2.37	1.21	0.87
36.6666*	822	3.76	143.09	1.85	5.74	2.57	1.33	0.93
33.3333*	822	3.68	163.84	2.13	5.02	2.82	1.33	1.07
30	822	4.16	199.07	2.2	4.13	3.08	1.31	1.10
26.6666*	822	4.6	221.96	2	3.70	3.08	1.26	1.00
23.3333*	822	4.28	250.91	1.96	3.28	2.89	1.19	0.98
20	822	3.29	328.56	2.06	2.50	2.61	1.06	1.03
16.6666*	822	3.46	301.72	2.05	2.72	2.66	1.09	1.03
13.3333*	822	3.68	269.86	2.03	3.05	2.72	1.14	1.02
10	822	3.94	182.08	1.97	4.51	2.76	1.28	0.99

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	171.52	0.20
46.6666*	146.74	0.17
43.3333*	140.66	0.17
40	124.51	0.15
36.6666*	138.34	0.16
33.3333*	126.45	0.15
30	160.34	0.19

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83076	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 34 di 68	Rev. 0

River Station	Shear Chan (N/m2)	Diametro limite clasti trasportati (m)
26.6666*	202.77	0.24
23.3333*	176.29	0.21
20	102.78	0.12
16.6666*	113.56	0.13
13.3333*	128.97	0.15
10	149.15	0.18

#### 6.4 Considerazione sui risultati conseguiti

Sulla base delle valutazioni di cui al paragrafo precedente si evince che, relativamente al tronco d'alveo di interferenza con il metanodotto in progetto, le massime erosioni attese al fondo alveo si attestano intorno al valore dell'ordine di **1,5 m**.

La corrente, nel tratto in esame, inoltre risulta potenzialmente in grado di movimentare clasti del diametro di circa 25 cm.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83076	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 35 di 68	Rev. 0

## 7 METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI

### 7.1 Premessa

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

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

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

### 7.2 Metodologia operativa: Scavi a cielo aperto

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

Nello specifico, l'insieme delle caratteristiche morfologiche, geologiche, geometriche ed idrauliche dell'ambito d'interferenza ha condotto all'individuazione del sistema di posa in subalveo della pipeline mediante la metodologia degli "scavi a cielo aperto".

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

La metodologia esecutiva consiste sostanzialmente nelle seguenti fasi:

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

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

- lavori in continuità con quelli di linea; tale procedura riguarda l'attraversamento di corsi d'acqua "poco importanti" (in relazione all'aspetto idraulico, alla morfologia dei terreni e a rischi di tipo operativo) o caratterizzati da periodi di "secca" o di magra, anche se di breve durata; in tali condizioni i lavori di scavo, posa e rinterro

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83076	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 36 di 68	Rev. 0

della condotta vengono effettuati in continuità con quelli lungo la linea; in genere si tratta di torrenti, o canali, caratterizzati da modesti valori di portata, che pertanto non necessitano di una specifica struttura atta a consentirne il minimo deflusso, che può essere garantito mediante dispositivi ordinari;

- lavori per “fasi chiuse”; tale procedura prevede che si completi ogni fase prima dell’inizio della successiva; eseguendo in progressione scavo, posa della condotta e rinterri; questa sequenza viene adottata ogni qualvolta è necessario garantire lo smaltimento di un’eventuale portata non trascurabile, che dovesse manifestarsi durante la costruzione.

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

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

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

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

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

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

### 7.3 Geometria della condotta ed interventi di ripristino

#### Copertura di progetto

Relativamente al profilo di posa della condotta in progetto in subalveo dell’attraversamento in esame, in considerazione dei risultati delle stime dei fenomeni erosivi precedentemente riportati e delle condizioni peculiari rilevate nel contesto d’intervento, è stato previsto di posizionare la condotta in progetto con una copertura minima in alveo di 6.0 m (riferita alla profondità della generatrice superiore del tubo nei confronti della quota minima di fondo alveo).

Detta profondità di posa delle condotta, unitamente alle tipologie di opere di presidio d’alveo previste, assicurano la sicurezza dell’infrastruttura lineare per tutto il periodo

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83076	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 37 di 68	Rev. 0

d'esercizio nei confronti dei potenziali processi erosivi.

#### Interventi di ripristino

Le opere di difesa idraulica previste nell'ambito sono:

- Scogliere in massi ciclopici naturali, da realizzare lungo le sponde dell'alveo del corso d'acqua per uno sviluppo di circa 40m per lato;

Si precisa, che nel lato in sinistra idrografica, già allo stato attuale si rileva la presenza di una scogliera in massi ciclopici dello sviluppo di circa 90m. Pertanto, in detto lato, la scogliera in progetto rappresenta un ripristino dell'opera esistente, con leggero prolungamento della stessa (per circa 10m) verso monte.

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

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

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83076	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 38 di 68	Rev. 0

## 8 VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA

### 8.1 Premessa

#### Generalità

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

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

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

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

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

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

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

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

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

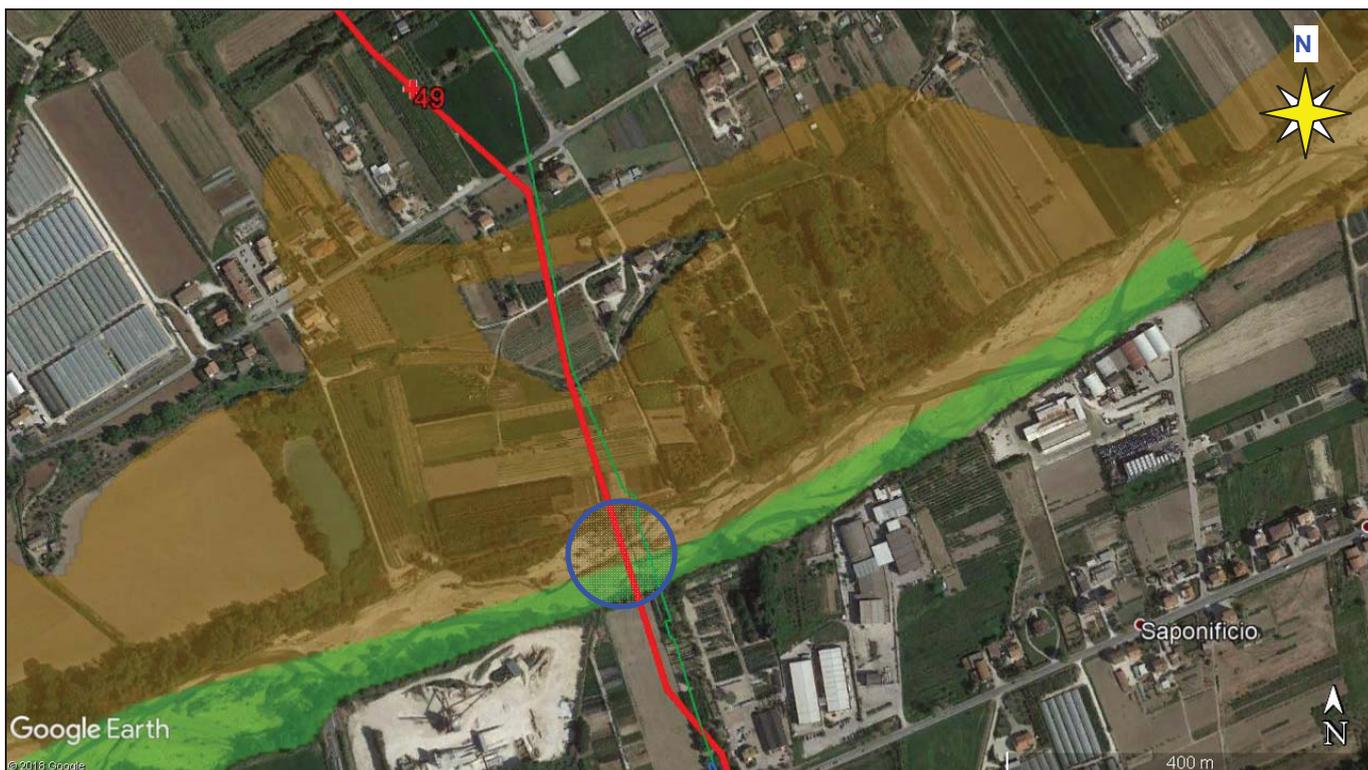
L'Art.9 disciplina gli interventi consentiti nelle aree inondabili.

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83076</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 39 di 68

## 8.2 Interferenze nell'ambito specifico di attraversamento

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



## 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 perimetrate sono associate ad un unico livello di pericolosità elevata / molto elevata. ( Art. 8, comma 1)

*Fig.8.2/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 nel lato in sinistra idrografica con un'area inondabile a Rischio idraulico elevato (R3); mentre in destra con un'area a Rischio idraulico moderato (R1).

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83076	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 40 di 68	Rev. 0

### 8.3 Analisi dei criteri di compatibilità idraulica

#### Considerazioni di carattere generale

Il metanodotto in progetto rappresenta un'infrastruttura lineare di interesse pubblico. In tal senso, in riferimento alle Norme di 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

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

- L'attraversamento fluviale avviene in "subalveo" e prevede una profondità di posa della condotta di sufficiente garanzia nei confronti d'eventuali fenomeni di erosione di fondo (anche localizzati e/o temporanei) che si possono produrre anche in concomitanza di piene eccezionali, cosicché è da escludere qualsiasi interferenza tra tubazione e flusso della corrente;
- La configurazione morfologica dell'alveo, sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico, verrà mantenuta praticamente invariata nei confronti della situazione preesistente. Le opere complementari (previste con tecniche di ingegneria naturalistica) sono infatti unicamente finalizzate al ripristino della configurazione originaria dell'alveo, oltre che al presidio idraulico dell'infrastruttura nei confronti di potenziali fenomeni erosivi in ambito locale da parte della corrente;
- La configurazione geometrica della pipeline nell'ambito 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

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83076</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 41 di 68	<b>Rev.</b> <b>0</b>

rischio idraulico (es: risagomature dell'alveo, realizzazione di eventuali opere di regimazione idraulica, ecc.).

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

1. *Modifiche indotte sul profilo inviluppo di piena*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

In detti ambiti non sono previste modifiche circa lo stato dei luoghi, trasformazioni del territorio e/o cambiamenti di destinazione d'uso dei fondi. Le uniche strutture visibili risulteranno essere le paline ed i cartelli indicatori e pertanto non si introdurranno

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83076</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 42 di 68	<b>Rev.</b> <b>0</b>

interferenze idrauliche significative per la laminazione delle piene del corso d'acqua e/o riduzione della capacità di invaso, né tantomeno alterazioni all'eventuale deflusso in occasione delle piene eccezionali.

Alla luce di quanto sopra affermato si ritiene che le specificità dell'opera (infrastruttura interrata) e le scelte progettuali inerenti alle metodologie costruttive ed alla configurazione geometrica della condotta nell'ambito in esame, non 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		SPC. LA-E-83076	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 43 di 68	Rev. 0

## 9 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 ASO nel tratto terminale dello sviluppo del corso d'acqua, in un ambito di confine tra i territori di Altidona e di Campofilone.

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

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

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

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

Nell'analisi delle interferenze tra la linea in progetto con le aree di pericolosità idraulica censite dal PAI, si rileva che in corrispondenza dell'ambito di attraversamento fluviale in esame, il metanodotto in progetto interferisce con delle aree inondabili del corso d'acqua a Rischio idraulico elevato (R3) ed a Rischio idraulico moderato (R1), alle quali sono comunque associati livelli di pericolosità "elevata – molto elevata".

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83076	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 44 di 68	Rev. 0

## 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-83076	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 45 di 68	Rev. 0

- $g$ , 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.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83076</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 46 di 68

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-83076	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 47 di 68	Rev. 0

uniforme.

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

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

### Condizioni al contorno

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

Le condizioni al contorno disponibili sono:

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

### Risultati dei calcoli idraulici

La procedura di calcolo per la determinazione della profondità d'acqua in ogni sezione è iterativa: si assegna una condizione iniziale a valle o a monte e si procede verso monte o valle, in dipendenza dalle condizioni di analisi di un profilo di corrente lenta o veloce; si assume una quota della superficie libera,  $WS^I = Y^I + Z^I$ , 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-83076
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 48 di 68

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

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

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

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

dove:

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

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b> Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83076</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 49 di 68	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**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: Aso  
Project File : Aso.prj  
Run Date and Time: 11/08/2018 19:35:51

Project in SI units

PLAN DATA

Plan Title: Plan 01  
Plan File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch\6Aso\Aso.p01

Geometry Title: Aso  
Geometry File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch\6Aso\Aso.g01

Flow Title : Aso  
Flow File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch\6Aso\Aso.f01

Plan Summary Information:  
Number of: Cross Sections = 13 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: Aso  
Flow File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch\6Aso\Aso.f01

Flow Data (m3/s)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83076	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 50 di 68	Rev. 0

River alveo      Reach princ      RS 50      TR200 822

Boundary Conditions

River alveo      Reach princ      Profile TR200      Upstream Normal S = 0.0078      Downstream Normal S = 0.0078

GEOMETRY DATA

Geometry Title: Aso  
Geometry File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch\6Aso\Aso.g01

CROSS SECTION

RIVER: alveo  
REACH: princ      RS: 50

INPUT

Description:

