

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 1 di 96

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

**n.3 Attraversamenti in subalveo del fosso di Casoli**

**RELAZIONE TECNICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA**

1	Aggiornamento riferimenti	Caccavo	Brunetti	Sciosci	Feb. '22
0	Emissione	Caccavo	Brunetti	Sciosci	Gen. '19
<b>Rev.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Elaborato</b>	<b>Verificato</b>	<b>Approvato</b>	<b>Data</b>

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83136	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 2 di 96	Rev. 1

## INDICE

<b>1</b>	<b>GENERALITA'</b>	<b>4</b>
1.1	Premessa	4
1.2	Scopo e descrizione dell'elaborato	4
1.3	Disegno degli Attraversamenti	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 delle aree di attraversamento	10
<b>4</b>	<b>VALUTAZIONI IDROLOGICHE</b>	<b>14</b>
4.1	Generalità	14
4.2	Considerazioni specifiche preliminari	14
4.3	Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino	14
4.4	Metodo Indiretto (Afflussi-Deflussi)	16
4.4.1	<u>  Criteri generali di valutazione dei parametri idrologici</u>	17
4.4.2	<u>  Individuazione dei parametri idrologici</u>	22
4.4.3	<u>  Risultati delle elaborazioni idrologiche</u>	25
4.5	Portata di progetto	25
<b>5</b>	<b>STUDIO IDRAULICO IN MOTO PERMANENTE</b>	<b>26</b>
5.1	Presupposti e limiti dello studio	26
5.2	Assetto geometrico e modellazione dell'alveo	27
5.3	Risultati della simulazione idraulica	29
5.4	Analisi dei risultati conseguiti	35
<b>6</b>	<b>VALUTAZIONE EROSIONI DI FONDO ALVEO</b>	<b>36</b>
6.1	Generalità	36
6.2	Criteri di calcolo	37
6.3	Stima dei massimi approfondimenti attesi	39
6.4	Considerazione sui risultati conseguiti	40
<b>7</b>	<b>1° E 2° ATTRAVERSAMENTO - METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI</b>	<b>41</b>
7.1	Premessa	41
7.2	Metodologia operativa: Scavi a cielo aperto	41
7.3	1° Attraversamento - geometria condotta e ripristini	43
7.4	2° Attraversamento - geometria condotta e ripristini	43
<b>8</b>	<b>3° ATTRAVERSAMENTO METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI</b>	<b>45</b>

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 3 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

8.1	Metodologia costruttiva: Microtunnelling	45
8.2	Configurazione geometrica di progetto	45
8.3	Descrizione della tecnica costruttiva del microtunnel	46
8.3.1	<u>Generalità</u>	46
8.3.2	<u>Requisiti generali del sistema costruttivo</u>	46
8.3.3	<u>Fasi Operative</u>	48
8.3.4	<u>Considerazioni sulla stabilità per filtrazione in subalveo</u>	51
<b>9</b>	<b>VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA</b>	<b>53</b>
9.1	Premessa	53
9.2	PSDA - Analisi disposizioni per le aree di pericolosità idraulica	53
9.3	Interferenze negli ambiti specifici di attraversamento	55
9.4	Analisi dei criteri di compatibilità idraulica	57
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>60</b>
	<b>APPENDICE 1: STUDIO IDRAULICO - METODOLOGIA DI CALCOLO</b>	<b>62</b>
	<b>APPENDICE 2: STUDIO IDRAULICO - REPORT PROGRAMMA HEC RAS</b>	<b>67</b>
	<b>ANNESSO:</b>	
	• <b>Elaborato grafico di progetto 1° e 2° attraversamento: LC-9E-82017</b>	
	• <b>Elaborato grafico di progetto 3° attraversamento: LC-22E-82018</b>	

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 4 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

## 1 GENERALITA'

### 1.1 Premessa

La Snam Rete Gas, nell'ambito del progetto denominato *"Rifacimento metanodotto Ravenna – Chieti"* intende realizzare il nuovo tratto *"San Benedetto del Tronto - Chieti, DN 650 (26") - DP 75 bar"*, in sostituzione del tratto di metanodotto attualmente in esercizio, che si sviluppa nell'ambito dei territori delle Marche e dell'Abruzzo.

La suddetta linea in progetto interseca per n.3 volte, in maniera consecutiva, l'alveo del fosso di Casoli, a circa 1 km a ovest della frazione di "Borgo Santa Maria Immacolata" di Pineto (TE).

Il fosso di Casoli rappresenta un corso d'acqua di moderata importanza (ricadente in provincia di Teramo). Ciononostante l'ex "Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro", nell'ambito del "Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni" (PSDA), ha comunque individuato e perimetrato le aree di pericolosità idraulica lungo lo sviluppo di un tratto significativo dell'asta fluviale del corso d'acqua.

Conseguentemente negli ambiti di attraversamento in esame s'individuano delle interferenze tra il tracciato del metanodotto in progetto con le aree censite di pericolosità idraulica nel PSDA. Le Norme di Attuazione del Piano consentono la realizzazione di infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità idraulica, subordinatamente alla presentazione di uno specifico studio di compatibilità idraulica.

### 1.2 Scopo e descrizione dell'elaborato

Lo scopo del presente elaborato è dunque analizzare le condizioni di compatibilità idraulica del metanodotto in progetto negli ambiti specifici d'interferenza con le aree di pericolosità idraulica.

Lo studio è stato redatto in conformità delle disposizioni delle Norme di attuazione del PSDA, con particolare riferimento all'art.8 ed all'Allegato D delle norme stesse.

Nell'ambito della presente relazione vengono inoltre illustrati gli studi effettuati al fine di individuare le caratteristiche di progettazione negli attraversamenti 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 delle aree d'attraversamento in modo da consentire di individuare in maniera univoca i tratti del corso d'acqua interessati dalle interferenze con l'infrastruttura lineare in progetto;
- Caratterizzazione idrografica del corso d'acqua e descrizione degli ambiti di attraversamento;
- Studio idrologico al fine di stimare le portate al colmo di piena di progetto in

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83136
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 5 di 96

corrispondenza dell'ambito di studio;

- Studio idraulico, volto ad individuare i parametri caratteristici di deflusso idrico ed i fenomeni associati alla dinamica fluviale locale in corrispondenza degli ambiti di attraversamento, con particolare riferimento alla valutazione dei fenomeni erosivi di fondo alveo;
- Descrizione delle scelte progettuali per ciascun attraversamento 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 ciascun ambito), in riferimento ai criteri stabiliti nelle Norme di Attuazione per la regolamentazione degli interventi in ambiti censiti di pericolosità idraulica ai sensi del PSDA.

### 1.3 Disegno degli Attraversamenti

Il progetto d'attraversamento del corso d'acqua nei 3 ambiti d'intersezione, comprendenti le caratteristiche geometriche e strutturali della condotta, il profilo di posa della stessa, nonché le caratteristiche tipologiche e dimensionali delle eventuali opere di sistemazione, sono stati sviluppati nei seguenti elaborati grafici:

- **LC-9E-82017**      *1° e 2° Attraversamento Fosso di Casoli*
- **LC-22E-82018**    *3° Attraversamento Fosso di Casoli*

Pertanto, per gli approfondimenti di alcune tematiche affrontate nel presente documento, si rimanda alla visione degli elaborati grafici sopra citati.

### 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.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 6 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

### 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.).

### 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 sedimenti storicamente interessati dal deflusso o attualmente interessati da andamento pluricursale e da naturali divagazioni delle correnti, e le aree manifestamente soggette alle dinamiche evolutive del corso d'acqua. La sua delimitazione è, di norma, individuata graficamente dalle Autorità aventi competenza sui corpi idrici o da strumenti di pianificazione.

### Opere di ripristino

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

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 7 di 96	<b>Rev.</b> 1

## 2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il tracciato in progetto del metanodotto in progetto "Ravenna - Chieti" (DN650) interseca per n.3 volte, in maniera consecutiva, l'alveo del fosso di Casoli, a circa 1 km a ovest della frazione di "Borgo Santa Maria Immacolata" di Pineto (TE).

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 e il metanodotto in fase di dismissione è riportata mediante una linea in verde. I 3 ambiti di attraversamento in esame del corso d'acqua sono indicati mediante dei cerchi in colore blu.

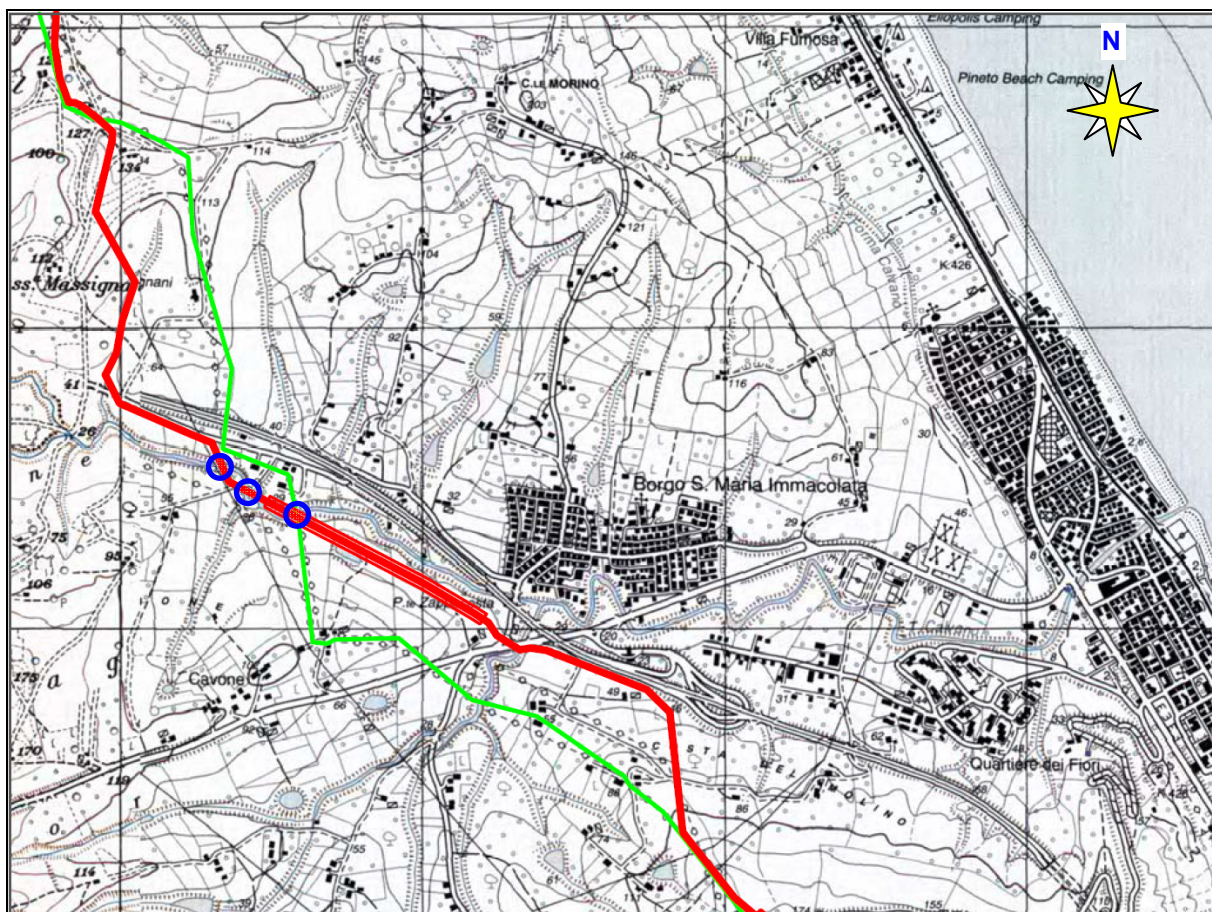


Fig.2.1/A: Corografia generale in scala 1:25.000 (dalle tavolette IGM)

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 8 di 96	<b>Rev.</b> 1

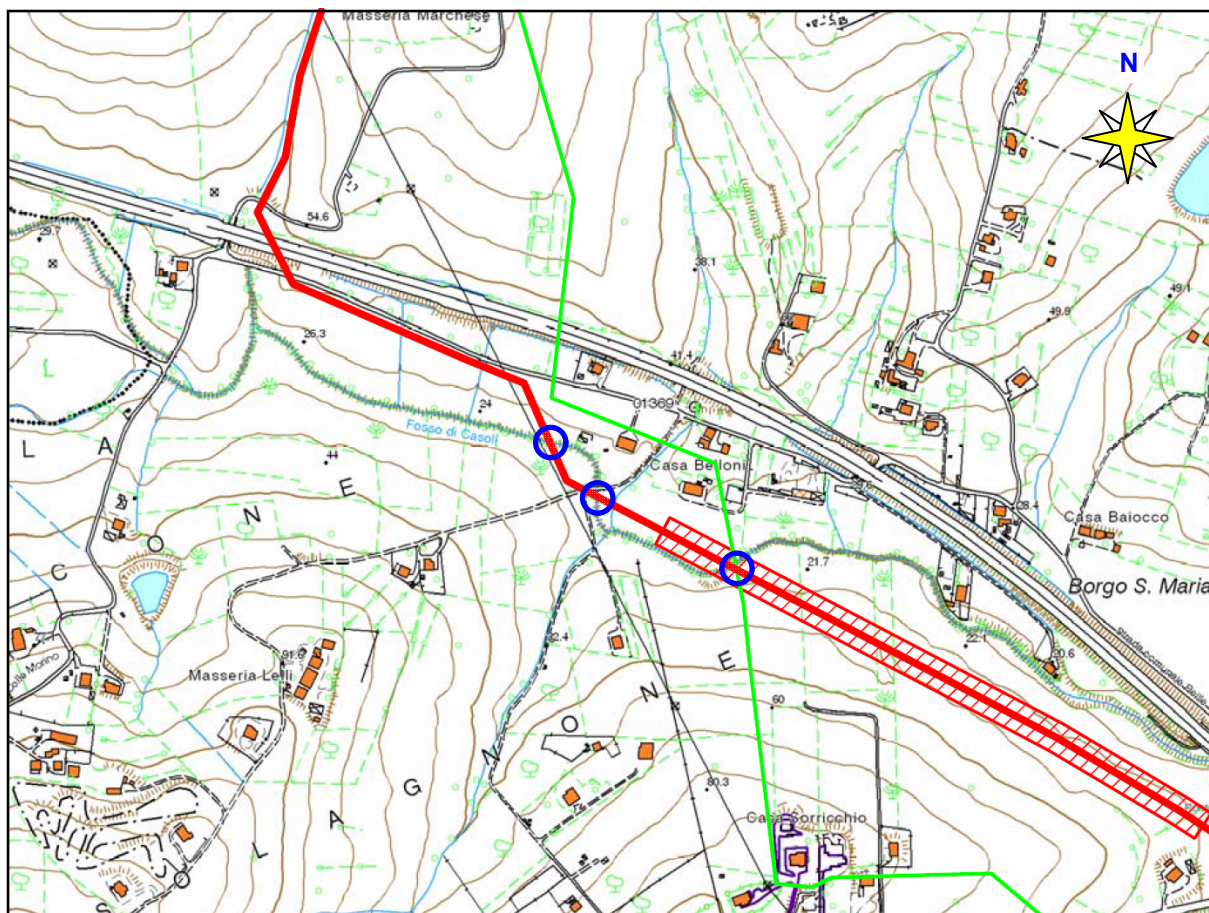
Le coordinate piane relative a ciascun ambito di attraversamento del corso d'acqua sono riportate nella tabella seguente:

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

<b>Coordinate ambito 1° attraversamento del corso d'acqua</b>		
Coordinate Piane WGS84 - Fuso 33: Est /Nord	420278 m E	4718334 m N
<b>Coordinate ambito 2° attraversamento del corso d'acqua</b>		
Coordinate Piane WGS84 - Fuso 33: Est /Nord	420311 m E	4718291 m N
<b>Coordinate ambito 3° attraversamento del corso d'acqua</b>		
Coordinate Piane WGS84 - Fuso 33: Est /Nord	420515 m E	4718180 m N

Nella figura seguente è infine 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 gli ambiti di attraversamento dell'alveo del corso d'acqua (cerchi in blu).

Nella stessa figura è inoltre indicato schematicamente (mediante campitura a righe in rosso) il tratto di condotta con posa prevista in trivellazione. Ciò, in quanto (come meglio specificato in seguito), il 3° attraversamento dell'alveo del corso d'acqua verrà eseguito in trenchless.



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



	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 9 di 96

### 3 CARATTERIZZAZIONE IDROGRAFICA DELL'AMBITO IN ESAME

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

Il fosso di Casoli rappresenta un corso d'acqua di moderata importanza, ricadente nei territori comunali di Atri e di Pineto (in provincia di Teramo), caratterizzato da un bacino idrografico della superficie di circa 35 km<sup>2</sup>.

Nella figura seguente è riportato il bacino complessivo del corso d'acqua (in color magenta), su una base cartografica costituita dalle tavolette IGM, con indicazione reticolo idrografico principale. Nella stessa figura è anche riportato, mediante un cerchio in giallo, l'ambito d'interferenza in esame tra il metanodotto in progetto e l'alveo del corso d'acqua.

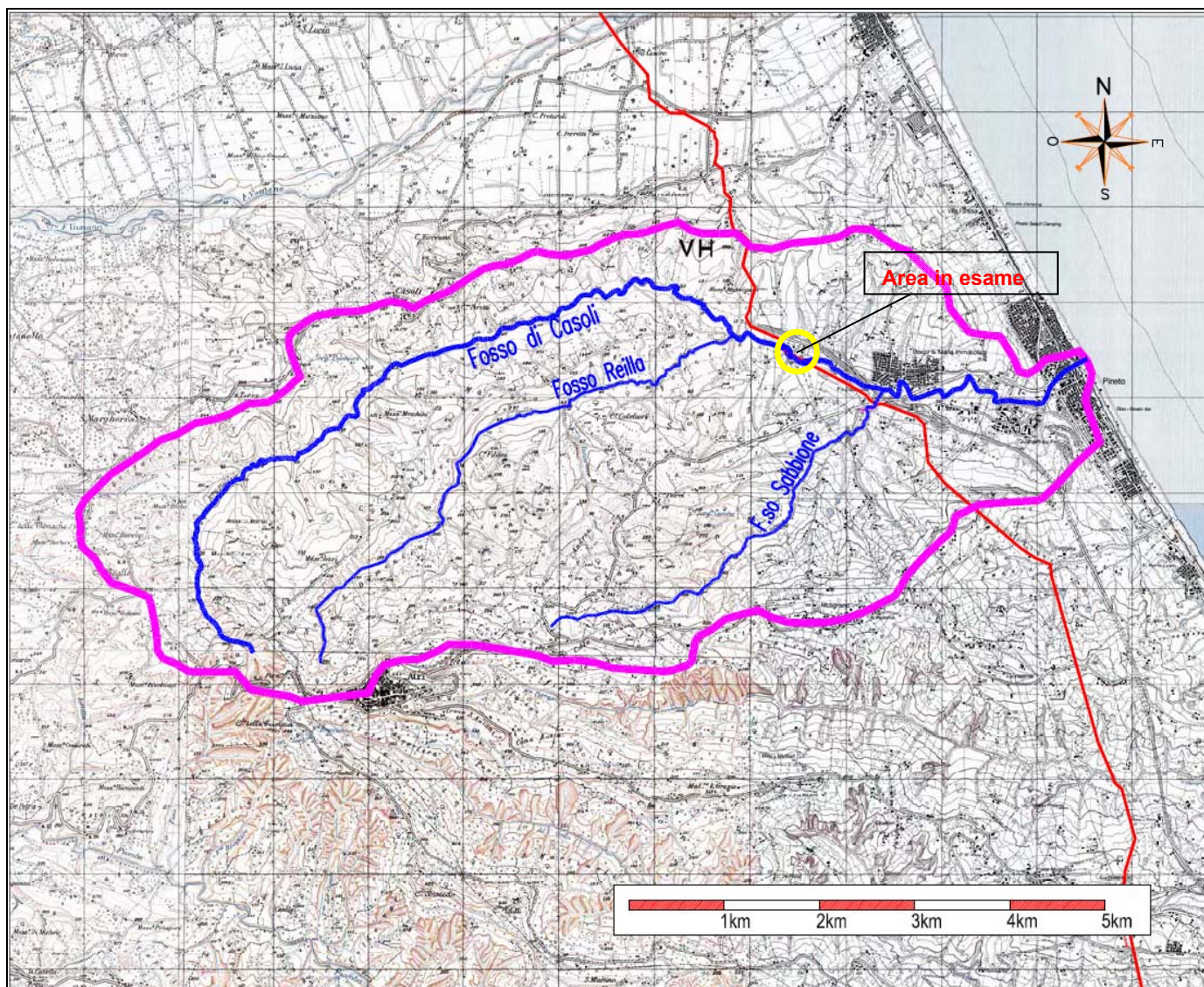


Fig.3. 1/A: Bacino complessivo del corso d'acqua

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 10 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Il fosso nasce, con denominazione fosso San Patrizio, nel territorio di Atri in località Santa Lucia. Si sviluppa inizialmente con direzione Nord e poi Nord-Est, ricevendo l'apporto di piccoli tributari sia in destra che in sinistra idrografica.

Quindi, dopo il passaggio sotto la frazione Casoli, cambia denominazione e diviene in Fosso di Casoli.

Successivamente, in prossimità dell'entrata nel territorio di Pineto, l'alveo del corso d'acqua cambia di nuovo direzione e si dirige verso Sud-Est, ricevendo prima il contributo da destra del fosso Reilla (principale affluente) e poi del fosso Sabbione, in prossimità del borgo "S. Maria Immacolata".

Infine dopo uno sviluppo complessivo dell'asta principale di circa 14km, il corso d'acqua sfocia in mar Adriatico a Pineto.

### 3.2 Descrizione delle aree di attraversamento

Come si rileva dalla precedente Fig.3.1/A, l'ambito d'interferenza tra il metanodotto in progetto ed il fosso di Casoli (all'interno del quale si rilevano n.3 attraversamenti d'alveo) ricade nel tratto medio-basso dello sviluppo del corso d'acqua.

Al fine di consentire una visione generale dell'ambito in esame, nella figura seguente è riportata una foto aerea (estratta da Google Earth) dalla quale risulta possibile individuare le 3 aree di attraversamento da parte del metanodotto in progetto (riportato mediante una linea in rosso) dell'alveo del fosso di Casoli

Il 3° attraversamento del corso d'acqua, come meglio specifico nel seguito, verrà eseguito in trenchless, il cui sviluppo di trivellazione è indicato schematicamente mediante una sagoma rettangolare in arancione a cavallo della condotta da posare.

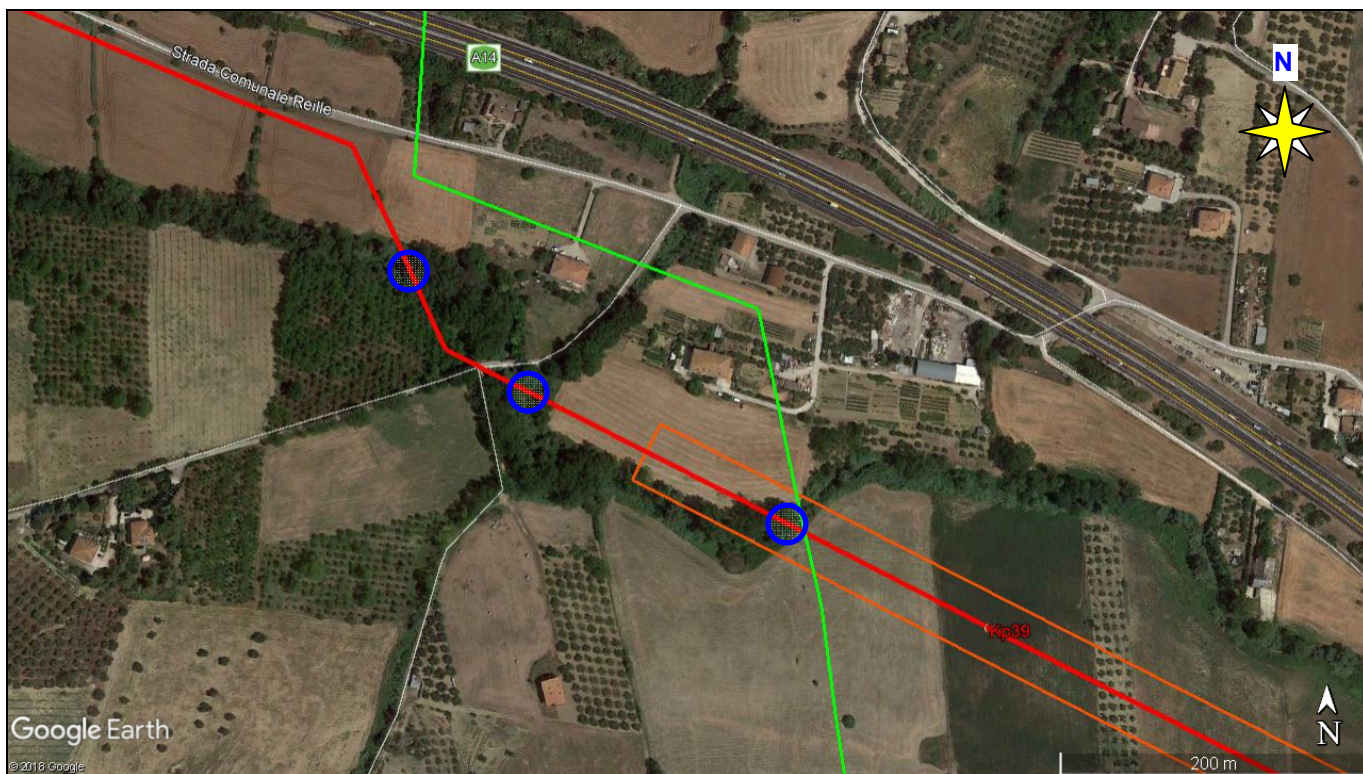


Fig.3.2/A: Foto aerea dell'ambito di attraversamento (estratta da Google Earth)

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 11 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Qui di seguito di riportano le descrizioni particolareggiate relativa a ciascun ambito di attraversamento.

### 1° Attraversamento

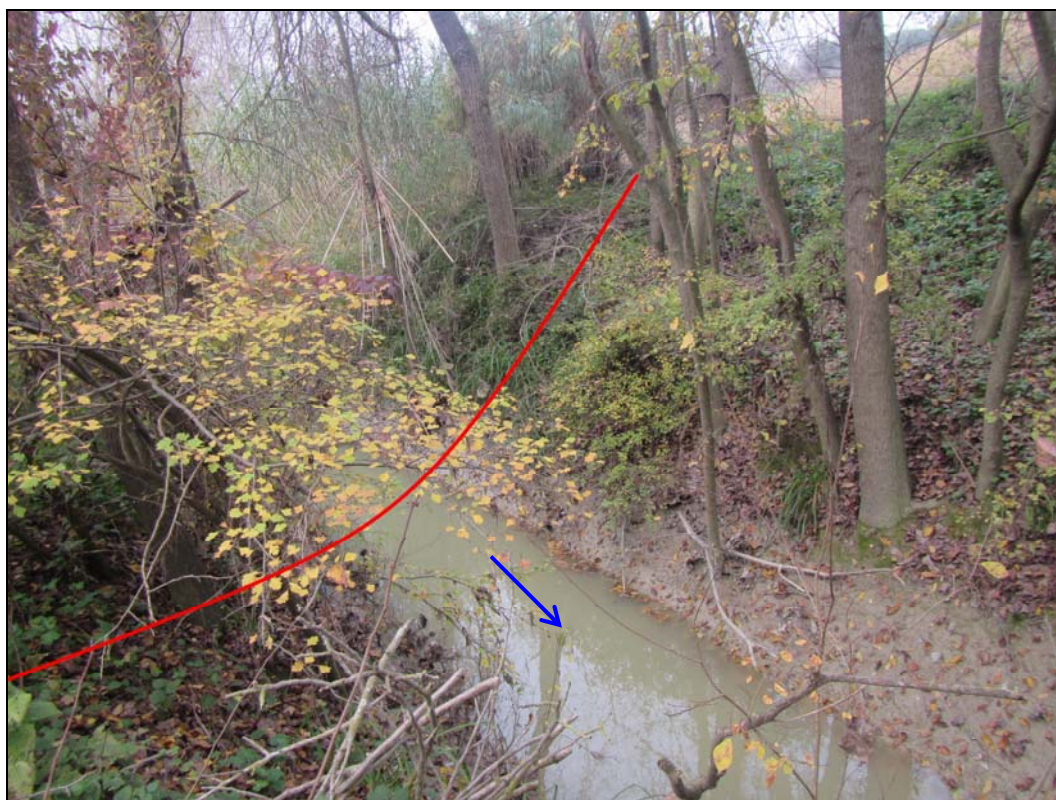
Nell'intorno dell'attraversamento il corso d'acqua assume un andamento longitudinale moderatamente tortuoso. L'alveo presenta una configurazione incisa ed è caratterizzato da dimensioni non particolarmente rilevanti. La larghezza del fondo infatti risulta di circa 3m; la sponda destra, mediamente acclive, si eleva per circa 2.5m; la sponda sinistra risulta più alta.

In corrispondenza delle sponde del corso d'acqua si rileva la presenza di vegetazione ripariale di tipo arbustivo ed arboreo.

In prossimità dell'area d'attraversamento non si rileva la presenza di segni di erosioni spondali e/o del fondo e pertanto la configurazione d'alveo appare stabile.

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

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



*Fig.3.2/B: Foto ambito 1° attraversamento del corso d'acqua*

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 12 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

## 2° Attraversamento

L'attraversamento in esame ricade immediatamente a valle di un ponticello di una strada comunale.

L'alveo presenta una configurazione incisa ed è caratterizzato da dimensioni non particolarmente rilevanti. La larghezza del fondo infatti risulta di circa 3m; le sponde si elevano per circa 3m, con sponda sinistra maggiormente acclive nei confronti della sponda destra.

In corrispondenza delle sponde del corso d'acqua si rileva la presenza di vegetazione ripariale di tipo arbustivo ed arboreo.

In prossimità dell'area d'attraversamento non si rileva la presenza di segni di erosioni spondali e/o del fondo e pertanto la configurazione d'alveo appare stabile.

Nella figura seguente è inoltre riportata una foto relativa all'ambito d'attraversamento in esame del corso d'acqua (foto scattata dal ponticello localizzato poco a monte dell'attraversamento in progetto). La linea indicata in rosso rappresenta la posizione del tracciato del metanodotto in progetto.



*Fig.3.2/C: Foto ambito 2° attraversamento del corso d'acqua*

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 13 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

### 3° Attraversamento

L'attraversamento in esame ricade poco a valle di una curva ben accentuata dell'asta fluviale del corso d'acqua.

L'alveo presenta una configurazione incisa ed è caratterizzato da una larghezza del fondo di circa 3m; con sponde, mediamente acclive, che si elevano per circa 3-4m. In corrispondenza delle sponde si rileva la presenza di una folta vegetazione ripariale di tipo arbustivo (canneti).

In prossimità dell'area d'attraversamento non si rileva la presenza di segni significativi di erosioni spondali e/o del fondo e pertanto la configurazione d'alveo appare stabile.

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

La linea indicata in rosso rappresenta la posizione del tracciato del metanodotto in progetto. La stessa linea è stata riportata tratteggiata per indicare che l'attraversamento verrà eseguito in trivellazione.