Station Elevation Data      num=      230

Sta	Elev								
0	45.04	4	44.94	8	44.81	12	44.65	16	44.53
20	44.42	24	44.28	28	44.18	32	44.08	36	43.89
40	43.65	44	43.46	48	43.38	52	43.17	56	42.95
60	42.81	64	42.61	68	42.42	72	42.05	76	41.61
80	41.03	84	40.63	88	40.2	92	40.04	96	39.81
100	39.61	104	39.09	108	38.42	112	38.32	116	38.47
120	38.64	124	38.61	128	38.61	132	38.65	136	38.66
140	38.55	144	37.82	148	35.63	152	34.23	156	34.25
160	33.67	164	33.45	168	33.12	172	31.71	176	30.19
180	29.45	184	29	188	28.67	192	28.43	196	27.76
200	28.04	204	27.68	208	27.3	212	27.17	216	27.07
220	27.02	224	26.95	228	26.89	232	26.82	236	26.73
240	26.66	244	26.57	248	26.5	252	26.46	255	26.41
257	26.34	259	26.34	261	26.32	263	26.28	265	26.25
267	26.24	269	26.19	271	26.16	273	26.2	275	26.16
277	26.13	279	26.15	281	26.17	283	26.12	285	26.23
287	26.2	289	26.17	291	26.12	293	26.12	295	26.16
297	26.08	299	26.1	301	26.14	303	26.07	305	26.1
307	26.04	309	26.05	311	26.05	313	26.04	315	26.08
317	26.11	319	26.14	321	26.15	323	26.14	325	26.14
327	26.15	329	26.07	331	25.86	333	25.67	335	25.64
337	25.71	339	25.77	341	25.91	343	25.86	345	26.15
347	26.21	349	26.09	351	25.82	353	25.84	355	25.56
357	25.17	359	25.08	361	25.22	363	25.24	365	25.29
367	25.42	369	25.5	371	25.2	373	25.12	375	24.86
377	24.99	379	25.08	381	25.17	383	25.26	385	25.33
387	25.33	389	25.15	391	25.08	393	25.13	395	25.31
397	24.96	399	23.98	401	23.65	403	23.87	405	23.76
407	23.73	409	23.69	411	23.7	413	23.63	415	23.82
417	23.83	419	23.79	421	23.84	423	24.02	425	24.11
427	24.01	429	23.99	431	24.06	433	24.02	435	24.03
437	24.06	439	24.22	441	24.25	443	24.25	445	24.24
447	24.24	449	24.13	451	24.07	453	24.06	455	23.99
457	23.96	459	24.34	461	24.29	463	24.75	465	24.85
467	24.83	469	24.79	471	24.73	473	24.8	475	24.79
477	24.75	479	24.78	481	25.22	483	25.57	485	25.63
487	25.78	489	25.98	491	26.27	493	26.35	495	26.6
497	26.65	499	26.66	501	26.54	503	26.26	505	26.28
507	26.25	509	26.4	511	26.31	513	26.29	515	26.41
517	26.45	519	26.34	521	26.37	523	26.35	525	26.35
527	26.33	529	26.34	531	26.39	533	26.43	535	26.42
537	26.55	539	26.51	541	26.43	543	26.33	545	26.42

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b>		Regione Marche	
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 51 di 68	<b>Rev.</b> 0

547	26.5	549	26.5	551	26.44	553	26.39	555	26.42
557	26.39	559	26.38	561	26.35	563	26.36	565	26.33
567	26.4	569	26.4	571	26.38	575	26.45	579	26.43
583	26.58	587	26.4	591	26.46	595	26.36	600	26.44

Manning's n Values num= 3  
 Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
 0 .055 395 .035 495 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
 395 495 100.057 100.057 100.057 .1 .3  
 Right Levee Station= 497 Elevation= 26.65

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	27.09	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.83	Wt. n-Val.	0.055	0.035	
W.S. Elev (m)	26.25	Reach Len. (m)	100.06	100.06	100.06
Crit W.S. (m)	26.16	Flow Area (m2)	59.62	181.07	
E.G. Slope (m/m)	0.009315	Area (m2)	59.62	181.07	
Q Total (m3/s)	822.00	Flow (m3/s)	62.08	759.92	
Top Width (m)	226.11	Top Width (m)	130.23	95.88	
Vel Total (m/s)	3.42	Avg. Vel. (m/s)	1.04	4.20	
Max Chl Dpth (m)	2.62	Hydr. Depth (m)	0.46	1.89	
Conv. Total (m3/s)	8516.8	Conv. (m3/s)	643.2	7873.7	
Length Wtd. (m)	100.06	Wetted Per. (m)	130.45	96.43	
Min Ch El (m)	23.63	Shear (N/m2)	41.75	171.52	
Alpha	1.40	Stream Power (N/m s)	28726.72	0.00	23795.30
Frctn Loss (m)	0.87	Cum Volume (1000 m3)	69.05	241.09	0.60
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)	136.30	123.64	3.93

CROSS SECTION

RIVER: alveo  
 REACH: princ RS: 46.6666\*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 453

Sta	Elev								
0	44.123	3.639	43.998	4.99	43.944	7.278	43.866	9.981	43.757
10.917	43.734	14.556	43.668	14.971	43.662	18.194	43.605	19.962	43.565
21.833	43.509	24.952	43.44	25.472	43.433	29.111	43.386	29.943	43.361
32.75	43.25	34.933	43.144	36.389	43.053	39.924	42.864	40.028	42.859
43.667	42.784	44.914	42.729	47.306	42.625	49.905	42.509	50.944	42.455
54.583	42.32	54.895	42.305	58.222	42.154	59.886	42.082	61.861	41.994
64.876	41.759	65.5	41.712	69.139	41.389	69.867	41.306	72.778	41.045
74.857	40.928	76.417	40.826	79.848	40.583	80.056	40.567	83.694	40.473
84.838	40.428	87.333	40.32	89.829	40.225	90.972	40.15	94.611	39.699
94.819	39.668	98.25	39.127	99.81	39.045	101.889	39.001	104.8	39.073
105.528	39.104	109.167	39.271	109.79	39.277	112.806	39.27	114.781	39.277
116.444	39.277	119.771	39.301	120.083	39.303	123.722	39.31	124.762	39.289
127.361	39.254	129.752	38.95	131	38.792	134.639	37.359	134.743	37.333
138.278	36.429	139.733	36.435	141.917	35.405	144.724	33.772	145.556	33.579
149.194	32.975	149.714	32.879	152.833	32.188	154.705	31.403	156.472	30.807
159.695	29.656	160.111	29.488	163.75	28.54	164.686	28.346	167.389	28.011
169.676	27.778	171.028	27.669	174.667	27.433	178.518	26.958	178.745	26.931
182.369	27.056	182.824	27.071	186.22	26.827	186.903	26.783	190.071	26.57
190.982	26.513	193.922	26.448	195.061	26.427	197.774	26.392	199.14	26.364
201.625	26.333	203.218	26.314	205.476	26.281	207.297	26.268	209.327	26.257
211.376	26.237	213.178	26.216	215.455	26.194	217.029	26.174	219.534	26.13
220.881	26.111	223.612	26.094	224.732	26.084	227.691	26.027	228.583	26.013
231.77	25.938	232.434	25.926	235.849	25.903	236.285	25.899	238.908	25.85
240.136	25.812	240.947	25.791	242.987	25.786	243.988	25.777	245.026	25.766
247.066	25.733	247.839	25.722	249.105	25.706	251.145	25.692	251.69	25.681
253.184	25.648	255.223	25.615	255.541	25.617	257.263	25.652	259.302	25.639
259.392	25.639	261.342	25.617	263.243	25.626	263.381	25.627	265.42	25.64
267.095	25.613	267.46	25.606	269.499	25.678	270.946	25.662	271.539	25.654
273.578	25.625	274.797	25.6	275.617	25.582	277.657	25.572	278.648	25.58

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>		<b>SPC. LA-E-83076</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 52 di 68	<b>Rev.</b> <b>0</b>

279.696	25.585	281.736	25.516	282.499	25.515	283.775	25.528	285.388	25.554
285.814	25.557	287.313	25.512	287.854	25.5	289.239	25.514	289.893	25.521
291.164	25.498	291.933	25.482	293.09	25.484	293.972	25.488	295.016	25.49
296.012	25.487	296.941	25.48	298.051	25.479	298.867	25.491	300.09	25.505
300.792	25.51	302.13	25.519	302.718	25.522	304.169	25.544	304.643	25.548
306.209	25.545	306.569	25.542	308.248	25.525	308.495	25.523	310.287	25.52
310.42	25.52	312.327	25.517	312.346	25.516	314.271	25.459	314.366	25.456
316.197	25.311	316.406	25.296	318.122	25.187	318.445	25.167	320.048	25.154
320.484	25.145	321.974	25.164	322.524	25.176	323.899	25.2	324.563	25.21
325.825	25.261	326.603	25.299	327.75	25.285	328.642	25.265	329.676	25.358
330.681	25.452	331.602	25.468	332.721	25.486	333.527	25.452	334.76	25.416
335.453	25.362	336.8	25.229	337.378	25.227	338.839	25.244	339.304	25.204
340.878	25.068	341.229	25.025	342.918	24.804	343.155	24.796	344.957	24.75
345.081	24.756	346.997	24.84	348.932	24.859	349.036	24.86	350.857	24.886
351.076	24.889	352.783	24.953	353.115	24.97	354.709	25.028	355.154	25.038
356.634	24.888	357.194	24.834	358.56	24.801	359.233	24.78	360.485	24.667
361.273	24.596	362.411	24.638	363.312	24.678	364.336	24.71	365.351	24.735
366.262	24.757	367.391	24.786	368.188	24.807	369.43	24.824	370.113	24.829
371.47	24.846	372.039	24.84	373.509	24.789	373.964	24.747	375.548	24.607
375.89	24.589	377.588	24.521	377.816	24.52	379.627	24.578	379.741	24.587
381.667	24.92	382.612	24.808	383.558	24.636	384.504	24.537	385.45	24.498
386.185	24.429	386.395	24.39	387.341	24.276	388.287	24.089	389.233	23.929
390.178	23.719	390.704	23.604	391.124	23.553	392.07	23.433	393.016	23.247
393.961	23.128	394.907	23.095	395.222	23.088	395.853	23.124	396.798	23.211
397.744	23.292	398.69	23.253	399.636	23.28	399.741	23.284	400.581	23.28
401.527	23.238	402.473	23.196	403.419	23.154	404.259	23.149	404.364	23.15
405.31	23.152	406.256	23.164	407.202	23.194	408.147	23.186	408.778	23.188
409.093	23.188	410.039	23.176	410.984	23.144	411.93	23.078	412.876	23.059
413.296	23.006	413.822	22.944	414.767	22.926	415.713	22.93	416.659	22.995
417.605	22.993	417.815	22.984	418.55	22.942	419.496	22.929	420.442	22.936
421.388	22.89	422.333	22.84	424.073	22.985	425.187	23.001	425.813	23.013
427.553	23.013	428.04	23.029	429.293	23.067	430.893	23.194	431.033	23.204
432.772	23.268	433.747	23.233	434.512	23.203	436.252	23.19	436.6	23.199
437.992	23.209	439.453	23.158	439.732	23.156	441.472	23.179	442.307	23.196
443.211	23.216	444.951	23.341	445.16	23.346	446.691	23.37	448.013	23.377
448.431	23.378	450.171	23.378	450.867	23.38	451.911	23.381	453.65	23.31
453.72	23.308	455.39	23.299	456.573	23.315	457.13	23.325	458.87	23.315
459.427	23.32	460.61	23.32	462.28	23.583	462.35	23.594	464.089	23.59
465.133	23.791	465.829	23.925	467.569	24.02	467.987	24.023	469.309	24.05
470.84	24.07	471.049	24.072	472.789	24.079	473.693	24.128	474.528	24.175
476.268	24.222	476.547	24.226	478.008	24.248	479.4	24.306	479.748	24.311
481.488	24.608	482.253	24.713	483.228	24.852	484.967	24.909	485.107	24.918
486.707	25.042	487.96	25.163	488.447	25.209	490.187	25.432	490.813	25.463
491.927	25.523	493.667	25.73	494.333	25.713	495	25.657	495.667	25.643
496.333	25.643	497	25.653	497.667	25.623	498.333	25.61	499	25.623
499.667	25.63	500.333	25.643	501	25.65	501.667	25.657	502.333	25.67
503	25.677	503.667	25.683	504.333	25.717	505	25.75	505.667	25.723
507.464	25.754	508.251	25.756	509.26	25.769	510.836	25.713	511.057	25.703
512.854	25.517	513.42	25.521	514.651	25.524	516.005	25.502	516.448	25.5
518.244	25.614	518.589	25.605	520.041	25.562	521.174	25.558	521.838	25.555
523.635	25.64	523.758	25.642	525.432	25.667	526.342	25.629	527.229	25.596
528.927	25.619	529.025	25.621	530.822	25.616	531.511	25.62	532.619	25.611
534.096	25.589	534.416	25.584	536.213	25.577	536.68	25.582	538.01	25.624
539.265	25.659	539.806	25.669	541.603	25.669	541.849	25.682	543.4	25.745
544.434	25.721	545.197	25.714	546.994	25.67	547.018	25.669	548.79	25.606
549.603	25.634	550.587	25.66	552.187	25.697	552.384	25.707	554.181	25.744
554.772	25.744	555.978	25.696	557.356	25.648	557.775	25.638	559.571	25.651
559.941	25.646	561.368	25.632	562.525	25.629	563.165	25.625	564.962	25.599
566.759	25.6	567.694	25.586	568.556	25.572	570.352	25.61	572.149	25.6
572.863	25.591	573.946	25.581	577.54	25.621	578.032	25.618	581.133	25.619
583.201	25.684	584.727	25.715	588.321	25.567	588.37	25.567	591.914	25.609
593.539	25.58	595.508	25.55	600	25.62				

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 381.667 .035 493.667 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
381.667 493.667 100.057 100.057 100.057 .1 .3  
Right Levee Station=506.0167 Elevation=25.83333

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>		Regione Marche	
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 53 di 68

CROSS SECTION

RIVER: alveo  
REACH: princ RS: 43.3333\*

INPUT

Description:

Station	Elevation	Data	num=	453							
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	43.207	3.278	43.057	4.495	42.997	6.556	42.921	8.99	42.824		
9.833	42.818	13.111	42.807	13.486	42.806	16.389	42.791	17.981	42.777		
19.667	42.738	22.476	42.685	22.944	42.686	26.222	42.691	26.971	42.686		
29.5	42.61	31.467	42.542	32.778	42.456	35.962	42.262	36.056	42.259		
39.333	42.188	40.457	42.149	42.611	42.081	44.952	42.004	45.889	41.96		
49.167	41.83	49.448	41.818	52.444	41.699	53.943	41.641	55.722	41.567		
58.438	41.404	59	41.373	62.278	41.168	62.933	41.118	65.556	41.061		
67.429	41.054	68.833	41.022	71.924	40.942	72.111	40.935	75.389	40.906		
76.419	40.889	78.667	40.83	80.914	40.778	81.944	40.691	85.222	40.309		
85.41	40.284	88.5	39.835	89.905	39.712	91.778	39.682	94.4	39.707		
95.056	39.738	98.333	39.902	98.895	39.918	101.611	39.93	103.39	39.943		
104.889	39.943	107.886	39.956	108.167	39.957	111.444	39.96	112.381	39.95		
114.722	39.958	116.876	39.83	118	39.765	121.278	39.088	121.371	39.077		
124.556	38.628	125.867	38.633	127.833	36.56	130.362	33.741	131.111	33.488		
134.389	32.501	134.857	32.354	137.667	31.256	139.352	30.412	140.944	29.905		
143.848	28.948	144.222	28.786	147.5	27.63	148.343	27.358	150.778	27.023		
152.838	26.764	154.056	26.667	157.333	26.437	161.259	26.119	161.491	26.102		
165.184	26.103	165.649	26.102	169.11	25.913	169.806	25.886	173.036	25.755		
173.964	25.725	176.961	25.689	178.122	25.685	180.887	25.681	182.279	25.658		
184.812	25.627	186.437	25.609	188.738	25.58	190.594	25.586	192.664	25.593		
194.752	25.583	196.589	25.573	198.91	25.568	200.515	25.562	203.067	25.53		
204.44	25.516	207.225	25.528	208.366	25.532	211.383	25.484	212.291	25.472		
215.54	25.376	216.217	25.358	219.698	25.347	220.143	25.344	222.816	25.289		
224.068	25.256	224.895	25.242	226.974	25.232	227.994	25.223	229.053	25.213		
231.131	25.185	231.919	25.176	233.21	25.161	235.289	25.144	235.845	25.136		
237.368	25.105	239.447	25.071	239.771	25.069	241.525	25.104	243.604	25.119		
243.696	25.12	245.683	25.103	247.622	25.103	247.762	25.103	249.841	25.11		
251.547	25.096	251.92	25.093	253.998	25.126	255.473	25.116	256.077	25.108		
258.156	25.081	259.398	25.06	260.235	25.045	262.314	25.024	263.324	25.02		
264.392	25.01	266.471	24.952	267.25	24.942	268.55	24.956	270.194	24.977		
270.629	24.974	272.157	24.936	272.708	24.93	274.119	24.937	274.787	24.942		
276.082	24.934	276.865	24.924	278.045	24.922	278.944	24.926	280.008	24.93		
281.023	24.923	281.971	24.915	283.102	24.917	283.933	24.925	285.181	24.929		
285.896	24.93	287.259	24.927	287.859	24.926	289.338	24.948	289.822	24.954		
291.417	24.94	291.784	24.936	293.496	24.91	293.747	24.907	295.575	24.9		
295.71	24.9	297.654	24.884	297.673	24.883	299.636	24.845	299.732	24.841		
301.598	24.74	301.811	24.733	303.561	24.673	303.89	24.664	305.524	24.662		
305.969	24.651	307.487	24.637	308.048	24.641	309.45	24.65	310.126	24.65		
311.412	24.666	312.205	24.689	313.375	24.687	314.284	24.671	315.338	24.709		
316.363	24.753	317.301	24.759	318.442	24.762	319.264	24.741	320.521	24.742		
321.226	24.726	322.599	24.639	323.189	24.629	324.678	24.649	325.152	24.632		
326.757	24.576	327.115	24.558	328.836	24.438	329.078	24.433	330.915	24.419		
331.04	24.423	332.993	24.46	334.966	24.48	335.072	24.48	336.929	24.488		
337.151	24.488	338.891	24.506	339.23	24.52	340.854	24.574	341.309	24.577		
342.817	24.494	343.388	24.469	344.78	24.455	345.466	24.44	346.743	24.373		
347.545	24.332	348.705	24.344	349.624	24.366	350.668	24.385	351.703	24.389		
352.631	24.393	353.782	24.402	354.594	24.408	355.86	24.388	356.557	24.374		
357.939	24.362	358.519	24.35	360.018	24.248	360.482	24.203	362.097	24.063		
362.445	24.039	364.176	23.961	364.408	23.955	366.255	24.026	366.371	24.033		
368.333	24.53	369.806	24.379	371.279	24.108	372.752	23.983	374.225	23.979		
375.37	23.898	375.698	23.865	377.171	23.843	378.643	23.675	380.116	23.56		
381.589	23.345	382.407	23.229	383.062	23.156	384.535	22.987	386.008	22.684		
387.481	22.514	388.953	22.518	389.444	22.526	390.426	22.567	391.899	22.696		
393.372	22.811	394.845	22.686	396.318	22.695	396.481	22.699	397.791	22.71		
399.264	22.649	400.736	22.588	402.209	22.527	403.519	22.538	403.682	22.54		
405.155	22.551	406.628	22.582	408.101	22.647	409.574	22.638	410.556	22.646		
411.047	22.649	412.519	22.633	413.992	22.577	415.465	22.454	416.938	22.425		
417.593	22.323	418.411	22.197	419.884	22.158	421.357	22.165	422.829	22.292		
424.302	22.287	424.63	22.267	425.775	22.196	427.248	22.185	428.721	22.213		
430.194	22.135	431.667	22.05	433.146	22.15	434.093	22.175	434.626	22.196		
436.106	22.235	436.52	22.255	437.585	22.293	438.947	22.382	439.065	22.387		

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>		Regione Marche	
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto	Fg. 54 di 68	<b>Rev.</b> <b>0</b>

440.545	22.425	441.373	22.411	442.024	22.397	443.504	22.39	443.8	22.395
444.984	22.358	446.227	22.289	446.463	22.292	447.943	22.328	448.653	22.348
449.423	22.372	450.902	22.462	451.08	22.468	452.382	22.491	453.507	22.503
453.862	22.506	455.341	22.515	455.933	22.52	456.821	22.522	458.301	22.49
458.36	22.489	459.78	22.529	460.787	22.568	461.26	22.59	462.74	22.64
463.213	22.66	464.22	22.681	465.64	22.842	465.699	22.849	467.179	22.889
468.067	23.015	468.659	23.099	470.138	23.19	470.493	23.202	471.618	23.271
472.92	23.345	473.098	23.355	474.577	23.428	475.347	23.489	476.057	23.551
477.537	23.653	477.773	23.668	479.016	23.745	480.2	23.838	480.496	23.842
481.976	23.996	482.627	24.051	483.455	24.135	484.935	24.187	485.053	24.194
486.415	24.304	487.48	24.401	487.894	24.437	489.374	24.595	489.907	24.626
490.854	24.695	492.333	24.86	493.667	24.827	495	24.713	496.333	24.687
497.667	24.687	499	24.707	500.333	24.647	501.667	24.62	503	24.647
504.333	24.66	505.667	24.687	507	24.7	508.333	24.713	509.667	24.74
511	24.753	512.333	24.767	513.667	24.833	515	24.9	516.333	24.847
517.927	24.859	518.626	24.858	519.521	24.878	520.918	24.872	521.114	24.867
522.708	24.773	523.21	24.775	524.302	24.767	525.502	24.746	525.895	24.75
527.489	24.828	527.794	24.828	529.083	24.815	530.087	24.819	530.676	24.82
532.27	24.869	532.379	24.871	533.863	24.883	534.671	24.865	535.457	24.851
536.963	24.869	537.051	24.871	538.644	24.883	539.256	24.89	540.238	24.873
541.548	24.845	541.832	24.838	543.425	24.814	543.84	24.811	545.019	24.858
546.132	24.899	546.613	24.908	548.206	24.918	548.425	24.926	549.8	24.939
550.717	24.916	551.394	24.918	552.987	24.91	553.009	24.91	554.581	24.881
555.301	24.897	556.175	24.901	557.594	24.904	557.768	24.915	559.362	24.989
559.886	25.007	560.956	24.953	562.178	24.894	562.549	24.887	564.143	24.883
564.47	24.878	565.737	24.874	566.763	24.875	567.33	24.869	568.924	24.848
570.517	24.839	571.347	24.828	572.111	24.814	573.705	24.819	575.298	24.801
575.932	24.791	576.892	24.782	580.079	24.792	580.516	24.789	583.267	24.807
585.1	24.852	586.454	24.85	589.641	24.734	589.685	24.734	592.829	24.758
594.269	24.745	596.016	24.741	600	24.8				

Manning's n Values num= 3  
 Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
 0 .055 368.333 .035 492.333 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
 368.333 492.333 100.057 100.057 100.057 .1 .3  
 Right Levee Station=515.0333 Elevation=25.01667

CROSS SECTION

RIVER: alveo  
 REACH: princ RS: 40

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 230									
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	42.29	4	42.05	8	41.89	12	41.95	16	41.99
20	41.93	24	42.01	28	41.94	32	41.66	36	41.57
40	41.5	44	41.33	48	41.2	52	41.05	56	40.93
60	41.18	64	41.3	68	41.35	72	41.33	76	40.9
80	40.38	84	40.34	88	40.56	92	40.61	96	40.61
100	40.61	104	40.71	108	40.82	112	40.83	116	33.71
120	31.83	124	29.42	128	28.24	132	26.37	136	25.75
140	25.44	144	25.28	148	25.15	152	25	156	24.94
160	24.93	164	24.97	168	24.92	172	24.88	176	24.93
180	24.93	184	24.95	188	24.92	192	24.98	196	24.93
200	24.79	204	24.79	208	24.7	212	24.67	216	24.63
220	24.59	224	24.52	228	24.6	232	24.58	236	24.58
240	24.57	244	24.52	248	24.46	252	24.37	255	24.4
257	24.36	259	24.36	261	24.37	263	24.36	265	24.37
267	24.35	269	24.36	271	24.35	273	24.33	275	24.36
277	24.33	279	24.29	281	24.28	283	24.25	285	24.23
287	24.17	289	24.16	291	24.17	293	24.11	295	24.1
297	24.07	299	24.09	301	24.06	303	24.05	305	24.03
307	24.09	309	24.03	311	24.06	313	24.09	315	24.07
317	24.09	319	24.08	321	24.1	323	24.09	325	24.06
327	24.12	329	24.1	331	24.11	333	24.08	335	24.05
337	24.06	339	24.03	341	24.01	343	23.92	345	23.86

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83076	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 55 di 68	Rev. 0

347	23.66	349	23.49	351	23.39	353	23.48	355	24.14
357	23.95	359	23.58	361	23.43	363	23.46	365	23.34
367	23.41	369	23.26	371	23.19	373	22.97	375	22.76
377	22.54	379	22.12	381	21.9	383	21.94	385	22.01
387	22.18	389	22.33	391	22.12	393	22.11	395	22.14
397	22.06	399	21.98	401	21.9	403	21.93	405	21.95
407	22	409	22.1	411	22.09	413	22.11	415	22.09
417	22.01	419	21.83	421	21.79	423	21.45	425	21.39
427	21.4	429	21.59	431	21.58	433	21.45	435	21.44
437	21.49	439	21.38	441	21.26	443	21.35	445	21.48
447	21.57	449	21.59	451	21.59	453	21.42	455	21.5
457	21.59	459	21.63	461	21.66	463	21.67	465	21.82
467	22	469	22.1	471	22.24	473	22.38	475	22.62
477	22.85	479	23.11	481	23.37	483	23.39	485	23.47
487	23.64	489	23.79	491	23.99	493	23.94	495	23.77
497	23.73	499	23.73	501	23.76	503	23.67	505	23.63
507	23.67	509	23.69	511	23.73	513	23.75	515	23.77
517	23.81	519	23.83	521	23.85	523	23.95	525	24.05
527	23.97	529	23.96	531	24.03	533	24.03	535	23.99
537	24.05	539	24.08	541	24.1	543	24.1	545	24.12
547	24.16	549	24.1	551	24.04	553	24.14	555	24.17
557	24.11	559	24.15	561	24.16	563	24.11	565	24.27
567	24.14	569	24.11	571	24.12	575	24.07	579	23.99
583	23.96	587	24.02	591	23.9	595	23.91	600	23.98

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 355 .035 491 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
355 491 100.497 100.497 100.497 .1 .3  
Right Levee Station= 524.05 Elevation= 24.2

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	24.58	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.63	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	23.95	Reach Len. (m)	100.50	100.50	100.50
Crit W.S. (m)	23.80	Flow Area (m2)	3.64	231.50	5.81
E.G. Slope (m/m)	0.007347	Area (m2)	3.64	231.50	5.81
Q Total (m3/s)	822.00	Flow (m3/s)	2.53	816.46	3.01
Top Width (m)	176.03	Top Width (m)	12.07	133.59	30.36
Vel Total (m/s)	3.41	Avg. Vel. (m/s)	0.70	3.53	0.52
Max Chl Dpth (m)	2.69	Hydr. Depth (m)	0.30	1.73	0.19
Conv. Total (m3/s)	9589.9	Conv. (m3/s)	29.5	9525.2	35.1
Length Wtd. (m)	100.50	Wetted Per. (m)	12.17	133.96	30.38
Min Ch El (m)	21.26	Shear (N/m2)	21.52	124.51	13.79
Alpha	1.06	Stream Power (N/m s)	28726.72	0.00	25090.40
Frctn Loss (m)	0.75	Cum Volume (1000 m3)	61.43	178.49	0.30
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	117.48	89.03	1.97