*Fig.3.2/D: Foto ambito 3° attraversamento del corso d'acqua*

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 14 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

## 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

Per il corso d'acqua in esame non sono disponibili valutazioni idrologiche specifiche effettuate dall'ex "Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro", nell'ambito della redazione del *Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni* (PSDA).

Inoltre, non avendo a disposizione dati di portata dirette sul corso d'acqua e poiché non si rilevano algoritmi di regionalizzazione affidabili per la zona costiera della Regione Abruzzo, al fine di valutare le portate di piena sul corso d'acqua è stata utilizzata la seguente metodologia di calcolo:

- *il metodo indiretto* (Afflussi- Deflussi), che permette la valutazione delle portate al colmo in funzione delle precipitazioni intense specifiche per l'ambito di riferimento.

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

L'area d'interferenza tra il metanodotto in progetto ed il fosso di Casoli ricade nel tratto medio - basso dello sviluppo del corso d'acqua, a circa 1 km a ovest della frazione di "Borgo Santa Maria Immacolata" di Pineto (TE).

Si assume come sezione di studio ai fini idrologici quella relativa all'attraversamento di valle, ossia quella riferita al 3° attraversamento da parte del metanodotto in progetto.

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 del reticolo idrografico principale. 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>	Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 15 di 96

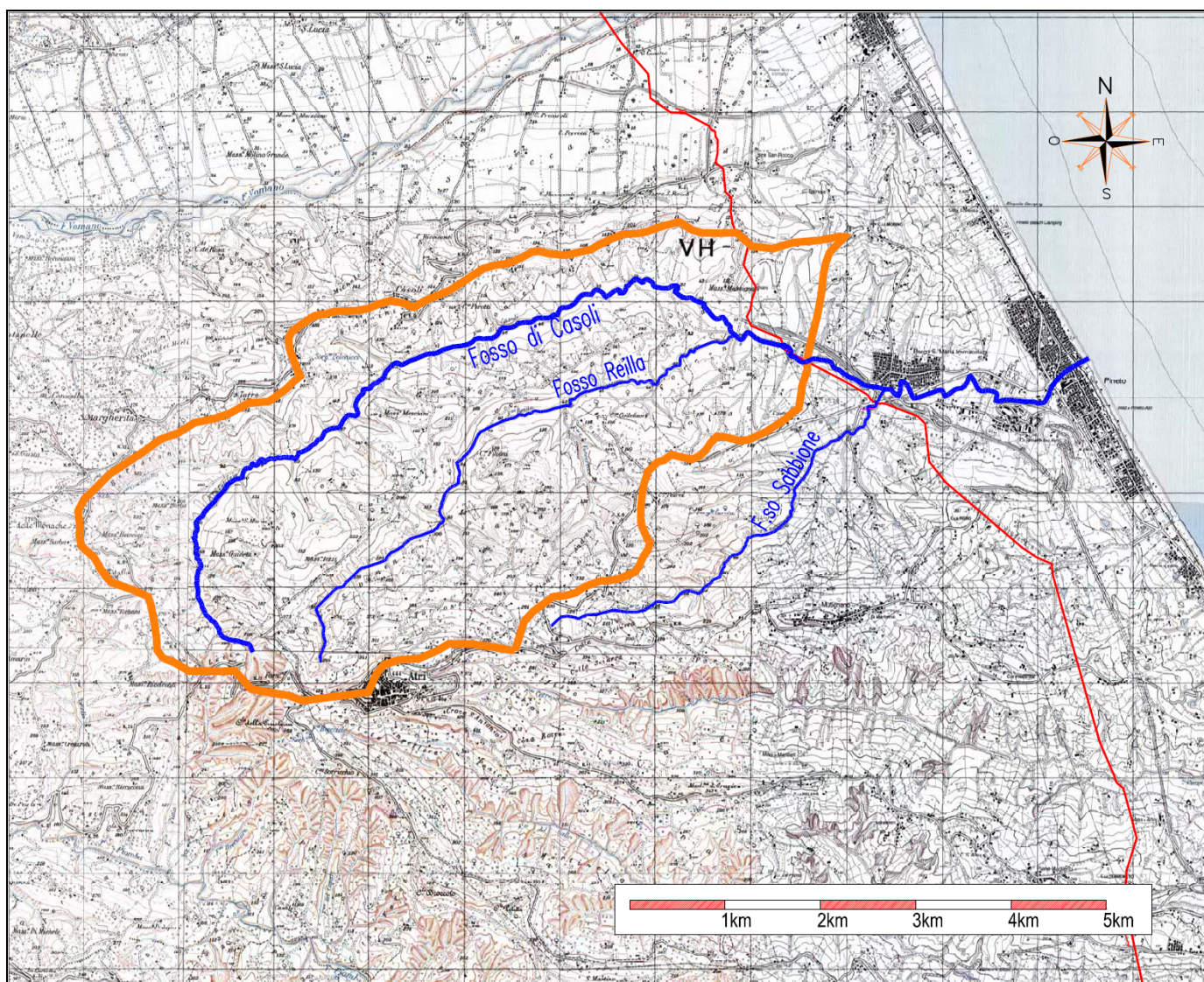


Fig.4.3/A: Bacino Imbrifero sotteso dalla sezione di studio

Nella tabella seguente sono riportati i parametri morfometrici del bacino sotteso dalla sezione di studio.

Tab.4.3/A: Parametri morfometrici

Corso d'acqua / Sezione Studio	Superficie Bacino (kmq)	Lungh. asta principale (km)	Pendenza media asta fluviale (%)	Altitudine max Bacino (m)	Altitudine media Bacino (m)	Altitudine Sezione chiusura (m)
Fosso di Casoli / Sez. di studio	22.7	10.5	2.0%	451	155	20

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83136
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 16 di 96

#### 4.4 Metodo Indiretto (Afflussi-Deflussi)

Conoscendo le precipitazioni meteoriche che interessano il bacino idrografico di un qualsiasi corso d'acqua è possibile valutare la relativa portata di piena adottando metodologie di carattere statistico, che si inquadrano nella teoria dei sistemi di variabili casuali e che conducono allo studio della correlazione tra la portata di piena ed una o più grandezze caratterizzanti il bacino stesso (superficie, quota media, precipitazioni, tempo di corrivazione).

Le ipotesi fondamentali di questo metodo prendono lo spunto da alcuni risultati forniti dai metodi della corrivazione (o metodo cinematico) e dell'invaso e sono:

- la portata di massima piena di un bacino deriva da precipitazioni di intensità costante che hanno una durata pari al tempo di corrivazione "tc" e si manifesta dopo un intervallo di tempo "tc" dall'inizio del fenomeno;
- il valore della portata di piena dipende dalla laminazione esercitata dalle capacità naturali ed artificiali del bacino.

In corrispondenza della sezione di studio, le portate di piena al colmo sono state calcolate utilizzando la relazione nota come "formula razionale".

$$Q_c = 0.278 \cdot c \cdot \varepsilon \cdot A \cdot h_{\text{ragg}} / t_c$$

in cui:

- $Q_c$  (mc/s): portata di progetto al colmo di piena (in funzione del tempo di ritorno "TR" (anni);
- $c$  (-): coefficiente di deflusso, pari al rapporto tra il volume totale affluito (pioggia totale effettivamente caduta sul bacino) e volume defluito attraverso la sezione di chiusura (pioggia totale depurata delle perdite per infiltrazione ed evapotraspirazione). Il parametro tiene in considerazione della capacità di assorbimento del terreno e del fattore di laminazione (capacità di invaso sulla superficie del bacino e nel reticolo idrografico);
- $\varepsilon$  (-): coefficiente di laminazione (capacità di invaso sulla superficie del bacino e nel reticolo idrografico);
- $A$  (kmq): superficie del bacino imbrifero, riferita alla sezione di chiusura;
- $t_c$  (h) - tempo di corrivazione: è il tempo che una goccia di pioggia, caduta nel punto idraulicamente più lontano dalla sezione considerata, impiega a raggiungere la sezione stessa;
- $h_{\text{ragg}}$  (mm) – altezza di pioggia ragguagliata al bacino: viene valutata per piogge di durata pari al tempo di corrivazione "tc" ed è funzione del tempo di ritorno "TR", intendendo con tale locuzione l'inverso della probabilità di superamento di un certo evento.

Il metodo dunque considera il bacino idrografico come una singola unità e stima il valore al colmo della portata con le seguenti assunzioni:

- la precipitazione è uniformemente distribuita sul bacino;
- La portata stimata ha lo stesso tempo di ritorno T di quello dell'intensità di pioggia;
- Il tempo di formazione del colmo della piena è pari a quello di riduzione.



	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 17 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

#### 4.4.1 Criteri generali di valutazione dei parametri idrologici

##### Superficie del bacino (A)

La delimitazione della superficie del bacino scolante, unitamente all'individuazione degli parametri morfometrici caratteristici del bacino stesso, viene eseguita sulla base della documentazione cartografica disponibile.

##### Tempo di corrivazione (tc)

La valutazione del tempo di corrivazione può essere eseguita mediante diversi algoritmi di calcolo, normalmente proposti in letteratura scientifica.

La scelta tra un metodo e l'altro può essere condotta in funzione della conformità dei parametri caratteristici del bacino oggetto di studio (superficie, localizzazione, pendenza dei versanti, ecc.) nei confronti di quelli analizzati dai vari autori nella fase di predisposizione degli algoritmi stessi.

Qui di seguito si riportano alcune delle espressioni più rappresentative, proposte in letteratura.

- *Formula di Giandotti (1934-1937)*

La formula proposta da GIANDOTTI (sperimentata dall'autore per bacini da 170 a 70000 kmq, tuttavia ampiamente impiegata in Italia anche per piccoli bacini) rappresenta l'espressione maggiormente utilizzata e viene espressa nel seguente modo:

$$t_c = (4 A^{1/2} + 1.5 L) / (0.8 H^{1/2})$$

dove:

A = Superficie del bacino (kmq);

L = lunghezza dell'asta fluviale principale (km);

H = altitudine media del bacino riferita alla quota della sezione di chiusura (m);

- *Formula di Pezzoli (1970)*

$$t_c = 0.055 \cdot L / i^{0.5}$$

dove:

L = lunghezza dell'asta fluviale principale (km);

i = pendenza media dell'alveo (-)

- *Formula di Puglisi, Fattorelli e Marchi*

Sperimentata da Puglisi per bacini di superficie compresa tra 40 e 90 kmq (nel 1978), poi tarata da Marchi e Fattorelli. Viene proposta con la seguente espressione:

$$t_c = 5.13 \cdot L^{2/3} \cdot H^{-1/3}$$

dove:

L = lunghezza dell'asta fluviale principale (km);

H = altitudine massima riferita alla quota della sezione di chiusura (m);

- *Formula di Pasini*

$$t_c = 0.108 \cdot i_a^{-1/2} \cdot (A \cdot L)^{1/3}$$

dove:

L = lunghezza dell'asta fluviale principale (km);

A = Superficie del bacino (kmq);

i<sub>a</sub> = pendenza media dell'alveo (-)

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 18 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

- *Formula di Watt, Chow e Ward*

Viene proposta con la seguente espressione:

$$t_c = 0.1273 \cdot (L^{2/3} / i_a^{1/3})^{0.79}$$

dove:

L = lunghezza dell'asta fluviale principale (km);

$i_a$  = pendenza media dell'alveo (-)

**Coefficiente di Deflusso (c)**

Il valore di tale parametro viene stabilito in dipendenza della natura litologica dei terreni, della superficie del bacino e del suo grado di saturazione, del livello di forestazione, della pendenza dei versanti e da altri fattori.

La scelta del coefficiente di deflusso quindi rappresenta una fase estremamente difficile e costituisce l'elemento di maggiore incertezza nella valutazione della portata.

Esistono in letteratura scientifica numerose tabulazioni e grafici utili per la valutazione di questo parametro; qui di seguito si riportano alcune tra le tabelle maggiormente impiegate.

Coefficienti di deflusso raccomandati da Handbook of Applied Hydrology, Ven Te Chow, 1964

Tipo di suolo	c	
	Uso del suolo	
	Coltivato	Bosco
Suolo con infiltrazione elevata, normalmente sabbioso o ghiaioso	0,20	0,10
Suolo con infiltrazione media, senza lenti argillose; suoli limosi e simili	0,40	0,30
Suolo con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicine alla superficie, strati di suolo sottile al di sopra di roccia impermeabile	0,50	0,40

Coefficienti di deflusso raccomandati da *American Society of Civil Engineers* e da *Pollution Control Federation*, con riferimento prevalente ai bacini urbani

Caratteristiche del bacino	c
Superfici pavimentate o impermeabili (strade, aree coperte, ecc.)	0,70 – 0,95
Suoli sabbiosi a debole pendenza (2%)	0,05 – 0,10
Suoli sabbiosi a pendenza media (2 - 7%)	0,10 – 0,15
Suoli sabbiosi a pendenza elevata (7%)	0,15 – 0,20
Suoli argillosi a debole pendenza (2%)	0,13 – 0,17
Suoli argillosi a pendenza media (2 - 7%)	0,18 – 0,22
Suoli argillosi a pendenza elevata (7%)	0,25 – 0,35

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83136	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 19 di 96	Rev. 1

In una guida della FAO (1976), sono proposti i seguenti valori orientativi:

Tipo di suolo	Copertura del bacino		
	coltivazioni	pascoli	boschi
Suoli molto permeabili sabbiosi o ghiaiosi	0.20	0.15	0.10
Suoli mediamente permeabili (senza strati di argilla). Terreni di medio impasto o simili	0.40	0.35	0.30
Suoli poco permeabili. Suoli fortemente argillosi o simili, con strati di argilla vicino alla superficie. Suoli poco profondi sopra roccia impermeabile	0.50	0.45	0.40

Si riporta infine una tabella in cui interviene, sia pure grossolanamente, la pendenza del suolo.

VEGETAZIONE	PENDENZA	TIPO SUOLO		
		Terreno leggero	Terreno impasto medio	Terreno Compatto
Boschi	<10%	0.13	0.18	0.25
	>10%	0.16	0.21	0.36
Pascoli	<10%	0.16	0.36	0.56
	>10%	0.22	0.42	0.62
Colture agrarie	<10%	0.40	0.60	0.70
	>10%	0.52	0.72	0.82

#### Coefficiente di laminazione ( $\varepsilon$ )

Per quanto attiene alle perdite per laminazione, è indubbio che lo sviluppo della rete drenante e la natura dei terreni incidano su tale fenomeno proporzionalmente all'estensione del bacino. Si ritiene pertanto di stimare  $\varepsilon$  sulla scorta delle valutazioni proposte in letteratura tecnica, che ne correlano il valore all'estensione della superficie drenante, quale la relazione tabellare proposta da Maione<sup>1</sup> (derivante da alcune ipotesi circa la forma dell'onda di piena e con riferimento al modello dell'invaso lineare), che prevede valore pari a 0,8 per bacini impermeabili di area inferiore a 100 km<sup>2</sup>. La sussistenza della condizione di impermeabilità della superficie imbriferà, ai fini della valutazione degli effetti di laminazione, è di norma appropriata, essendo deputato al fattore "c" la rappresentazione degli aspetti di natura litologica.

#### L'altezza di pioggia ragguagliata ( $h_{ragg}$ )

Considerando le grandezze appena descritte, è evidente che l'unica che può essere elaborata statisticamente è l'altezza di pioggia ragguagliata al bacino " $h_{ragg}$ "; In generale il procedimento finalizzato alla determinazione del valore " $h_{ragg}$ " si articola nelle seguenti fasi:

A) reperimento dei dati sperimentali sulle precipitazioni;

<sup>1</sup> U. Maione, "Le piene Fluviali" - La Goliardica Pavese, 1981.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 20 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

- B) elaborazione statistica per mezzo del metodo di Gumbel;
- C) tracciamento delle curve di possibilità climatica o pluviometrica;
- D) applicazione del metodo dei topoieti.

*A) Reperimento dati sperimentali sulle precipitazioni*

Dall'analisi dei dati riportati negli annali idrologici del Servizio Idrografico Italiano vengono reperiti i dati di pioggia (1, 3, 6, 12, e 24 ore) relative alle stazioni pluviografiche, dotate di pluviografo registratore, ubicate nei bacini oggetto dello studio o in quelli limitrofi.

Le rilevazioni di piovosità massima si adattano ad essere elaborate con metodi statistici e permettono di ottenere particolari equazioni del tipo:

$$h = a \cdot t^n$$

dove:

h = altezza di pioggia (mm);

a, n = coefficienti costanti;

t = durata della pioggia (ore).

*B) Elaborazione probabilistica per mezzo del metodo di Gumbel*

Secondo la legge di Gumbel la probabilità "P(h)" che il massimo valore di una precipitazione di durata pari al tempo di corrvazione "t<sub>c</sub>" non venga superato nel corso di un determinato anno è data da:

$$P(h) = e^{-e^{-\alpha(h-u)}}$$

$\alpha$ , u = parametri della distribuzione che, qualora i dati disponibili siano in numero sufficientemente elevato, possono essere più facilmente valutati determinando lo scarto quadratico medio " $\sigma$ " e la media " $\mu$ " perché esistono dei legami espressi dalle seguenti relazioni:

$$\alpha = 1.283/\sigma$$

$$u = \mu - (0.577/\alpha);$$

Ciò premesso, occorre introdurre una nuova grandezza, il tempo di ritorno "T", che definisce il numero di anni in cui, mediamente, l'evento considerato viene superato una sola volta. Dato che tra tempo di ritorno "T" e la probabilità "P(h)" esiste la seguente relazione:

$$T = 1/(1-P(h))$$

facendo le opportune sostituzioni ed esplicitando si ottiene:

$$h(T) = u - \left(\frac{1}{\alpha}\right) \cdot \ln \left[ \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) \right]$$

che rappresenta, quindi, il valore massimo che una precipitazione meteorica potrà superare, mediamente, una sola volta in un qualsiasi anno del tempo di ritorno "T".

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83136
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 21 di 96

*C) Tracciamento delle curve di possibilità climatica o pluviometrica*

Per ciascuna stazione pluviografica e per ogni tempo di ritorno si otterranno cinque valori di altezza di pioggia, corrispondenti ai cinque intervalli di tempo considerati (1, 3, 6, 12, 24 ore). E' possibile riportare questi valori su un sistema di assi cartesiani ortogonali (h,t) e determinare la curva di regressione, definita dall'equazione "h=at<sup>n</sup>", che meglio approssimi la loro distribuzione sul piano h, t; si ottengono così le curve di possibilità climatica o pluviometrica. A tal fine, per semplificare il procedimento, l'equazione "h=at<sup>n</sup>" viene trasformata in:

$$\log h = \log a + n \log t$$

che nel piano h,t, in scala bilogarithmica, rappresenta una retta.

Operata questa trasformazione, occorre ricercare la retta di regressione che meglio approssimi la distribuzione suddetta; tale ricerca è eseguita con il metodo dei minimi quadrati che consiste nel determinare, tra le possibili rette, quella che minimizza la sommatoria dei quadrati delle differenze tra le ordinate dei punti e le corrispondenti ordinate della retta di regressione.

Questo processo, automatizzato, consente anche il plottaggio, su scala naturale, delle curve di possibilità climatica corrispondenti ai tempi di ritorno considerati.

*D) Applicazione del metodo dei topoieti (solo per bacini caratterizzati da più stazioni pluviometriche).*

Per ogni stazione pluviografica sono state tracciate le curve di possibilità climatica o pluviometrica, definite da equazioni del tipo "h=at<sup>n</sup>", dalle quali è possibile ricavare, per i vari tempi di ritorno, il valore delle precipitazioni meteoriche corrispondenti al tempo di corrivazione "t<sub>c</sub>" del bacino.

Anche se il valore così ricavato è un valore puntuale, che ha un senso solo per un intorno molto limitato della stazione, si può comunque ipotizzare che il regime pluviografico di tale intorno non si discosti molto da quello ben più vasto dell'area circostante la stazione stessa.

Il problema, dunque, è quello di delimitare il perimetro delle aree di competenza delle stazioni, o, ciò che è lo stesso, la suddivisione dell'intera superficie del bacino in diverse zone (tante quante sono le stazioni) ad ognuna delle quali spetti un regime pluviografico omogeneo e che comprendano, all'interno, la relativa stazione pluviografica. L'applicazione del metodo dei topoieti permette, appunto, la suddivisione del bacino sotteso da ciascuna sezione di studio, e quindi la valutazione delle aree di competenza di ogni stazione.

A questo punto è possibile calcolare l'altezza di pioggia ragguagliata all'intero bacino utilizzando la relazione:

$$h_{ragg} = \sum_{i=1}^n \frac{S_i \cdot h_i}{S}$$

dove:

h<sub>i</sub>= precipitazione relativa alla stazione pluviografica i-esima (mm); tale precipitazione ha una durata pari al tempo di corrivazione "t<sub>c</sub>" e si ricava dalle curve di possibilità climatica relative alla stazione i-esima;

S<sub>i</sub>= superficie del bacino di competenza della stazione pluviografica i-esima (km<sup>2</sup>);

S= superficie del bacino sotteso dalla sezione di studio (km<sup>2</sup>).

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 22 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

#### 4.4.2 Individuazione dei parametri idrologici

##### Parametri morfometrici

Le grandezze caratteristiche dei parametri morfometrici sono riportate nella precedente Tab.4.3/A.

##### Tempo di corrivazione

Nella tabella seguente sono riportati i diversi valori relativi al tempo di corrivazione “ $t_c$ ”, stimati con le metodologie descritte nel paragrafo precedente per la sezione idrologica di riferimento.

Tab.4.4/A: Valutazione del tempo di corrivazione

Metodo	Tempo di corrivazione (h) -
Formula di Giandotti	3.7
Formula di Pezzoli	4.1
Formula di Puglisi	3.3
Formula di Pasini	4.6
Formula di Watt	3.8
<b>Valore medio</b>	<b>3.9</b>
Dev. Stand. (0<Dev. St.<Inf.)	0.52

Nelle elaborazioni idrologiche si è dunque scelto di utilizzare come tempo di corrivazione il valor medio dei risultati conseguiti (riportato in grassetto nella tabella precedente).

##### Coefficiente di deflusso (c)

Facendo seguito a quanto indicato nel sottoparagrafo precedente, il valore del coefficiente di deflusso dipende sostanzialmente dalla natura litologica dei terreni, dalla vegetazione presente nel bacino e dalla pendenza dei versanti.

In tal senso qui di seguito si riportano le figure relative alla Carta litologica e la Carta Uso del suolo (estrapolate dal *Piano Tutela delle Acque della Regione Abruzzo*), in ciascuna delle quali è stata riportata la delimitazione del bacino imbrifero sotteso dalla sezione idrologica di studio.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 23 di 96	<b>Rev.</b> 1

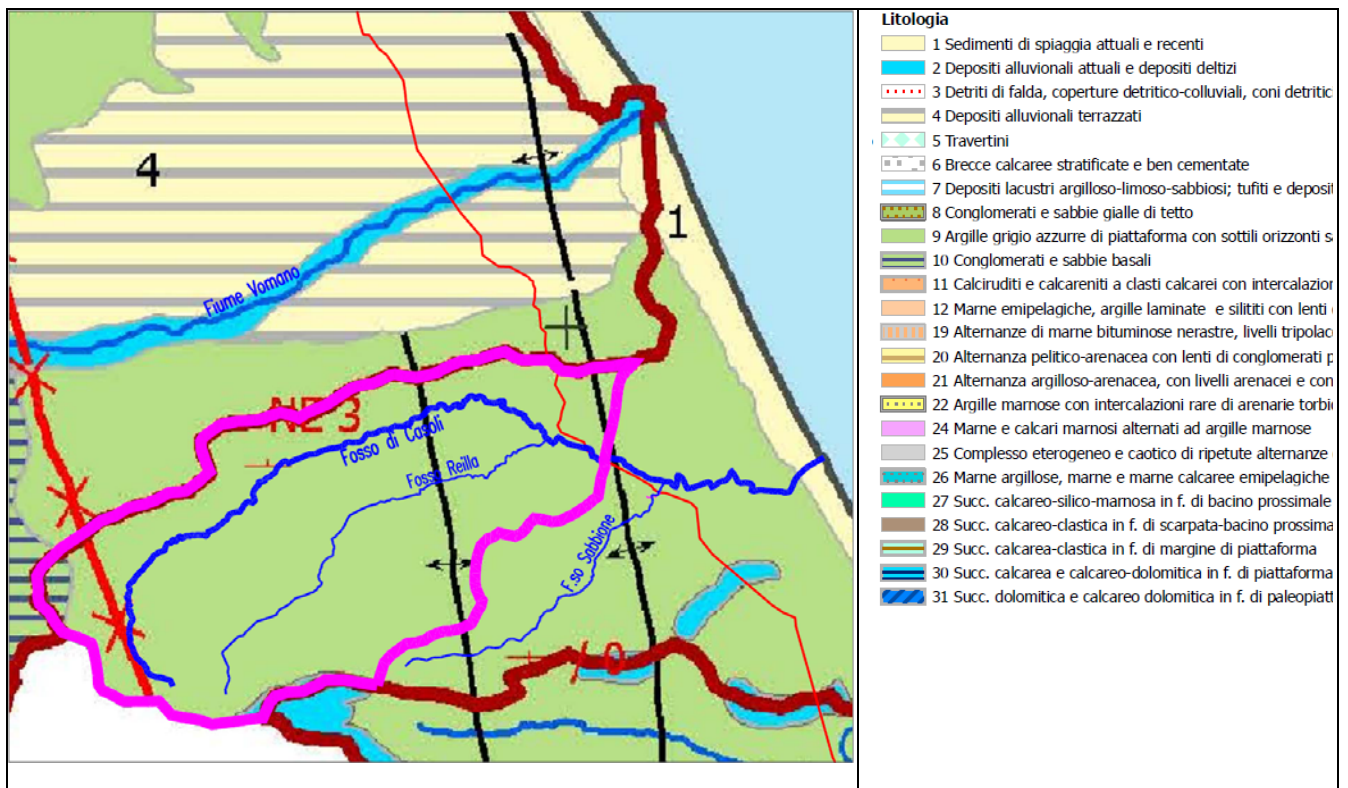


Fig.4.4/A: Bacino sulla Carta Geo-Idrologica

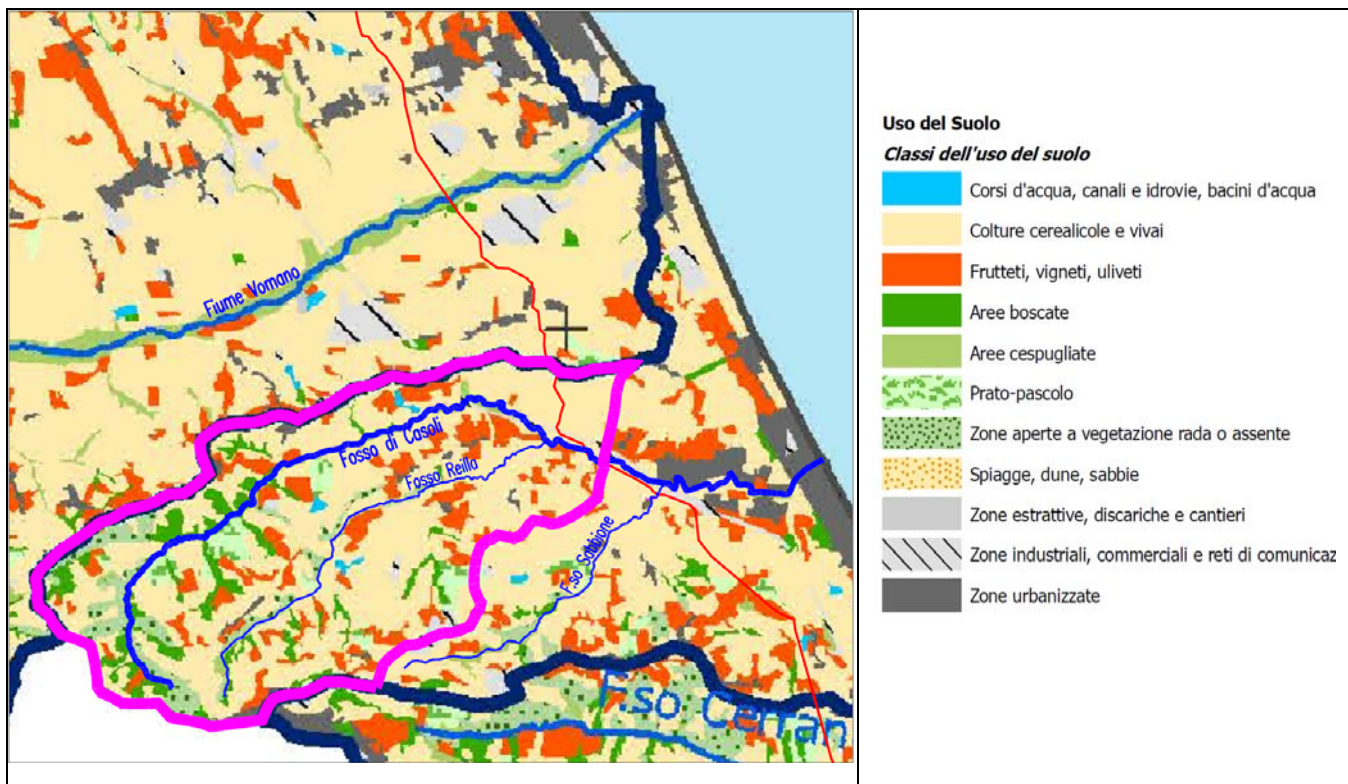


Fig.4.4/B: Bacino sulla Carta Uso del suolo

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83136
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 24 di 96

Dall'esame della Carta litologica si rileva che il bacino ricade su complessi argillosi, e dunque su terreni poco permeabili.

Dall'uso del suolo si rileva che nel bacino sono praticamente nulle le aree urbanizzate. I terreni sono coltivati prevalentemente con colture cerealicole, con presenza significativa di frutteti, aree boscate e cespugliate.

Infine per quanto riguarda le pendenze dei versanti media risulta nell'ordine del 15-20%.

Pertanto in considerazione delle caratteristiche peculiari del bacino e facendo riferimento ai valori suggeriti nelle tabelle di cui al sottoparagrafo precedente si è cautelativamente assegnato un coefficiente di deflusso ( $c$ ) pari a 0.50.

#### Coefficiente di laminazione ( $\varepsilon$ )

Per quanto riguarda il coefficiente di deflusso, si assume cautelativamente  $\varepsilon=1$

#### L'altezza di pioggia ragguagliata ( $h_{ragg}$ )

Per la valutazione delle curve di possibilità pluviometrica ( $h=at^n$ ), si è fatto riferimento alla stazione pluviometrica di "Atri", per la quale nell'ambito degli studi del PSDA sono state eseguite le elaborazioni statistiche sui dati estremi di pioggia (1, 3, 6, 12, 24h). La stazione è posizionata in prossimità dello spartiacque del bacino in esame e pertanto risulta idrologicamente rappresentativa.

Qui di seguito si riportano i parametri caratteristici per la valutazione delle curve di possibilità pluviometrica (fonte: Elaborato r0601 studio PSDA della Regione Abruzzo - Allegato A, Tab.S)

Stazione	$m_1$	$n$	$h_{1,20}$	$n(20)$	$h_{1,50}$	$n(50)$	$h_{1,100}$	$n(100)$	$h_{1,200}$	$n(200)$	$h_{1,500}$	$n(500)$
COLONNELLA	26.7	0.332	50.2	0.332	61.7	0.332	69.7	0.332	78.0	0.332	88.9	0.332
NERETO	25.9	0.283	48.7	0.283	59.8	0.283	67.6	0.283	75.6	0.283	86.2	0.283
GIULIANOVA SPIAG.	25.1	0.319	47.2	0.319	58.0	0.319	65.5	0.319	73.3	0.319	83.6	0.319
BELLANTE	28.0	0.292	52.6	0.292	64.7	0.292	73.1	0.292	81.8	0.292	93.2	0.292
ROSETO ABRUZZI	30.4	0.286	57.2	0.286	70.2	0.286	79.3	0.286	88.8	0.286	101.2	0.286
GUARDIA VOMANO	31.0	0.329	58.3	0.329	71.6	0.329	80.9	0.329	90.5	0.329	103.2	0.329
SILVI ALTA	26.7	0.262	50.2	0.262	61.7	0.262	69.7	0.262	78.0	0.262	88.9	0.262
<b>ATRI</b>	25.0	0.367	<b>47.0</b>	<b>0.367</b>	<b>57.8</b>	<b>0.367</b>	<b>65.3</b>	<b>0.367</b>	<b>73.0</b>	<b>0.367</b>	<b>83.3</b>	<b>0.367</b>
FARINDOLA	27.4	0.339	51.5	0.339	63.3	0.339	71.5	0.339	80.0	0.339	91.2	0.339
PENNE	23.9	0.355	44.9	0.355	55.2	0.355	62.4	0.355	69.8	0.355	79.6	0.355
MOSCUFO	21.5	0.339	40.4	0.339	49.7	0.339	56.1	0.339	62.8	0.339	71.6	0.339

Nella tabella precedente i parametri relativi alla stazione pluviometrica di riferimento (stazione di Atri) sono stati evidenziati in giallo.



	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 25 di 96

#### 4.4.3 Risultati delle elaborazioni idrologiche

I risultati delle elaborazioni idrologiche (condotte con il “metodo razionale”) sono riportati nella tabella seguente.

*Tab.4.4/B: Portate di piena valutate con il metodo indiretto*

TR	a	n	tc(h)	Hr	FI	S (kmq)	Q (mc/s)
20	47.0	0.367	3.9	77.4	0.5	22.7	62.7
50	57.8	0.367	3.9	95.2	0.5	22.7	77.1
100	65.3	0.367	3.9	107.6	0.5	22.7	87.1
200	73.0	0.367	3.9	120.3	0.5	22.7	<b>97.3</b>
500	83.3	0.367	3.9	137.3	0.5	22.7	111.1

#### 4.5 Portata di progetto

Si assume come portata di progetto (per le verifiche idrauliche di cui al capitolo seguente) la portata duecentennale (associata ad un tempo di ritorno di 200 anni), valutata con il metodo Afflussi-Deflussi e indicata nella tabella seguente:

*Tab.4.5/A: Portata di progetto - tabella riepilogativa*

Sezione	Superficie Bacino (kmq)	Qprogetto (mc/s)	qmax (mc/s-kmq)
Fosso di Casoli / Sez. idrologica di studio	22.7	<b>97.3</b>	4.3

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 26 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

## 5 STUDIO IDRAULICO IN MOTO PERMANENTE

### 5.1 Presupposti e limiti dello studio

Nel presente capitolo sono descritte le procedure operative ed i risultati delle analisi condotte per la verifica delle condizioni idrauliche del deflusso di piena del corso d'acqua nel tronco oggetto dell'intervento. In particolare nello specifico si è deciso di svolgere l'analisi idraulica, attraverso una *modellazione in moto permanente* in un tronco d'alveo idraulicamente significativo a cavallo degli ambiti di attraversamento da parte 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>2</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>2</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.).

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 27 di 96	<b>Rev.</b> 1

## 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 in prossimità degli ambiti di attraversamento del metanodotto, per uno sviluppo complessivo di circa 400 m.

I dati geometrici di base derivano da un rilievo topografico effettuato tramite volo Lidar (appositamente eseguito per la progettazione del metanodotto in esame), che ha consentito la definizione di dettaglio delle caratteristiche geometriche dell'alveo e delle sponde lungo lo sviluppo del tronco d'alveo oggetto di analisi. In aggiunta poiché nel tronco in esame si rileva la presenza di un ponte, al fine di individuare le caratteristiche geometriche del manufatto, è stato eseguito un rilievo topografico integrativo a terra.

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 planimetrico (ricavato dalle CTR), nel quale l'asta del corso d'acqua è indicata in colore blu, le sezioni trasversali utilizzate per il calcolo idraulico sono indicate in magenta ed infine il tracciato del metanodotto in progetto è riportato tramite una linea in colore in rosso.

La sezione Sez.1 (RS90) coincide con la sezione di monte del tronco idraulico; la sezione Sez.9 (RS10) rappresenta la sezione idraulica di valle.

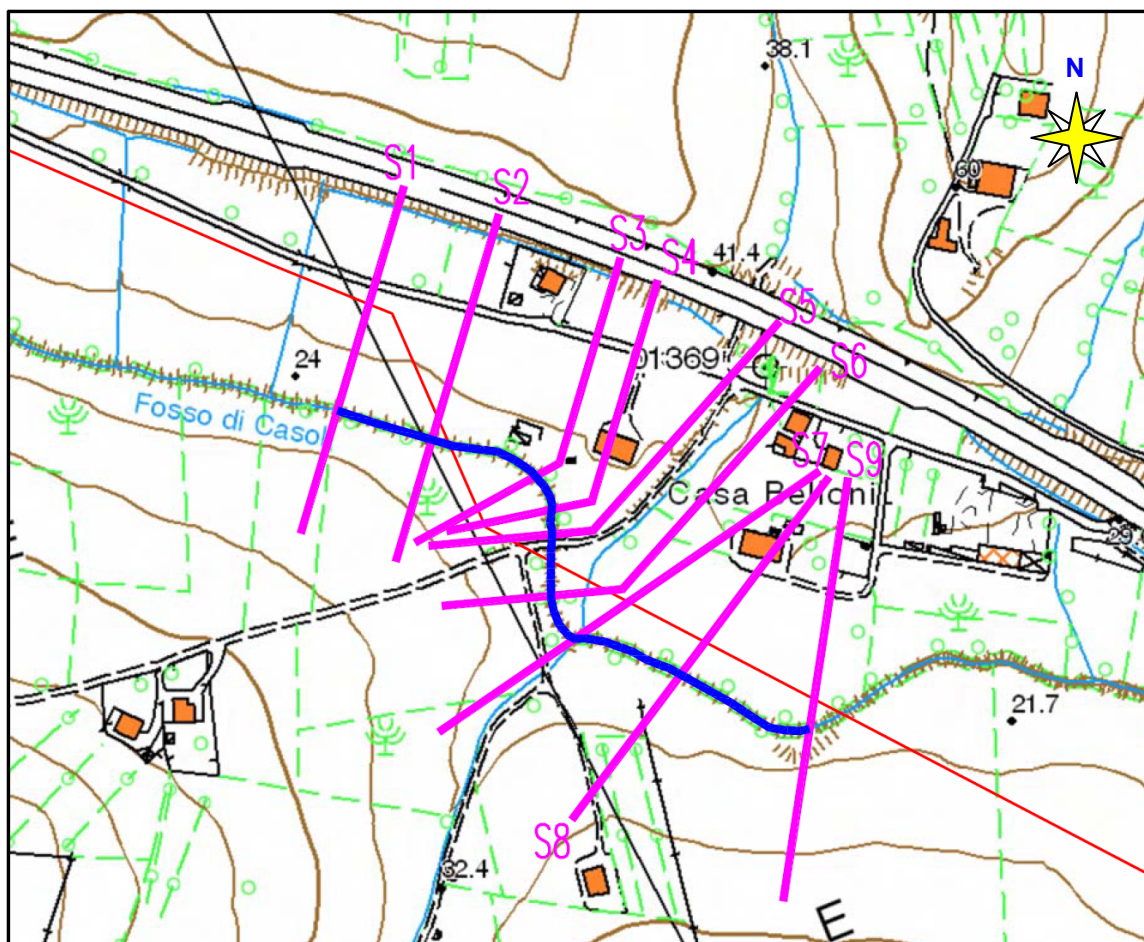


Fig.5.2/A: Foto aerea del tronco d'alveo analizzato e sezioni iniziali di input

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 28 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

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

Tab.5.2/A: quadro geometrico generale della modellazione

SEZIONE IDRAULICA (River Station)	SEZIONE DEL RILIEVO	PROGRESSIVA (m)	DISTANZA dalla Sez. succ. (m)	DESCRIZIONE
RS90	Sez.1	0.00	60.01	Sezione di monte
RS80	Sez.2	60.01	68.21	
RS70	Sez.3	128.22	23.29	
RS60	Sez.4	151.51	15.12	
RS50	Sez.5	166.63	37.23	Ciglio di monte ponte
RS40	Sez.6	203.86	31.26	
RS30	Sez.7	235.12	68.55	
RS20	Sez.8	303.67	87.27	
RS10	Sez.9	390.94	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.

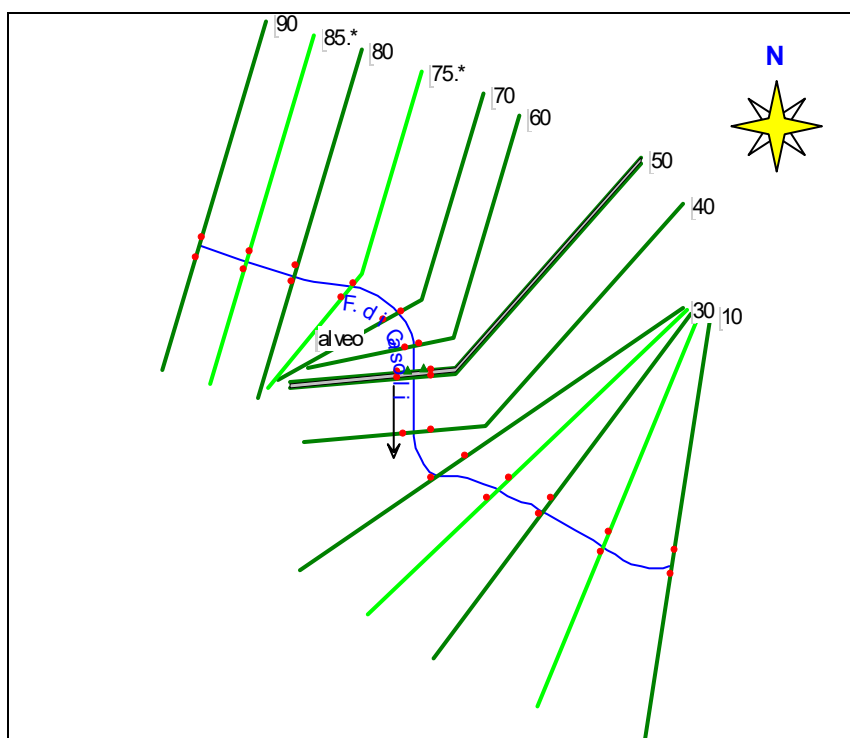


Fig.5.2/B: Modellazione geometrica in HEC-RAS (RS90 a monte e RS10 a valle)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83136
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 29 di 96

#### 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:

- $Q_{200} = 97.3$  mc/s

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

Le condizioni al contorno imposte alle estremità del tronco d'alveo oggetto di studio, sono costituite da un flusso in moto uniforme "normal depth" a monte (RS90) ed a valle (RS10), in considerazione delle pendenze al fondo individuati per i tratti immediatamente esterni alle estremità del tronco.

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

- 0,035 per l'alveo medio principale (Chan);
- 0,055 per le aree golenali 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> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 30 di 96	<b>Rev.</b> 1

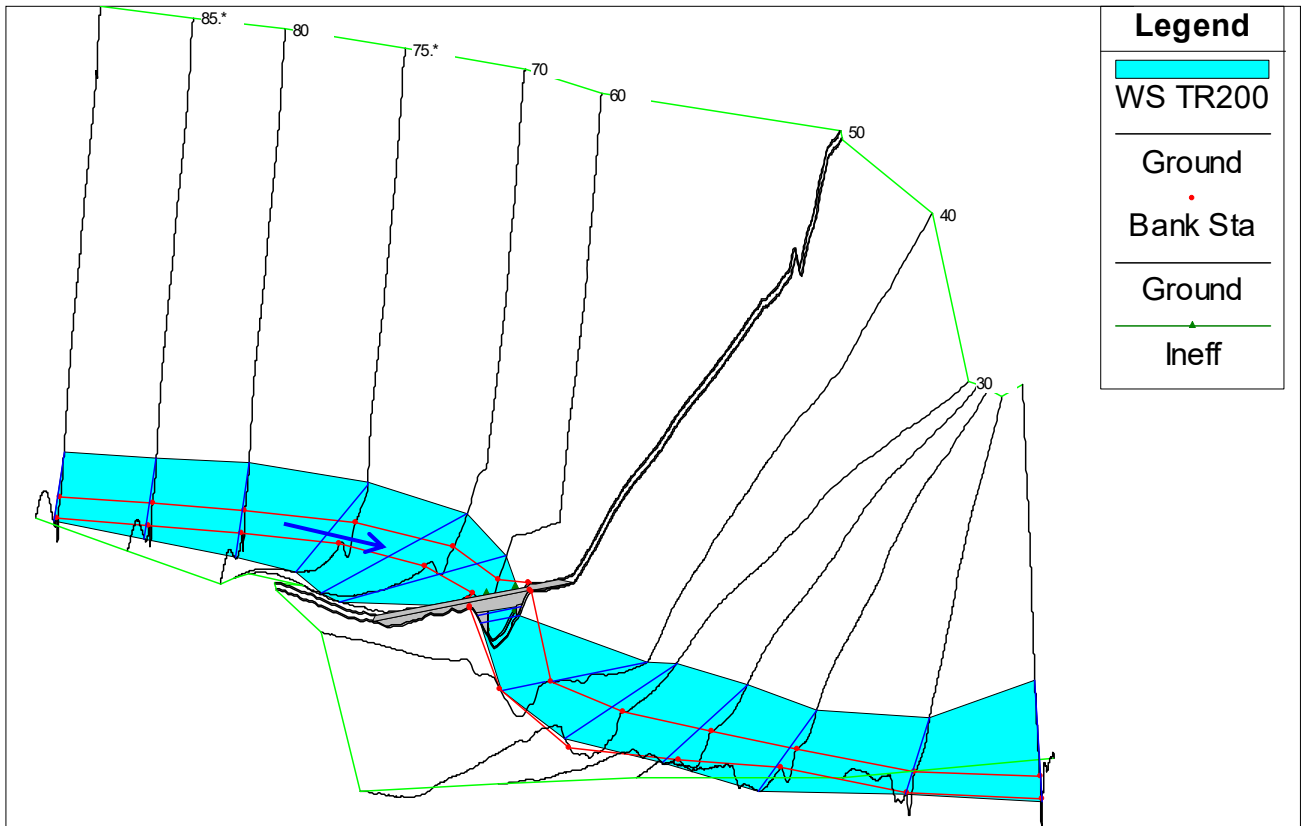


Fig.5.3/A: Schermata di Output del programma – visione prospettica (RS90: monte / RS10: valle)

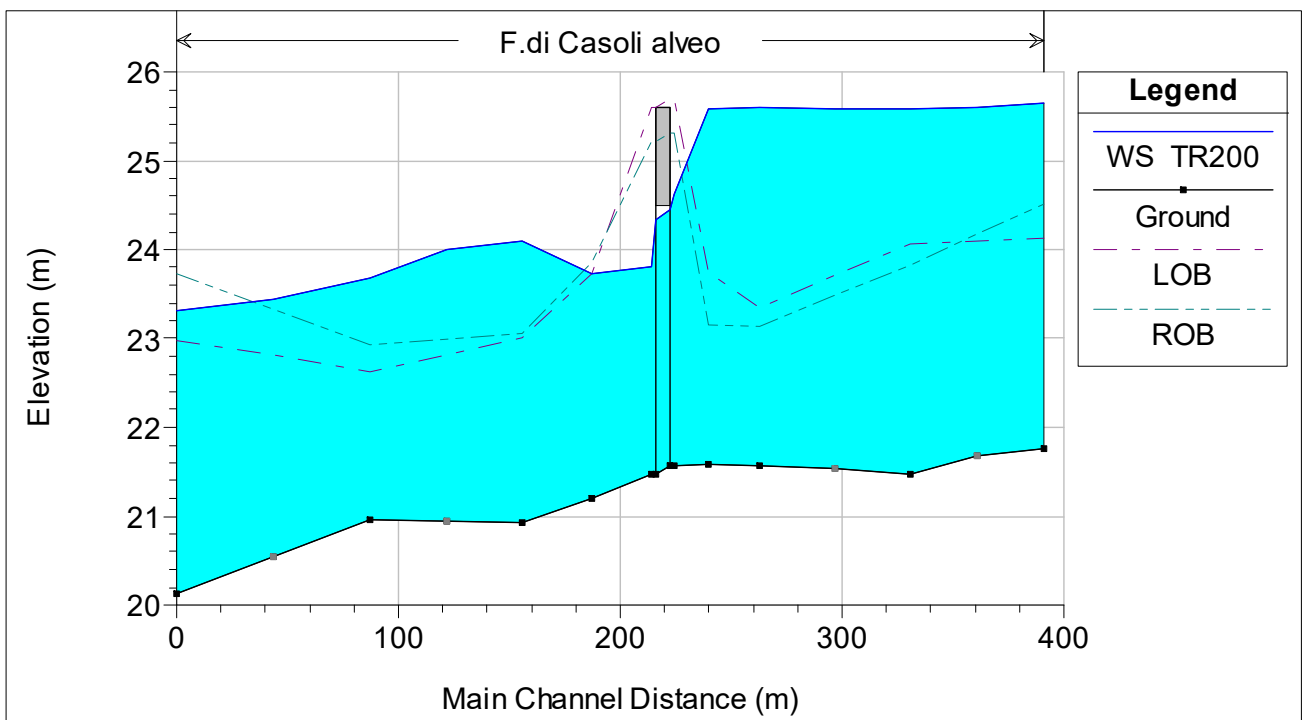


Fig.5.3/B: Schermata di Output del programma – Profilo longitudinale (RS90: monte / RS10: valle)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83136	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 31 di 96	Rev. 1

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

*Tab.5.3/A: Tabella Riepilogativa generale di Output*

River Station	Q Total (m3/s)	Min Ch Elev (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Hydr Depth C (m)	Shear Chnl (N/m2)	Froude Chl
90	97.3	21.76	25.64	24.95	25.88	0.002499	2.42	54.62	34.31	2.45	54.06	0.49
85.*	97.3	21.68	25.6		25.8	0.002073	2.29	62.47	39.76	2.61	47.46	0.45
80	97.3	21.48	25.59		25.73	0.001528	2.03	75.67	46.7	2.82	36.66	0.39
75.*	97.3	21.53	25.59		25.67	0.000892	1.64	93.87	51.71	2.92	23.36	0.31
70	97.3	21.57	25.6		25.64	0.000425	1.18	129.87	60.99	3.03	11.89	0.22
60	97.3	21.59	25.58		25.63	0.000495	1.32	123.02	58.4	3.36	14.52	0.23
50	97.3	21.57	24.62	24.44	25.52	0.007767	4.22	23.06	15.54	2.31	165.2	0.89
49.5	Bridge											
49	97.3	21.47	23.81	24.28	25.35	0.027065	5.5	17.69	13	1.36	335.85	1.5
40	97.3	21.2	23.73	23.98	24.58	0.016413	4.28	29.91	47.5	1.36	203.26	1.17
30	97.3	20.93	24.1	22.79	24.2	0.000818	1.44	83.44	51.66	2.42	18.83	0.3
25.*	97.3	20.95	24		24.15	0.001626	1.93	67.55	48.12	2.23	34.48	0.41
20	97.3	20.96	23.68		24.04	0.005566	3.06	46.98	43.87	1.84	94.02	0.72
15.*	97.3	20.55	23.44		23.78	0.006047	2.98	45.14	39.93	1.69	92.02	0.73
10	97.3	20.13	23.32	23.05	23.53	0.004001	2.43	61.24	59.43	1.75	61.27	0.59

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

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

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



PROGETTISTA



UNITÀ  
000

COMMESSA  
023081

LOCALITÀ

Regioni: Marche e Abruzzo

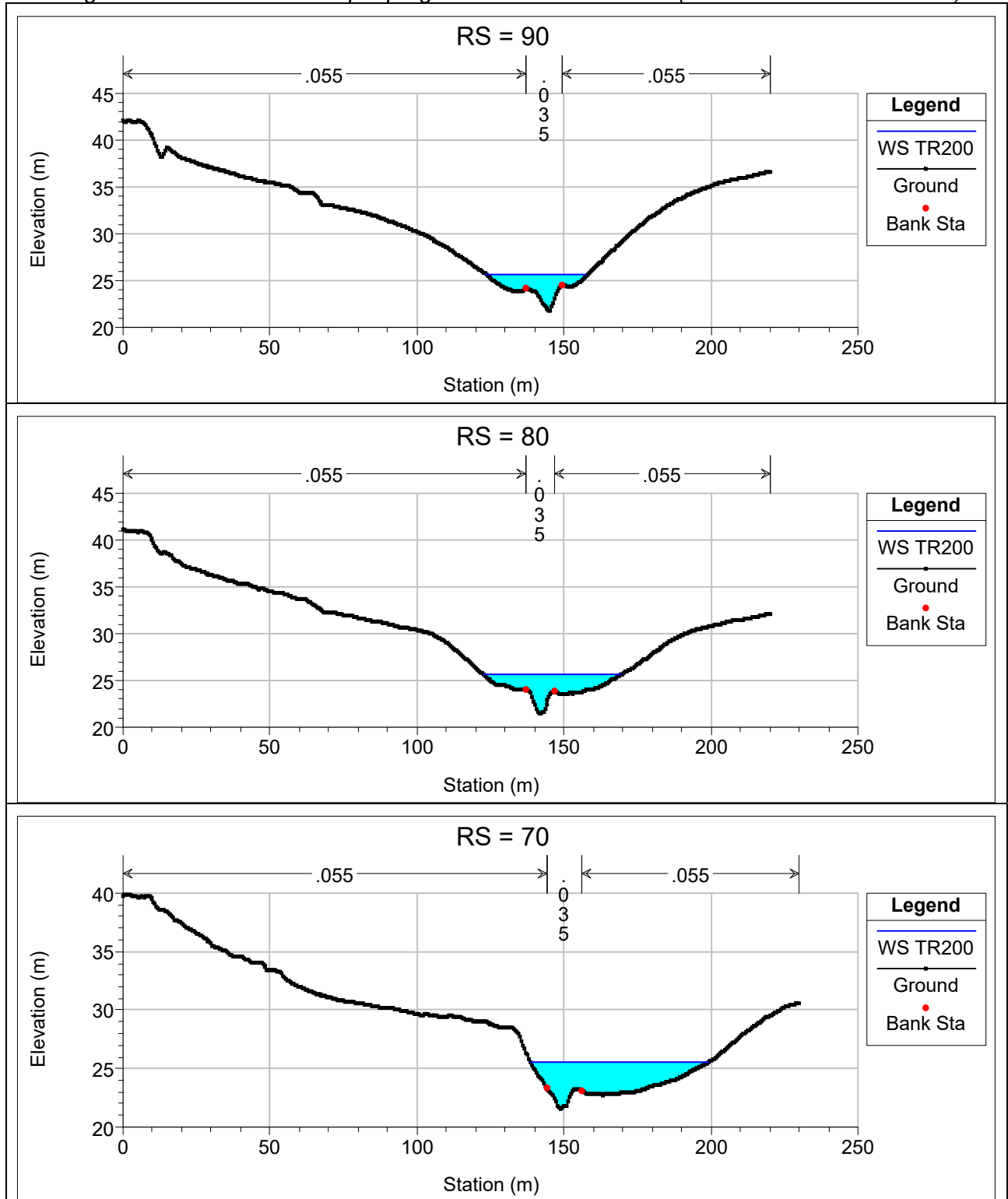
LA-E- 83136

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

Fg. 32 di 96

Rev.  
1

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







PROGETTISTA



UNITÀ  
000

COMMESSA  
023081

LOCALITÀ

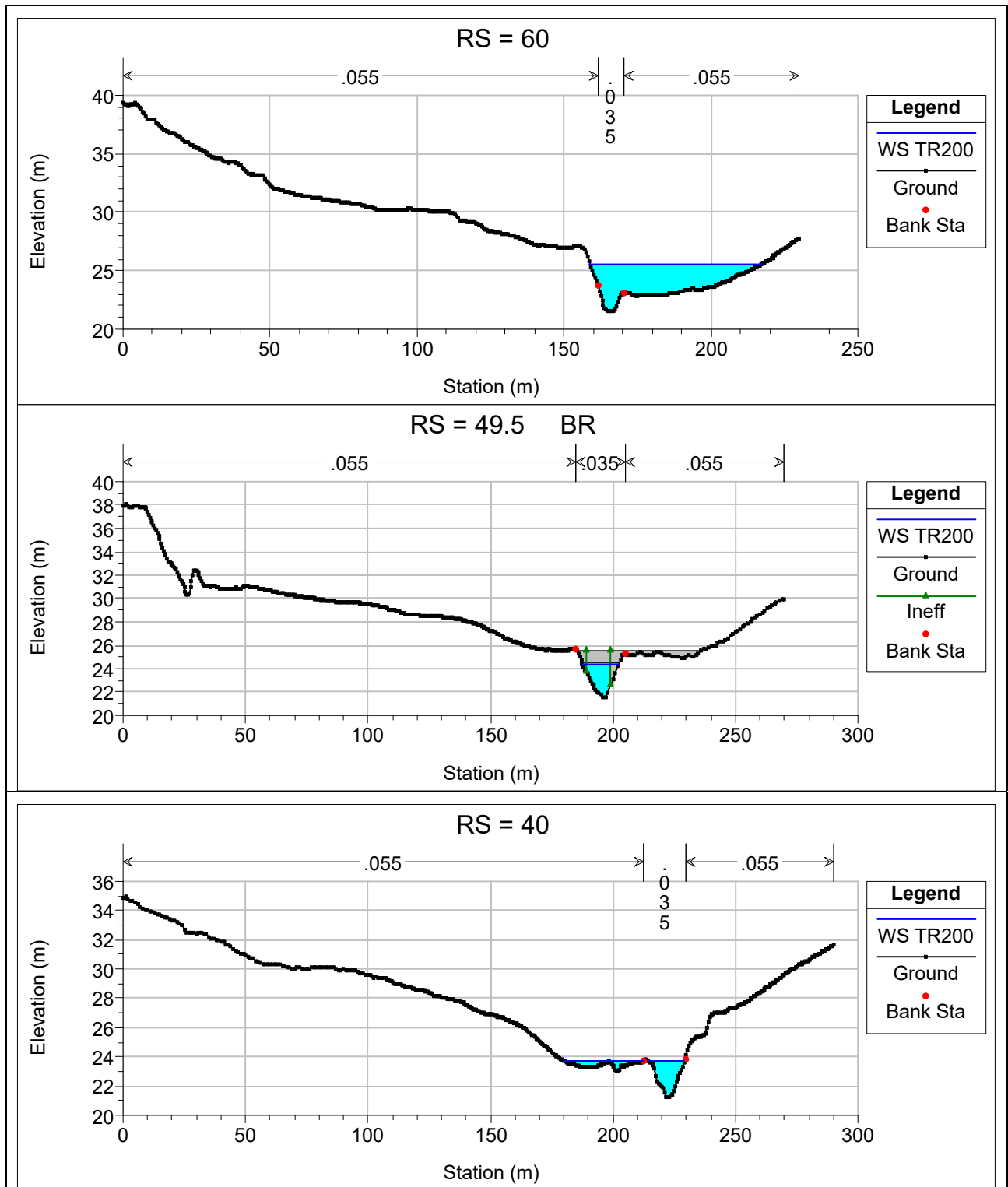
Regioni: Marche e Abruzzo

LA-E- 83136

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

Fg. 33 di 96

Rev.  
1





PROGETTISTA



UNITÀ  
000

COMMESSA  
023081

LOCALITÀ

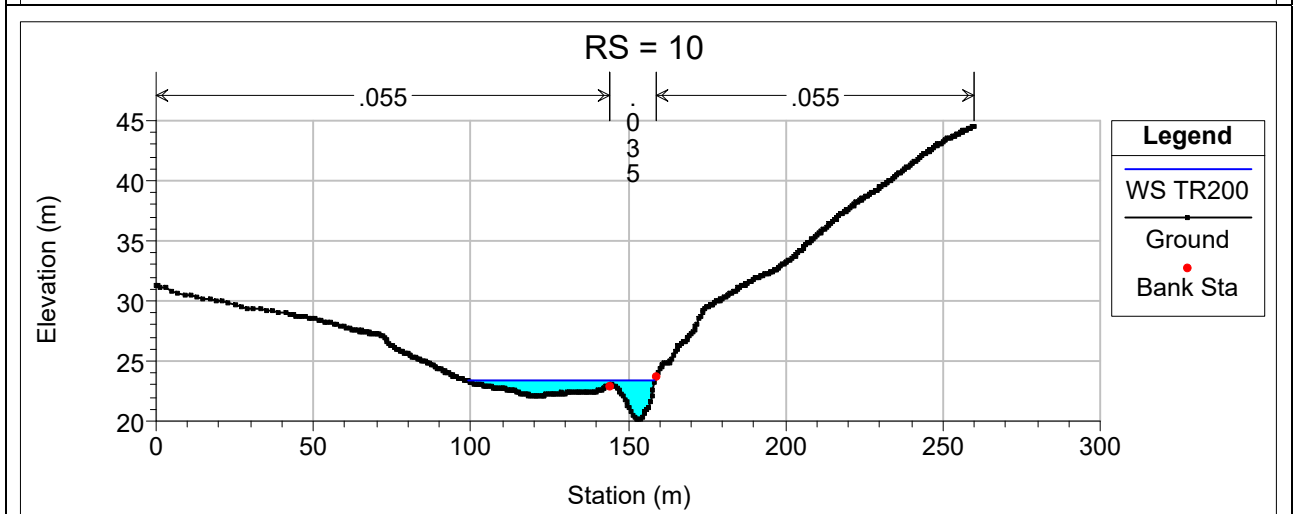
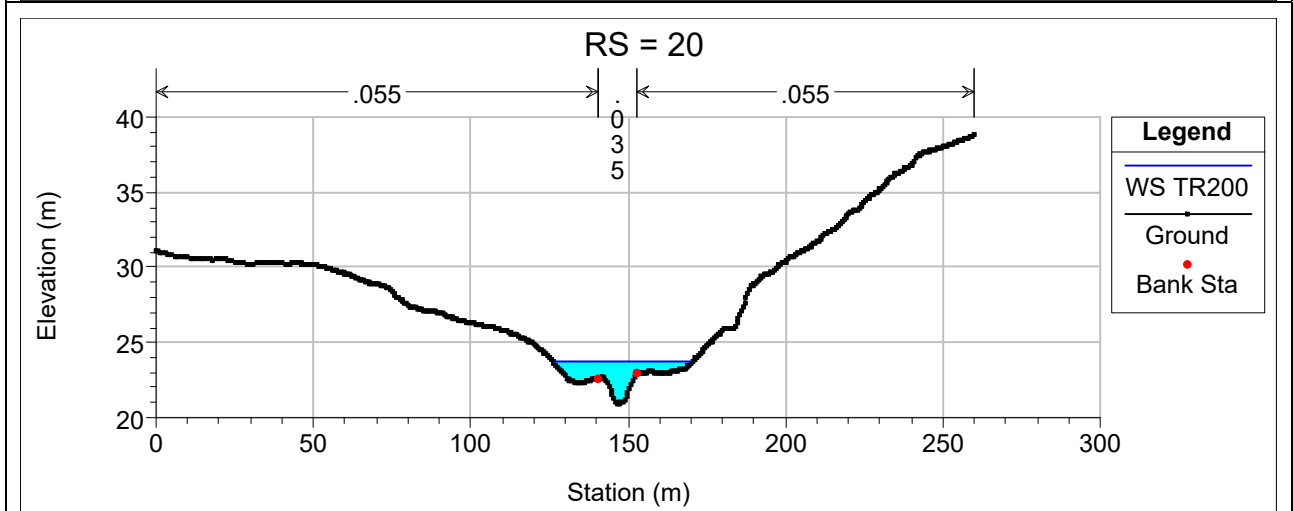
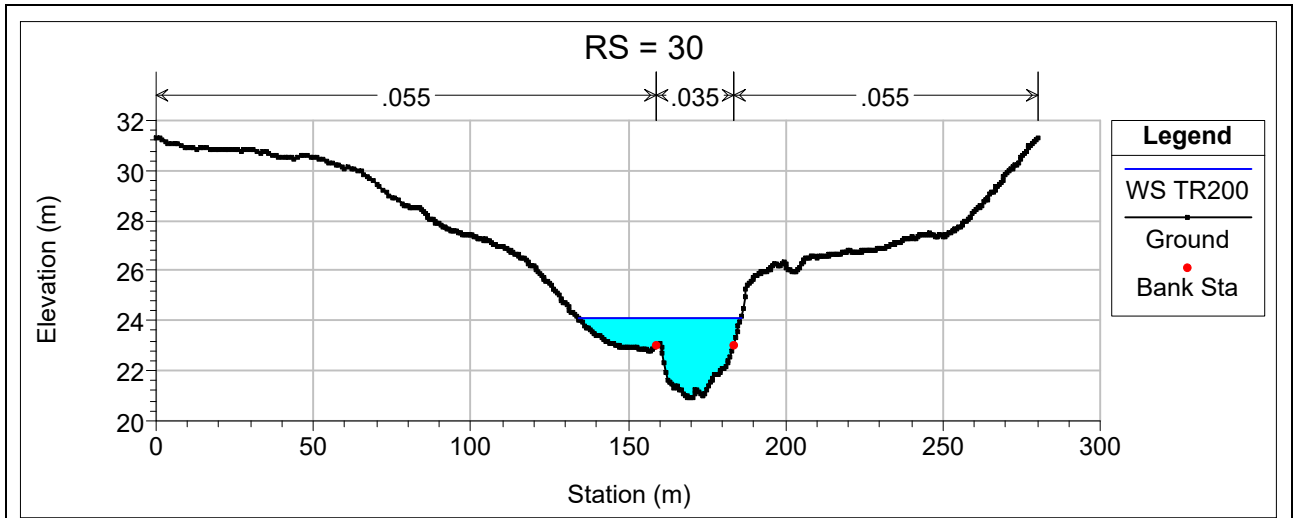
Regioni: Marche e Abruzzo

LA-E- 83136

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

Fg. 34 di 96

Rev.  
1



	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 35 di 96

#### 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.

Dall'esame dei risultati della simulazione idraulica, si rileva che nel tronco idraulico considerato, la sezione d'alveo non risulta in grado di contenere la portata di progetto (portata duecentennale). Infatti esondazioni si rilevano sia in sinistra che in destra idrografica per tutto lo sviluppo del tronco idraulico analizzato; tuttavia le stesse rimangono confinate nell'intorno dell'alveo, in considerazione delle significative pendenze dei versanti laterali.