CROSS SECTION

RIVER: alveo  
REACH: princ RS: 36.6666\*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 451
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev
0 39.637 3.195 39.498 4.577 39.457 6.39 39.424 9.153 39.435
9.585 39.45 12.78 39.452 13.73 39.473 15.975 39.516 18.306 39.52
19.17 39.509 22.365 39.238 22.883 39.205 25.56 39.091 27.459 39.092
28.755 39.063 31.95 39.004 32.036 39.003 35.145 38.857 36.613 38.794
38.34 38.767 41.189 38.694 41.535 38.686 44.73 38.651 45.766 38.648
47.925 38.61 50.342 38.598 51.119 38.599 54.314 38.018 54.919 38.111
57.509 38.503 59.495 38.491 60.704 38.489 63.899 38.46 64.072 38.456
67.094 38.563 68.649 38.62 70.289 38.649 73.225 38.685 73.484 38.685
76.679 38.675 77.802 38.679 79.874 38.664 82.378 38.646 83.069 38.6

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ 000</b>	<b>COMMESSA 023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>		Regione Marche	
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 56 di 68

86.264	38.427	86.955	38.378	89.459	38.167	91.532	37.991	92.654	37.973
95.849	37.938	96.108	37.934	99.044	37.997	100.685	38.038	102.239	38.038
105.261	38.019	105.434	38.017	108.629	37.997	109.838	37.983	111.824	37.96
114.414	37.944	115.019	37.949	118.214	37.975	118.991	37.973	121.409	37.969
123.568	37.492	124.604	37.248	127.799	37.196	128.144	37.19	130.994	34.181
132.721	32.359	134.189	31.931	137.297	30.973	137.384	30.94	140.579	29.745
141.874	28.924	143.774	28.06	146.45	27.497	146.969	27.336	150.164	26.422
151.027	26.02	153.358	25.359	155.604	25.056	156.553	24.97	159.748	24.809
160.18	24.782	162.943	24.669	164.757	24.456	166.138	24.301	169.333	24.133
173.192	24.012	173.65	24.005	177.05	23.939	177.968	23.928	180.908	23.901
182.285	23.9	184.767	23.894	186.602	23.861	188.625	23.845	190.919	23.831
192.483	23.816	195.236	23.834	196.341	23.836	199.553	23.813	200.2	23.805
203.87	23.769	204.058	23.772	207.916	23.784	208.187	23.789	211.775	23.821
212.505	23.814	215.633	23.79	215.742	23.787	217.901	23.752	219.491	23.721
220.059	23.723	222.218	23.713	223.349	23.703	224.377	23.677	226.535	23.65
227.208	23.639	228.694	23.629	230.852	23.601	231.066	23.601	233.011	23.6
234.924	23.587	235.169	23.585	237.328	23.557	238.783	23.556	239.486	23.551
241.645	23.502	242.641	23.501	243.804	23.529	245.962	23.569	246.499	23.58
248.121	23.584	250.279	23.577	250.357	23.577	252.438	23.58	254.216	23.58
254.596	23.579	256.755	23.602	258.074	23.598	258.914	23.589	261.072	23.637
261.932	23.607	263.231	23.56	265.389	23.487	265.791	23.484	267.548	23.459
269.649	23.423	269.706	23.424	271.865	23.432	272.543	23.44	274.023	23.426
274.472	23.421	276.182	23.423	276.401	23.425	278.33	23.447	278.341	23.447
280.259	23.428	280.499	23.427	282.188	23.449	282.658	23.45	284.118	23.433
284.816	23.432	286.047	23.433	286.975	23.427	287.976	23.416	289.133	23.399
289.905	23.397	291.292	23.418	291.834	23.422	293.45	23.403	293.763	23.396
295.609	23.344	295.692	23.347	297.622	23.427	297.768	23.432	299.551	23.394
299.926	23.387	301.48	23.362	302.085	23.344	303.409	23.308	304.243	23.3
305.338	23.295	306.402	23.297	307.267	23.296	308.56	23.263	309.196	23.253
310.719	23.255	311.126	23.256	312.877	23.249	313.055	23.243	314.984	23.214
315.036	23.213	316.913	23.17	317.195	23.166	318.842	23.16	319.353	23.156
320.771	23.112	321.512	23.109	322.7	23.144	323.67	23.133	324.63	23.121
325.829	23.142	326.559	23.151	327.987	23.168	328.488	23.161	330.146	23.109
330.417	23.108	332.305	23.126	332.346	23.127	334.275	23.123	334.463	23.125
336.204	23.129	336.622	23.125	338.134	23.118	338.78	23.11	340.063	23.095
340.939	23.111	341.992	23.128	343.097	23.116	343.921	23.109	345.256	23.111
345.85	23.11	347.414	23.084	347.779	23.079	349.573	23.055	349.709	23.054
351.638	23.07	351.732	23.069	353.567	23.044	353.89	23.041	355.496	23.028
356.049	23.009	357.425	22.965	358.207	22.947	359.354	22.923	360.366	22.853
361.283	22.808	362.524	22.76	363.213	22.812	364.683	22.959	365.142	22.961
366.841	23.08	367.071	23.098	367.921	23.334	369	23.493	370.876	23.114
371.305	23	372.752	22.603	373.61	22.434	374.628	22.351	375.914	22.327
376.504	22.318	378.219	22.2	378.38	22.19	380.256	22.193	380.524	22.172
382.132	22.04	382.829	22.003	384.008	21.999	385.133	21.935	385.884	21.867
387.438	21.731	387.76	21.705	389.636	21.55	389.743	21.534	391.512	21.262
392.048	21.218	393.388	21.131	394.352	21.157	395.264	21.161	396.657	21.181
397.14	21.195	398.962	21.31	399.016	21.313	400.891	21.413	401.267	21.385
402.767	21.282	403.571	21.284	404.643	21.278	405.876	21.29	406.519	21.292
408.181	21.233	408.395	21.228	410.271	21.182	410.486	21.177	412.147	21.152
412.79	21.167	414.023	21.189	415.095	21.204	415.899	21.215	417.4	21.25
417.775	21.249	419.651	21.278	419.705	21.276	421.527	21.22	422.01	21.21
423.403	21.158	424.314	21.11	425.279	21.074	426.619	20.995	427.155	20.975
428.924	20.847	429.031	20.84	430.907	20.822	431.229	20.784	432.783	20.601
433.533	20.587	434.659	20.544	435.838	20.528	436.535	20.517	438.143	20.595
438.411	20.614	440.287	20.616	440.448	20.609	442.163	20.52	442.752	20.515
444.039	20.508	445.057	20.525	445.915	20.545	447.362	20.497	447.791	20.473
449.667	20.36	451.267	20.431	452.867	20.528	453.667	20.563	454.467	20.602
456.067	20.633	457.667	20.65	459.267	20.554	460.867	20.625	461.667	20.663
462.467	20.707	464.067	20.76	465.667	20.807	467.267	20.813	468.867	20.913
469.667	20.973	470.467	21.024	472.067	21.072	473.667	21.147	475.267	21.207
476.867	21.333	477.667	21.393	478.467	21.498	480.067	21.727	481.667	21.957
483.267	22.153	484.867	22.389	485.667	22.537	486.467	22.687	488.067	22.975
489.667	23.297	491	23.263	492.333	23.15	493.667	23.123	495	23.123
496.333	23.143	497.667	23.083	499	23.057	500.333	23.083	501.667	23.097
503	23.123	504.333	23.137	505.667	23.15	507	23.177	508.333	23.19
509.667	23.203	511	23.27	512.575	23.669	513.312	23.59	514.15	23.457
515.623	23.18	515.726	23.163	517.301	22.932	517.935	22.934	518.876	22.959
520.247	22.981	520.451	22.98	522.027	22.987	522.558	22.971	523.602	22.928
524.87	22.876	525.177	22.872	526.752	23.039	527.182	23.064	528.327	23.12
529.494	23.125	529.903	23.126	531.478	23.131	531.805	23.133	533.053	23.133
534.117	23.138	534.628	23.143	536.204	23.172	536.429	23.173	537.779	23.189

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83076	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 57 di 68	Rev. 0

538.74	23.208	539.354	23.203	540.929	23.169	541.052	23.166	542.504	23.138
543.364	23.114	544.08	23.127	545.655	23.186	545.675	23.187	547.23	23.207
547.987	23.22	548.805	23.213	550.299	23.177	550.381	23.178	551.956	23.186
552.61	23.179	553.531	23.163	554.922	23.175	555.106	23.174	556.681	23.175
557.234	23.168	558.257	23.217	559.545	23.277	559.832	23.266	561.407	23.197
561.857	23.174	562.982	23.15	564.169	23.122	564.558	23.118	566.133	23.129
566.481	23.131	567.708	23.128	569.283	23.12	570.858	23.115	571.104	23.12
572.434	23.138	574.009	23.13	575.584	23.115	575.727	23.115	577.159	23.12
580.31	23.054	580.351	23.052	583.46	23.014	584.974	23.035	586.611	23.015
589.597	23.001	589.761	23.004	592.911	22.975	594.221	22.999	596.062	23.045
600	23.093								

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 369 .035 489.667 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
369 489.667 100.497 100.497 100.497 .1 .3  
Right Levee Station=512.3666 Elevation= 23.79

CROSS SECTION

RIVER: alveo  
REACH: princ RS: 33.3333\*

INPUT

Description:

Station	Elevation	Data	num=	451							
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	36.983	3.597	36.874	5.153	36.864	7.195	36.862	10.306	36.98		
10.792	37.005	14.39	36.966	15.459	36.996	17.987	37.063	20.613	37.051		
21.585	37.04	25.182	36.539	25.766	36.48	28.78	36.206	30.919	36.173		
32.377	36.137	35.975	36.067	36.072	36.066	39.572	35.963	41.225	35.927		
43.17	35.909	46.378	35.819	46.767	35.808	50.365	35.785	51.532	35.795		
53.962	35.8	56.685	35.866	57.56	35.889	61.157	34.819	61.838	35.023		
64.755	35.892	66.991	35.932	68.352	35.959	71.95	35.985	72.144	35.983		
75.547	36.032	77.297	36.06	79.145	36.074	82.45	36.069	82.742	36.068		
86.34	36.013	87.604	36.007	89.937	35.987	92.757	35.962	93.535	35.935		
97.132	35.888	97.91	35.855	100.73	35.718	103.063	35.601	104.327	35.577		
107.925	35.534	108.216	35.528	111.522	35.514	113.369	35.516	115.119	35.499		
118.523	35.428	118.717	35.423	122.314	35.383	123.676	35.356	125.912	35.31		
128.829	35.278	129.509	35.274	133.107	35.258	133.982	35.236	136.704	35.169		
139.135	34.164	140.302	33.674	143.899	33.563	144.288	33.55	147.497	31.966		
149.441	31.009	151.094	30.756	154.595	30.116	154.692	30.095	158.289	29.387		
159.748	28.428	161.887	27.19	164.901	26.753	165.484	26.643	169.082	26.121		
170.054	25.67	172.679	24.665	175.207	24.362	176.277	24.255	179.874	24.15		
180.36	24.125	183.472	23.994	185.514	23.633	187.069	23.36	190.667	23.117		
194.383	23.025	194.825	23.018	198.1	22.937	198.984	22.919	201.816	22.871		
203.142	22.855	205.533	22.817	207.301	22.775	209.25	22.77	211.459	22.765		
212.966	22.753	215.618	22.752	216.683	22.741	219.777	22.697	220.399	22.68		
223.935	22.59	224.116	22.593	227.833	22.649	228.094	22.655	231.549	22.662		
232.252	22.657	235.266	22.65	235.371	22.649	237.45	22.656	238.982	22.651		
239.53	22.657	241.609	22.637	242.699	22.616	243.688	22.589	245.768	22.585		
246.415	22.578	247.847	22.569	249.926	22.531	250.132	22.533	252.005	22.55		
253.849	22.543	254.085	22.542	256.164	22.508	257.565	22.521	258.243	22.526		
260.323	22.466	261.282	22.482	262.402	22.515	264.481	22.55	264.998	22.56		
266.56	22.577	268.64	22.573	268.715	22.574	270.719	22.58	272.432	22.58		
272.798	22.58	274.877	22.631	276.148	22.626	276.957	22.62	279.036	22.744		
279.865	22.695	281.115	22.62	283.195	22.509	283.581	22.508	285.274	22.5		
287.298	22.477	287.353	22.477	289.432	22.471	290.085	22.48	291.512	22.483		
291.944	22.481	293.591	22.487	293.802	22.49	295.66	22.523	295.67	22.523		
297.519	22.496	297.75	22.494	299.377	22.528	299.829	22.535	301.235	22.516		
301.908	22.511	303.093	22.506	303.987	22.498	304.952	22.481	306.067	22.459		
306.81	22.464	308.146	22.484	308.668	22.485	310.225	22.472	310.527	22.461		
312.305	22.397	312.385	22.404	314.243	22.574	314.384	22.586	316.101	22.538		
316.463	22.529	317.96	22.495	318.542	22.477	319.818	22.447	320.622	22.435		
321.676	22.43	322.701	22.429	323.535	22.422	324.78	22.397	325.393	22.396		
326.859	22.407	327.251	22.412	328.939	22.424	329.109	22.416	330.968	22.339		
331.018	22.336	332.826	22.28	333.097	22.273	334.684	22.27	335.177	22.268		
336.543	22.193	337.256	22.164	338.401	22.199	339.335	22.207	340.259	22.211		