La configurazione del ponte della strada comunale non risulta adeguata per far defluire correttamente la portata considerata. Infatti, seppur non si verificano sormonti, il ponte determina una palese contrazione della sezione di deflusso delle acque.

Le velocità di deflusso della corrente risultano generalmente variabili nell'ordine dei 2÷3 m/s; tuttavia in prossimità del ponte le velocità di deflusso tendono ad aumentare notevolmente (sino ad oltre ai 5 m/s)

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

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 36 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

## 6 VALUTAZIONE EROSIONI DI FONDO ALVEO

### 6.1 Generalità

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

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

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

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

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83136
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 37 di 96

## 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>3</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>4</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>3</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>4</sup> Schoklitsh A., "Stauraum verlandung und kolkbewehr", Springer ed., Vienna, 1935.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 38 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

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>5</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>6</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>5</sup> Si veda la sintesi di questi lavori in Graf W.H., "Hydraulics of sediment transport"; McGraw-Hill, U.S.A.; 1971.

<sup>6</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 Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83136	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 39 di 96	Rev. 1

### 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)
90	97.3	2.42	34.31	2.45	2.84	2.75	1.12	1.23
85.*	97.3	2.29	39.76	2.61	2.45	2.88	1.09	1.31
80	97.3	2.03	46.7	2.82	2.08	3.03	1.07	1.41
75.*	97.3	1.64	51.71	2.92	1.88	3.06	1.04	1.46
70	97.3	1.18	60.99	3.03	1.60	3.10	1.00	1.52
60	97.3	1.32	58.4	3.36	1.67	3.45	1.05	1.68
50	97.3	4.22	15.54	2.31	6.26	3.22	1.50	1.16
49.5	Bridge							
49	97.3	5.5	13	1.36	7.48	2.90	1.52	0.68
40	97.3	4.28	47.5	1.36	2.05	2.29	0.95	0.68
30	97.3	1.44	51.66	2.42	1.88	2.53	0.96	1.21
25.*	97.3	1.93	48.12	2.23	2.02	2.42	0.97	1.12
20	97.3	3.06	43.87	1.84	2.22	2.32	0.98	0.92
15.*	97.3	2.98	39.93	1.69	2.44	2.14	0.97	0.85
10	97.3	2.43	59.43	1.75	1.64	2.05	0.86	0.88

Nella seguente tabella vengono riportati i valori stimati per il diametro limite dei clasti trasportabili dalla corrente. In particolare, in color nero sono riportati le River Station e le Shear Channel (tensioni tangenziali in alveo), di cui alla Tab.5.3/A del capitolo precedente; mentre i valori riportati in blu sono stati valutati in considerazione degli algoritmi descritti nel paragrafo precedente.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83136	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 40 di 96	Rev. 1

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

River Station	Shear Chan (N/m <sup>2</sup> )	Diametro limite clasti trasportati (m)
90	54.06	0.06
85.*	47.46	0.06
80	36.66	0.04
75.*	23.36	0.03
70	11.89	0.01
60	14.52	0.02
50	165.2	0.19
49.5		0.00
49	235.85	0.28
40	203.26	0.24
30	18.83	0.02
25.*	34.48	0.04
20	94.02	0.11
15.*	92.02	0.11
10	61.27	0.07

#### 6.4 Considerazione sui risultati conseguiti

Sulla base delle valutazioni di cui al paragrafo precedente si evince che, relativamente al tronco d'alveo analizzato (nel quale ricade l'attraversamento da parte del metanodotto in progetto), le massime erosioni attese al fondo si attestano intorno a valori dell'ordine dei **1.5÷1.7 m**.

La corrente, nel tratto in esame ed in concomitanza dell'evento di piena di progetto, in generale risulta potenzialmente in grado di movimentare clasti del diametro dell'ordine dei 0.10m. In prossimità del ponte (dove la velocità di deflusso aumenta notevolmente) la corrente risulta potenzialmente in grado di movimentare clasti del diametro anche superiore a 0.20m.



	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83136	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 41 di 96	Rev. 1

## 7 1° E 2° ATTRAVERSAMENTO - METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI

### 7.1 Premessa

La definizione del progetto degli attraversamenti in esame è stata effettuata in riferimento a valutazioni di tipo geomorfologico, geotecnico ed idraulico, condotte per ciascun ambito 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 degli ambiti d'interferenza ha condotto all'individuazione del sistema di posa in subalveo della pipeline mediante la metodologia degli "scavi a cielo aperto". Ciò in quanto, in corrispondenza dei n.2 attraversamenti in esame, la configurazione d'alveo presenta dimensioni sostanzialmente modeste, le portate defluenti risultano in generale moderate e pertanto si individuano condizioni favorevoli per il corretto sviluppo dei lavori senza particolari criticità.

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

La metodologia esecutiva consiste sostanzialmente nelle seguenti fasi:

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

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

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 42 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

articolata con uno dei seguenti modi:

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

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

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

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

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

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

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

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 43 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

### 7.3 1° Attraversamento - geometria condotta e ripristini

#### Copertura di progetto

Relativamente al profilo di posa della condotta in progetto in subalveo in corrispondenza dell'attraversamento in esame, in considerazione dei risultati conseguiti negli studi precedentemente riportati, delle condizioni peculiari del sito di intervento e delle tipologie di opere di presidio idraulico previste in progetto (con particolare riferimento alla realizzazione di un presidio d'alveo costituito da un rivestimento in massi - si veda il sottoparagrafo seguente) è stato previsto di posizionare la condotta in progetto con una copertura minima in alveo di 3.0 m (riferita alla generatrice superiore del tubo).

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 d'esercizio nei confronti dei potenziali processi erosivi.

#### Interventi di ripristino

Le opere di difesa idraulica previste nell'ambito sono:

- Rivestimento d'alveo (sponde e fondo) in massi ciclopici, da realizzare per tutta la fascia interessata dai lavori;

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

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

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

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

### 7.4 2° Attraversamento - geometria condotta e ripristini

#### Copertura di progetto

Relativamente al profilo di posa della condotta in progetto in subalveo in corrispondenza dell'attraversamento in esame, in considerazione dei risultati conseguiti negli studi precedentemente riportati, delle condizioni peculiari del sito di intervento e delle tipologie di opere di presidio idraulico previste in progetto (con particolare riferimento alla realizzazione di un presidio d'alveo costituito da un rivestimento in massi - si veda il sottoparagrafo seguente) è stato previsto di posizionare la condotta in progetto con una copertura minima in alveo di 2.9 m (riferita alla generatrice superiore del tubo).

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

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 44 di 96

d'esercizio nei confronti dei potenziali processi erosivi.

#### Interventi di ripristino

Le opere di difesa idraulica previste nell'ambito sono:

- Rivestimento d'alveo (sponde e fondo) in massi ciclopici, da realizzare per tutta la fascia interessata dai lavori;

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

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

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83136
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 45 di 96

## 8 3° ATTRAVERSAMENTO METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI

### 8.1 Metodologia costruttiva: Microtunnelling

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

In tal senso l'insieme delle caratteristiche morfologiche, geologiche, ambientali, geometriche ed idrauliche dell'ambito d'attraversamento ha condotto alla individuazione del sistema di attraversamento mediante trivellazione con la tecnica del "microtunnelling".

Tale sistema operativo è stato individuato nel caso specifico non per ragioni connesse alla dinamica fluviale del corso d'acqua, bensì in quanto mediante la trivellazione si intende superare in trenchless anche il versante in destra idrografica del corso d'acqua il quale presenta delle problematiche connesse a dinamiche per movimenti gravitativi.

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

### 8.2 Configurazione geometrica di progetto

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

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

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

#### Geometria d'attraversamento

Le principali caratteristiche geometriche del tunnel sono:

- lunghezza dello sviluppo complessivo del microtunnel: di circa 810 metri ;
- diametro interno minimo del microtunnel: 2000mm;
- raggio di curvatura per i tratti curvilinei: pari a 1500 m;
- copertura minima della generatrice superiore del tunnel dalle quote di fondo dell'alveo del corso d'acqua: di circa 10m;
- postazione di partenza (di spinta): in sinistra idrografica del fiume (monte senso gas), con profondità del pozzo di circa 7m dal piano campagna. Distanza dalla sponda sinistra del corso d'acqua: di oltre 80m (misurata lungo lo sviluppo della condotta);
- postazione di arrivo (di recupero): in destra idrografica del fiume (valle senso gas);

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83136	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 46 di 96	Rev. 1

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

### 8.3 Descrizione della tecnica costruttiva del microtunnel

#### 8.3.1 Generalità

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

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

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

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

#### 8.3.2 Requisiti generali del sistema costruttivo

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

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

- La testa fresante sarà a tenuta idraulica

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

- Stazione di spinta principale e stazioni di spinta intermedie

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

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

- Sistema di controllo dell'avanzamento della trivellazione

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

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

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 47 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

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

- Tubi di rivestimento in c.a.

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

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

- Giunti di tenuta idraulica

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

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

- Iniezioni di intasamento "tubo di rivestimento – terreno"

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

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

- Sistema di evacuazione del materiale di scavo (slurry)

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

- Impianto di produzione dei fanghi di perforazione

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

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

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 48 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

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

### 8.3.3 Fasi Operative

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

#### Fasi Operative:

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

#### Impianto cantiere

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

#### Esecuzione delle postazioni di estremità

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

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



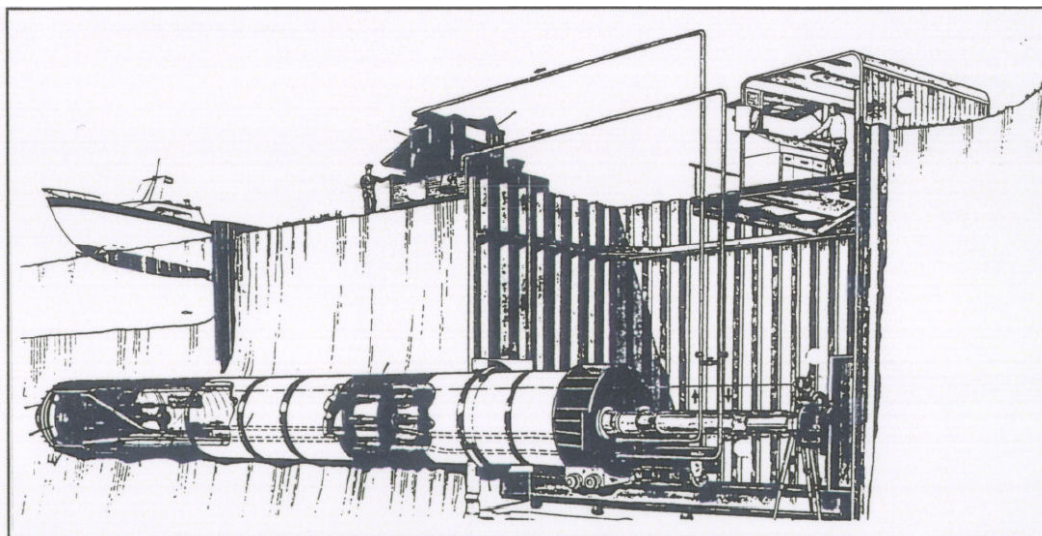
	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo	<b>LA-E- 83136</b>		
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 49 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>	

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

#### Esecuzione della trivellazione

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

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



*Schema del sistema di trivellazione con microtunnel*



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

#### Varo delle condotte

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

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83136
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 50 di 96

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

- *Varo dell'intera colonna in unica soluzione*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

La condotta sarà protetta con:

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

#### Collaudo idraulico delle condotte

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

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

#### Posa dei cavi

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

#### Ripristini

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

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 51 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

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

#### 8.3.4 Considerazioni sulla stabilità per filtrazione in subalveo

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Si è già detto che la metodologia minimizza le deformazioni plastiche nel terreno e le conseguenti alterazioni delle caratteristiche di permeabilità: la sua rottura viene ottenuta per rotazione e non per taglio avendosi così una sorta di aderenza tra il rivestimento e il terreno (l'utilizzo dei fanghi bentonitici e la possibilità di bilanciare le

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 52 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

pressioni esterne contribuiscono a minimizzare l'alterazione dello stato tensionale preesistente nel terreno).

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

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

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

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83136
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 53 di 96

## 9 VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA

### 9.1 Premessa

Il Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni (PSDA) per il territorio ricompreso nei 14 Bacini Idrografici abruzzesi di rilievo regionale con esclusione del Bacino Interregionale del Fiume Sangro, è stato adottato con DGR 1050 del 5 Novembre 2007 ed approvato con DCR del 29 Gennaio 2008, Verbale N° 94/5.

Per quanto riguarda il territorio abruzzese ricompreso nel Bacino Idrografico Interregionale del Fiume Sangro, il PSDA è stato adottato con DGR N° 237 del 31 Marzo 2008 ed approvato con DCR n.101/5 del 29 Aprile 2008.

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 soppresse 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 Piani di bacino 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.

### 9.2 PSDA - Analisi disposizioni per le aree di pericolosità idraulica

Il PSDA, individua e perimetra le aree di pericolosità idraulica attraverso la determinazione dei livelli corrispondenti a condizioni di massima piena valutati con i metodi scientifici dell'idraulica.

In tali aree il Piano ha la finalità di evitare l'incremento dei livelli di pericolo e rischio idraulico, impedire interventi pregiudizievoli per il futuro assetto idraulico del territorio, salvaguardare e disciplinare le attività antropiche, assicurare il necessario coordinamento con il quadro normativo e con gli strumenti di pianificazione e programmazione in vigore.

Il PSDA individua n.4 livelli di pericolosità idraulica, ossia:

- pericolosità idraulica molto elevata (P4);
- pericolosità idraulica elevata (P3);
- pericolosità idraulica media (P2);
- pericolosità idraulica moderata (P1);

Inoltre, il PSDA perimetra le aree a rischio idraulico all'interno delle aree di pericolosità idraulica, esclusivamente allo scopo di individuare ambiti ed ordini di priorità degli interventi di mitigazione del rischio, nonché allo scopo di segnalare aree di interesse per i piani di protezione civile. Tali aree sono classificate come di rischio molto elevato (R4), elevato (R3), medio (R2) e moderato (R1).

#### Norme Generali

Secondo l'Art. 7 delle NdA (Norme di Attuazione del Piano), tutti i nuovi interventi, opere ed attività ammissibili nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata, elevata e media sono realizzati o iniziati subordinatamente alla presentazione dello studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 8, se richiesto dalle NdA, in applicazione delle linee guida e dei criteri indicati nell'Allegato D.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83136
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 54 di 96

Nelle aree di pericolosità idraulica sono consentiti esclusivamente gli interventi individuati dalle disposizioni degli articoli da 17 a 23, con inammissibilità di tutti gli altri, nel rispetto delle condizioni stabilite dallo studio di compatibilità idraulica ove richiesto.

Allo scopo di impedire l'aumento delle situazioni di pericolosità nelle aree di pericolosità idraulica perimetrate dal PSDA tutti i nuovi interventi, opere, attività previsti dallo stesso PSDA ovvero assentiti dopo la sua approvazione devono essere comunque tali da:

- non compromettere la riduzione delle cause di pericolosità, né la sistemazione idraulica a regime;
- conservare o mantenere le condizioni di funzionalità dei corsi d'acqua, facilitare il normale deflusso delle acque ed il deflusso delle piene;
- non aumentare il rischio idraulico;
- non ridurre significativamente le capacità di laminazione o invasamento nelle aree interessate;
- favorire quando possibile la formazione di nuove aree inondabili e di nuove aree permeabili;
- salvaguardare la naturalità e la biodiversità degli alvei.

Gli interventi elencati adottano normalmente le tecniche di realizzazione a basso impatto ambientale.

#### Interventi consentiti nelle Aree di Pericolosità Idraulica Molto Elevata (P4)

L'Art. 19 delle NdA indica come, fermo restando quanto stabilito negli articoli 7, 8, 9 e 10, nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata in materia di infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico sono consentiti esclusivamente:

- la manutenzione ordinaria e straordinaria di infrastrutture a rete o puntuali;
- la ricostruzione di infrastrutture a rete danneggiate o distrutte da calamità idrogeologiche, fatti salvi i divieti di ricostruzione stabiliti dall'articolo 3-ter del decreto legge n. 279/2000 convertito con modificazioni dalla legge n. 365/2000;
- le nuove infrastrutture a rete previste dagli strumenti di pianificazione territoriale, che siano dichiarate essenziali e non altrimenti localizzabili;
- l'ampliamento e la ristrutturazione di infrastrutture a rete e puntuali, destinate a servizi pubblici essenziali non delocalizzabili e prive di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili;
- i nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, ed opere connesse;
- i nuovi attraversamenti di sottoservizi a rete;
- gli interventi di allacciamento a reti principali;
- i nuovi interventi di edilizia cimiteriale purché realizzati all'interno degli impianti cimiteriali esistenti;
- le attrezzature per il tempo libero, per la fruizione pubblica, occasionale e temporanea dell'ambiente e per le attività sportive ivi compreso i percorsi ciclabili e pedonali, laghetti di pesca sportiva fermo restando quanto disposto dall'art. 13 comma 1, previa installazione di sistemi di preallarme e compatibilmente con i piani di protezione civile.

Inoltre gli interventi consentiti dal presente articolo:

- devono essere conformi ai piani di protezione civile;
- non possono incrementare in modo significativo le aree impermeabili esistenti se non stabilendo idonee misure compensative;

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83136
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 55 di 96

- non possono aumentare il carico urbanistico esistente nell'area interessata;
- sono basati su progetti che dimostrano l'esistenza della sicurezza idraulica o prevedono misure di messa in sicurezza da realizzare preventivamente o contestualmente all'intervento e misure compensative di miglioramento del regime idraulico e riqualificazione fluviale.

Interventi consentiti nelle Aree di Pericolosità Idraulica Elevata (P3), Media (P2) e Moderata (P1)

Fermo restando quanto stabilito negli articoli 7, 8, 9 e 10 delle NdA, nelle aree di pericolosità idraulica elevata sono consentiti, tra gli altri (Art. 20 delle NdA), gli interventi, le opere e le attività ammessi nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata. Lo studio di compatibilità idraulica viene sempre richiesto in tali casi.

Fermo restando quanto stabilito negli articoli 7, 8, 9 e 10, nelle aree di pericolosità idraulica media sono consentiti tra gli altri (Art. 21 delle NdA), gli interventi, le opere e le attività consentiti nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata ed elevata, alle medesime condizioni rispettivamente stabilite, nonché la realizzazione e l'ampliamento di opere ed infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico.

Tali interventi:

- devono essere conformi ai piani di protezione civile;
- richiedono lo studio di compatibilità idraulica.

Nelle aree di pericolosità idraulica moderata è demandato agli strumenti urbanistici ed ai piani di settore vigenti disciplinare l'uso del territorio, le nuove costruzioni, gli interventi sul patrimonio edilizio esistente, i mutamenti di destinazione d'uso, la realizzazione di nuovi impianti, opere ed infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico, conformemente alle prescrizioni generali degli articoli 7, 8, 9 e 10 e a condizione di impiegare tipologie e tecniche costruttive idonee alla riduzione della pericolosità e dei danni potenziali (Art. 22 delle NdA).

### 9.3 Interferenze negli ambiti specifici di attraversamento

Per il fosso di Casoli, l'ex "Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro" (nell'ambito del *Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni - PSDA*) ha individuato e perimetrato le aree di pericolosità idraulica lungo lo sviluppo del tratto medio-basso dell'asta fluviale.

Conseguentemente in corrispondenza degli ambiti di attraversamento si individuano delle interferenze tra il metanodotto in progetto con le aree di pericolosità idraulica individuate nel PSDA.

In tal senso nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico dell'ambito in esame (in scala 1:10.000), dal quale si possono individuare le effettive interferenze tra il metanodotto in progetto (riportato mediante una linea in colore rosso) con le aree censite di pericolosità idraulica per esondazioni delle piene del corso d'acqua.

Nella stessa figura è inoltre indicato schematicamente (mediante campitura rossa a strisce) il tratto di condotta con posa prevista in trenchless, nell'ambito del quale ricade il 3° (e ultimo) attraversamento del corso d'acqua.



PROGETTISTA

UNITÀ  
000COMMESSA  
023081

LOCALITÀ

Regioni: Marche e Abruzzo

LA-E- 83136

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

Fg. 56 di 96

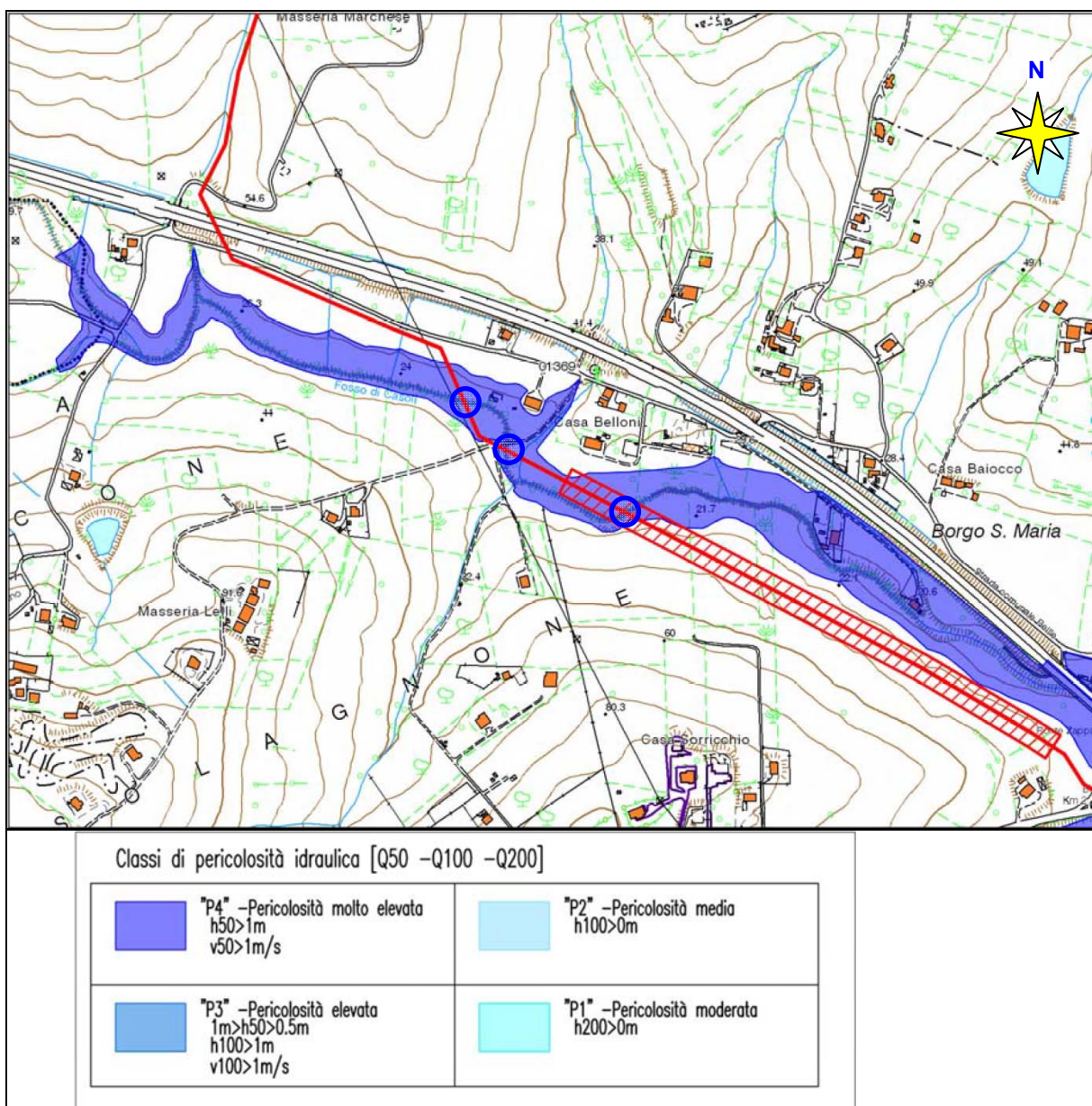
Rev.  
1

Fig.9.3/A: Interferenze tra metanodotto in progetto con le aree di "Pericolosità Idraulica"

Dall'analisi della figura precedente si rileva che il metanodotto in progetto in corrispondenza dell'ambito di percorrenza della regione fluviale del corso d'acqua, interferisce per uno sviluppo complessivo circa 365m con ambiti censiti a pericolosità idraulica molto elevata (P4).

In questo tratto il tracciato del metanodotto attraversa per n.3 volte l'alveo del fosso, di cui n.2 volte mediante la classica tecnica degli scavi a cielo aperto e n.1 volta tramite una metodologia in trenchless.



	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83136	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 57 di 96	Rev. 1

#### 9.4 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.19, comma 1 lettera c), risulta tra le tipologie di opere per le quali è consentito l'interferenza con aree classificate di pericolosità idraulica molto elevata (o inferiore).

A tal proposito si pone in evidenza che la tipologia di opera rispetta tutte le condizioni indicate nel già citato art.19 delle Norme di Piano.

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. Inoltre nello specifico la percorrenza del tracciato di progetto delle fasce fluviali del corso d'acqua è stata determinata per ragioni connesse alla scarsa disponibilità di spazi, per via della significativa antropizzazione dell'area e per motivazioni connesse all'assetto geomorfologico dei versanti laterali.

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

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

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

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

##### Considerazioni specifiche

In precedenza è stato evidenziato che il metanodotto in corrispondenza del 3° attraversamento dell'alveo del corso d'acqua verrà posizionato in trivellazione ad elevate profondità di posa. Dunque, in pratica, nello specifico non si verificano delle effettive interferenze tra la linea in progetto e la dinamica fluviale del corso d'acqua.

Differente è invece il discorso relativamente ai primi n.2 attraversamenti dell'alveo del corso d'acqua, per i quali è prevista la posa della condotta mediante scavi a cielo aperto.

A tal proposito, entrando più in dettaglio in merito agli aspetti connessi alle specifiche interferenze idrauliche in corrispondenza dell'alveo del corso d'acqua, si evidenzia quanto segue:

- Gli attraversamenti fluviali avvengono in "subalveo", con profondità di posa della condotta di sufficiente garanzia nei confronti d'eventuali fenomeni di erosione di fondo (anche localizzati e/o temporanei) che si possono produrre anche in

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 58 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

concomitanza di piene eccezionali, cosicché é 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 negli ambiti di intervento (quote in subalveo e profili di risalita) è stata stabilita anche in considerazione delle potenziali dinamiche fluviali del corso d'acqua e sono tali da non precludere la possibilità di effettuare interventi futuri in alveo, finalizzati ad attenuare o eliminare le condizioni di rischio idraulico (es: risagomature dell'alveo, realizzazione di eventuali opere di regimazione idraulica, ecc.).

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

1. *Modifiche indotte sul profilo involuppo di piena*

Non generando alterazioni dell'assetto morfologico (tubazione completamente interrata, con 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'involuppo 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 agli ambiti di attraversamento dell'alveo del corso d'acqua, ma comunque collocati all'interno delle

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 59 di 96

fasce fluviali (aree potenzialmente inondabili e quindi di pericolosità idraulica), 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 interrimento della tubazione (alla profondità di almeno 1,5 m nei confronti del piano campagna, salvo eventuali tratti a copertura ulteriormente maggiorata) e l'integrale ripristino morfologico e vegetazionale delle aree interessate dai lavori.

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

Pertanto, 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.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 60 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

## 10 CONCLUSIONI

La Snam Rete Gas, nell'ambito del progetto denominato "Rifacimento metanodotto Ravenna – Chieti" intende realizzare il nuovo tratto "San Benedetto del Tronto - Chieti, DN 650 (26") - DP 75 bar", in sostituzione del tratto di metanodotto attualmente in esercizio, che si sviluppa nell'ambito dei territori delle Marche e dell'Abruzzo.

La suddetta linea in progetto interseca per n.3 volte, in maniera consecutiva, l'alveo del fosso di Casoli, a circa 1 km a ovest della frazione di "Borgo Santa Maria Immacolata" di Pineto (TE).

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

Alla luce dei risultati conseguiti, per il superamento in subalveo del corso d'acqua in corrispondenza dei primi n.2 attraversamenti del corso d'acqua è stata prevista l'adozione della tecnica costruttiva degli "scavi a cielo aperto", con posizionamento della condotta in progetto con coperture di sicurezza adeguatamente cautelative nei confronti dei potenziali processi erosivi.

In detti ambiti 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 e di garantire, inoltre, le adeguate condizioni di sicurezza della condotta per tutto il periodo di esercizio. Le opere di presidio non costituiscono elementi di interferenza con il regime idraulico naturale del corso d'acqua e non determinano delle variazioni significative all'assetto plano-altimetrico preesistente del corso d'acqua (quali restringimenti e/o modifiche dell'assetto longitudinale). Le stesse opere sono state scelte con caratteristiche tipologiche ottimali al fine di inserirsi nel contesto naturale esistente.

Per quanto riguarda il superamento in subalveo in corrispondenza del 3° attraversamento del corso d'acqua è stata invece prevista l'adozione di un sistema in trenchless, mediante la metodologia esecutiva del "microtunnelling".

La scelta di utilizzare questa metodologia costruttiva nel caso specifico è stata eseguita non per ragioni connesse alla dinamica fluviale, bensì in quanto mediante la trivellazione si intende superare in trenchless anche il versante laterale in destra idrografica, il quale presenta delle problematiche connesse a dinamiche per movimenti gravitativi.

Detta soluzione operativa consentirà comunque di evitare interferenze, nell'ambito specifico, tra i lavori di posa del metanodotto con il deflusso naturale del corso d'acqua.

Nell'analisi delle interferenze tra il metanodotto in progetto con le aree di pericolosità idraulica censite dal PSDA (redatto dall'ex "Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro"), 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 dichiara:

- che l'opera complessiva in esame, ai sensi di quanto previsto nell'Art.19 delle Norme di Attuazione del PSDA, risulta tra le tipologie di opere per le quali è

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 61 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

consentito l'interferenza con le aree classificate di pericolosità idraulica molto elevata (o inferiore);

- che le tipologie di intervento previste negli ambiti specifici di riferimento rispettano le finalità e le disposizioni stabilite nell'Art. 7 comma 3 delle NdA;
- le opere risultano nel contesto in esame "non delocalizzabili";
- che più in generale gli interventi in progetto nell'ambito in esame risultano congruenti le prescrizioni e finalità stabilite nelle Norme di Piano del PSDA.

In ragione di quanto sopra evidenziato, si ritiene che le scelte progettuali inerenti le specifiche interferenze in esame possano essere ritenute congruenti con le disposizioni delle Norme di Attuazione del Piano e che dunque l'opera in progetto risulti **COMPATIBILE** con il contesto idraulico relativo all'ambito in esame.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 62 di 96	<b>Rev.</b> 1

## 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.

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 ( $m^{1/2}/s$ );
- $g$ , accelerazione di gravità ( $m/s^2$ );
- $h$ , altezza del pelo libero rispetto ad un livello di riferimento orizzontale (m);
- $Q$ , portata ( $m^3/s$ );

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83136
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 63 di 96

- $R$ , 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 ragguglio 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.

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83136
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 64 di 96

sezione trasversale e/o alla presenza di ostacoli strutturali.

La determinazione della cadente,  $J$ , sezione per sezione avviene tramite l'equazione di moto uniforme di Manning:

$$Q = KJ^{0.5}$$

essendo  $Q$  la portata totale e  $K$  un coefficiente di trasporto, espresso dalla relazione

$$K = AR_i^{2/3}/n$$

in cui  $A$  è l'area bagnata della sezione trasversale,  $R_i$  il raggio idraulico (rapporto tra area e perimetro bagnato),  $n$  il coefficiente di scabrezza.

Il coefficiente di trasporto  $K$  viene valutato separatamente per il canale principale e le golene; il suo valore per l'intera sezione trasversale è la somma delle tre aliquote. La cadente è quindi esprimibile come  $J=(Q/K)^2$ , in ciascuna sezione; il suo valore rappresentativo,  $J_m$ , nel tratto considerato è valutato mediante l'equazione più appropriata, automaticamente selezionata dal programma, a seconda che, nel tratto di volta in volta considerato, l'alveo sia a forte o debole pendenza e la corrente sia lenta o veloce, accelerata o decelerata.

Per ciascun tronco compreso tra due sezioni trasversali si considerano la lunghezza del canale centrale,  $L_c$ , e le lunghezze delle banchine laterali,  $L_{sx}$  e  $L_{dx}$  rispettivamente per la golena sinistra e quella destra. Per la determinazione delle perdite di carico continue, si adopera un valore della lunghezza pari alla media pesata di  $L_c$ ,  $L_{sx}$  e  $L_{dx}$  sulle portate medie riferite anch'esse all'alveo centrale e alle golene ( $Q_{c,m}$ ,  $Q_{sx,m}$  e  $Q_{dx,m}$ ):

$$L = (L_{sx}Q_{sx,m} + L_cQ_{c,m} + L_{dx}Q_{dx,m}) / (Q_{sx,m} + Q_{c,m} + Q_{dx,m})$$

Il coefficiente di Coriolis si esprime in funzione dei coefficienti di trasporto,  $K_i$ , e delle aree bagnate,  $A_i$ , del canale principale e delle golene; ovvero:

$$\alpha = \frac{A^2}{K^3} \sum_i \frac{K_i^3}{A_i^2}$$

### Assetto geometrico

HEC-RAS richiede la schematizzazione del corso d'acqua con tratti successivi di lunghezza variabile individuati alle estremità da sezioni di geometria nota. La posizione delle sezioni trasversali va scelta in modo da descrivere in maniera adeguata il tratto considerato, prevedendo in linea di massima, sezioni più fitte nei tratti dove la geometria trasversale dell'alveo risulta molto variabile e più rade nei tratti in cui la geometria si mantiene piuttosto uniforme.

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



	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83136
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 65 di 96

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

- $h$  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

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 66 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

sezione il regime è di corrente lenta o veloce. Se tale regime risulta differire da quanto identificato per la sezione precedente, la profondità d'acqua determinata perde di significato ed alla sezione viene assegnato il valore dell'altezza critica.

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

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

dove:

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83136	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 67 di 96	Rev. 1