	<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. 58 di 68

341.414	22.236	342.118	22.242	343.494	22.254	343.976	22.232	345.573	22.144
345.834	22.145	347.652	22.163	347.692	22.163	349.551	22.166	349.732	22.167
351.409	22.157	351.811	22.153	353.267	22.145	353.89	22.14	355.126	22.129
355.969	22.136	356.984	22.137	358.049	22.123	358.842	22.117	360.128	22.116
360.7	22.109	362.207	22.082	362.559	22.078	364.286	22.057	364.417	22.058
366.275	22.079	366.366	22.08	368.134	22.059	368.445	22.056	369.992	22.045
370.524	22.035	371.85	22.009	372.604	21.999	373.709	21.987	374.683	21.952
375.567	21.957	376.762	21.97	377.425	22.135	378.841	22.505	379.283	22.532
380.921	22.69	381.142	22.716	381.96	22.897	383	22.847	384.752	22.279
385.152	22.135	386.504	21.626	387.305	21.357	388.256	21.271	389.457	21.204
390.008	21.176	391.61	21.05	391.76	21.039	393.512	20.976	393.762	20.956
395.264	20.82	395.914	20.771	397.016	20.808	398.067	20.813	398.767	20.764
400.219	20.665	400.519	20.651	402.271	20.561	402.371	20.552	404.023	20.405
404.524	20.379	405.775	20.362	406.676	20.394	407.527	20.382	408.829	20.371
409.279	20.379	410.981	20.445	411.031	20.447	412.783	20.497	413.133	20.483
414.535	20.444	415.286	20.452	416.287	20.447	417.438	20.45	418.039	20.444
419.59	20.396	419.791	20.395	421.543	20.385	421.743	20.384	423.295	20.403
423.895	20.423	425.047	20.448	426.048	20.467	426.798	20.479	428.2	20.51
428.55	20.498	430.302	20.456	430.352	20.453	432.054	20.35	432.505	20.325
433.806	20.205	434.657	20.12	435.558	20.058	436.81	19.958	437.31	19.941
438.962	19.853	439.062	19.851	440.814	19.854	441.114	19.837	442.566	19.752
443.267	19.749	444.318	19.698	445.419	19.659	446.07	19.634	447.571	19.628
447.822	19.639	449.574	19.652	449.724	19.65	451.326	19.59	451.876	19.582
453.078	19.576	454.029	19.582	454.829	19.6	456.181	19.588	456.581	19.565
458.333	19.46	459.533	19.511	460.733	19.576	461.333	19.602	461.933	19.634
463.133	19.675	464.333	19.71	465.533	19.688	466.733	19.749	467.333	19.782
467.933	19.823	469.133	19.89	470.333	19.953	471.533	19.957	472.733	20.007
473.333	20.037	473.933	20.048	475.133	20.044	476.333	20.053	477.533	20.073
478.733	20.047	479.333	20.052	479.933	20.146	481.133	20.345	482.333	20.543
483.533	20.915	484.733	21.307	485.333	21.518	485.933	21.735	487.133	22.161
488.333	22.603	489	22.587	489.667	22.53	490.333	22.517	491	22.517
491.667	22.527	492.333	22.497	493	22.483	493.667	22.497	494.333	22.503
495	22.517	495.667	22.523	496.333	22.53	497	22.543	497.667	22.55
498.333	22.557	499	22.59	500.788	23.319	501.623	23.131	502.575	22.894
504.247	22.39	504.363	22.357	506.15	21.901	506.87	21.908	507.938	21.929
509.493	21.932	509.726	21.93	511.513	21.943	512.117	21.912	513.301	21.844
514.74	21.762	515.089	21.746	516.876	22.04	517.364	22.078	518.664	22.175
519.987	22.17	520.451	22.168	522.239	22.166	522.61	22.167	524.027	22.167
525.234	22.176	525.814	22.181	527.602	22.226	527.857	22.227	529.389	22.234
530.481	22.256	531.177	22.261	532.965	22.234	533.104	22.233	534.752	22.214
535.727	22.188	536.54	22.184	538.327	22.233	538.351	22.234	540.115	22.253
540.974	22.269	541.903	22.276	543.597	22.244	543.69	22.244	545.478	22.233
546.221	22.209	547.266	22.171	548.844	22.191	549.053	22.192	550.841	22.227
551.468	22.226	552.628	22.254	554.091	22.283	554.416	22.278	556.204	22.228
556.714	22.209	557.991	22.175	559.338	22.135	559.779	22.124	561.566	22.139
561.961	22.143	563.354	22.149	565.142	22.15	566.929	22.158	567.208	22.169
568.717	22.229	570.504	22.24	572.292	22.237	572.455	22.239	574.08	22.26
577.655	22.147	577.701	22.145	581.23	22.027	582.948	22.049	584.805	22.053
588.195	22.103	588.381	22.107	591.956	22.042	593.442	22.088	595.531	22.157
600	22.207								

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 383 .035 488.333 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
383 488.333 100.497 100.497 100.497 .1 .3  
Right Levee Station=500.6833 Elevation= 23.38

CROSS SECTION

RIVER: alveo  
REACH: princ RS: 30

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 231  
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev  
0 34.33 4 34.25 8 34.3 12 34.56 16 34.48  
20 34.61 24 34.57 28 33.84 32 33.32 36 33.21

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione Marche		SPC. LA-E-83076
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 59 di 68

40	33.13	44	33.07	48	33.05	52	32.93	56	32.92
60	32.99	64	33.18	68	31.62	72	33.28	76	33.43
80	33.51	84	33.5	88	33.5	92	33.45	96	33.35
100	33.31	104	33.27	108	33.35	112	33.27	116	33.18
120	33.13	124	33.03	128	32.96	132	32.83	136	32.77
140	32.66	144	32.6	148	32.54	152	32.37	156	30.1
160	29.93	164	29.75	168	29.58	172	29.25	176	29.03
180	26.32	184	25.95	188	25.82	192	23.97	196	23.54
200	23.49	204	23.32	208	22.42	212	22.1	216	22.03
220	21.91	224	21.81	228	21.69	232	21.7	236	21.67
240	21.58	244	21.41	248	21.52	252	21.5	255	21.51
257	21.56	259	21.59	261	21.56	263	21.5	265	21.52
267	21.51	269	21.46	271	21.5	273	21.5	275	21.46
277	21.5	279	21.43	281	21.5	283	21.53	285	21.57
287	21.57	289	21.58	291	21.58	293	21.66	295	21.65
297	21.85	299	21.68	301	21.53	303	21.54	305	21.53
307	21.51	309	21.54	311	21.55	313	21.6	315	21.56
317	21.62	319	21.59	321	21.57	323	21.52	325	21.55
327	21.54	329	21.45	331	21.74	333	21.67	335	21.61
337	21.57	339	21.56	341	21.53	343	21.56	345	21.6
347	21.46	349	21.38	351	21.38	353	21.22	355	21.28
357	21.33	359	21.34	361	21.18	363	21.2	365	21.21
367	21.18	369	21.17	371	21.16	373	21.13	375	21.12
377	21.08	379	21.06	381	21.09	383	21.07	385	21.06
387	21.05	389	21.05	391	21.18	393	22.05	395	22.3
396	22.46	397	22.2	399	21.27	401	20.28	403	20.08
405	19.9	407	19.74	409	19.54	411	19.69	413	19.6
415	19.57	417	19.54	419	19.63	421	19.56	423	19.58
425	19.58	427	19.62	429	19.61	431	19.56	433	19.59
435	19.68	437	19.73	439	19.77	441	19.63	443	19.44
445	19.13	447	18.92	449	18.86	451	18.89	453	18.91
455	18.79	457	18.66	459	18.69	461	18.65	463	18.64
465	18.68	467	18.56	469	18.64	471	18.77	473	18.9
475	19.1	477	19.1	479	18.96	481	18.71	483	19.13
485	20.5	487	21.91	489	22.97	491	22.33	493	21.55
495	20.87	497	20.9	499	20.88	501	20.9	503	20.76
505	20.62	507	21.04	509	21.23	511	21.21	513	21.2
515	21.2	517	21.22	519	21.28	521	21.28	523	21.32
525	21.3	527	21.29	529	21.24	531	21.28	533	21.3
535	21.34	537	21.31	539	21.28	541	21.18	543	21.21
545	21.28	547	21.29	549	21.29	551	21.26	553	21.2
555	21.13	557	21.15	559	21.17	561	21.18	563	21.2
565	21.32	567	21.35	569	21.36	571	21.4	575	21.24
579	21.04	583	21.09	587	21.21	591	21.11	595	21.27
600	21.32								

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 397 .035 487 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
397 487 93.617 93.617 93.617 .1 .3  
Right Levee Station= 489 Elevation= 22.97

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	22.43	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.87	Wt. n-Val.	0.055	0.035	
W.S. Elev (m)	21.56	Reach Len. (m)	93.62	93.62	93.62
Crit W.S. (m)	21.56	Flow Area (m2)	20.19	194.25	
E.G. Slope (m/m)	0.007524	Area (m2)	20.19	194.25	
Q Total (m3/s)	822.00	Flow (m3/s)	14.31	807.69	
Top Width (m)	199.07	Top Width (m)	110.93	88.14	
Vel Total (m/s)	3.83	Avg. Vel. (m/s)	0.71	4.16	
Max Chl Dpth (m)	3.00	Hydr. Depth (m)	0.18	2.20	
Conv. Total (m3/s)	9476.6	Conv. (m3/s)	165.0	9311.6	
Length Wtd. (m)	93.62	Wetted Per. (m)	111.06	89.39	
Min Ch El (m)	18.56	Shear (N/m2)	13.41	160.34	
Alpha	1.16	Stream Power (N/m s)	28726.72	0.00	23412.29
Frctn Loss (m)	0.62	Cum Volume (1000 m3)	58.49	112.92	
C & E Loss (m)	0.06	Cum SA (1000 m2)	103.15	55.64	

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ 000</b>	<b>COMMESSA 023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83076</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 60 di 68

CROSS SECTION

RIVER: alveo

REACH: princ

RS: 26.6666\*

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num=		452							
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	32.137	3.997	32.037	4.007	32.037	7.993	32.043	8.013	32.044		
11.99	32.151	12.02	32.15	15.987	32.064	16.027	32.064	19.983	32.111		
20.034	32.11	23.98	32.044	24.04	32.036	27.976	31.534	28.047	31.527		
31.973	31.17	32.054	31.169	35.97	31.074	36.061	31.072	39.966	30.945		
40.067	30.942	43.963	30.868	44.074	30.866	47.96	30.792	48.081	30.788		
51.956	30.668	52.088	30.666	55.953	30.621	56.094	30.622	59.95	30.596		
60.101	30.598	63.946	30.694	64.108	30.651	67.943	29.612	68.114	29.658		
71.94	30.691	72.121	30.695	75.936	30.733	76.128	30.733	79.933	30.783		
80.135	30.783	83.929	30.751	84.141	30.75	87.926	30.637	88.148	30.628		
91.923	30.713	92.155	30.716	95.919	30.641	96.162	30.638	99.916	30.595		
100.168	30.592	103.913	30.567	104.175	30.57	107.909	30.66	108.182	30.66		
111.906	30.582	112.189	30.576	115.903	30.322	116.195	30.304	119.899	29.996		
120.202	29.968	123.896	29.802	124.209	29.79	127.893	29.728	128.215	29.72		
131.889	29.417	132.222	29.393	135.886	29.354	136.229	29.347	139.882	29.164		
140.236	29.15	143.879	28.431	144.242	28.36	147.876	28.075	148.249	28.039		
151.872	27.925	152.256	27.778	155.869	26.413	156.263	26.402	159.866	26.339		
160.269	26.331	163.862	26.202	164.276	26.188	167.859	26.054	168.283	26.027		
171.856	25.809	172.29	25.791	175.852	25.663	176.296	25.463	179.849	23.845		
180.303	23.815	183.846	23.588	184.31	23.577	187.842	23.506	188.316	23.36		
191.839	22.294	192.323	22.262	195.835	21.987	196.33	21.979	199.832	21.921		
200.337	21.902	203.829	21.78	204.343	21.699	207.825	21.182	208.35	21.155		
211.822	20.958	212.357	20.95	215.819	20.922	216.364	20.912	219.815	20.872		
220.37	20.867	223.812	20.747	224.377	20.725	227.809	20.739	228.384	20.754		
231.805	20.729	232.391	20.72	235.802	20.683	236.397	20.671	239.798	20.645		
240.404	20.633	243.795	20.506	244.411	20.511	247.792	20.559	248.418	20.555		
251.788	20.541	252.424	20.541	254.786	20.534	255.429	20.541	256.784	20.545		
257.433	20.543	258.783	20.563	259.436	20.56	260.781	20.531	261.439	20.51		
262.779	20.477	263.443	20.478	264.777	20.487	265.446	20.484	266.776	20.469		
267.449	20.452	268.774	20.415	269.453	20.416	270.772	20.42	271.456	20.413		
272.771	20.4	273.46	20.384	274.769	20.373	275.463	20.386	276.767	20.377		
277.466	20.347	278.766	20.327	279.47	20.35	280.764	20.384	281.473	20.394		
282.762	20.411	283.476	20.423	284.761	20.429	285.48	20.423	286.759	20.434		
287.483	20.442	288.757	20.44	289.487	20.437	290.756	20.435	291.49	20.453		
292.754	20.489	293.493	20.488	294.752	20.496	295.497	20.553	296.751	20.62		
297.5	20.568	298.749	20.48	299.503	20.432	300.747	20.351	301.507	20.343		
302.746	20.349	303.51	20.347	304.744	20.339	305.513	20.332	306.742	20.332		
307.517	20.344	308.741	20.361	309.52	20.366	310.739	20.36	311.524	20.366		
312.737	20.383	313.527	20.369	314.736	20.345	315.53	20.356	316.734	20.386		
317.534	20.382	318.732	20.364	319.537	20.355	320.73	20.355	321.54	20.346		
322.729	20.317	323.544	20.318	324.727	20.328	325.547	20.324	326.725	20.318		
327.551	20.292	328.724	20.255	329.554	20.334	330.722	20.456	331.557	20.444		
332.72	20.415	333.561	20.397	334.719	20.383	335.564	20.379	336.717	20.335		
337.567	20.31	338.715	20.314	339.571	20.311	340.714	20.302	341.574	20.312		
342.712	20.329	343.577	20.345	344.71	20.352	345.581	20.306	346.709	20.259		
347.584	20.24	348.707	20.214	349.588	20.217	350.705	20.206	351.591	20.149		
352.704	20.099	353.594	20.124	354.702	20.145	355.598	20.158	356.7	20.169		
357.601	20.166	358.699	20.17	359.604	20.122	360.697	20.065	361.608	20.073		
362.695	20.078	363.611	20.08	364.694	20.083	365.614	20.074	366.692	20.06		
367.618	20.054	368.69	20.041	369.621	20.03	370.689	20.021	371.625	20.007		
372.687	19.993	373.628	19.987	374.685	19.98	375.631	19.964	376.683	19.959		
377.635	19.96	378.682	19.955	379.638	19.966	380.68	19.987	381.641	19.99		
382.678	19.976	383.645	19.967	384.677	19.95	385.648	19.933	386.675	19.945		
387.652	19.96	388.673	20.123	389.655	20.323	390.672	20.502	391.658	20.92		
392.67	21.257	393.662	21.383	394.668	21.485	395.665	21.61	396.667	21.33		
398.067	20.654	399.467	19.938	400.867	19.749	402.267	19.573	403.667	19.41		
405.067	19.236	406.467	19.295	407.867	19.194	409.267	19.133	410.667	19.072		
412.067	19.091	413.467	19.003	414.867	18.975	416.267	18.934	417.667	18.92		
419.067	18.888	420.467	18.829	421.867	18.823	423.267	18.857	424.667	18.865		
426.067	18.866	427.467	18.747	428.867	18.595	430.267	18.362	431.667	18.197		