## 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   XXXXXX

```

### PROJECT DATA

Project Title: FCasoli  
Project File : FCasoli.prj

Project in SI units

### PLAN DATA

Plan Title: Plan 01  
Plan File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch(Abruzzo)\FCasoli.p01

Geometry Title: FCasoli  
Geometry File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch(Abruzzo)\FCasoli.g01

Flow Title : FCasoli  
Flow File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch(Abruzzo)\FCasoli.f01

### Plan Summary Information:

Number of:	Cross Sections = 14	Multiple Openings = 0
	Culverts = 0	Inline Structures = 0
	Bridges = 1	Lateral Structures = 0

### Computational Information

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

### Computation Options

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

### FLOW DATA

Flow Title: FCasoli  
Flow File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch(Abruzzo)\FCasoli.f01

### Flow Data (m3/s)

River	Reach	RS	TR200
F.di Casoli	alveo	90	97.3

### Boundary Conditions

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 68 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

River                      Reach                      Profile                      Upstream                      Downstream  
F.di Casoli              alveo                      TR200                      Normal S = 0.004                      Normal S = 0.004

GEOMETRY DATA

Geometry Title: FCasoli  
Geometry File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch(Abruzzo)\FCasoli.g01  
CROSS SECTION

RIVER: F.di Casoli  
REACH: alveo                      RS: 90

INPUT

Description:

Station Elevation Data              num=              441

Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	42.02	.5	42	1	41.99	1.5	42.02	2	42.04
2.5	42.03	3	42.01	3.5	42	4	41.99	4.5	42.01
5	42.02	5.5	42.03	6	41.99	6.5	41.91	7	41.77
7.5	41.57	8	41.34	8.5	41.07	9	40.8	9.5	40.6
10	40.47	10.5	40.15	11	39.73	11.5	39.3	12	38.88
12.5	38.49	13	38.25	13.5	38.27	14	38.5	14.5	38.85
15	39.13	15.5	39.2	16	39.04	16.5	38.88	17	38.76
17.5	38.69	18	38.56	18.5	38.42	19	38.3	19.5	38.21
20	38.14	20.5	38.05	21	38.01	21.5	37.98	22	37.92
22.5	37.84	23	37.77	23.5	37.71	24	37.67	24.5	37.61
25	37.52	25.5	37.44	26	37.39	26.5	37.35	27	37.31
27.5	37.29	28	37.22	28.5	37.19	29	37.17	29.5	37.09
30	37.03	30.5	37.02	31	36.96	31.5	36.93	32	36.92
32.5	36.88	33	36.81	33.5	36.79	34	36.76	34.5	36.73
35	36.67	35.5	36.61	36	36.58	36.5	36.5	37	36.46
37.5	36.46	38	36.42	38.5	36.35	39	36.26	39.5	36.2
40	36.13	40.5	36.09	41	36.08	41.5	36.02	42	35.96
42.5	35.93	43	35.93	43.5	35.89	44	35.84	44.5	35.8
45	35.77	45.5	35.71	46	35.67	46.5	35.64	47	35.61
47.5	35.6	48	35.57	48.5	35.53	49	35.51	49.5	35.5
50	35.47	50.5	35.45	51	35.43	51.5	35.43	52	35.4
52.5	35.36	53	35.28	53.5	35.25	54	35.22	54.5	35.22
55	35.22	55.5	35.2	56	35.17	56.5	35.11	57	35.02
57.5	34.92	58	34.83	58.5	34.73	59	34.6	59.5	34.45
60	34.4	60.5	34.41	61	34.39	61.5	34.36	62	34.33
62.5	34.32	63	34.31	63.5	34.31	64	34.32	64.5	34.28
65	34.18	65.5	34.01	66	33.8	66.5	33.57	67	33.39
67.5	33.25	68	33.14	68.5	33.04	69	33.04	69.5	33.08
70	33.11	70.5	33.1	71	33.08	71.5	33.04	72	32.98
72.5	32.94	73	32.9	73.5	32.85	74	32.81	74.5	32.78
75	32.77	75.5	32.74	76	32.69	76.5	32.65	77	32.63
77.5	32.56	78	32.55	78.5	32.53	79	32.47	79.5	32.43
80	32.4	80.5	32.36	81	32.32	81.5	32.28	82	32.25
82.5	32.19	83	32.16	83.5	32.13	84	32.07	84.5	32.01
85	31.97	85.5	31.93	86	31.88	86.5	31.85	87	31.82
87.5	31.75	88	31.67	88.5	31.62	89	31.56	89.5	31.52
90	31.49	90.5	31.36	91	31.29	91.5	31.26	92	31.23
92.5	31.18	93	31.07	93.5	31.01	94	30.97	94.5	30.92
95	30.88	95.5	30.84	96	30.77	96.5	30.67	97	30.57
97.5	30.49	98	30.41	98.5	30.35	99	30.31	99.5	30.26
100	30.19	100.5	30.11	101	30.04	101.5	30	102	29.92
102.5	29.83	103	29.77	103.5	29.7	104	29.61	104.5	29.54
105	29.46	105.5	29.37	106	29.26	106.5	29.17	107	29.09
107.5	28.99	108	28.9	108.5	28.82	109	28.74	109.5	28.68
110	28.6	110.5	28.5	111	28.39	111.5	28.28	112	28.17
112.5	28.03	113	27.88	113.5	27.79	114	27.71	114.5	27.65
115	27.56	115.5	27.44	116	27.31	116.5	27.19	117	27.08
117.5	26.98	118	26.87	118.5	26.76	119	26.64	119.5	26.52
120	26.4	120.5	26.28	121	26.18	121.5	26.08	122	25.95
122.5	25.85	123	25.74	123.5	25.63	124	25.52	124.5	25.42
125	25.32	125.5	25.21	126	25.08	126.5	24.96	127	24.85
127.5	24.75	128	24.65	128.5	24.51	129	24.39	129.5	24.33
130	24.23	130.5	24.12	131	24.06	131.5	24.01	132	23.97

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 69 di 96

132.5	23.93	133	23.91	133.5	23.89	134	23.9	134.5	23.94
135	23.95	135.5	23.93	136	23.93	136.5	24	137	24.12
137.5	24.14	138	24.04	138.5	23.98	139	23.95	139.5	23.93
140	23.8	140.5	23.65	141	23.42	141.5	23.15	142	22.85
142.5	22.56	143	22.34	143.5	22.2	144	22.06	144.5	21.91
145	21.76	145.5	21.81	146	22.19	146.5	22.62	147	23.06
147.5	23.49	148	23.91	148.5	24.27	149	24.42	149.5	24.51
150	24.51	150.5	24.46	151	24.4	151.5	24.36	152	24.35
152.5	24.37	153	24.42	153.5	24.5	154	24.59	154.5	24.69
155	24.8	155.5	24.91	156	25.03	156.5	25.18	157	25.36
157.5	25.56	158	25.72	158.5	25.84	159	25.95	159.5	26.07
160	26.22	160.5	26.39	161	26.56	161.5	26.73	162	26.89
162.5	27.01	163	27.12	163.5	27.24	164	27.39	164.5	27.55
165	27.73	165.5	27.9	166	28.04	166.5	28.17	167	28.29
167.5	28.44	168	28.63	168.5	28.79	169	28.92	169.5	29.09
170	29.26	170.5	29.4	171	29.54	171.5	29.7	172	29.85
172.5	30	173	30.14	173.5	30.27	174	30.39	174.5	30.53
175	30.67	175.5	30.81	176	30.92	176.5	31.04	177	31.2
177.5	31.34	178	31.48	178.5	31.62	179	31.74	179.5	31.84
180	31.93	180.5	32.01	181	32.1	181.5	32.22	182	32.32
182.5	32.4	183	32.5	183.5	32.61	184	32.7	184.5	32.8
185	32.94	185.5	33.03	186	33.09	186.5	33.17	187	33.28
187.5	33.41	188	33.47	188.5	33.55	189	33.63	189.5	33.7
190	33.75	190.5	33.83	191	33.95	191.5	34.06	192	34.14
192.5	34.19	193	34.27	193.5	34.35	194	34.41	194.5	34.45
195	34.51	195.5	34.59	196	34.66	196.5	34.73	197	34.8
197.5	34.86	198	34.91	198.5	34.98	199	35.03	199.5	35.08
200	35.14	200.5	35.2	201	35.27	201.5	35.29	202	35.32
202.5	35.36	203	35.41	203.5	35.45	204	35.48	204.5	35.53
205	35.59	205.5	35.64	206	35.68	206.5	35.71	207	35.73
207.5	35.76	208	35.81	208.5	35.84	209	35.87	209.5	35.91
210	35.96	210.5	35.96	211	35.98	211.5	36.02	212	36.04
212.5	36.09	213	36.12	213.5	36.15	214	36.19	214.5	36.22
215	36.25	215.5	36.27	216	36.34	216.5	36.42	217	36.48
217.5	36.49	218	36.51	218.5	36.55	219	36.6	219.5	36.63
220	36.64								

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 137 .035 149.5 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
137 149.5 30.005 30.005 30.005 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	25.88	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.24	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	25.64	Reach Len. (m)	30.01	30.01	30.01
Crit W.S. (m)	24.95	Flow Area (m2)	16.35	30.61	7.66
E.G. Slope (m/m)	0.002499	Area (m2)	16.35	30.61	7.66
Q Total (m3/s)	97.30	Flow (m3/s)	16.68	74.09	6.53
Top Width (m)	34.31	Top Width (m)	13.55	12.50	8.26
Vel Total (m/s)	1.78	Avg. Vel. (m/s)	1.02	2.42	0.85
Max Chl Dpth (m)	3.88	Hydr. Depth (m)	1.21	2.45	0.93
Conv. Total (m3/s)	1946.3	Conv. (m3/s)	333.6	1482.1	130.7
Length Wtd. (m)	30.01	Wetted Per. (m)	13.75	13.88	8.43
Min Ch El (m)	21.76	Shear (N/m2)	29.14	54.06	22.27
Alpha	1.48	Stream Power (N/m s)	10533.13	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.07	Cum Volume (1000 m3)	5.93	11.99	8.23
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	6.69	5.39	5.64

CROSS SECTION

RIVER: F.di Casoli  
REACH: alveo RS: 85.\*

INPUT

Description:  
Station Elevation Data num= 430

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ 000</b>	<b>COMMESSA 023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 70 di 96	<b>Rev. 1</b>

Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	41.57	.54	41.54	1.08	41.51	1.62	41.5	2.16	41.5
2.7	41.49	3.24	41.5	3.724	41.5	4.19	41.51	4.655	41.49
5.121	41.46	5.586	41.43	6.052	41.41	6.517	41.35	7.02	41.23
7.56	41.08	8.1	40.92	8.64	40.75	9.18	40.61	9.72	40.33
10.241	39.97	10.707	39.66	11.172	39.34	11.638	39.02	12.103	38.78
12.569	38.69	13.034	38.7	13.997	38.85	14.507	38.9	15.01	38.84
15.513	38.76	16.016	38.69	16.52	38.63	17.023	38.5	17.526	38.36
18.029	38.2	18.533	38.06	19.036	37.95	19.539	37.88	20.043	37.87
20.546	37.78	21.049	37.67	21.552	37.55	22.056	37.47	22.559	37.41
23.062	37.35	23.566	37.3	24.069	37.25	24.572	37.19	25.075	37.15
25.579	37.11	26.082	37.07	26.585	37.01	27.088	36.96	27.592	36.93
28.095	36.88	28.598	36.81	29.102	36.75	29.605	36.7	30.108	36.64
30.611	36.61	31.115	36.59	31.618	36.53	32.121	36.49	32.624	36.46
33.128	36.44	33.631	36.4	34.134	36.33	34.638	36.28	35.141	36.21
35.644	36.16	36.147	36.1	36.651	36.07	37.154	36.03	37.657	35.98
38.16	35.94	38.664	35.87	39.167	35.8	39.67	35.76	40.174	35.71
40.677	35.66	41.18	35.62	41.683	35.61	42.187	35.6	42.69	35.6
43.193	35.58	43.697	35.52	44.2	35.47	44.703	35.41	45.206	35.36
45.71	35.32	46.213	35.26	46.716	35.18	47.219	35.14	47.723	35.15
48.226	35.15	48.729	35.13	49.233	35.1	49.736	35.08	50.239	35.05
50.742	35	51.246	34.95	52.248	34.85	52.755	34.82	53.259	34.81
53.762	34.8	54.265	34.79	54.769	34.77	55.272	34.73	55.775	34.67
56.278	34.59	56.782	34.51	57.285	34.42	57.788	34.32	58.291	34.21
58.795	34.16	59.298	34.12	59.801	34.1	60.305	34.06	60.808	34.03
61.311	34.01	61.814	34	62.318	34.01	62.821	34.02	63.324	33.99
63.828	33.87	64.331	33.7	64.834	33.52	65.337	33.35	65.841	33.22
66.344	33.1	66.847	33.01	67.35	32.92	67.854	32.87	68.357	32.85
68.86	32.81	69.364	32.75	69.867	32.69	70.37	32.65	70.873	32.63
71.377	32.61	71.88	32.57	72.383	32.55	72.886	32.53	73.39	32.5
73.893	32.47	74.396	32.42	74.9	32.38	75.403	32.35	75.906	32.3
76.409	32.28	76.913	32.27	77.416	32.25	77.919	32.19	78.422	32.16
78.926	32.14	79.429	32.1	79.932	32.04	80.436	32	80.939	31.96
81.442	31.92	81.945	31.88	82.449	31.84	82.952	31.8	83.455	31.77
83.959	31.73	84.462	31.69	84.965	31.66	85.468	31.63	85.972	31.56
86.475	31.51	86.978	31.48	87.481	31.43	87.985	31.39	88.488	31.37
88.991	31.3	89.495	31.26	89.998	31.23	90.996	31.16	91.508	31.07
92.011	31.02	92.514	30.99	93.017	30.94	93.521	30.9	94.024	30.86
94.527	30.82	95.031	30.72	95.534	30.64	96.037	30.58	96.54	30.54
97.044	30.5	97.547	30.47	98.05	30.43	98.553	30.37	99.057	30.3
99.56	30.26	100.063	30.23	100.567	30.18	101.07	30.11	101.573	30.06
102.076	30.01	102.58	29.94	103.083	29.88	103.586	29.82	104.09	29.76
104.593	29.67	105.096	29.62	105.599	29.55	106.103	29.48	106.606	29.4
107.109	29.33	107.612	29.26	108.116	29.18	108.619	29.09	109.122	28.99
109.626	28.91	110.129	28.82	110.632	28.71	111.135	28.58	111.639	28.46
112.142	28.37	112.645	28.28	113.148	28.18	113.652	28.04	114.155	27.91
114.658	27.77	115.162	27.64	115.665	27.52	116.168	27.39	116.671	27.28
117.175	27.13	117.678	26.98	118.181	26.87	118.684	26.75	119.188	26.62
119.691	26.49	120.194	26.34	120.698	26.21	121.201	26.08	121.704	25.96
122.207	25.83	122.711	25.71	123.214	25.6	123.717	25.49	124.221	25.37
124.724	25.23	125.227	25.1	125.73	24.99	126.234	24.88	126.737	24.76
127.24	24.65	127.743	24.56	128.247	24.45	129.163	24.27	129.575	24.24
130.019	24.25	130.654	24.22	131.225	24.19	131.637	24.17	132.05	24.15
132.558	24.1	133.192	24.03	133.7	24	134.113	23.98	134.525	23.99
135.096	24	135.731	24	136.175	24.02	136.587	24.05	137	24.09
137.406	24.09	137.812	24.03	138.3	23.95	138.95	23.8	139.438	23.58
139.844	23.37	140.656	22.84	141.062	22.56	141.55	22.24	142.2	21.95
142.688	21.8	143.094	21.7	143.975	21.68	144.45	21.9	144.925	22.24
145.4	22.64	145.875	23.07	146.35	23.47	146.825	23.8	147.3	24.01
147.775	24.11	148.25	24.17	148.59	24.14	149.194	24.06	149.61	24.02
150.139	24.01	150.63	24	151.083	24	151.65	24.01	152.028	23.99
152.67	24	153.01	24.02	153.69	24.05	154.03	24.06	154.71	24.13
155.05	24.17	155.73	24.25	156.07	24.28	156.75	24.34	157.273	24.41
157.795	24.48	158.318	24.56	158.841	24.65	159.364	24.77	159.886	24.92
160.409	25.06	160.932	25.17	161.455	25.26	161.977	25.36	162.5	25.47
163.023	25.62	163.545	25.78	164.068	25.93	164.591	26.05	165.114	26.15
165.636	26.25	166.159	26.37	166.682	26.51	167.205	26.66	167.727	26.8
168.25	26.92	168.773	27.04	169.295	27.15	169.818	27.28	170.341	27.43
170.864	27.56	171.386	27.68	171.909	27.83	172.432	27.98	172.955	28.11
173.477	28.25	174	28.4	174.523	28.55	175.045	28.68	175.568	28.78
176.091	28.89	176.614	29.01	177.136	29.16	177.659	29.3	178.182	29.43

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>		<b>Regioni: Marche e Abruzzo</b>	
	<b>PROGETTO</b>	<b>Rif. met. Ravenna – Chieti</b> <b>Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti</b>		<b>Fg. 71 di 96</b>

178.705	29.59	179.227	29.72	179.75	29.85	180.273	29.97	180.795	30.07
181.318	30.17	181.841	30.27	182.364	30.37	182.886	30.48	183.409	30.6
183.932	30.7	184.455	30.81	184.977	30.92	185.5	31.01	186.023	31.11
186.545	31.22	187.068	31.3	187.591	31.39	188.114	31.49	188.636	31.58
189.159	31.66	189.682	31.73	190.205	31.81	190.727	31.88	191.25	31.95
191.773	32.02	192.295	32.11	192.818	32.2	193.341	32.26	193.864	32.33
194.386	32.4	194.909	32.45	195.432	32.5	195.955	32.54	196.477	32.58
197	32.66	197.523	32.72	198.045	32.78	198.568	32.83	199.091	32.87
199.614	32.93	200.136	32.97	200.659	33.01	201.182	33.06	201.705	33.11
202.227	33.14	202.75	33.18	203.273	33.22	203.795	33.27	204.318	33.31
204.841	33.35	205.364	33.4	205.886	33.45	206.409	33.51	206.932	33.55
207.455	33.57	207.977	33.59	208.5	33.63	209.023	33.65	209.545	33.68
210.068	33.72	210.591	33.74	211.114	33.77	211.636	33.8	212.159	33.82
212.682	33.86	213.205	33.9	213.727	33.93	214.25	33.97	214.773	34.01
215.295	34.04	215.818	34.07	216.341	34.12	216.864	34.17	217.386	34.21
217.909	34.25	218.432	34.3	218.955	34.34	219.477	34.36	220	34.37

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 137 .035 148.25 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
137 148.25 30.005 30.005 30.005 .1 .3

CROSS SECTION

RIVER: F.di Casoli  
REACH: alveo RS: 80

INPUT

Description:

Station	Elevation	Data	num=	441							
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	41.11	.5	41.08	1	41.01	1.5	40.97	2	40.96		
2.5	40.97	3	40.99	3.5	41.01	4	41.01	4.5	40.92		
5	40.86	5.5	40.9	6	40.92	6.5	40.91	7	40.88		
7.5	40.88	8	40.82	8.5	40.71	9	40.47	9.5	40.2		
10	39.98	10.5	39.72	11	39.41	11.5	39.17	12	38.93		
12.5	38.68	13	38.56	13.5	38.61	14	38.65	14.5	38.64		
15	38.62	15.5	38.57	16	38.46	16.5	38.31	17	38.11		
17.5	37.92	18	37.78	18.5	37.72	19	37.73	19.5	37.59		
20	37.43	20.5	37.28	21	37.19	21.5	37.11	22	37.05		
22.5	37.02	23	37	23.5	36.96	24	36.92	24.5	36.88		
25	36.83	25.5	36.75	26	36.7	26.5	36.68	27	36.62		
27.5	36.55	28	36.48	28.5	36.41	29	36.33	29.5	36.29		
30	36.27	30.5	36.22	31	36.17	31.5	36.14	32	36.13		
32.5	36.1	33	36.03	33.5	35.96	34	35.89	34.5	35.84		
35	35.74	35.5	35.7	36	35.68	36.5	35.67	37	35.65		
37.5	35.58	38	35.49	38.5	35.43	39	35.39	39.5	35.35		
40	35.3	40.5	35.28	41	35.3	41.5	35.34	42	35.34		
42.5	35.27	43	35.21	43.5	35.14	44	35.08	44.5	35.03		
45	34.92	45.5	34.79	46	34.74	46.5	34.79	47	34.8		
47.5	34.78	48	34.75	48.5	34.73	49	34.67	49.5	34.59		
50	34.54	50.5	34.49	51	34.44	51.5	34.41	52	34.39		
52.5	34.38	53	34.38	53.5	34.38	54	34.35	54.5	34.32		
55	34.27	55.5	34.2	56	34.13	56.5	34.06	57	33.98		
57.5	33.91	58	33.84	58.5	33.81	59	33.77	59.5	33.74		
60	33.71	60.5	33.69	61	33.71	61.5	33.74	62	33.72		
62.5	33.61	63	33.45	63.5	33.32	64	33.2	64.5	33.09		
65	33	65.5	32.91	66	32.8	66.5	32.69	67	32.6		
67.5	32.51	68	32.4	68.5	32.32	69	32.28	69.5	32.3		
70	32.29	70.5	32.27	71	32.27	71.5	32.26	72	32.23		
72.5	32.19	73	32.13	73.5	32.09	74	32.06	74.5	32.02		
75	32	75.5	32.01	76	32	76.5	31.94	77	31.9		
77.5	31.9	78	31.86	78.5	31.78	79	31.75	79.5	31.72		
80	31.68	80.5	31.63	81	31.6	81.5	31.58	82	31.56		
82.5	31.53	83	31.49	83.5	31.46	84	31.43	84.5	31.37		
85	31.34	85.5	31.33	86	31.29	86.5	31.25	87	31.24		
87.5	31.24	88	31.23	88.5	31.2	89	31.19	89.5	31.14		
90	31.08	90.5	31.03	91	31.01	91.5	30.97	92	30.92		

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 72 di 96

92.5	30.88	93	30.87	93.5	30.78	94	30.72	94.5	30.69
95	30.67	95.5	30.65	96	30.63	96.5	30.61	97	30.57
97.5	30.51	98	30.49	98.5	30.48	99	30.46	99.5	30.41
100	30.37	100.5	30.34	101	30.3	101.5	30.25	102	30.21
102.5	30.19	103	30.12	103.5	30.09	104	30.04	104.5	30.01
105	29.94	105.5	29.87	106	29.8	106.5	29.72	107	29.62
107.5	29.54	108	29.49	108.5	29.42	109	29.33	109.5	29.21
110	29.09	110.5	28.99	111	28.89	111.5	28.76	112	28.6
112.5	28.45	113	28.3	113.5	28.16	114	28.02	114.5	27.88
115	27.76	115.5	27.59	116	27.41	116.5	27.3	117	27.18
117.5	27.03	118	26.87	118.5	26.7	119	26.55	119.5	26.4
120	26.26	120.5	26.13	121	25.99	121.5	25.86	122	25.76
122.5	25.64	123	25.48	123.5	25.34	124	25.22	124.5	25.11
125	25	125.5	24.9	126	24.78	126.5	24.66	127	24.55
127.5	24.45	128	24.44	128.5	24.49	129	24.49	129.5	24.47
130	24.44	130.5	24.42	131	24.39	131.5	24.34	132	24.24
132.5	24.14	133	24.06	133.5	24.02	134	24.03	134.5	24.06
135	24.08	135.5	24.07	136	24.06	136.5	24.05	137	24.06
137.5	24.04	138	23.93	138.5	23.67	139	23.26	139.5	22.79
140	22.36	140.5	21.97	141	21.68	141.5	21.5	142	21.48
142.5	21.55	143	21.69	143.5	21.99	144	22.4	144.5	22.86
145	23.29	145.5	23.58	146	23.71	146.5	23.79	147	23.83
147.5	23.76	148	23.67	148.5	23.6	149	23.56	149.5	23.56
150	23.57	150.5	23.58	151	23.59	151.5	23.61	152	23.65
152.5	23.63	153	23.62	153.5	23.65	154	23.69	154.5	23.71
155	23.73	155.5	23.74	156	23.78	156.5	23.84	157	23.91
157.5	23.96	158	24.01	158.5	24.04	159	24.06	159.5	24.08
160	24.11	160.5	24.14	161	24.18	161.5	24.22	162	24.28
162.5	24.37	163	24.45	163.5	24.53	164	24.59	164.5	24.65
165	24.71	165.5	24.83	166	24.97	166.5	25.09	167	25.17
167.5	25.24	168	25.31	168.5	25.41	169	25.52	169.5	25.62
170	25.72	170.5	25.8	171	25.9	171.5	25.99	172	26.07
172.5	26.17	173	26.26	173.5	26.34	174	26.47	174.5	26.59
175	26.7	175.5	26.82	176	26.95	176.5	27.09	177	27.19
177.5	27.26	178	27.33	178.5	27.43	179	27.57	179.5	27.72
180	27.86	180.5	28	181	28.11	181.5	28.21	182	28.3
182.5	28.38	183	28.47	183.5	28.58	184	28.69	184.5	28.8
185	28.92	185.5	29.03	186	29.14	186.5	29.23	187	29.31
187.5	29.4	188	29.48	188.5	29.55	189	29.66	189.5	29.75
190	29.81	190.5	29.88	191	29.94	191.5	30	192	30.07
192.5	30.14	193	30.2	193.5	30.25	194	30.31	194.5	30.37
195	30.43	195.5	30.48	196	30.52	196.5	30.55	197	30.57
197.5	30.58	198	30.65	198.5	30.71	199	30.74	199.5	30.78
200	30.81	200.5	30.86	201	30.89	201.5	30.91	202	30.93
202.5	30.96	203	30.99	203.5	31.03	204	31.07	204.5	31.12
205	31.16	205.5	31.21	206	31.24	206.5	31.29	207	31.35
207.5	31.39	208	31.41	208.5	31.42	209	31.44	209.5	31.46
210	31.49	210.5	31.51	211	31.52	211.5	31.56	212	31.59
212.5	31.61	213	31.64	213.5	31.69	214	31.72	214.5	31.74
215	31.79	215.5	31.83	216	31.85	216.5	31.86	217	31.89
217.5	31.93	218	32	218.5	32.06	219	32.09	219.5	32.09
220	32.1								

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 137 .035 147 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
137 147 34.105 34.105 34.105 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	25.73	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.14	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	25.59	Reach Len. (m)	34.10	34.10	34.10
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	15.75	28.17	31.75
E.G. Slope (m/m)	0.001528	Area (m2)	15.75	28.17	31.75
Q Total (m3/s)	97.30	Flow (m3/s)	11.82	57.12	28.36
Top Width (m)	46.70	Top Width (m)	14.35	10.00	22.35
Vel Total (m/s)	1.29	Avg. Vel. (m/s)	0.75	2.03	0.89
Max Chl Dpth (m)	4.11	Hydr. Depth (m)	1.10	2.82	1.42



	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 73 di 96

Conv. Total (m3/s)	2489.5	Conv. (m3/s)	302.5	1461.5	725.5
Length Wtd. (m)	34.10	Wetted Per. (m)	14.52	11.51	22.53
Min Ch El (m)	21.48	Shear (N/m2)	16.26	36.66	21.11
Alpha	1.64	Stream Power (N/m s)	10533.13	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.04	Cum Volume (1000 m3)	4.97	10.22	7.12
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	5.86	4.71	4.74

CROSS SECTION

RIVER: F.di Casoli

REACH: alveo

RS: 75.\*

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num= 437							
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	40.46	.563	40.46	1.127	40.44	1.69	40.43	2.247	40.41
2.817	40.37	3.38	40.36	3.944	40.35	4.494	40.33	4.944	40.3
5.393	40.29	5.843	40.28	6.292	40.28	6.761	40.31	7.324	40.34
7.887	40.32	8.451	40.28	8.989	40.17	9.438	40.01	9.888	39.81
10.337	39.6	10.787	39.42	11.268	39.3	11.831	39.17	12.394	38.99
12.958	38.83	13.483	38.67	13.933	38.53	14.382	38.38	14.831	38.29
15.281	38.25	15.775	38.19	16.338	38.15	16.901	38.11	17.465	38.05
17.978	37.96	18.427	37.84	18.876	37.71	19.326	37.57	19.775	37.45
20.282	37.36	20.845	37.29	21.408	37.24	21.972	37.12	22.472	37.01
22.921	36.91	23.371	36.82	23.82	36.75	24.27	36.69	24.789	36.62
25.352	36.55	25.915	36.48	26.479	36.4	26.966	36.3	27.416	36.22
27.865	36.16	28.315	36.1	28.764	36.06	29.296	36.02	29.859	35.97
30.423	35.9	30.986	35.84	31.461	35.78	31.91	35.7	32.36	35.62
32.809	35.54	33.258	35.47	33.803	35.42	34.366	35.38	34.93	35.35
35.493	35.34	35.955	35.36	36.404	35.33	36.854	35.26	37.303	35.2
38.202	35.08	38.652	35.03	39.101	34.95	39.551	34.88	40.449	34.85
40.899	34.86	41.348	34.87	41.798	34.85	42.697	34.74	43.146	34.65
43.596	34.53	44.045	34.43	44.507	34.39	45.07	34.34	45.634	34.33
46.197	34.35	46.742	34.36	47.191	34.33	47.64	34.3	48.09	34.25
48.539	34.17	49.014	34.04	49.577	33.91	50.141	33.81	50.704	33.7
51.236	33.59	51.685	33.53	52.135	33.52	52.584	33.49	53.034	33.45
53.521	33.41	54.085	33.37	54.648	33.32	55.211	33.26	55.73	33.19
56.18	33.13	56.629	33.08	57.079	33.04	57.528	33.01	58.028	32.96
58.592	32.91	59.155	32.88	59.718	32.87	60.225	32.86	60.674	32.82
61.124	32.78	61.573	32.76	62.022	32.72	62.535	32.67	63.099	32.61
63.662	32.55	64.225	32.5	64.719	32.44	65.169	32.4	65.618	32.36
66.067	32.34	66.517	32.32	67.042	32.29	67.606	32.24	68.169	32.22
68.732	32.21	69.213	32.22	69.663	32.21	70.112	32.17	70.562	32.12
71.011	32.03	71.549	31.94	72.113	31.89	72.676	31.84	73.239	31.78
73.708	31.72	74.157	31.65	74.607	31.6	75.056	31.55	75.506	31.5
76.056	31.44	76.62	31.37	77.183	31.32	77.746	31.28	78.31	31.28
78.873	31.26	79.437	31.24	80	31.24	80.563	31.22	81.127	31.2
81.69	31.18	82.247	31.14	82.817	31.1	83.38	31.07	83.944	31.04
84.494	31.02	84.944	31	85.393	30.98	85.843	30.95	86.292	30.91
86.761	30.89	87.324	30.87	87.887	30.83	88.451	30.77	88.989	30.74
89.438	30.71	89.888	30.67	90.337	30.65	90.787	30.62	91.268	30.59
91.831	30.59	92.394	30.6	92.958	30.58	93.483	30.53	93.933	30.52
94.382	30.5	94.831	30.48	95.281	30.44	95.775	30.42	96.338	30.41
96.901	30.38	97.465	30.36	97.978	30.36	98.427	30.35	98.876	30.34
99.326	30.34	99.775	30.35	100.282	30.35	100.845	30.3	101.408	30.23
101.972	30.2	102.472	30.2	102.921	30.18	103.371	30.15	103.82	30.1
104.27	30.06	104.789	30.03	105.352	29.97	105.915	29.93	106.479	29.9
106.966	29.88	107.416	29.86	107.865	29.85	108.315	29.84	108.764	29.84
109.296	29.82	109.859	29.76	110.423	29.74	110.986	29.74	111.461	29.71
111.91	29.65	112.36	29.6	112.809	29.55	113.258	29.54	113.803	29.49
114.366	29.43	114.93	29.39	115.493	29.37	115.955	29.34	116.404	29.3
116.854	29.27	117.303	29.25	118.202	29.24	118.652	29.22	119.101	29.18
119.551	29.12	120.336	28.94	120.976	28.83	121.344	28.75	121.952	28.6
122.352	28.48	122.929	28.32	123.361	28.17	123.905	27.95	124.369	27.76
124.881	27.55	125.377	27.36	125.857	27.17	126.385	26.96	126.833	26.82
127.393	26.63	127.81	26.49	128.402	26.26	128.786	26.12	129.41	25.89
129.762	25.76	130.418	25.55	130.754	25.45	131.426	25.22	131.762	25.13
132.434	24.96	132.77	24.88	133.443	24.68	133.779	24.59	134.451	24.45
134.787	24.44	135.459	24.37	135.795	24.33	136.467	24.27	136.803	24.23

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 74 di 96

137.475	24.08	137.811	24.01	138.484	23.91	138.82	23.89	139.492	23.81
139.828	23.77	140.5	23.71	141.5	23.54	142.5	23.05	143.5	22.39
144.5	21.78	145.5	21.53	146.1	21.63	146.7	21.75	147.214	21.91
147.643	22.18	148.071	22.53	148.929	23.14	149.357	23.31	149.786	23.4
150.3	23.46	150.9	23.5	151.5	23.49	152.493	23.33	152.99	23.25
153.486	23.21	153.983	23.2	154.48	23.21	154.976	23.22	155.473	23.21
155.97	23.22	156.466	23.23	156.963	23.22	157.459	23.21	157.956	23.22
158.453	23.23	158.949	23.23	159.446	23.27	159.943	23.28	160.439	23.3
160.936	23.32	161.432	23.35	161.929	23.37	162.426	23.4	162.922	23.43
163.419	23.46	163.916	23.48	164.412	23.5	164.909	23.52	165.405	23.55
165.902	23.59	166.399	23.63	166.895	23.67	167.392	23.71	167.889	23.75
168.385	23.78	168.882	23.81	169.378	23.85	169.875	23.92	170.372	24.01
170.868	24.08	171.365	24.14	171.861	24.19	172.358	24.25	172.855	24.31
173.351	24.38	173.848	24.46	174.345	24.54	174.841	24.62	175.338	24.68
175.834	24.74	176.331	24.8	176.828	24.85	177.324	24.9	177.821	24.94
178.318	25.01	178.814	25.11	179.311	25.19	179.807	25.25	180.304	25.33
180.801	25.42	181.297	25.51	181.794	25.57	182.291	25.61	182.787	25.67
183.284	25.74	183.78	25.84	184.277	25.94	184.774	26.04	185.27	26.14
185.767	26.23	186.264	26.32	186.76	26.4	187.257	26.47	188.25	26.65
189.243	26.82	189.74	26.92	190.236	27.01	190.733	27.09	191.23	27.17
191.726	27.26	192.223	27.33	192.72	27.4	193.216	27.47	193.713	27.56
194.209	27.63	194.706	27.71	195.203	27.79	195.699	27.86	196.196	27.93
196.693	27.99	197.189	28.06	197.686	28.14	198.182	28.22	198.679	28.3
199.176	28.38	199.672	28.46	200.169	28.54	200.666	28.63	201.162	28.7
201.659	28.77	202.155	28.84	202.652	28.91	203.149	28.99	203.645	29.05
204.142	29.13	204.639	29.2	205.135	29.28	205.632	29.35	206.128	29.42
206.625	29.48	207.122	29.54	207.618	29.59	208.115	29.65	208.611	29.73
209.108	29.8	209.605	29.86	210.101	29.94	210.598	30.01	211.095	30.06
211.591	30.12	212.088	30.2	212.584	30.28	213.081	30.34	213.578	30.39
214.074	30.42	214.571	30.45	215.068	30.49	215.564	30.52	216.061	30.58
216.557	30.64	217.054	30.7	217.551	30.74	218.047	30.8	218.544	30.84
219.041	30.89	219.537	30.94	220.034	31	220.53	31.05	221.027	31.09
221.524	31.12	222.02	31.15	222.517	31.17	223.014	31.21	223.51	31.28
224.007	31.32	225	31.37						

Manning's n Values	num=	3
Sta n Val	Sta n Val	Sta n Val
0 .055 140.5	.035 151.5	.055

Bank Sta: Left	Right	Lengths: Left	Channel	Right	Coeff Contr.	Expan.
140.5	151.5	34.105	34.105	34.105	.1	.3

CROSS SECTION

RIVER: F.di Casoli  
REACH: alveo RS: 70

INPUT

Description:

Station Elevation Data	num=	461
Sta Elev	Sta Elev	Sta Elev
0 39.8	.5 39.84	1 39.86
2.5 39.85	3 39.78	3.5 39.73
5 39.64	5.5 39.65	6 39.7
7.5 39.69	8 39.76	8.5 39.79
10 39.52	10.5 39.29	11 39.04
12.5 38.62	13 38.63	13.5 38.6
15 38.4	15.5 38.31	16 38.14
17.5 37.74	18 37.68	18.5 37.63
20 37.44	20.5 37.33	21 37.21
22.5 36.94	23 36.88	23.5 36.81
25 36.58	25.5 36.5	26 36.4
27.5 36.19	28 36.12	28.5 36.03
30 35.68	30.5 35.54	31 35.46
32.5 35.34	33 35.29	33.5 35.22
35 35.07	35.5 34.97	36 34.86
37.5 34.58	38 34.55	38.5 34.54
40 34.58	40.5 34.54	41 34.44
42.5 34.26	43 34.19	43.5 34.09
45 34.02	45.5 34.04	46 34.07
		46.5 34.06
		47 34.03

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ 000</b>	<b>COMMESSA 023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 75 di 96

47.5	33.97	48	33.85	48.5	33.64	49	33.47	49.5	33.42
50	33.39	50.5	33.38	51	33.39	51.5	33.41	52	33.38
52.5	33.31	53	33.29	53.5	33.25	54	33.14	54.5	32.95
55	32.78	55.5	32.65	56	32.55	56.5	32.47	57	32.39
57.5	32.31	58	32.27	58.5	32.18	59	32.1	59.5	32.05
60	32.01	60.5	31.95	61	31.89	61.5	31.84	62	31.78
62.5	31.7	63	31.64	63.5	31.6	64	31.58	64.5	31.52
65	31.45	65.5	31.39	66	31.36	66.5	31.37	67	31.33
67.5	31.27	68	31.22	68.5	31.22	69	31.17	69.5	31.14
70	31.11	70.5	31.05	71	31.04	71.5	31.01	72	30.96
72.5	30.94	73	30.9	73.5	30.88	74	30.87	74.5	30.84
75	30.79	75.5	30.75	76	30.74	76.5	30.71	77	30.7
77.5	30.69	78	30.67	78.5	30.67	79	30.62	79.5	30.56
80	30.57	80.5	30.6	81	30.58	81.5	30.55	82	30.51
82.5	30.46	83	30.44	83.5	30.43	84	30.4	84.5	30.37
85	30.34	85.5	30.32	86	30.31	86.5	30.27	87	30.26
87.5	30.24	88	30.22	88.5	30.21	89	30.2	89.5	30.19
90	30.18	90.5	30.17	91	30.16	91.5	30.15	92	30.13
92.5	30.08	93	30.07	93.5	30.06	94	30.03	94.5	29.99
95	29.95	95.5	29.92	96	29.89	96.5	29.89	97	29.85
97.5	29.81	98	29.78	98.5	29.75	99	29.72	99.5	29.7
100	29.65	100.5	29.64	101	29.61	101.5	29.58	102	29.58
102.5	29.63	103	29.65	103.5	29.62	104	29.57	104.5	29.58
105	29.55	105.5	29.55	106	29.52	106.5	29.5	107	29.5
107.5	29.48	108	29.47	108.5	29.47	109	29.48	109.5	29.45
110	29.44	110.5	29.46	111	29.5	111.5	29.52	112	29.49
112.5	29.4	113	29.37	113.5	29.38	114	29.39	114.5	29.37
115	29.36	115.5	29.29	116	29.24	116.5	29.19	117	29.15
117.5	29.15	118	29.13	118.5	29.1	119	29.08	119.5	29.07
120	29.05	120.5	29.05	121	29.07	121.5	29.07	122	29.03
122.5	28.97	123	28.99	123.5	29.01	124	28.96	124.5	28.88
125	28.8	125.5	28.74	126	28.74	126.5	28.68	127	28.63
127.5	28.59	128	28.57	128.5	28.55	129	28.54	129.5	28.5
130	28.47	130.5	28.46	131	28.5	131.5	28.53	132	28.54
132.5	28.52	133	28.45	133.5	28.32	134	28.16	134.5	27.97
135	27.72	135.5	27.4	136	27.02	136.5	26.66	137	26.37
137.5	26.14	138	25.85	138.5	25.53	139	25.26	139.5	25.04
140	24.87	140.5	24.65	141	24.41	141.5	24.23	142	24.14
142.5	24.01	143	23.78	143.5	23.54	144	23.35	144.5	23.24
145	23.14	145.5	23.02	146	22.84	146.5	22.65	147	22.41
147.5	22.13	148	21.87	148.5	21.66	149	21.57	149.5	21.67
150	21.76	150.5	21.82	151	21.87	151.5	22.13	152	22.53
152.5	22.89	153	23.12	153.5	23.2	154	23.2	154.5	23.21
155	23.22	155.5	23.2	156	23.14	156.5	23.06	157	22.98
157.5	22.89	158	22.85	158.5	22.84	159	22.84	159.5	22.85
160	22.84	160.5	22.84	161	22.82	161.5	22.8	162	22.79
162.5	22.79	163	22.77	163.5	22.76	164	22.81	164.5	22.82
165	22.82	165.5	22.81	166	22.8	166.5	22.8	167	22.81
167.5	22.82	168	22.86	168.5	22.89	169	22.89	169.5	22.91
170	22.93	170.5	22.97	171	23	171.5	23.01	172	23.01
172.5	23	173	22.99	173.5	22.99	174	23.01	174.5	23.06
175	23.12	175.5	23.14	176	23.15	176.5	23.18	177	23.23
177.5	23.27	178	23.3	178.5	23.35	179	23.42	179.5	23.49
180	23.53	180.5	23.55	181	23.58	181.5	23.6	182	23.61
182.5	23.6	183	23.64	183.5	23.72	184	23.76	184.5	23.78
185	23.81	185.5	23.87	186	23.92	186.5	23.94	187	23.94
187.5	23.99	188	24.04	188.5	24.09	189	24.15	189.5	24.2
190	24.27	190.5	24.35	191	24.42	191.5	24.49	192	24.55
192.5	24.63	193	24.71	193.5	24.78	194	24.84	194.5	24.93
195	24.99	195.5	25.04	196	25.12	196.5	25.21	197	25.27
197.5	25.33	198	25.4	198.5	25.48	199	25.53	199.5	25.62
200	25.72	200.5	25.8	201	25.87	201.5	25.93	202	26
202.5	26.09	203	26.2	203.5	26.31	204	26.41	204.5	26.51
205	26.62	205.5	26.75	206	26.86	206.5	26.98	207	27.1
207.5	27.19	208	27.29	208.5	27.38	209	27.49	209.5	27.6
210	27.72	210.5	27.83	211	27.94	211.5	28.03	212	28.13
212.5	28.21	213	28.3	213.5	28.41	214	28.51	214.5	28.59
215	28.69	215.5	28.8	216	28.86	216.5	28.93	217	29.04
217.5	29.16	218	29.26	218.5	29.36	219	29.4	219.5	29.44
220	29.49	220.5	29.53	221	29.62	221.5	29.72	222	29.8
222.5	29.87	223	29.94	223.5	29.99	224	30.06	224.5	30.14

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83136	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 76 di 96	Rev. 1

225	30.2	225.5	30.26	226	30.33	226.5	30.38	227	30.4
227.5	30.4	228	30.42	228.5	30.49	229	30.55	229.5	30.59
230	30.63								

Manning's n Values num= 3

Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.055	144	.035	156	.055

Bank Sta:	Left	Right	Lengths:	Left Channel	Right	Coeff Contr.	Expan.
	144	156		23.29	23.29	23.29	.1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	25.64	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.04	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	25.60	Reach Len. (m)	23.29	23.29	23.29
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	6.61	36.39	86.86
E.G. Slope (m/m)	0.000425	Area (m2)	6.61	36.39	86.86
Q Total (m3/s)	97.30	Flow (m3/s)	2.63	43.13	51.55
Top Width (m)	60.99	Top Width (m)	5.61	12.00	43.38
Vel Total (m/s)	0.75	Avg. Vel. (m/s)	0.40	1.18	0.59
Max Chl Dpth (m)	4.03	Hydr. Depth (m)	1.18	3.03	2.00
Conv. Total (m3/s)	4721.0	Conv. (m3/s)	127.4	2092.5	2501.1
Length Wtd. (m)	23.29	Wetted Per. (m)	6.07	12.75	43.58
Min Ch El (m)	21.57	Shear (N/m2)	4.54	11.89	8.30
Alpha	1.45	Stream Power (N/m s)	11011.91	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.01	Cum Volume (1000 m3)	4.19	8.03	3.39
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	5.17	3.96	2.58

CROSS SECTION

RIVER: F.di Casoli  
REACH: alveo RS: 60

INPUT

Description:

Station	Elevation	Data	num=	461					
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	39.3	.5	39.23	1	39.17	1.5	39.14	2	39.14
2.5	39.17	3	39.21	3.5	39.28	4	39.32	4.5	39.26
5	39.13	5.5	38.97	6	38.79	6.5	38.64	7	38.46
7.5	38.2	8	37.98	8.5	37.93	9	37.89	9.5	37.88
10	37.89	10.5	37.89	11	37.88	11.5	37.74	12	37.58
12.5	37.46	13	37.35	13.5	37.22	14	37.09	14.5	36.99
15	36.92	15.5	36.85	16	36.8	16.5	36.78	17	36.76
17.5	36.74	18	36.68	18.5	36.58	19	36.48	19.5	36.35
20	36.23	20.5	36.14	21	36.03	21.5	35.99	22	35.94
22.5	35.87	23	35.79	23.5	35.7	24	35.64	24.5	35.58
25	35.49	25.5	35.42	26	35.38	26.5	35.33	27	35.26
27.5	35.19	28	35.12	28.5	35.04	29	34.97	29.5	34.89
30	34.81	30.5	34.73	31	34.68	31.5	34.62	32	34.58
32.5	34.58	33	34.57	33.5	34.54	34	34.46	34.5	34.37
35	34.31	35.5	34.26	36	34.25	36.5	34.29	37	34.34
37.5	34.32	38	34.27	38.5	34.22	39	34.17	39.5	34.12
40	34.03	40.5	33.87	41	33.72	41.5	33.54	42	33.37
42.5	33.29	43	33.26	43.5	33.21	44	33.25	44.5	33.22
45	33.2	45.5	33.18	46	33.17	46.5	33.19	47	33.19
47.5	33.11	48	32.95	48.5	32.79	49	32.62	49.5	32.47
50	32.34	50.5	32.26	51	32.16	51.5	32.06	52	32.02
52.5	31.99	53	31.96	53.5	31.91	54	31.86	54.5	31.82
55	31.79	55.5	31.77	56	31.7	56.5	31.68	57	31.63
57.5	31.59	58	31.57	58.5	31.52	59	31.47	59.5	31.46
60	31.46	60.5	31.44	61	31.41	61.5	31.37	62	31.35
62.5	31.34	63	31.32	63.5	31.3	64	31.29	64.5	31.26
65	31.27	65.5	31.29	66	31.26	66.5	31.23	67	31.19
67.5	31.18	68	31.16	68.5	31.15	69	31.13	69.5	31.09
70	31.07	70.5	31.05	71	31.02	71.5	31	72	30.97
72.5	30.97	73	30.95	73.5	30.92	74	30.89	74.5	30.86
75	30.84	75.5	30.81	76	30.81	76.5	30.82	77	30.81
77.5	30.77	78	30.75	78.5	30.74	79	30.73	79.5	30.71

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 77 di 96

80	30.71	80.5	30.68	81	30.64	81.5	30.57	82	30.54
82.5	30.5	83	30.48	83.5	30.45	84	30.41	84.5	30.39
85	30.35	85.5	30.29	86	30.25	86.5	30.24	87	30.24
87.5	30.23	88	30.24	88.5	30.23	89	30.22	89.5	30.21
90	30.23	90.5	30.24	91	30.23	91.5	30.21	92	30.22
92.5	30.24	93	30.24	93.5	30.24	94	30.24	94.5	30.25
95	30.24	95.5	30.22	96	30.23	96.5	30.25	97	30.26
97.5	30.26	98	30.26	98.5	30.25	99	30.24	99.5	30.23
100	30.21	100.5	30.2	101	30.19	101.5	30.18	102	30.17
102.5	30.15	103	30.14	103.5	30.13	104	30.12	104.5	30.11
105	30.1	105.5	30.1	106	30.09	106.5	30.08	107	30.07
107.5	30.06	108	30.06	108.5	30.05	109	30.04	109.5	30.04
110	30.03	110.5	30.02	111	30.01	111.5	29.96	112	29.9
112.5	29.89	113	29.83	113.5	29.72	114	29.5	114.5	29.34
115	29.32	115.5	29.32	116	29.28	116.5	29.24	117	29.21
117.5	29.18	118	29.14	118.5	29.12	119	29.12	119.5	29.1
120	29.07	120.5	29.01	121	28.94	121.5	28.86	122	28.76
122.5	28.65	123	28.56	123.5	28.49	124	28.45	124.5	28.45
125	28.41	125.5	28.36	126	28.34	126.5	28.31	127	28.27
127.5	28.27	128	28.24	128.5	28.2	129	28.16	129.5	28.15
130	28.13	130.5	28.09	131	28.07	131.5	28.03	132	28
132.5	27.99	133	27.97	133.5	27.92	134	27.88	134.5	27.83
135	27.78	135.5	27.75	136	27.71	136.5	27.65	137	27.57
137.5	27.52	138	27.46	138.5	27.41	139	27.32	139.5	27.28
140	27.19	140.5	27.17	141	27.16	141.5	27.16	142	27.17
142.5	27.19	143	27.19	143.5	27.15	144	27.11	144.5	27.09
145	27.09	145.5	27.09	146	27.09	146.5	27.08	147	27.07
147.5	27.05	148	27.02	148.5	27.01	149	27	149.5	26.97
150	26.96	150.5	26.96	151	26.97	151.5	26.96	152	26.95
152.5	26.95	153	26.98	153.5	27.04	154	27.09	154.5	27.12
155	27.11	155.5	27.07	156	27.03	156.5	26.96	157	26.82
157.5	26.57	158	26.21	158.5	25.78	159	25.33	159.5	24.97
160	24.69	160.5	24.43	161	24.15	161.5	23.75	162	23.28
162.5	22.81	163	22.4	163.5	22.05	164	21.76	164.5	21.64
165	21.6	165.5	21.59	166	21.59	166.5	21.59	167	21.59
167.5	21.67	168	21.93	168.5	22.31	169	22.66	169.5	22.92
170	23.08	170.5	23.16	171	23.17	171.5	23.13	172	23.1
172.5	23.07	173	23.03	173.5	22.98	174	22.93	174.5	22.89
175	22.9	175.5	22.92	176	22.94	176.5	22.94	177	22.95
177.5	22.95	178	22.95	178.5	22.95	179	22.92	179.5	22.91
180	22.93	180.5	22.96	181	23	181.5	23.03	182	23.02
182.5	23.02	183	23.02	183.5	22.99	184	22.96	184.5	22.99
185	23.02	185.5	23.02	186	23.04	186.5	23.08	187	23.11
187.5	23.13	188	23.14	188.5	23.14	189	23.15	189.5	23.17
190	23.22	190.5	23.28	191	23.32	191.5	23.33	192	23.34
192.5	23.36	193	23.4	193.5	23.43	194	23.43	194.5	23.4
195	23.37	195.5	23.35	196	23.37	196.5	23.38	197	23.39
197.5	23.42	198	23.47	198.5	23.52	199	23.57	199.5	23.59
200	23.6	200.5	23.61	201	23.63	201.5	23.68	202	23.73
202.5	23.8	203	23.86	203.5	23.93	204	23.99	204.5	24.02
205	24.04	205.5	24.07	206	24.12	206.5	24.19	207	24.26
207.5	24.35	208	24.45	208.5	24.54	209	24.61	209.5	24.65
210	24.67	210.5	24.72	211	24.79	211.5	24.83	212	24.88
212.5	24.94	213	25	213.5	25.08	214	25.15	214.5	25.21
215	25.28	215.5	25.34	216	25.41	216.5	25.48	217	25.56
217.5	25.65	218	25.72	218.5	25.77	219	25.81	219.5	25.88
220	25.96	220.5	26.02	221	26.11	221.5	26.26	222	26.38
222.5	26.46	223	26.52	223.5	26.58	224	26.67	224.5	26.79
225	26.89	225.5	26.96	226	27.02	226.5	27.12	227	27.23
227.5	27.32	228	27.42	228.5	27.52	229	27.62	229.5	27.72
230	27.8								

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val  
0 .055 161.5 .035 170.5 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
161.5 170.5 15.12 15.12 15.12 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 78 di 96

E.G. Elev (m)	25.63	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.05	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	25.58	Reach Len. (m)	15.12	15.12	15.12
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	2.60	30.27	90.15
E.G. Slope (m/m)	0.000495	Area (m2)	2.60	30.27	90.15
Q Total (m3/s)	97.30	Flow (m3/s)	0.89	39.94	56.48
Top Width (m)	58.40	Top Width (m)	2.78	9.00	46.62
Vel Total (m/s)	0.79	Avg. Vel. (m/s)	0.34	1.32	0.63
Max Chl Dpth (m)	3.99	Hydr. Depth (m)	0.93	3.36	1.93
Conv. Total (m3/s)	4372.3	Conv. (m3/s)	39.9	1794.5	2537.8
Length Wtd. (m)	15.12	Wetted Per. (m)	3.34	10.13	46.80
Min Ch El (m)	21.59	Shear (N/m2)	3.78	14.52	9.36
Alpha	1.51	Stream Power (N/m s)	11011.91	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.02	Cum Volume (1000 m3)	4.08	7.25	1.33
C & E Loss (m)	0.09	Cum SA (1000 m2)	5.07	3.72	1.53

#### CROSS SECTION

RIVER: F.di Casoli

REACH: alveo

RS: 50

#### INPUT

Description:

Station Elevation Data

num= 467

Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	37.93	.5	37.99	1	38.03	1.5	38.02	2	37.94
2.5	37.86	3	37.84	3.5	37.84	4	37.84	4.5	37.88
5	37.92	5.5	37.94	6	37.9	6.5	37.84	7	37.82
7.5	37.82	8	37.81	8.5	37.81	9	37.77	9.5	37.63
10	37.37	10.5	37.1	11	36.87	11.5	36.65	12	36.46
12.5	36.26	13	36.06	13.5	35.86	14	35.65	14.5	35.41
15	35.11	15.5	34.71	16	34.33	16.5	34.05	17	33.84
17.5	33.68	18	33.39	18.5	33.21	19	33.11	19.5	33.02
20	32.93	20.5	32.8	21	32.63	21.5	32.47	22	32.27
22.5	32.05	23	31.86	23.5	31.66	24	31.44	24.5	31.2
25	30.91	25.5	30.57	26	30.33	26.5	30.27	27	30.49
27.5	30.94	28	31.45	28.5	31.96	29	32.34	29.5	32.42
30	32.39	30.5	32.23	31	32.01	31.5	31.74	32	31.47
32.5	31.26	33	31.11	33.5	31.08	34	31.11	34.5	31.1
35	31.05	35.5	31.02	36	31.04	36.5	31.06	37	31.08
37.5	31.07	38	31.02	38.5	31	39	30.95	39.5	30.89
40	30.82	40.5	30.79	41	30.81	41.5	30.84	42	30.84
42.5	30.85	43	30.86	43.5	30.84	44	30.85	44.5	30.86
45	30.86	45.5	30.88	46	30.9	46.5	30.91	47	30.86
47.5	30.84	48	30.89	48.5	30.99	49	31.03	49.5	31.09
50	31.12	50.5	31.11	51	31.06	51.5	31.02	52	30.98
52.5	30.93	53	30.91	53.5	30.92	54	30.91	54.5	30.91
55	30.91	55.5	30.89	56	30.88	56.5	30.85	57	30.82
57.5	30.78	58	30.75	58.5	30.73	59	30.69	59.5	30.66
60	30.65	60.5	30.65	61	30.64	61.5	30.59	62	30.56
62.5	30.55	63	30.54	63.5	30.51	64	30.48	64.5	30.46
65	30.44	65.5	30.44	66	30.41	66.5	30.36	67	30.34
67.5	30.31	68	30.31	68.5	30.32	69	30.32	69.5	30.3
70	30.27	70.5	30.23	71	30.23	71.5	30.2	72	30.17
72.5	30.15	73	30.17	73.5	30.15	74	30.09	74.5	30.07
75	30.03	75.5	30.02	76	30.04	76.5	30.05	77	30.02
77.5	30.02	78	30.01	78.5	29.99	79	29.96	79.5	29.92
80	29.9	80.5	29.89	81	29.85	81.5	29.85	82	29.88
82.5	29.87	83	29.85	83.5	29.84	84	29.83	84.5	29.81
85	29.81	85.5	29.8	86	29.78	86.5	29.75	87	29.72
87.5	29.72	88	29.72	88.5	29.73	89	29.73	89.5	29.71
90	29.7	90.5	29.71	91	29.71	91.5	29.7	92	29.7
92.5	29.69	93	29.68	93.5	29.68	94	29.66	94.5	29.65
95	29.67	95.5	29.65	96	29.64	96.5	29.62	97	29.6
97.5	29.59	98	29.58	98.5	29.59	99	29.57	99.5	29.52
100	29.51	100.5	29.51	101	29.5	101.5	29.48	102	29.48
102.5	29.45	103	29.42	103.5	29.4	104	29.38	104.5	29.35
105	29.33	105.5	29.3	106	29.28	106.5	29.25	107	29.24
107.5	29.21	108	29.14	108.5	29.09	109	29.07	109.5	29.05

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 79 di 96

110	29.02	110.5	29.03	111	28.99	111.5	28.94	112	28.89
112.5	28.86	113	28.84	113.5	28.8	114	28.74	114.5	28.72
115	28.7	115.5	28.69	116	28.7	116.5	28.69	117	28.64
117.5	28.62	118	28.66	118.5	28.65	119	28.63	119.5	28.6
120	28.6	120.5	28.61	121	28.61	121.5	28.58	122	28.54
122.5	28.54	123	28.55	123.5	28.53	124	28.52	124.5	28.5
125	28.49	125.5	28.48	126	28.49	126.5	28.51	127	28.51
127.5	28.49	128	28.47	128.5	28.47	129	28.49	129.5	28.51
130	28.48	130.5	28.45	131	28.44	131.5	28.43	132	28.44
132.5	28.44	133	28.41	133.5	28.36	134	28.36	134.5	28.36
135	28.34	135.5	28.31	136	28.28	136.5	28.27	137	28.28
137.5	28.27	138	28.21	138.5	28.18	139	28.18	139.5	28.11
140	28.1	140.5	28.06	141	28	141.5	27.97	142	27.96
142.5	27.94	143	27.91	143.5	27.87	144	27.82	144.5	27.78
145	27.75	145.5	27.74	146	27.7	146.5	27.65	147	27.59
147.5	27.54	148	27.47	148.5	27.4	149	27.33	149.5	27.29
150	27.26	150.5	27.22	151	27.17	151.5	27.11	152	27.05
152.5	27.01	153	26.97	153.5	26.94	154	26.87	154.5	26.82
155	26.76	155.5	26.68	156	26.61	156.5	26.58	157	26.56
157.5	26.51	158	26.45	158.5	26.42	159	26.38	159.5	26.34
160	26.31	160.5	26.27	161	26.22	161.5	26.19	162	26.14
162.5	26.1	163	26.08	163.5	26.05	164	26	164.5	25.94
165	25.89	165.5	25.88	166	25.88	166.5	25.86	167	25.83
167.5	25.8	168	25.75	168.5	25.73	169	25.71	169.5	25.7
170	25.7	170.5	25.69	171	25.67	171.5	25.65	172	25.63
172.5	25.61	173	25.6	173.5	25.63	174	25.65	174.5	25.62
175	25.58	175.5	25.57	176	25.56	176.5	25.55	177	25.56
177.5	25.58	178	25.58	178.5	25.56	179	25.54	179.5	25.53
180	25.52	180.5	25.53	181	25.54	181.5	25.56	182	25.6
182.5	25.65	183	25.68	183.5	25.7	184	25.71	184.5	25.7
185	25.66	185.5	25.54	186	25.32	186.5	25.03	187	24.73
187.5	24.43	188	24.13	188.5	23.89	189	23.71	189.5	23.58
190	23.43	190.5	23.24	191	22.99	191.5	22.76	192	22.56
192.5	22.34	193	22.16	193.5	22.05	194	21.96	195	21.77
196	21.57	197	21.57	198	21.94	199	22.62	200	23.06
201	23.64	202	24.22	203	24.77	204	25.18	205	25.32
206	25.22	207	25.11	208	25.12	209	25.17	210	25.32
211	25.44	212	25.35	213	25.2	214	25.15	215	25.17
216	25.21	217	25.26	218	25.4	219	25.4	220	25.27
221	25.15	222	25.1	223	25.1	224	25.09	225	25.06
226	25.04	227	24.98	228	24.93	229	24.96	230	25.03
231	25.1	232	25.05	233	25.02	234	25.18	235	25.35
236	25.56	237	25.66	237.5	25.69	238	25.73	239	25.85
240	25.99	241	25.97	242	25.99	243	26.17	244	26.28
245	26.35	246	26.47	247	26.63	248	26.8	249	26.98
250	27.1	251	27.23	252	27.39	253	27.56	254	27.7
255	27.85	256	27.99	257	28.23	258	28.39	259	28.49
260	28.6	261	28.73	262	28.92	263	29.11	264	29.25
265	29.38	266	29.49	267	29.69	268	29.83	269	29.9
270	29.96	270.01	29.96						

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 184.5 .035 205 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
184.5 205 10 10 10 .1 .3

Ineffective Flow num= 2  
Sta L Sta R Elev Permanent  
0 189 25.6 T  
199 270.01 25.6 T

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	25.52	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.91	Wt. n-Val.		0.035	
W.S. Elev (m)	24.62	Reach Len. (m)	2.00	2.00	2.00
Crit W.S. (m)	24.44	Flow Area (m2)		23.06	
E.G. Slope (m/m)	0.007767	Area (m2)		27.85	
Q Total (m3/s)	97.30	Flow (m3/s)		97.30	
Top Width (m)	15.54	Top Width (m)		15.54	

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 80 di 96

Vel Total (m/s)	4.22	Avg. Vel. (m/s)	4.22		
Max Chl Dpth (m)	3.05	Hydr. Depth (m)	2.31		
Conv. Total (m3/s)	1104.1	Conv. (m3/s)	1104.1		
Length Wtd. (m)	2.00	Wetted Per. (m)	10.63		
Min Ch El (m)	21.57	Shear (N/m2)	165.20		
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	12927.51	0.00	0.00
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)	4.06	6.81	0.64
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)	5.05	3.53	1.18

BRIDGE

RIVER: F.di Casoli  
REACH: alveo RS: 49.5

INPUT

Description:

Distance from Upstream XS = 2  
Deck/Roadway Width = 6  
Weir Coefficient = 1.4

Upstream Deck/Roadway Coordinates

num= 2  
Sta Hi Cord Lo Cord Sta Hi Cord Lo Cord  
140 25.6 24.5 240 25.6 24.5

Upstream Bridge Cross Section Data

Station Elevation Data num= 467

Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	37.93	.5	37.99	1	38.03	1.5	38.02	2	37.94
2.5	37.86	3	37.84	3.5	37.84	4	37.84	4.5	37.88
5	37.92	5.5	37.94	6	37.9	6.5	37.84	7	37.82
7.5	37.82	8	37.81	8.5	37.81	9	37.77	9.5	37.63
10	37.37	10.5	37.1	11	36.87	11.5	36.65	12	36.46
12.5	36.26	13	36.06	13.5	35.86	14	35.65	14.5	35.41
15	35.11	15.5	34.71	16	34.33	16.5	34.05	17	33.84
17.5	33.68	18	33.39	18.5	33.21	19	33.11	19.5	33.02
20	32.93	20.5	32.8	21	32.63	21.5	32.47	22	32.27
22.5	32.05	23	31.86	23.5	31.66	24	31.44	24.5	31.2
25	30.91	25.5	30.57	26	30.33	26.5	30.27	27	30.49
27.5	30.94	28	31.45	28.5	31.96	29	32.34	29.5	32.42
30	32.39	30.5	32.23	31	32.01	31.5	31.74	32	31.47
32.5	31.26	33	31.11	33.5	31.08	34	31.11	34.5	31.1
35	31.05	35.5	31.02	36	31.04	36.5	31.06	37	31.08
37.5	31.07	38	31.02	38.5	31	39	30.95	39.5	30.89
40	30.82	40.5	30.79	41	30.81	41.5	30.84	42	30.84
42.5	30.85	43	30.86	43.5	30.84	44	30.85	44.5	30.86
45	30.86	45.5	30.88	46	30.9	46.5	30.91	47	30.86
47.5	30.84	48	30.89	48.5	30.99	49	31.03	49.5	31.09
50	31.12	50.5	31.11	51	31.06	51.5	31.02	52	30.98
52.5	30.93	53	30.91	53.5	30.92	54	30.91	54.5	30.91
55	30.91	55.5	30.89	56	30.88	56.5	30.85	57	30.82
57.5	30.78	58	30.75	58.5	30.73	59	30.69	59.5	30.66
60	30.65	60.5	30.65	61	30.64	61.5	30.59	62	30.56
62.5	30.55	63	30.54	63.5	30.51	64	30.48	64.5	30.46
65	30.44	65.5	30.44	66	30.41	66.5	30.36	67	30.34
67.5	30.31	68	30.31	68.5	30.32	69	30.32	69.5	30.3
70	30.27	70.5	30.23	71	30.23	71.5	30.2	72	30.17
72.5	30.15	73	30.17	73.5	30.15	74	30.09	74.5	30.07
75	30.03	75.5	30.02	76	30.04	76.5	30.05	77	30.02
77.5	30.02	78	30.01	78.5	29.99	79	29.96	79.5	29.92
80	29.9	80.5	29.89	81	29.85	81.5	29.85	82	29.88
82.5	29.87	83	29.85	83.5	29.84	84	29.83	84.5	29.81
85	29.81	85.5	29.8	86	29.78	86.5	29.75	87	29.72
87.5	29.72	88	29.72	88.5	29.73	89	29.73	89.5	29.71
90	29.7	90.5	29.71	91	29.71	91.5	29.7	92	29.7
92.5	29.69	93	29.68	93.5	29.68	94	29.66	94.5	29.65
95	29.67	95.5	29.65	96	29.64	96.5	29.62	97	29.6
97.5	29.59	98	29.58	98.5	29.59	99	29.57	99.5	29.52
100	29.51	100.5	29.51	101	29.5	101.5	29.48	102	29.48
102.5	29.45	103	29.42	103.5	29.4	104	29.38	104.5	29.35
105	29.33	105.5	29.3	106	29.28	106.5	29.25	107	29.24



	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 81 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

107.5	29.21	108	29.14	108.5	29.09	109	29.07	109.5	29.05
110	29.02	110.5	29.03	111	28.99	111.5	28.94	112	28.89
112.5	28.86	113	28.84	113.5	28.8	114	28.74	114.5	28.72
115	28.7	115.5	28.69	116	28.7	116.5	28.69	117	28.64
117.5	28.62	118	28.66	118.5	28.65	119	28.63	119.5	28.6
120	28.6	120.5	28.61	121	28.61	121.5	28.58	122	28.54
122.5	28.54	123	28.55	123.5	28.53	124	28.52	124.5	28.5
125	28.49	125.5	28.48	126	28.49	126.5	28.51	127	28.51
127.5	28.49	128	28.47	128.5	28.47	129	28.49	129.5	28.51
130	28.48	130.5	28.45	131	28.44	131.5	28.43	132	28.44
132.5	28.44	133	28.41	133.5	28.36	134	28.36	134.5	28.36
135	28.34	135.5	28.31	136	28.28	136.5	28.27	137	28.28
137.5	28.27	138	28.21	138.5	28.18	139	28.18	139.5	28.11
140	28.1	140.5	28.06	141	28	141.5	27.97	142	27.96
142.5	27.94	143	27.91	143.5	27.87	144	27.82	144.5	27.78
145	27.75	145.5	27.74	146	27.7	146.5	27.65	147	27.59
147.5	27.54	148	27.47	148.5	27.4	149	27.33	149.5	27.29
150	27.26	150.5	27.22	151	27.17	151.5	27.11	152	27.05
152.5	27.01	153	26.97	153.5	26.94	154	26.87	154.5	26.82
155	26.76	155.5	26.68	156	26.61	156.5	26.58	157	26.56
157.5	26.51	158	26.45	158.5	26.42	159	26.38	159.5	26.34
160	26.31	160.5	26.27	161	26.22	161.5	26.19	162	26.14
162.5	26.1	163	26.08	163.5	26.05	164	26	164.5	25.94
165	25.89	165.5	25.88	166	25.88	166.5	25.86	167	25.83
167.5	25.8	168	25.75	168.5	25.73	169	25.71	169.5	25.7
170	25.7	170.5	25.69	171	25.67	171.5	25.65	172	25.63
172.5	25.61	173	25.6	173.5	25.63	174	25.65	174.5	25.62
175	25.58	175.5	25.57	176	25.56	176.5	25.55	177	25.56
177.5	25.58	178	25.58	178.5	25.56	179	25.54	179.5	25.53
180	25.52	180.5	25.53	181	25.54	181.5	25.56	182	25.6
182.5	25.65	183	25.68	183.5	25.7	184	25.71	184.5	25.7
185	25.66	185.5	25.54	186	25.32	186.5	25.03	187	24.73
187.5	24.43	188	24.13	188.5	23.89	189	23.71	189.5	23.58
190	23.43	190.5	23.24	191	22.99	191.5	22.76	192	22.56
192.5	22.34	193	22.16	193.5	22.05	194	21.96	195	21.77
196	21.57	197	21.57	198	21.94	199	22.62	200	23.06
201	23.64	202	24.22	203	24.77	204	25.18	205	25.32
206	25.22	207	25.11	208	25.12	209	25.17	210	25.32
211	25.44	212	25.35	213	25.2	214	25.15	215	25.17
216	25.21	217	25.26	218	25.4	219	25.4	220	25.27
221	25.15	222	25.1	223	25.1	224	25.09	225	25.06
226	25.04	227	24.98	228	24.93	229	24.96	230	25.03
231	25.1	232	25.05	233	25.02	234	25.18	235	25.35
236	25.56	237	25.66	237.5	25.69	238	25.73	239	25.85
240	25.99	241	25.97	242	25.99	243	26.17	244	26.28
245	26.35	246	26.47	247	26.63	248	26.8	249	26.98
250	27.1	251	27.23	252	27.39	253	27.56	254	27.7
255	27.85	256	27.99	257	28.23	258	28.39	259	28.49
260	28.6	261	28.73	262	28.92	263	29.11	264	29.25
265	29.38	266	29.49	267	29.69	268	29.83	269	29.9
270	29.96	270.01	29.96						

Manning's n Values num= 3  
 Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
 0 .055 184.5 .035 205 .055

Bank Sta: Left Right Coeff Contr. Expan.  
 184.5 205 .1 .3

Ineffective Flow num= 2  
 Sta L Sta R Elev Permanent  
 0 189 25.6 T  
 199 270.01 25.6 T

Downstream Deck/Roadway Coordinates  
 num= 2  
 Sta Hi Cord Lo Cord Sta Hi Cord Lo Cord  
 140 25.6 24.5 240 25.6 24.5

Downstream Bridge Cross Section Data  
 Station Elevation Data num= 467  
 Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 82 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

0	37.83	.5	37.89	1	37.93	1.5	37.92	2	37.84
2.5	37.76	3	37.74	3.5	37.74	4	37.74	4.5	37.78
5	37.82	5.5	37.84	6	37.8	6.5	37.74	7	37.72
7.5	37.72	8	37.71	8.5	37.71	9	37.67	9.5	37.53
10	37.27	10.5	37	11	36.77	11.5	36.55	12	36.36
12.5	36.16	13	35.96	13.5	35.76	14	35.55	14.5	35.31
15	35.01	15.5	34.61	16	34.23	16.5	33.95	17	33.74
17.5	33.58	18	33.29	18.5	33.11	19	33.01	19.5	32.92
20	32.83	20.5	32.7	21	32.53	21.5	32.37	22	32.17
22.5	31.95	23	31.76	23.5	31.56	24	31.34	24.5	31.1
25	30.81	25.5	30.47	26	30.23	26.5	30.17	27	30.39
27.5	30.84	28	31.35	28.5	31.86	29	32.24	29.5	32.32
30	32.29	30.5	32.13	31	31.91	31.5	31.64	32	31.37
32.5	31.16	33	31.01	33.5	30.98	34	31.01	34.5	31
35	30.95	35.5	30.92	36	30.94	36.5	30.96	37	30.98
37.5	30.97	38	30.92	38.5	30.9	39	30.85	39.5	30.79
40	30.72	40.5	30.69	41	30.71	41.5	30.74	42	30.74
42.5	30.75	43	30.76	43.5	30.74	44	30.75	44.5	30.76
45	30.76	45.5	30.78	46	30.8	46.5	30.81	47	30.76
47.5	30.74	48	30.79	48.5	30.89	49	30.93	49.5	30.99
50	31.02	50.5	31.01	51	30.96	51.5	30.92	52	30.88
52.5	30.83	53	30.81	53.5	30.82	54	30.81	54.5	30.81
55	30.81	55.5	30.79	56	30.78	56.5	30.75	57	30.72
57.5	30.68	58	30.65	58.5	30.63	59	30.59	59.5	30.56
60	30.55	60.5	30.55	61	30.54	61.5	30.49	62	30.46
62.5	30.45	63	30.44	63.5	30.41	64	30.38	64.5	30.36
65	30.34	65.5	30.34	66	30.31	66.5	30.26	67	30.24
67.5	30.21	68	30.21	68.5	30.22	69	30.22	69.5	30.2
70	30.17	70.5	30.13	71	30.13	71.5	30.1	72	30.07
72.5	30.05	73	30.07	73.5	30.05	74	29.99	74.5	29.97
75	29.93	75.5	29.92	76	29.94	76.5	29.95	77	29.92
77.5	29.92	78	29.91	78.5	29.89	79	29.86	79.5	29.82
80	29.8	80.5	29.79	81	29.75	81.5	29.75	82	29.78
82.5	29.77	83	29.75	83.5	29.74	84	29.73	84.5	29.71
85	29.71	85.5	29.7	86	29.68	86.5	29.65	87	29.62
87.5	29.62	88	29.62	88.5	29.63	89	29.63	89.5	29.61
90	29.6	90.5	29.61	91	29.61	91.5	29.6	92	29.6
92.5	29.59	93	29.58	93.5	29.58	94	29.56	94.5	29.55
95	29.57	95.5	29.55	96	29.54	96.5	29.52	97	29.5
97.5	29.49	98	29.48	98.5	29.49	99	29.47	99.5	29.42
100	29.41	100.5	29.41	101	29.4	101.5	29.38	102	29.38
102.5	29.35	103	29.32	103.5	29.3	104	29.28	104.5	29.25
105	29.23	105.5	29.2	106	29.18	106.5	29.15	107	29.14
107.5	29.11	108	29.04	108.5	28.99	109	28.97	109.5	28.95
110	28.92	110.5	28.93	111	28.89	111.5	28.84	112	28.79
112.5	28.76	113	28.74	113.5	28.7	114	28.64	114.5	28.62
115	28.6	115.5	28.59	116	28.6	116.5	28.59	117	28.54
117.5	28.52	118	28.56	118.5	28.55	119	28.53	119.5	28.5
120	28.5	120.5	28.51	121	28.51	121.5	28.48	122	28.44
122.5	28.44	123	28.45	123.5	28.43	124	28.42	124.5	28.4
125	28.39	125.5	28.38	126	28.39	126.5	28.41	127	28.41
127.5	28.39	128	28.37	128.5	28.37	129	28.39	129.5	28.41
130	28.38	130.5	28.35	131	28.34	131.5	28.33	132	28.34
132.5	28.34	133	28.31	133.5	28.26	134	28.26	134.5	28.26
135	28.24	135.5	28.21	136	28.18	136.5	28.17	137	28.18
137.5	28.17	138	28.11	138.5	28.08	139	28.08	139.5	28.01
140	28	140.5	27.96	141	27.9	141.5	27.87	142	27.86
142.5	27.84	143	27.81	143.5	27.77	144	27.72	144.5	27.68
145	27.65	145.5	27.64	146	27.6	146.5	27.55	147	27.49
147.5	27.44	148	27.37	148.5	27.3	149	27.23	149.5	27.19
150	27.16	150.5	27.12	151	27.07	151.5	27.01	152	26.95
152.5	26.91	153	26.87	153.5	26.84	154	26.77	154.5	26.72
155	26.66	155.5	26.58	156	26.51	156.5	26.48	157	26.46
157.5	26.41	158	26.35	158.5	26.32	159	26.28	159.5	26.24
160	26.21	160.5	26.17	161	26.12	161.5	26.09	162	26.04
162.5	26	163	25.98	163.5	25.95	164	25.9	164.5	25.84
165	25.79	165.5	25.78	166	25.78	166.5	25.76	167	25.73
167.5	25.7	168	25.65	168.5	25.63	169	25.61	169.5	25.6
170	25.6	170.5	25.59	171	25.57	171.5	25.55	172	25.53
172.5	25.51	173	25.5	173.5	25.53	174	25.55	174.5	25.52
175	25.48	175.5	25.47	176	25.46	176.5	25.45	177	25.46

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83136
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 83 di 96

177.5	25.48	178	25.48	178.5	25.46	179	25.44	179.5	25.43
180	25.42	180.5	25.43	181	25.44	181.5	25.46	182	25.5
182.5	25.55	183	25.58	183.5	25.6	184	25.61	184.5	25.6
185	25.56	185.5	25.44	186	25.22	186.5	24.93	187	24.63
187.5	24.33	188	24.03	188.5	23.79	189	23.61	189.5	23.48
190	23.33	190.5	23.14	191	22.89	191.5	22.66	192	22.46
192.5	22.24	193	22.06	193.5	21.95	194	21.86	195	21.67
196	21.47	197	21.47	198	21.84	199	22.52	200	22.96
201	23.54	202	24.12	203	24.67	204	25.08	205	25.22
206	25.12	207	25.01	208	25.02	209	25.07	210	25.22
211	25.34	212	25.25	213	25.1	214	25.05	215	25.07
216	25.11	217	25.16	218	25.3	219	25.3	220	25.17
221	25.05	222	25	223	25	224	24.99	225	24.96
226	24.94	227	24.88	228	24.83	229	24.86	230	24.93
231	25	232	24.95	233	24.92	234	25.08	235	25.25
236	25.46	237	25.56	237.5	25.59	238	25.63	239	25.75
240	25.89	241	25.87	242	25.89	243	26.07	244	26.18
245	26.25	246	26.37	247	26.53	248	26.7	249	26.88
250	27	251	27.13	252	27.29	253	27.46	254	27.6
255	27.75	256	27.89	257	28.13	258	28.29	259	28.39
260	28.5	261	28.63	262	28.82	263	29.01	264	29.15
265	29.28	266	29.39	267	29.59	268	29.73	269	29.8
270	29.86	270.01	29.86						

Manning's n Values num= 3  
 Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
 0 .055 184.5 .035 205 .055

Bank Sta: Left Right Coeff Contr. Expan.  