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>		Regione Marche	
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 61 di 68

433.067	18.152	434.467	18.168	435.867	18.177	437.267	18.093	438.667	18.002
440.067	18.017	441.467	17.986	442.867	17.975	444.267	17.998	445.667	17.913
446.333	17.92	447	17.953	447.667	17.997	448.333	17.983	449	17.957
449.667	17.977	450.333	17.933	451	17.957	451.667	17.973	452.333	18.003
453	18.057	453.667	18.083	454.333	18.117	455	18.11	455.667	18.12
456.333	18.133	457	18.143	457.667	18.15	458.333	18.14	459	18.133
459.667	18.137	460.333	18.133	461	18.117	461.667	18.14	462.333	18.14
463	18.16	463.667	18.19	464.333	18.167	465	18.097	465.667	18.053
466.333	18.143	467	18.167	467.667	18.133	468.333	18.08	469	18.06
469.667	17.97	471.267	18.015	472.867	18.094	473.667	18.133	474.467	18.229
476.067	18.468	477.667	18.573	479.267	18.617	480.867	18.588	481.667	18.797
482.467	19.023	484.067	20.11	485.667	21.223	487.621	21.909	487.69	21.931
489.576	21.456	489.714	21.428	491.53	20.973	491.737	20.921	493.484	20.535
493.761	20.476	495.439	20.507	495.785	20.505	497.393	20.473	497.808	20.473
499.348	20.493	499.832	20.497	501.302	20.432	501.855	20.412	503.256	20.362
503.879	20.331	505.211	20.511	505.903	20.609	507.165	20.692	507.926	20.739
509.12	20.729	509.95	20.722	511.074	20.716	511.973	20.718	513.029	20.723
513.997	20.722	514.983	20.726	516.021	20.74	516.937	20.765	518.044	20.789
518.892	20.79	520.068	20.786	520.846	20.794	522.091	20.818	522.801	20.819
524.115	20.792	524.755	20.781	526.139	20.784	526.709	20.777	528.162	20.743
528.664	20.747	530.186	20.769	530.618	20.773	532.209	20.781	532.573	20.785
534.233	20.815	534.527	20.814	536.257	20.797	536.482	20.794	538.28	20.783
538.436	20.778	540.304	20.717	540.39	20.718	542.327	20.737	542.345	20.737
544.299	20.792	544.351	20.794	546.254	20.81	546.375	20.811	548.208	20.82
548.398	20.821	550.162	20.816	550.422	20.814	552.117	20.783	552.445	20.777
554.071	20.739	554.469	20.731	556.026	20.747	556.493	20.752	557.98	20.77
558.516	20.773	559.935	20.778	560.54	20.779	561.889	20.786	562.563	20.797
563.843	20.861	564.587	20.887	565.798	20.895	566.611	20.906	567.752	20.914
568.634	20.921	569.707	20.941	570.658	20.96	571.661	20.94	574.705	20.865
575.57	20.838	578.752	20.741	579.479	20.749	582.799	20.808	583.387	20.825
586.847	20.896	587.296	20.889	590.894	20.833	591.205	20.842	594.941	20.934
595.114	20.934	600	20.957						

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 396.667 .035 485.667 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
396.667 485.667 93.617 93.617 93.617 .1 .3  
Right Levee Station=487.6667 Elevation=21.93333

CROSS SECTION

RIVER: alveo  
REACH: princ RS: 23.3333\*

INPUT

Description:

Station	Elevation	Data	num=	452						
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	
0	29.943	3.993	29.824	4.003	29.823	7.987	29.787	8.007	29.787	
11.98	29.741	12.01	29.74	15.973	29.647	16.013	29.647	19.966	29.611	
20.017	29.61	23.96	29.518	24.02	29.513	27.953	29.227	28.024	29.224	
31.946	29.021	32.027	29.019	35.94	28.938	36.03	28.936	39.933	28.761	
40.034	28.756	43.926	28.665	44.037	28.663	47.919	28.534	48.04	28.529	
51.913	28.406	52.044	28.403	55.906	28.323	56.047	28.321	59.899	28.202	
60.051	28.199	63.893	28.209	64.054	28.186	67.886	27.604	68.057	27.624	
71.879	28.102	72.061	28.102	75.872	28.036	76.064	28.031	79.866	28.057	
80.067	28.056	83.859	28.003	84.071	28	87.852	27.773	88.074	27.759	
91.846	27.976	92.077	27.988	95.839	27.932	96.081	27.929	99.832	27.879	
100.084	27.876	103.825	27.863	104.088	27.865	107.819	27.971	108.091	27.975	
111.812	27.894	112.094	27.888	115.805	27.465	116.098	27.432	119.798	26.862	
120.101	26.814	123.792	26.574	124.104	26.555	127.785	26.497	128.108	26.49	
131.778	26.004	132.111	25.962	135.772	25.937	136.114	25.934	139.765	25.669	
140.118	25.645	143.758	24.263	144.121	24.125	147.751	23.611	148.125	23.555	
151.745	23.479	152.128	23.404	155.738	22.726	156.131	22.721	159.731	22.748	
160.135	22.751	163.725	22.655	164.138	22.644	167.718	22.528	168.141	22.508	
171.711	22.368	172.145	22.355	175.704	22.296	176.148	22.196	179.698	21.37	
180.152	21.353	183.691	21.226	184.155	21.218	187.684	21.192	188.158	21.12	
191.678	20.618	192.162	20.606	195.671	20.433	196.165	20.425	199.664	20.352	

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ 000</b>	<b>COMMESSA 023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>		<b>SPC. LA-E-83076</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 62 di 68	<b>Rev. 0</b>

200.168	20.336	203.657	20.24	204.172	20.195	207.651	19.945	208.175	19.933
211.644	19.817	212.178	19.81	215.637	19.813	216.182	19.811	219.631	19.834
220.185	19.839	223.624	19.684	224.189	19.658	227.617	19.789	228.192	19.817
231.61	19.757	232.195	19.745	235.604	19.697	236.199	19.686	239.597	19.711
240.202	19.711	243.59	19.601	244.205	19.596	247.584	19.599	248.209	19.592
251.577	19.581	252.212	19.581	254.572	19.557	255.215	19.555	256.568	19.531
257.216	19.517	258.565	19.537	259.218	19.54	260.562	19.502	261.22	19.48
262.558	19.453	263.221	19.449	264.555	19.453	265.223	19.452	266.552	19.428
267.225	19.411	268.548	19.369	269.226	19.358	270.545	19.34	271.228	19.327
272.542	19.3	273.23	19.282	274.538	19.286	275.231	19.298	276.535	19.255
277.233	19.219	278.531	19.225	279.235	19.245	280.528	19.269	281.237	19.277
282.525	19.292	283.238	19.301	284.521	19.289	285.24	19.277	286.518	19.298
287.242	19.311	288.515	19.301	289.243	19.293	290.511	19.289	291.245	19.296
292.508	19.318	293.247	19.319	294.505	19.342	295.248	19.381	296.501	19.39
297.25	19.349	298.498	19.28	299.252	19.241	300.495	19.173	301.253	19.151
302.491	19.157	303.255	19.159	304.488	19.148	305.257	19.141	306.484	19.153
307.258	19.167	308.481	19.181	309.26	19.188	310.478	19.17	311.262	19.163
312.474	19.165	313.263	19.155	314.471	19.131	315.265	19.128	316.468	19.152
317.267	19.156	318.464	19.138	319.269	19.127	320.461	19.139	321.27	19.143
322.458	19.114	323.272	19.104	324.454	19.106	325.274	19.102	326.451	19.096
327.275	19.081	328.448	19.059	329.277	19.097	330.444	19.173	331.279	19.177
332.441	19.159	333.28	19.148	334.437	19.156	335.282	19.164	336.434	19.099
337.284	19.055	338.431	19.069	339.285	19.076	340.427	19.074	341.287	19.081
342.424	19.098	343.289	19.112	344.421	19.105	345.29	19.073	346.417	19.058
347.292	19.055	348.414	19.047	349.294	19.053	350.411	19.031	351.295	18.99
352.407	18.979	353.297	19.002	354.404	19.01	355.299	19.014	356.401	19.009
357.301	18.998	358.397	19	359.302	18.976	360.394	18.95	361.304	18.956
362.39	18.956	363.306	18.955	364.387	18.957	365.307	18.952	366.384	18.939
367.309	18.932	368.38	18.912	369.311	18.895	370.377	18.883	371.312	18.869
372.374	18.856	373.314	18.848	374.37	18.84	375.316	18.827	376.367	18.838
377.317	18.85	378.364	18.85	379.319	18.858	380.36	18.884	381.321	18.9
382.357	18.883	383.322	18.868	384.353	18.839	385.324	18.812	386.35	18.841
387.326	18.87	388.347	19.196	389.327	19.531	390.343	19.824	391.329	20.23
392.34	20.464	393.331	20.591	394.337	20.67	395.332	20.76	396.333	20.46
397.133	20.038	397.933	19.596	398.733	19.417	399.533	19.245	400.333	19.08
401.133	18.931	401.933	18.899	402.733	18.787	403.533	18.695	404.333	18.603
405.133	18.551	405.933	18.446	406.733	18.371	407.533	18.289	408.333	18.22
409.133	18.165	409.933	18.097	410.733	18.056	411.533	18.035	412.333	18
413.133	17.962	413.933	17.864	414.733	17.749	415.533	17.595	416.333	17.473
417.133	17.445	417.933	17.446	418.733	17.444	419.533	17.395	420.333	17.343
421.133	17.345	421.933	17.323	422.733	17.311	423.533	17.315	424.333	17.267
425.667	17.28	427	17.347	428.333	17.433	429.667	17.407	431	17.353
432.333	17.393	433.667	17.307	435	17.353	436.333	17.387	437.667	17.447
439	17.553	440.333	17.607	441.667	17.673	443	17.66	444.333	17.68
445.667	17.707	447	17.727	448.333	17.74	449.667	17.72	451	17.707
452.333	17.713	453.667	17.707	455	17.673	456.333	17.72	457.667	17.72
459	17.76	460.333	17.82	461.667	17.773	463	17.633	464.333	17.547
465.667	17.727	467	17.773	468.333	17.707	469.667	17.6	471	17.56
472.333	17.38	473.533	17.391	474.733	17.418	475.333	17.432	475.933	17.559
477.133	17.836	478.333	18.047	479.533	18.275	480.733	18.466	481.333	18.673
481.933	18.917	483.133	19.72	484.333	20.537	486.311	20.885	486.381	20.891
488.288	20.538	488.428	20.525	490.265	20.317	490.475	20.291	492.242	20.108
492.522	20.081	494.219	20.118	494.569	20.111	496.197	20.061	496.617	20.066
498.174	20.092	498.664	20.095	500.151	20.066	500.711	20.065	502.128	20.061
502.758	20.042	504.105	20.125	504.805	20.178	506.083	20.226	506.853	20.247
508.06	20.239	508.9	20.234	510.037	20.228	510.947	20.236	512.014	20.247
512.994	20.243	513.991	20.243	515.041	20.261	515.969	20.282	517.089	20.297
517.946	20.3	519.136	20.292	519.923	20.292	521.183	20.317	521.9	20.324
523.23	20.284	523.878	20.266	525.277	20.277	525.855	20.279	527.325	20.247
527.832	20.243	529.372	20.259	529.809	20.261	531.419	20.261	531.786	20.262
533.466	20.29	533.764	20.292	535.513	20.283	535.741	20.282	537.56	20.286
537.718	20.284	539.608	20.253	539.695	20.254	541.655	20.263	541.672	20.264
543.65	20.306	543.702	20.307	545.627	20.33	545.749	20.331	547.604	20.35
547.796	20.353	549.581	20.368	549.844	20.368	551.558	20.357	551.891	20.353
553.536	20.335	553.938	20.333	555.513	20.348	555.985	20.355	557.49	20.375
558.032	20.377	559.467	20.379	560.08	20.378	561.444	20.378	562.127	20.394
563.422	20.445	564.174	20.455	565.399	20.453	566.221	20.462	567.376	20.472
568.268	20.482	569.353	20.5	570.316	20.52	571.331	20.52	574.41	20.49
575.285	20.479	578.504	20.443	579.239	20.45	582.599	20.526	583.194	20.542
586.693	20.583	587.148	20.58	590.788	20.556	591.103	20.561	594.882	20.597
595.057	20.597	600	20.593						

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83076	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 63 di 68	Rev. 0

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 396.333 .035 484.333 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
396.333 484.333 93.617 93.617 93.617 .1 .3  
Right Levee Station=486.3333 Elevation=20.89667

CROSS SECTION

RIVER: alveo  
REACH: princ RS: 20

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 231

Sta	Elev								
0	27.75	4	27.61	8	27.53	12	27.33	16	27.23
20	27.11	24	26.99	28	26.92	32	26.87	36	26.8
40	26.57	44	26.46	48	26.27	52	26.14	56	26.02
60	25.8	64	25.72	68	25.59	72	25.51	76	25.33
80	25.33	84	25.25	88	24.89	92	25.26	96	25.22
100	25.16	104	25.16	108	25.29	112	25.2	116	24.56
120	23.66	124	23.32	128	23.26	132	22.53	136	22.52
140	22.14	144	19.89	148	19.07	152	19.03	156	19.04
160	19.17	164	19.1	168	18.99	172	18.92	176	18.93
180	18.89	184	18.86	188	18.88	192	18.95	196	18.87
200	18.77	204	18.69	208	18.71	212	18.67	216	18.71
220	18.81	224	18.59	228	18.88	232	18.77	236	18.7
240	18.79	244	18.68	248	18.63	252	18.62	255	18.57
257	18.49	259	18.52	261	18.45	263	18.42	265	18.42
267	18.37	269	18.3	271	18.24	273	18.18	275	18.21
277	18.09	279	18.14	281	18.16	283	18.18	285	18.13
287	18.18	289	18.15	291	18.14	293	18.15	295	18.21
297	18.13	299	18.05	301	17.96	303	17.97	305	17.95
307	17.99	309	18.01	311	17.96	313	17.94	315	17.9
317	17.93	319	17.9	321	17.94	323	17.89	325	17.88
327	17.87	329	17.86	331	17.91	333	17.9	335	17.95
337	17.8	339	17.84	341	17.85	343	17.88	345	17.84
347	17.87	349	17.89	351	17.83	353	17.88	355	17.87
357	17.83	359	17.83	361	17.84	363	17.83	365	17.83
367	17.81	369	17.76	371	17.73	373	17.71	375	17.69
377	17.74	379	17.75	381	17.81	383	17.77	385	17.69
387	17.78	389	18.74	391	19.54	393	19.8	395	19.91
396	19.59	397	18.75	399	17.52	401	16.75	403	16.62
405	16.64	407	16.74	409	16.87	411	16.83	413	16.75
415	16.81	417	16.68	419	16.75	421	16.8	423	16.89
425	17.05	427	17.13	429	17.23	431	17.21	433	17.24
435	17.28	437	17.31	439	17.33	441	17.3	443	17.28
445	17.29	447	17.28	449	17.23	451	17.3	453	17.3
455	17.36	457	17.45	459	17.38	461	17.17	463	17.04
465	17.31	467	17.38	469	17.28	471	17.12	473	17.06
475	16.79	477	16.73	479	17.52	481	18.55	483	19.85
485	19.86	487	19.62	489	19.66	491	19.68	493	19.73
495	19.65	497	19.69	499	19.7	501	19.76	503	19.74
505	19.76	507	19.75	509	19.74	511	19.77	513	19.76
515	19.8	517	19.81	519	19.79	521	19.83	523	19.75
525	19.78	527	19.74	529	19.75	531	19.74	533	19.77
535	19.77	537	19.79	539	19.79	541	19.79	543	19.82
545	19.85	547	19.88	549	19.92	551	19.93	553	19.93
555	19.95	557	19.98	559	19.98	561	19.97	563	20.03
565	20.01	567	20.03	569	20.06	571	20.1	575	20.12
579	20.15	583	20.26	587	20.27	591	20.28	595	20.26
600	20.23								

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 396 .035 483 .055

	<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 68

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
 396 483 108.623 108.623 108.623 .1 .3  
 Right Levee Station= 485 Elevation= 19.86

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	19.63	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.41	Wt. n-Val.	0.055	0.035	
W.S. Elev (m)	19.22	Reach Len. (m)	108.62	108.62	108.62
Crit W.S. (m)	18.87	Flow Area (m2)	206.88	176.03	
E.G. Slope (m/m)	0.005178	Area (m2)	206.88	176.03	
Q Total (m3/s)	822.00	Flow (m3/s)	242.91	579.09	
Top Width (m)	328.56	Top Width (m)	242.96	85.60	
Vel Total (m/s)	2.15	Avg. Vel. (m/s)	1.17	3.29	
Max Chl Dpth (m)	2.60	Hydr. Depth (m)	0.85	2.06	
Conv. Total (m3/s)	11422.9	Conv. (m3/s)	3375.5	8047.4	
Length Wtd. (m)	108.62	Wetted Per. (m)	243.36	86.97	
Min Ch El (m)	16.62	Shear (N/m2)	43.17	102.78	
Alpha	1.74	Stream Power (N/m s)	28726.72	0.00	23220.76
Frctn Loss (m)	0.59	Cum Volume (1000 m3)	36.42	63.72	
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	58.41	31.41	

CROSS SECTION

RIVER: alveo  
 REACH: princ RS: 16.6666\*

INPUT

Description:

Station		Elevation		Data		num= 456					
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	25.55	3.731	25.427	4.675	25.406	7.461	25.383	9.35	25.326		
11.192	25.234	14.025	25.143	14.923	25.116	18.653	24.994	18.7	24.992		
22.384	24.877	23.376	24.854	26.114	24.677	28.051	24.559	29.845	24.509		
32.726	24.417	33.576	24.385	37.306	24.139	37.401	24.135	41.037	24.035		
42.076	23.991	44.768	23.887	46.751	23.831	48.498	23.779	51.426	23.697		
52.229	23.677	55.96	23.517	56.101	23.515	59.69	23.479	60.776	23.458		
63.421	23.37	65.451	23.321	67.152	23.34	70.127	23.321	70.882	23.292		
74.613	23.271	74.802	23.267	78.343	23.073	79.477	22.954	82.074	22.744		
84.152	22.847	85.805	22.946	88.827	22.905	89.535	22.9	93.266	22.86		
93.502	22.86	96.997	22.845	98.177	22.867	100.727	22.918	102.852	22.876		
104.458	22.884	107.527	22.479	108.189	22.4	111.919	21.781	112.203	21.763		
115.65	21.548	116.878	21.534	119.38	21.505	121.553	21.22	123.111	21.013		
126.228	21.001	126.842	20.999	130.572	20.737	130.903	20.604	134.303	19.215		
135.578	19.02	138.034	18.653	140.253	18.631	141.764	18.612	144.928	18.602		
145.495	18.6	149.226	18.665	149.603	18.659	152.956	18.6	154.278	18.567		
156.687	18.513	158.954	18.478	160.418	18.45	163.629	18.432	164.148	18.43		
167.879	18.376	168.304	18.371	171.609	18.342	172.979	18.342	175.34	18.338		
177.654	18.356	179.071	18.366	182.329	18.303	182.801	18.295	186.532	18.212		
187.004	18.203	190.263	18.15	191.679	18.152	193.993	18.15	196.354	18.123		
197.724	18.111	201.03	18.13	201.455	18.132	205.185	18.191	205.705	18.17		
208.916	18.036	210.38	18.109	212.646	18.211	215.055	18.146	216.377	18.106		
219.73	18.028	220.108	18.023	223.838	18.075	224.405	18.062	227.569	18.018		
229.08	18.013	231.3	17.993	233.755	17.989	235.03	17.986	237.828	17.95		
238.43	17.933	239.694	17.898	241.559	17.919	243.105	17.881	243.424	17.873		
245.29	17.849	247.155	17.845	247.781	17.832	249.02	17.807	250.886	17.757		
252.456	17.72	252.751	17.712	254.616	17.664	256.481	17.676	257.131	17.645		
258.347	17.587	260.212	17.611	261.806	17.615	262.077	17.618	263.943	17.644		
265.808	17.622	266.481	17.639	267.673	17.66	269.539	17.64	271.156	17.634		
271.404	17.632	273.269	17.632	275.135	17.666	275.831	17.643	277	17.622		
278.865	17.589	280.506	17.554	280.731	17.546	282.596	17.549	284.461	17.532		
285.181	17.54	286.327	17.547	288.192	17.544	289.857	17.5	290.057	17.498		
291.923	17.5	293.788	17.487	294.532	17.501	295.653	17.507	297.519	17.476		
298.038	17.481	299.384	17.51	300.376	17.499	301.249	17.49	302.713	17.495		
303.114	17.498	304.98	17.513	305.051	17.513	306.845	17.496	307.388	17.503		
308.71	17.529	309.726	17.526	310.576	17.523	312.063	17.55	312.441	17.558		
314.306	17.466	314.401	17.468	316.172	17.486	316.738	17.485	318.037	17.488		
319.076	17.498	319.902	17.509	321.413	17.492	321.768	17.485	323.633	17.497		
323.751	17.498	325.498	17.515	326.089	17.504	327.364	17.478	328.426	17.499		

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>		<b>SPC. LA-E-83076</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 65 di 68	<b>Rev.</b> <b>0</b>

329.229	17.513	330.764	17.508	331.094	17.507	332.96	17.483	333.101	17.483
334.825	17.483	335.439	17.486	336.69	17.49	337.776	17.486	338.556	17.483
340.114	17.483	340.421	17.484	342.286	17.476	342.451	17.474	344.152	17.431
344.789	17.42	346.017	17.407	347.127	17.399	347.882	17.391	349.464	17.375
349.747	17.375	351.613	17.422	351.802	17.424	353.478	17.444	354.139	17.464
355.343	17.481	356.477	17.457	357.209	17.446	358.814	17.397	359.074	17.388
360.939	17.435	361.152	17.506	362.805	18.071	363.489	18.266	364.67	18.61
365.827	18.724	366.535	18.795	368.165	18.871	368.401	18.879	369.333	18.663
370.091	18.207	370.524	17.903	371.606	17.281	372.905	16.596	373.121	16.51
374.636	16.043	375.286	15.919	376.152	15.908	377.667	15.85	378.333	15.877
379	15.877	379.667	15.94	380.333	15.997	381	16.02	381.667	16.027
382.333	15.987	383	16.01	383.667	16.01	384.333	16.037	385	16.063
385.667	16.057	386.333	16.067	387	16.05	387.667	16.063	388.333	16.047
389	16.047	389.667	16.02	390.333	15.99	391	15.953	391.667	15.88
392.333	15.91	393	15.86	393.667	15.873	394.333	15.913	395	15.957
395.667	15.98	396.333	16.007	397	16.023	397.667	16.047	398.333	16.06
399	16.07	399.667	16.037	400.333	15.873	401	15.863	401.667	15.857
402.333	15.883	403	15.847	403.667	15.91	404.333	15.967	405	16.007
405.667	16.007	406.333	15.813	407.767	15.848	409.2	15.936	410.633	16.045
412.667	16.039	413.5	16.007	414.933	16.069	415.889	16.026	416.367	16.01
417.8	16.095	419.233	16.168	420.667	16.267	422.1	16.412	423.533	16.505
424.967	16.61	425.444	16.619	426.4	16.634	427.833	16.689	429.267	16.751
430.7	16.807	432.133	16.856	433.567	16.871	435	16.893	436.433	16.913
437.867	16.919	439.3	16.899	440.733	16.959	442.167	16.972	443.6	17.025
444.556	17.073	445.033	17.105	446.467	17.092	447.9	16.986	449.333	16.933
450.767	17.147	452.2	17.228	453.633	17.195	454.111	17.171	455.067	17.123
456.5	17.118	457.933	16.973	459.367	16.968	460.8	17.53	462.233	18.252
463.667	19.153	465.225	19.164	465.997	19.158	466.783	19.096	468.328	18.964
468.341	18.963	469.899	18.981	470.658	18.987	471.457	18.988	472.989	19.013
473.015	19.014	474.573	19.083	475.319	19.103	476.131	19.095	477.65	19.06
477.69	19.06	479.248	19.082	479.98	19.09	480.806	19.092	482.311	19.1
482.364	19.101	483.922	19.128	484.641	19.142	485.48	19.139	486.971	19.127
487.038	19.127	488.596	19.106	489.302	19.104	490.154	19.094	491.632	19.074
491.712	19.073	493.27	19.062	493.963	19.051	494.829	19.047	496.293	19.12
496.387	19.123	497.945	19.119	498.624	19.111	499.503	19.113	500.954	19.133
501.061	19.134	502.619	19.151	503.285	19.156	504.177	19.155	505.615	19.15
505.735	19.151	507.293	19.156	507.946	19.166	508.851	19.149	510.276	19.114
510.41	19.114	511.968	19.131	512.607	19.13	513.526	19.109	514.937	19.096
515.084	19.097	516.642	19.098	517.268	19.108	518.2	19.117	519.598	19.101
519.758	19.101	521.316	19.108	521.929	19.112	522.874	19.11	524.259	19.107
524.432	19.108	525.99	19.117	526.59	19.12	527.549	19.12	528.92	19.099
529.107	19.097	530.665	19.1	531.251	19.111	532.223	19.138	533.581	19.135
533.781	19.135	535.339	19.108	535.912	19.115	536.897	19.125	538.242	19.14
538.455	19.142	540.013	19.157	540.573	19.163	541.571	19.166	542.903	19.161
543.13	19.16	544.688	19.16	545.234	19.173	546.246	19.202	547.564	19.199
547.804	19.199	549.362	19.199	549.895	19.208	550.92	19.217	552.225	19.205
552.478	19.203	554.036	19.205	554.556	19.208	555.594	19.234	556.886	19.235
557.152	19.228	558.711	19.23	559.217	19.227	560.269	19.233	561.547	19.218
561.827	19.216	563.385	19.236	563.878	19.251	564.943	19.286	566.208	19.262
566.501	19.254	568.059	19.205	569.617	19.176	570.869	19.204	571.175	19.211
572.733	19.235	574.291	19.185	575.53	19.211	575.85	19.222	577.408	19.283
580.191	19.353	580.524	19.357	583.64	19.372	584.852	19.379	586.756	19.389
589.513	19.267	589.872	19.249	592.989	19.373	594.174	19.379	596.105	19.387
600	19.35								

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 369.333 .035 463.667 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
369.333 463.667 108.623 108.623 108.623 .1 .3

CROSS SECTION

RIVER: alveo  
REACH: princ RS: 13.3333\*

INPUT  
Description:  
Station Elevation Data num= 456

	<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		Fg. 66 di 68

Sta	Elev								
0	23.35	3.461	23.245	4.338	23.223	6.923	23.235	8.675	23.223
10.384	23.137	13.013	23.031	13.845	23.003	17.306	22.878	17.35	22.876
20.768	22.763	21.688	22.737	24.229	22.435	26.025	22.225	27.69	22.148
30.363	22.019	31.152	21.971	34.613	21.708	34.7	21.702	38.074	21.61
39.038	21.576	41.535	21.503	43.376	21.46	44.997	21.418	47.713	21.349
48.458	21.334	51.919	21.234	52.051	21.232	55.38	21.237	56.388	21.234
58.842	21.151	60.726	21.095	62.303	21.171	65.063	21.275	65.764	21.255
69.226	21.212	69.401	21.209	72.687	20.895	73.738	20.767	76.148	20.598
78.076	20.599	79.609	20.632	82.414	20.583	83.071	20.58	86.532	20.56
86.751	20.56	89.993	20.53	91.089	20.534	93.455	20.545	95.426	20.513
96.916	20.486	99.764	20.284	100.377	20.24	103.838	19.903	104.101	19.891
107.3	19.777	108.439	19.767	110.761	19.75	112.776	19.605	114.222	19.497
117.114	19.481	117.684	19.477	121.145	19.335	121.451	19.267	124.606	18.54
125.789	18.43	128.067	18.236	130.127	18.215	131.529	18.195	134.464	18.166
134.99	18.16	138.451	18.161	138.802	18.154	141.912	18.1	143.139	18.074
145.374	18.036	147.477	18.009	148.835	17.979	151.814	17.936	152.296	17.929
155.758	17.863	156.152	17.856	159.219	17.823	160.489	17.816	162.68	17.796
164.827	17.788	166.141	17.783	169.165	17.727	169.603	17.719	173.064	17.654
173.502	17.647	176.525	17.609	177.84	17.606	179.987	17.59	182.177	17.562
183.448	17.553	186.515	17.555	186.909	17.555	190.37	17.572	190.852	17.56
193.832	17.483	195.19	17.515	197.293	17.541	199.527	17.483	200.754	17.442
203.865	17.349	204.215	17.345	207.677	17.359	208.203	17.351	211.138	17.356
212.54	17.367	214.599	17.357	216.878	17.354	218.061	17.352	220.657	17.331
221.215	17.321	222.387	17.305	224.118	17.318	225.553	17.301	225.848	17.295
227.579	17.277	229.31	17.269	229.89	17.261	231.04	17.245	232.771	17.213
234.228	17.19	234.502	17.184	236.232	17.148	237.963	17.142	238.565	17.123
239.694	17.085	241.424	17.083	242.903	17.072	243.155	17.077	244.886	17.107
246.616	17.115	247.241	17.129	248.347	17.14	250.077	17.13	251.578	17.127
251.808	17.125	253.539	17.115	255.269	17.122	255.916	17.107	257	17.115
258.731	17.128	260.253	17.137	260.461	17.132	262.192	17.128	263.923	17.113
264.591	17.115	265.653	17.104	267.384	17.078	268.928	17.035	269.114	17.036
270.845	17.059	272.576	17.075	273.266	17.091	274.306	17.084	276.037	17.053
276.519	17.05	277.768	17.079	278.688	17.084	279.498	17.089	280.857	17.107
281.229	17.116	282.96	17.155	283.025	17.157	284.69	17.133	285.194	17.132
286.421	17.147	287.363	17.148	288.152	17.147	289.532	17.16	289.882	17.167
291.613	17.133	291.7	17.134	293.343	17.132	293.869	17.128	295.074	17.126
296.038	17.129	296.805	17.138	298.207	17.136	298.535	17.13	300.266	17.124
300.376	17.124	301.997	17.14	302.544	17.137	303.727	17.127	304.713	17.139
305.458	17.147	306.882	17.144	307.189	17.144	308.919	17.136	309.051	17.137
310.65	17.137	311.219	17.138	312.38	17.14	313.388	17.138	314.111	17.137
315.557	17.137	315.842	17.138	317.572	17.142	317.726	17.142	319.303	17.102
319.895	17.09	321.034	17.083	322.063	17.079	322.764	17.072	324.232	17.058
324.495	17.061	326.226	17.104	326.401	17.107	327.956	17.139	328.57	17.157
329.687	17.153	330.738	17.129	331.418	17.121	332.907	17.094	333.148	17.086
334.879	17.09	335.076	17.123	336.609	17.402	337.245	17.498	338.34	17.68
339.414	17.747	340.071	17.79	341.582	17.845	341.801	17.849	342.667	17.737
343.545	17.358	344.048	17.057	345.303	16.37	346.81	15.672	347.061	15.57
348.818	15.127	349.571	15.088	350.576	15.114	352.333	15.08	353.667	15.133
355	15.133	356.333	15.26	357.667	15.373	359	15.42	360.333	15.433
361.667	15.353	363	15.4	364.333	15.4	365.667	15.453	367	15.507
368.333	15.493	369.667	15.513	371	15.48	372.333	15.507	373.667	15.473
375	15.473	376.333	15.42	377.667	15.36	379	15.287	380.333	15.14
381.667	15.2	383	15.1	384.333	15.127	385.667	15.207	387	15.293
388.333	15.34	389.667	15.393	391	15.427	392.333	15.473	393.667	15.5
395	15.52	396.333	15.453	397.667	15.127	399	15.107	400.333	15.093
401.667	15.147	403	15.073	404.333	15.2	405.667	15.313	407	15.393
408.333	15.393	409.667	15.007	410.533	15.056	411.4	15.133	412.267	15.219
413.133	15.249	414	15.265	414.867	15.328	415.444	15.328	415.733	15.339
416.6	15.441	417.467	15.535	418.333	15.643	419.2	15.775	420.067	15.879
420.933	15.991	421.222	16.014	421.8	16.057	422.667	16.138	423.533	16.223
424.4	16.304	425.267	16.381	426.133	16.442	427	16.507	427.867	16.536
428.733	16.559	429.6	16.568	430.467	16.617	431.333	16.643	432.2	16.689
432.778	16.727	433.067	16.759	433.933	16.804	434.8	16.802	435.667	16.827
436.533	16.985	437.4	17.076	438.267	17.111	438.556	17.116	439.133	17.127
440	17.177	440.867	17.157	441.733	17.207	442.6	17.54	443.467	17.953
444.333	18.457	446.112	18.472	446.994	18.457	447.891	18.413	449.655	18.307
449.67	18.307	451.45	18.316	452.316	18.314	453.229	18.309	454.977	18.346
455.008	18.347	456.787	18.451	457.638	18.476	458.566	18.487	460.299	18.47
460.345	18.47	462.124	18.486	462.96	18.49	463.903	18.491	465.621	18.5
465.682	18.5	467.461	18.514	468.282	18.523	469.24	18.524	470.943	18.514

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ 000</b>	<b>COMMESSA 023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regione Marche		<b>SPC. LA-E-83076</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 67 di 68

471.019	18.514	472.798	18.458	473.604	18.448	474.577	18.432	476.265	18.398
476.356	18.397	478.135	18.381	478.926	18.362	479.914	18.344	481.587	18.469
481.693	18.477	483.472	18.474	484.248	18.462	485.251	18.452	486.909	18.466
487.03	18.467	488.81	18.496	489.57	18.502	490.589	18.507	492.231	18.509
492.368	18.511	494.147	18.493	494.892	18.502	495.926	18.5	497.553	18.477
497.705	18.477	499.484	18.491	500.214	18.48	501.263	18.455	502.875	18.453
503.042	18.454	504.821	18.449	505.536	18.466	506.6	18.489	508.197	18.463
508.379	18.461	510.158	18.454	510.858	18.454	511.937	18.45	513.518	18.444
513.716	18.444	515.495	18.448	516.18	18.45	517.274	18.45	518.84	18.409
519.053	18.403	520.832	18.41	521.501	18.433	522.611	18.474	524.162	18.451
524.391	18.448	526.169	18.374	526.823	18.379	527.949	18.388	529.484	18.399
529.728	18.401	531.507	18.403	532.145	18.407	533.286	18.408	534.806	18.393
535.065	18.39	536.844	18.39	537.467	18.416	538.623	18.466	540.128	18.447
540.402	18.444	542.181	18.424	542.789	18.436	543.96	18.453	545.45	18.431
545.739	18.426	547.518	18.437	548.111	18.446	549.297	18.472	550.772	18.439
551.076	18.429	552.855	18.445	553.433	18.443	554.634	18.446	556.094	18.406
556.413	18.398	558.192	18.418	558.755	18.441	559.971	18.493	561.416	18.424
561.75	18.407	563.53	18.303	565.309	18.238	566.738	18.288	567.088	18.301
568.867	18.337	570.646	18.227	572.06	18.272	572.425	18.286	574.204	18.371
577.382	18.447	577.762	18.454	581.32	18.476	582.704	18.487	584.878	18.505
588.026	18.253	588.436	18.219	591.994	18.482	593.348	18.498	595.552	18.523
600	18.47								

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 342.667 .035 444.333 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
342.667 444.333 108.623 108.623 108.623 .1 .3

CROSS SECTION

RIVER: alveo  
REACH: princ RS: 10

INPUT

Description:

Station Elevation Data	num=	231							
Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev
0 21.15	4 21.04	8 21.12	12 20.92	16 20.76	20 20.62	24 19.89	28 19.62	32 19.27	36 19.16
40 19.09	44 19	48 18.95	52 19.01	56 18.87	60 19.23	64 19.15	68 18.58	72 18.35	76 18.26
80 18.26	84 18.2	88 18.15	92 18.09	96 18.02	100 18	104 17.99	108 17.96	112 17.93	116 17.84
120 17.8	124 17.73	128 17.65	132 17.58	136 17.54	140 17.44	144 17.34	148 17.29	152 17.22	156 17.15
160 17.09	164 17.06	168 17	172 16.98	176 16.95	180 16.92	184 16.82	188 16.67	192 16.64	196 16.72
200 16.72	204 16.71	208 16.72	212 16.69	216 16.66	220 16.6	224 16.53	228 16.62	232 16.62	236 16.57
240 16.72	244 16.69	248 16.57	252 16.68	256 16.62	260 16.67	264 16.72	268 16.8	272 16.76	276 16.77
280 16.77	284 16.8	288 16.77	292 16.77	296 16.78	300 16.75	304 16.77	308 16.78	312 16.78	316 16.79
320 16.79	324 16.79	328 16.79	332 16.81	336 16.76	340 16.76	344 16.74	348 16.79	352 16.85	356 16.8
360 16.79	364 16.74	368 16.73	372 16.77	376 16.82	380 16.81	384 16.51	388 15.46	392 14.63	396 14.21
400 14.32	404 14.31	408 14.39	412 14.39	416 14.58	420 14.75	424 14.82	428 14.84	432 14.72	436 14.79
440 14.79	444 14.87	448 14.95	452 14.93	456 14.96	460 14.91	464 14.95	468 14.9	472 14.9	476 14.82
480 14.73	484 14.62	488 14.4	492 14.49	496 14.34	500 14.38	504 14.5	508 14.63	512 14.7	516 14.78
520 14.83	524 14.9	528 14.94	532 14.97	536 14.87	540 14.38	544 14.35	548 14.33	552 14.41	556 14.3
560 14.49	564 14.66	568 14.78	572 14.78	576 14.2	580 14.63	584 15.41	588 16.12	592 16.38	596 17.06
600 17.76	604 17.78	608 17.73	612 17.65	616 17.65					

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione Marche		SPC. LA-E-83076	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto Recanati – San Benedetto del Tronto		Fg. 68 di 68	Rev. 0

435	17.63	437	17.68	439	17.82	441	17.88	443	17.88
445	17.89	447	17.89	449	17.9	451	17.9	453	17.91
455	17.9	457	17.81	459	17.77	461	17.72	463	17.7
465	17.64	467	17.83	469	17.83	471	17.79	473	17.8
475	17.84	477	17.86	479	17.87	481	17.83	483	17.85
485	17.84	487	17.85	489	17.8	491	17.81	493	17.8
495	17.86	497	17.82	499	17.8	501	17.79	503	17.78
505	17.78	507	17.78	509	17.71	511	17.72	513	17.81
515	17.76	517	17.64	519	17.65	521	17.66	523	17.65
525	17.65	527	17.62	529	17.62	531	17.73	533	17.69
535	17.65	537	17.69	539	17.65	541	17.67	543	17.71
545	17.63	547	17.66	549	17.66	551	17.58	553	17.6
555	17.7	557	17.56	559	17.4	561	17.3	563	17.39
565	17.44	567	17.27	569	17.35	571	17.46	575	17.55
579	17.58	583	17.62	587	17.19	591	17.59	595	17.66
600	17.59								

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 316 .035 425 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
316 425 0 0 0 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	17.53	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.79	Wt. n-Val.	0.055	0.035	
W.S. Elev (m)	16.74	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	16.60	Flow Area (m2)	6.27	208.27	
E.G. Slope (m/m)	0.007812	Area (m2)	6.27	208.27	
Q Total (m3/s)	822.00	Flow (m3/s)	1.95	820.05	
Top Width (m)	182.08	Top Width (m)	76.25	105.83	
Vel Total (m/s)	3.83	Avg. Vel. (m/s)	0.31	3.94	
Max Chl Dpth (m)	2.54	Hydr. Depth (m)	0.08	1.97	
Conv. Total (m3/s)	9300.2	Conv. (m3/s)	22.0	9278.2	
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)	76.26	106.97	
Min Ch El (m)	14.20	Shear (N/m2)	6.30	149.15	
Alpha	1.05	Stream Power (N/m s)	28726.72	0.00	0.00
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)			