 184.5 205 .1 .3

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

Number of Abutments = 1

Abutment Data

Upstream num= 6  
 Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev  
 140 24.55 189 24.55 189 15 199 15 199 24.55  
 240 24.55

Downstream num= 6  
 Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev  
 140 24.55 189 24.55 189 15 199 15 199 24.55  
 240 24.55

Number of Bridge Coefficient Sets = 1

Low Flow Methods and Data

Energy  
 Selected Low Flow Methods = Highest Energy Answer

High Flow Method

Energy Only

Additional Bridge Parameters

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

BRIDGE OUTPUT Profile #TR200

E.G. US. (m)	25.52	Element	Inside BR US	Inside BR DS
W.S. US. (m)	24.62	E.G. Elev (m)	25.50	25.40

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 84 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Q Total (m3/s)	97.30	W.S. Elev (m)	24.44	24.34
Q Bridge (m3/s)	97.30	Crit W.S. (m)	24.44	24.34
Q Weir (m3/s)		Max Chl Dpth (m)	2.87	2.87
Weir Sta Lft (m)		Vel Total (m/s)	4.57	4.57
Weir Sta Rgt (m)		Flow Area (m2)	21.29	21.28
Weir Submerg		Froude # Chl	1.00	1.00
Weir Max Depth (m)		Specif Force (m3)	70.12	70.12
Min El Weir Flow (m)	25.60	Hydr Depth (m)	2.13	2.13
Min El Prs (m)	24.50	W.P. Total (m)	13.18	13.18
Delta EG (m)	0.18	Conv. Total (m3/s)	837.2	837.0
Delta WS (m)	0.81	Top Width (m)	10.00	10.00
BR Open Area (m2)	21.89	Frctn Loss (m)		
BR Open Vel (m/s)	4.57	C & E Loss (m)		
Coef of Q		Shear Total (N/m2)	213.91	213.98
Br Sel Method	Momentum	Power Total (N/m s)	0.00	0.00

Note: The momentum method has computed a class B profile.

Note: Multiple critical depths were found at this location. The critical depth with the lowest, valid, water surface was used.

Note: Multiple critical depths were found at this location. The critical depth with the lowest, valid, water surface was used.

Note: The energy method has computed a class B profile.

#### CROSS SECTION

RIVER: F.di Casoli

REACH: alveo RS: 49

#### INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 467									
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	37.83	.5	37.89	1	37.93	1.5	37.92	2	37.84
2.5	37.76	3	37.74	3.5	37.74	4	37.74	4.5	37.78
5	37.82	5.5	37.84	6	37.8	6.5	37.74	7	37.72
7.5	37.72	8	37.71	8.5	37.71	9	37.67	9.5	37.53
10	37.27	10.5	37	11	36.77	11.5	36.55	12	36.36
12.5	36.16	13	35.96	13.5	35.76	14	35.55	14.5	35.31
15	35.01	15.5	34.61	16	34.23	16.5	33.95	17	33.74
17.5	33.58	18	33.29	18.5	33.11	19	33.01	19.5	32.92
20	32.83	20.5	32.7	21	32.53	21.5	32.37	22	32.17
22.5	31.95	23	31.76	23.5	31.56	24	31.34	24.5	31.1
25	30.81	25.5	30.47	26	30.23	26.5	30.17	27	30.39
27.5	30.84	28	31.35	28.5	31.86	29	32.24	29.5	32.32
30	32.29	30.5	32.13	31	31.91	31.5	31.64	32	31.37
32.5	31.16	33	31.01	33.5	30.98	34	31.01	34.5	31
35	30.95	35.5	30.92	36	30.94	36.5	30.96	37	30.98
37.5	30.97	38	30.92	38.5	30.9	39	30.85	39.5	30.79
40	30.72	40.5	30.69	41	30.71	41.5	30.74	42	30.74
42.5	30.75	43	30.76	43.5	30.74	44	30.75	44.5	30.76
45	30.76	45.5	30.78	46	30.8	46.5	30.81	47	30.76
47.5	30.74	48	30.79	48.5	30.89	49	30.93	49.5	30.99
50	31.02	50.5	31.01	51	30.96	51.5	30.92	52	30.88
52.5	30.83	53	30.81	53.5	30.82	54	30.81	54.5	30.81
55	30.81	55.5	30.79	56	30.78	56.5	30.75	57	30.72
57.5	30.68	58	30.65	58.5	30.63	59	30.59	59.5	30.56
60	30.55	60.5	30.55	61	30.54	61.5	30.49	62	30.46
62.5	30.45	63	30.44	63.5	30.41	64	30.38	64.5	30.36
65	30.34	65.5	30.34	66	30.31	66.5	30.26	67	30.24
67.5	30.21	68	30.21	68.5	30.22	69	30.22	69.5	30.2
70	30.17	70.5	30.13	71	30.13	71.5	30.1	72	30.07
72.5	30.05	73	30.07	73.5	30.05	74	29.99	74.5	29.97
75	29.93	75.5	29.92	76	29.94	76.5	29.95	77	29.92
77.5	29.92	78	29.91	78.5	29.89	79	29.86	79.5	29.82
80	29.8	80.5	29.79	81	29.75	81.5	29.75	82	29.78
82.5	29.77	83	29.75	83.5	29.74	84	29.73	84.5	29.71
85	29.71	85.5	29.7	86	29.68	86.5	29.65	87	29.62
87.5	29.62	88	29.62	88.5	29.63	89	29.63	89.5	29.61
90	29.6	90.5	29.61	91	29.61	91.5	29.6	92	29.6
92.5	29.59	93	29.58	93.5	29.58	94	29.56	94.5	29.55

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 85 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

95	29.57	95.5	29.55	96	29.54	96.5	29.52	97	29.5
97.5	29.49	98	29.48	98.5	29.49	99	29.47	99.5	29.42
100	29.41	100.5	29.41	101	29.4	101.5	29.38	102	29.38
102.5	29.35	103	29.32	103.5	29.3	104	29.28	104.5	29.25
105	29.23	105.5	29.2	106	29.18	106.5	29.15	107	29.14
107.5	29.11	108	29.04	108.5	28.99	109	28.97	109.5	28.95
110	28.92	110.5	28.93	111	28.89	111.5	28.84	112	28.79
112.5	28.76	113	28.74	113.5	28.7	114	28.64	114.5	28.62
115	28.6	115.5	28.59	116	28.6	116.5	28.59	117	28.54
117.5	28.52	118	28.56	118.5	28.55	119	28.53	119.5	28.5
120	28.5	120.5	28.51	121	28.51	121.5	28.48	122	28.44
122.5	28.44	123	28.45	123.5	28.43	124	28.42	124.5	28.4
125	28.39	125.5	28.38	126	28.39	126.5	28.41	127	28.41
127.5	28.39	128	28.37	128.5	28.37	129	28.39	129.5	28.41
130	28.38	130.5	28.35	131	28.34	131.5	28.33	132	28.34
132.5	28.34	133	28.31	133.5	28.26	134	28.26	134.5	28.26
135	28.24	135.5	28.21	136	28.18	136.5	28.17	137	28.18
137.5	28.17	138	28.11	138.5	28.08	139	28.08	139.5	28.01
140	28	140.5	27.96	141	27.9	141.5	27.87	142	27.86
142.5	27.84	143	27.81	143.5	27.77	144	27.72	144.5	27.68
145	27.65	145.5	27.64	146	27.6	146.5	27.55	147	27.49
147.5	27.44	148	27.37	148.5	27.3	149	27.23	149.5	27.19
150	27.16	150.5	27.12	151	27.07	151.5	27.01	152	26.95
152.5	26.91	153	26.87	153.5	26.84	154	26.77	154.5	26.72
155	26.66	155.5	26.58	156	26.51	156.5	26.48	157	26.46
157.5	26.41	158	26.35	158.5	26.32	159	26.28	159.5	26.24
160	26.21	160.5	26.17	161	26.12	161.5	26.09	162	26.04
162.5	26	163	25.98	163.5	25.95	164	25.9	164.5	25.84
165	25.79	165.5	25.78	166	25.78	166.5	25.76	167	25.73
167.5	25.7	168	25.65	168.5	25.63	169	25.61	169.5	25.6
170	25.6	170.5	25.59	171	25.57	171.5	25.55	172	25.53
172.5	25.51	173	25.5	173.5	25.53	174	25.55	174.5	25.52
175	25.48	175.5	25.47	176	25.46	176.5	25.45	177	25.46
177.5	25.48	178	25.48	178.5	25.46	179	25.44	179.5	25.43
180	25.42	180.5	25.43	181	25.44	181.5	25.46	182	25.5
182.5	25.55	183	25.58	183.5	25.6	184	25.61	184.5	25.6
185	25.56	185.5	25.44	186	25.22	186.5	24.93	187	24.63
187.5	24.33	188	24.03	188.5	23.79	189	23.61	189.5	23.48
190	23.33	190.5	23.14	191	22.89	191.5	22.66	192	22.46
192.5	22.24	193	22.06	193.5	21.95	194	21.86	195	21.67
196	21.47	197	21.47	198	21.84	199	22.52	200	22.96
201	23.54	202	24.12	203	24.67	204	25.08	205	25.22
206	25.12	207	25.01	208	25.02	209	25.07	210	25.22
211	25.34	212	25.25	213	25.1	214	25.05	215	25.07
216	25.11	217	25.16	218	25.3	219	25.3	220	25.17
221	25.05	222	25	223	25	224	24.99	225	24.96
226	24.94	227	24.88	228	24.83	229	24.86	230	24.93
231	25	232	24.95	233	24.92	234	25.08	235	25.25
236	25.46	237	25.56	237.5	25.59	238	25.63	239	25.75
240	25.89	241	25.87	242	25.89	243	26.07	244	26.18
245	26.25	246	26.37	247	26.53	248	26.7	249	26.88
250	27	251	27.13	252	27.29	253	27.46	254	27.6
255	27.75	256	27.89	257	28.13	258	28.29	259	28.39
260	28.5	261	28.63	262	28.82	263	29.01	264	29.15
265	29.28	266	29.39	267	29.59	268	29.73	269	29.8
270	29.86	270.01	29.86						

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 184.5 .035 205 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
184.5 205 27.23 27.23 27.23 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	25.35	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.54	Wt. n-Val.		0.035	
W.S. Elev (m)	23.81	Reach Len. (m)	27.23	27.23	27.23
Crit W.S. (m)	24.28	Flow Area (m2)		17.69	
E.G. Slope (m/m)	0.027065	Area (m2)		17.69	

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 86 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Q Total (m3/s)	97.30	Flow (m3/s)	97.30		
Top Width (m)	13.00	Top Width (m)	13.00		
Vel Total (m/s)	5.50	Avg. Vel. (m/s)	5.50		
Max Chl Dpth (m)	2.34	Hydr. Depth (m)	1.36		
Conv. Total (m3/s)	591.4	Conv. (m3/s)	591.4		
Length Wtd. (m)	27.23	Wetted Per. (m)	13.98		
Min Ch El (m)	21.47	Shear (N/m2)	235.85		
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	12927.51	0.00	0.00
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)	4.06	6.59	0.64
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)	5.05	3.42	1.18

Note: The energy method has computed a class B profile.

#### CROSS SECTION

RIVER: F.di Casoli

REACH: alveo RS: 40

#### INPUT

Description:

Station Elevation Data		num=		482											
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	34.9	.5	34.91	1	34.92	2	34.79	3	34.69						
4	34.62	5	34.52	6	34.42	7	34.27	8	34.15						
9	34.06	10	34.04	11	33.95	12	33.91	13	33.79						
14	33.73	15	33.69	16	33.65	17	33.54	18	33.5						
19	33.37	19.5	33.31	21	33.3	22	33.17	23	33.14						
24	33.03	25	32.66	26	32.48	27	32.48	28	32.48						
29	32.45	30	32.39	31	32.46	32	32.47	33	32.4						
34	32.35	35	32.21	36	32.12	37	32.07	38	32.01						
39	31.93	40	31.88	41	31.82	42	31.68	43	31.65						
44	31.53	45	31.39	46	31.27	47	31.18	48	31.08						
49	31.02	50	30.93	51	30.84	52	30.75	53	30.73						
54	30.58	55	30.5	56	30.38	57	30.34	58	30.34						
59	30.3	60	30.3	61	30.34	62	30.32	63	30.37						
64	30.32	65	30.27	66	30.2	67	30.13	68	30.12						
69	30.05	70	30.06	71	30.09	72	30.07	73	30.04						
74	30.03	75	30	76	30.05	77	30.09	78	30.08						
79	30.1	80	30.13	81	30.12	82	30.14	83	30.16						
84	30.1	85	30.1	86	30.07	87	30	88	29.96						
89	29.96	90	29.97	91	29.96	92	29.96	93	29.96						
94	29.89	95	29.86	96	29.79	97	29.72	98	29.66						
99	29.65	100	29.63	100.5	29.6	101	29.56	101.5	29.51						
102	29.47	102.5	29.44	103	29.45	103.5	29.46	104	29.43						
104.5	29.42	105	29.43	105.5	29.41	106	29.37	106.5	29.37						
107	29.35	107.5	29.32	108	29.28	108.5	29.25	109	29.2						
109.5	29.15	110	29.1	110.5	29.05	111	29.03	111.5	29.03						
112	29.02	112.5	29	113	28.98	113.5	28.94	114	28.9						
114.5	28.86	115	28.82	115.5	28.78	116	28.77	116.5	28.79						
117	28.77	117.5	28.73	118	28.7	118.5	28.68	119	28.64						
119.5	28.59	120	28.59	120.5	28.57	121	28.54	121.5	28.53						
122	28.55	122.5	28.58	123	28.55	123.5	28.51	124	28.48						
124.5	28.43	125	28.39	125.5	28.35	126	28.28	126.5	28.22						
127	28.19	127.5	28.2	128	28.2	128.5	28.18	129	28.18						
129.5	28.15	130	28.1	130.5	28.09	131	28.09	131.5	28.05						
132	28.01	132.5	27.98	133	27.96	133.5	27.93	134	27.92						
134.5	27.92	135	27.91	135.5	27.88	136	27.83	136.5	27.83						
137	27.83	137.5	27.8	138	27.79	138.5	27.75	139	27.71						
139.5	27.64	140	27.57	140.5	27.53	141	27.46	141.5	27.4						
142	27.37	142.5	27.31	143	27.26	143.5	27.22	144	27.18						
144.5	27.15	145	27.13	145.5	27.09	146	27.07	146.5	27.03						
147	27.02	147.5	26.99	148	26.96	148.5	26.92	149	26.92						
149.5	26.91	150	26.93	150.5	26.94	151	26.91	151.5	26.84						
152	26.8	152.5	26.77	153	26.72	153.5	26.7	154	26.7						
154.5	26.7	155	26.67	155.5	26.62	156	26.58	156.5	26.55						
157	26.51	157.5	26.49	158	26.45	158.5	26.4	159	26.35						
159.5	26.3	160	26.27	160.5	26.25	161	26.23	161.5	26.19						
162	26.11	162.5	26.05	163	26.02	163.5	26	164	25.95						
164.5	25.86	165	25.79	165.5	25.71	166	25.63	166.5	25.55						
167	25.46	167.5	25.42	168	25.36	168.5	25.29	169	25.19						
169.5	25.11	170	25.05	170.5	24.97	171	24.87	171.5	24.81						

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 87 di 96

172	24.78	172.5	24.73	173	24.65	173.5	24.51	174	24.45
174.5	24.4	175	24.32	175.5	24.22	176	24.16	176.5	24.12
177	24.04	177.5	23.98	178	23.92	178.5	23.86	179	23.84
179.5	23.79	180	23.74	180.5	23.68	181	23.63	181.5	23.58
182	23.56	182.5	23.54	183	23.52	183.5	23.51	184	23.48
184.5	23.42	185	23.4	185.5	23.38	186	23.38	186.5	23.35
187	23.31	187.5	23.3	188	23.3	188.5	23.3	189	23.31
189.5	23.29	190	23.27	190.5	23.29	191	23.31	191.5	23.32
192	23.33	192.5	23.34	193	23.34	193.5	23.34	194	23.36
194.5	23.41	195	23.45	195.5	23.48	196	23.53	196.5	23.56
197	23.57	197.5	23.6	198	23.66	198.5	23.68	199	23.63
199.5	23.55	200	23.44	200.5	23.3	201	23.14	201.5	23.03
202	23.02	202.5	23.13	203	23.28	203.5	23.37	204	23.37
204.5	23.35	205	23.36	205.5	23.4	206	23.45	206.5	23.48
207	23.5	207.5	23.55	208	23.61	208.5	23.64	209	23.63
209.5	23.62	210	23.61	210.5	23.59	211	23.57	211.5	23.58
212	23.64	212.5	23.73	213	23.78	213.5	23.78	214	23.75
214.5	23.7	215	23.64	215.5	23.59	216	23.54	216.5	23.45
217	23.16	217.5	22.68	218	22.29	218.5	22.13	219	22.09
219.5	22.07	220	21.99	220.5	21.81	221	21.55	221.5	21.29
222	21.2	222.5	21.23	223	21.27	223.5	21.32	224	21.36
224.5	21.45	225	21.66	225.5	21.98	226	22.24	226.5	22.48
227	22.72	227.5	22.92	228	23.11	228.5	23.33	229	23.57
229.5	23.85	230	24.16	230.5	24.48	231	24.75	231.5	24.95
232	25.05	232.5	25.12	233	25.2	233.5	25.3	234	25.36
234.5	25.38	235	25.38	235.5	25.4	236	25.41	236.5	25.42
237	25.46	237.5	25.54	238	25.72	238.5	26.03	239	26.38
239.5	26.67	240	26.85	240.5	26.91	241	26.96	241.5	27.01
242	27.05	242.5	27.04	243	27.02	243.5	27	244	27.01
244.5	27.03	245	27.05	245.5	27.07	246	27.11	246.5	27.16
247	27.23	247.5	27.28	248	27.31	248.5	27.31	249	27.32
249.5	27.35	250	27.37	250.5	27.4	251	27.44	251.5	27.49
252	27.55	252.5	27.6	253	27.64	253.5	27.68	254	27.71
254.5	27.75	255	27.83	255.5	27.89	256	27.94	256.5	28
257	28.05	257.5	28.12	258	28.19	258.5	28.24	259	28.28
259.5	28.33	260	28.39	260.5	28.44	261	28.5	261.5	28.57
262	28.65	262.5	28.73	263	28.79	263.5	28.81	264	28.86
264.5	28.95	265	29	265.5	29.05	266	29.11	266.5	29.18
267	29.24	267.5	29.31	268	29.37	268.5	29.44	269	29.5
269.5	29.56	270	29.61	270.5	29.68	271	29.73	271.5	29.8
272	29.87	272.5	29.93	273	30	273.5	30.02	274	30.04
274.5	30.1	275	30.16	275.5	30.23	276	30.29	276.5	30.31
277	30.34	277.5	30.38	278	30.43	278.5	30.49	279	30.54
279.5	30.57	280	30.6	280.5	30.66	281	30.75	281.5	30.81
282	30.86	282.5	30.9	283	30.93	283.5	30.97	284	31
284.5	31.04	285	31.13	285.5	31.22	286	31.27	286.5	31.28
287	31.33	287.5	31.4	288	31.46	288.5	31.5	289	31.53
289.5	31.59	290	31.68						

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 212.5 .035 229.5 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
212.5 229.5 31.26 31.26 31.26 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	24.58	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.85	Wt. n-Val.	0.055	0.035	
W.S. Elev (m)	23.73	Reach Len. (m)	31.26	31.26	31.26
Crit W.S. (m)	23.98	Flow Area (m <sup>2</sup> )	9.40	20.52	
E.G. Slope (m/m)	0.016413	Area (m <sup>2</sup> )	9.40	20.52	
Q Total (m <sup>3</sup> /s)	97.30	Flow (m <sup>3</sup> /s)	9.55	87.75	
Top Width (m)	47.50	Top Width (m)	32.42	15.09	
Vel Total (m/s)	3.25	Avg. Vel. (m/s)	1.02	4.28	
Max Chl Dpth (m)	2.53	Hydr. Depth (m)	0.29	1.36	
Conv. Total (m <sup>3</sup> /s)	759.5	Conv. (m <sup>3</sup> /s)	74.5	684.9	
Length Wtd. (m)	31.26	Wetted Per. (m)	32.59	16.25	
Min Ch El (m)	21.20	Shear (N/m <sup>2</sup> )	46.40	203.26	
Alpha	1.57	Stream Power (N/m s)	13884.59	0.00	0.00

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 88 di 96

Frctn Loss (m)	0.57	Cum Volume (1000 m3)	3.94	6.07	0.64
C & E Loss (m)	0.21	Cum SA (1000 m2)	4.61	3.04	1.18

CROSS SECTION

RIVER: F.di Casoli

REACH: alveo

RS: 30

INPUT

Description:

Station Elevation Data

num= 482

Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	31.34	1	31.27	2	31.21	3	31.16	4	31.09
5	31.07	6	31.06	7	31.07	8	30.97	9	30.9
10	30.9	11	30.89	12	30.9	13	30.87	14	30.89
15	30.91	16	30.88	17	30.86	18	30.83	19	30.82
20	30.81	21	30.82	22	30.83	23	30.83	24	30.81
25	30.85	26	30.82	27	30.78	28	30.82	29	30.83
30	30.82	31	30.81	32	30.75	33	30.72	34	30.75
35	30.76	36	30.71	37	30.64	38	30.58	39	30.53
40	30.56	41	30.54	42	30.53	43	30.53	44	30.49
45	30.54	46	30.58	47	30.57	48	30.58	49	30.53
50	30.5	51	30.5	52	30.44	53	30.43	54	30.37
55	30.32	56	30.27	57	30.25	58	30.21	59	30.11
60	30.1	61	30.12	62	30.08	63	30.09	64	30.01
65	29.95	66	29.84	67	29.77	68	29.68	69	29.58
70	29.45	71	29.33	72	29.2	73	29.11	74	29
75	28.92	76	28.94	77	28.83	78	28.7	79	28.62
79.5	28.6	80	28.56	80.5	28.54	81	28.52	81.5	28.51
82	28.49	82.5	28.51	83	28.54	83.5	28.51	84	28.48
84.5	28.43	85	28.37	85.5	28.31	86	28.24	86.5	28.14
87	28.08	87.5	28.05	88	28.03	88.5	27.98	89	27.93
89.5	27.9	90	27.87	90.5	27.83	91	27.78	91.5	27.77
92	27.73	92.5	27.67	93	27.64	93.5	27.62	94	27.62
94.5	27.61	95	27.59	95.5	27.56	96	27.54	96.5	27.52
97	27.48	97.5	27.47	98	27.46	98.5	27.46	99	27.45
99.5	27.42	100	27.41	100.5	27.4	101	27.37	101.5	27.33
102	27.31	102.5	27.3	103	27.27	103.5	27.24	104	27.22
104.5	27.22	105	27.24	105.5	27.22	106	27.19	106.5	27.13
107	27.08	107.5	27.06	108	27.04	108.5	27	109	26.98
109.5	26.98	110	26.98	110.5	26.93	111	26.88	111.5	26.86
112	26.83	112.5	26.79	113	26.76	113.5	26.73	114	26.69
114.5	26.67	115	26.64	115.5	26.59	116	26.52	116.5	26.5
117	26.47	117.5	26.41	118	26.34	118.5	26.27	119	26.22
119.5	26.2	120	26.17	120.5	26.11	121	26.05	121.5	25.97
122	25.9	122.5	25.84	123	25.76	123.5	25.67	124	25.59
124.5	25.54	125	25.47	125.5	25.39	126	25.3	126.5	25.23
127	25.17	127.5	25.1	128	25.01	128.5	24.91	129	24.83
129.5	24.76	130	24.69	130.5	24.64	131	24.55	131.5	24.44
132	24.37	132.5	24.32	133	24.27	133.5	24.21	134	24.13
134.5	24.06	135	24	135.5	23.92	136	23.8	136.5	23.73
137	23.71	137.5	23.69	138	23.63	138.5	23.56	139	23.5
139.5	23.48	140	23.44	140.5	23.42	141	23.4	141.5	23.32
142	23.25	142.5	23.24	143	23.2	143.5	23.16	144	23.13
144.5	23.1	145	23.07	145.5	23.06	146	23.04	146.5	23.04
147	23.03	147.5	22.96	148	22.95	148.5	22.97	149	22.96
149.5	22.95	150	22.94	150.5	22.95	151	22.96	151.5	22.96
152	22.96	152.5	22.93	153	22.91	153.5	22.9	154	22.87
154.5	22.85	155	22.87	155.5	22.85	156	22.83	156.5	22.79
157	22.8	157.5	22.83	158	22.88	158.5	22.95	159	23.01
159.5	23.04	160	23.06	160.5	22.92	161	22.69	161.5	22.33
162	21.97	162.5	21.64	163	21.56	163.5	21.54	164	21.47
164.5	21.34	165	21.37	165.5	21.4	166	21.34	166.5	21.25
167	21.21	167.5	21.1	168	21.02	168.5	20.97	169	20.94
169.5	20.94	170	20.93	170.5	20.96	171	21.09	171.5	21.2
172	21.21	172.5	21.16	173	21.06	173.5	21.01	174	21.03
174.5	21.1	175	21.21	175.5	21.39	176	21.54	176.5	21.62
177	21.74	177.5	21.82	178	21.88	178.5	21.88	179	21.9
179.5	21.98	180	22.06	180.5	22.11	181	22.19	181.5	22.3
182	22.41	182.5	22.57	183	22.8	183.5	23.05	184	23.3



	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 89 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

184.5	23.55	185	23.76	185.5	23.93	186	24.17	186.5	24.51
187	24.96	187.5	25.3	188	25.42	188.5	25.48	189	25.55
189.5	25.65	190	25.74	190.5	25.78	191	25.82	191.5	25.85
192	25.89	192.5	25.93	193	25.93	193.5	25.93	194	25.96
194.5	26.01	195	26.06	195.5	26.13	196	26.2	196.5	26.25
197	26.25	197.5	26.22	198	26.19	198.5	26.21	199	26.29
199.5	26.31	200	26.24	200.5	26.13	201	26.05	201.5	26.01
202	25.99	202.5	25.99	203	25.98	203.5	25.98	204	26.04
204.5	26.15	205	26.26	205.5	26.36	206	26.43	206.5	26.47
207	26.49	207.5	26.53	208	26.57	208.5	26.58	209	26.57
209.5	26.56	210	26.54	210.5	26.55	211	26.57	211.5	26.59
212	26.6	212.5	26.61	213	26.6	213.5	26.6	214	26.62
214.5	26.65	215	26.66	215.5	26.66	216	26.67	216.5	26.65
217	26.64	217.5	26.67	218	26.72	218.5	26.73	219	26.76
219.5	26.77	220	26.79	220.5	26.79	221	26.76	221.5	26.74
222	26.76	222.5	26.77	223	26.77	223.5	26.75	224	26.77
224.5	26.82	225	26.85	225.5	26.84	226	26.82	226.5	26.83
227	26.85	227.5	26.84	228	26.8	228.5	26.82	229	26.86
229.5	26.91	230	26.92	230.5	26.91	231	26.92	231.5	26.92
232	26.93	232.5	26.96	233	26.99	233.5	27.01	234	27.03
234.5	27.06	235	27.1	235.5	27.11	236	27.13	236.5	27.16
237	27.2	237.5	27.25	238	27.28	238.5	27.29	239	27.29
239.5	27.3	240	27.32	240.5	27.32	241	27.31	241.5	27.31
242	27.33	242.5	27.4	243	27.44	243.5	27.44	244	27.44
244.5	27.44	245	27.47	245.5	27.48	246	27.45	246.5	27.41
247	27.4	247.5	27.39	248	27.37	248.5	27.38	249	27.4
249.5	27.4	250	27.36	250.5	27.36	251	27.41	251.5	27.46
252	27.48	252.5	27.52	253	27.55	253.5	27.59	254	27.64
254.5	27.68	255	27.71	255.5	27.76	256	27.82	256.5	27.89
257	27.94	257.5	27.98	258	28.03	258.5	28.1	259	28.16
259.5	28.25	260	28.34	260.5	28.43	261	28.5	261.5	28.54
262	28.57	262.5	28.62	263	28.71	263.5	28.79	264	28.84
264.5	28.92	265	29.02	265.5	29.1	266	29.16	266.5	29.25
267	29.35	267.5	29.4	268	29.44	268.5	29.51	269	29.63
269.5	29.73	270	29.8	270.5	29.88	271	29.97	271.5	30.03
272	30.08	272.5	30.12	273	30.2	273.5	30.25	274	30.32
274.5	30.43	275	30.54	275.5	30.63	276	30.7	276.5	30.79
277	30.9	277.5	30.98	278	31.03	278.5	31.1	279	31.16
279.5	31.21	280	31.29						

Manning's n Values num= 3  
 Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
 0 .055 159 .035 183.5 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
 159 183.5 34.275 34.275 34.275 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	24.20	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.09	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	24.10	Reach Len. (m)	34.28	34.28	34.28
Crit W.S. (m)	22.79	Flow Area (m2)	22.88	59.37	1.19
E.G. Slope (m/m)	0.000818	Area (m2)	22.88	59.37	1.19
Q Total (m3/s)	97.30	Flow (m3/s)	11.25	85.69	0.37
Top Width (m)	51.66	Top Width (m)	24.80	24.50	2.36
Vel Total (m/s)	1.17	Avg. Vel. (m/s)	0.49	1.44	0.31
Max Chl Dpth (m)	3.17	Hydr. Depth (m)	0.92	2.42	0.50
Conv. Total (m3/s)	3402.2	Conv. (m3/s)	393.3	2996.1	12.8
Length Wtd. (m)	34.28	Wetted Per. (m)	24.89	25.29	2.59
Min Ch El (m)	20.93	Shear (N/m2)	7.37	18.83	3.68
Alpha	1.37	Stream Power (N/m s)	13405.80	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.04	Cum Volume (1000 m3)	3.43	4.83	0.63
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	3.72	2.42	1.14

This may indicate the need for additional cross sections.

Note: Hydraulic jump has occurred between this cross section and the previous upstream section.

CROSS SECTION

RIVER: F.di Casoli

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>		<b>Regioni: Marche e Abruzzo</b>	
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 90 di 96

REACH: alveo

RS: 25.\*

INPUT

Description:

Station	Elevation	Data	num=	466						
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta
0	31.25	.99	31.15	1.979	31.11	2.969	31.05	3.959	31	
4.949	30.95	5.938	30.91	6.928	30.91	7.918	30.86	8.907	30.8	
9.897	30.8	10.887	30.76	11.877	30.76	12.866	30.75	13.856	30.74	
14.846	30.73	15.835	30.71	16.825	30.71	17.815	30.68	18.805	30.67	
19.794	30.67	20.784	30.68	21.774	30.69	22.763	30.67	23.753	30.63	
24.743	30.61	25.733	30.56	26.722	30.53	27.712	30.55	28.702	30.56	
29.691	30.53	30.681	30.52	31.671	30.5	32.66	30.5	33.65	30.53	
34.64	30.54	35.63	30.51	36.619	30.47	37.609	30.44	38.599	30.41	
39.588	30.43	40.578	30.41	41.568	30.39	42.441	30.38	43.431	30.38	
43.547	30.39	44.462	30.43	44.967	30.44	45.527	30.44	46.483	30.43	
46.988	30.41	47.506	30.41	48.496	30.38	49.486	30.36	50.02	30.35	
50.525	30.34	51.465	30.29	52.041	30.28	52.546	30.26	53.444	30.21	
54.062	30.17	54.567	30.14	55.424	30.1	56.083	30.07	56.588	30.05	
57.403	30	58.104	29.95	58.609	29.91	59.383	29.88	60.125	29.87	
60.63	29.85	61.362	29.81	62.146	29.79	62.651	29.76	63.342	29.71	
64.167	29.64	64.672	29.59	65.321	29.53	66.188	29.47	66.693	29.42	
67.3	29.37	68.209	29.28	68.714	29.23	69.28	29.19	70.23	29.11	
70.735	29.07	71.259	29.03	72.249	28.97	73.239	28.89	73.767	28.82	
74.272	28.79	75.218	28.73	75.788	28.64	76.293	28.54	77.198	28.37	
77.809	28.3	78.314	28.25	78.819	28.22	79.325	28.15	79.83	28.1	
80.335	28.04	80.84	27.98	81.346	27.94	81.851	27.95	82.356	27.94	
82.861	27.92	83.367	27.89	83.872	27.83	84.377	27.8	84.882	27.77	
85.388	27.7	85.893	27.63	86.398	27.6	86.903	27.59	87.409	27.55	
87.914	27.52	88.419	27.5	88.924	27.48	89.43	27.45	89.935	27.42	
90.44	27.39	90.945	27.34	91.451	27.3	91.956	27.28	92.461	27.25	
92.966	27.22	93.472	27.18	93.977	27.15	94.482	27.13	94.987	27.1	
95.493	27.07	95.998	27.04	96.992	26.99	97.487	26.98	97.981	26.97	
98.476	26.94	98.971	26.91	99.466	26.89	99.961	26.87	100.456	26.84	
100.951	26.82	101.445	26.8	101.94	26.77	102.435	26.74	102.93	26.72	
103.425	26.71	103.92	26.7	104.415	26.68	104.909	26.66	105.404	26.62	
105.899	26.59	106.394	26.58	106.889	26.56	107.384	26.52	107.879	26.5	
108.373	26.49	108.868	26.47	109.363	26.43	109.858	26.4	110.353	26.37	
110.848	26.34	111.343	26.3	111.837	26.28	112.332	26.25	112.827	26.22	
113.322	26.19	113.817	26.15	114.312	26.1	114.807	26.04	115.301	26.02	
115.796	25.98	116.291	25.92	116.786	25.87	117.281	25.81	117.776	25.76	
118.271	25.73	118.765	25.69	119.26	25.63	119.755	25.57	120.659	25.45	
121.067	25.4	121.538	25.32	122.183	25.22	122.701	25.15	123.11	25.09	
123.518	25.02	124.115	24.91	124.744	24.82	125.152	24.77	125.561	24.7	
126.048	24.6	126.692	24.5	127.195	24.42	127.604	24.37	128.012	24.28	
128.625	24.16	129.238	24.05	129.646	23.99	130.055	23.92	130.558	23.81	
131.202	23.69	131.689	23.6	132.098	23.51	132.506	23.44	133.135	23.37	
133.732	23.28	134.14	23.2	134.549	23.13	135.067	23.06	135.712	22.99	
136.183	22.95	136.591	22.89	137.375	22.83	138.125	22.77	138.875	22.72	
139.625	22.69	140.375	22.68	141.125	22.64	141.875	22.65	142.625	22.65	
143.375	22.67	144.125	22.7	144.875	22.7	145.625	22.7	146.375	22.69	
147.125	22.7	147.875	22.68	148.625	22.71	149.375	22.78	149.75	22.82	
150.136	22.84	150.523	22.85	151.167	22.72	151.682	22.5	152.068	22.31	
152.583	22.1	153.227	22	153.614	21.92	154.386	21.77	154.773	21.72	
155.417	21.56	155.932	21.43	156.318	21.3	156.833	21.16	157.477	21.02	
157.864	20.98	158.5	20.95	159.204	21.03	159.556	21.09	160.227	21.08	
160.611	21.03	161.091	21.02	161.667	21.11	162.019	21.19	162.722	21.46	
163.074	21.55	163.682	21.73	164.13	21.84	164.545	21.9	165.185	22.05	
165.537	22.14	166.241	22.32	166.593	22.43	167.136	22.61	167.648	22.82	
168	22.99	168.296	23.02	168.889	23.08	169.481	23.14	169.778	23.17	
170.37	23.23	170.963	23.29	171.259	23.3	171.852	23.31	172.444	23.34	
172.8	23.39	173.333	23.41	173.926	23.44	174.4	23.47	174.815	23.53	
175.407	23.6	176	23.66	176.593	23.75	177.185	23.85	177.6	23.96	
178.074	24.09	178.667	24.29	179.2	24.45	179.556	24.54	180.148	24.74	
180.741	24.91	181.037	24.99	181.63	25.13	182.222	25.24	182.519	25.3	
183.111	25.42	183.704	25.52	184.47	25.68	184.94	25.76	185.41	25.81	
185.88	25.84	186.35	25.87	186.82	25.9	187.29	25.92	187.76	25.92	
188.273	25.94	188.807	26	189.342	26.13	189.876	26.29	190.41	26.49	
190.944	26.66	191.478	26.81	191.989	26.94	192.459	27.06	192.929	27.18	
193.399	27.31	193.869	27.46	194.339	27.53	194.809	27.53	195.279	27.49	
196.219	27.52	196.689	27.56	197.158	27.62	197.628	27.66	198.098	27.7	

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 91 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

198.568	27.76	199.038	27.84	199.508	27.92	200.025	27.99	200.559	28.04
201.093	28.07	201.627	28.12	202.161	28.2	202.696	28.26	203.23	28.31
203.738	28.34	204.208	28.37	204.678	28.41	205.148	28.43	205.617	28.46
206.087	28.49	206.557	28.54	207.027	28.59	207.967	28.67	208.437	28.7
208.907	28.73	209.377	28.75	209.847	28.78	210.317	28.79	210.787	28.81
211.257	28.86	211.776	28.92	212.311	28.95	212.845	28.99	213.379	29.04
213.913	29.07	214.447	29.08	214.981	29.11	215.486	29.16	215.956	29.19
216.426	29.22	216.896	29.24	217.366	29.3	217.836	29.37	218.306	29.43
218.776	29.48	219.716	29.56	220.186	29.59	220.656	29.59	221.126	29.6
221.596	29.63	222.066	29.68	222.536	29.73	223.005	29.76	223.528	29.8
224.062	29.85	224.596	29.92	225.13	30	225.665	30.08	226.199	30.15
226.733	30.2	227.235	30.27	227.705	30.35	228.175	30.4	228.645	30.44
229.115	30.46	229.585	30.49	230.055	30.53	230.525	30.58	231.006	30.65
231.54	30.7	232.075	30.76	232.609	30.85	233.143	30.91	233.677	30.95
234.211	30.98	234.745	31.05	235.28	31.12	235.814	31.17	236.348	31.21
236.882	31.24	237.416	31.29	237.95	31.33	238.484	31.35	238.984	31.38
239.454	31.43	239.923	31.47	240.393	31.53	240.863	31.59	241.333	31.64
241.803	31.67	242.273	31.71	242.758	31.78	243.292	31.84	243.826	31.88
244.36	31.91	244.894	31.96	245.429	32.02	245.963	32.11	246.497	32.17
247.031	32.21	247.565	32.26	248.099	32.33	248.634	32.4	249.168	32.46
249.702	32.58	250.236	32.7	250.732	32.81	251.202	32.89	251.672	32.96
252.142	33.03	252.612	33.07	253.082	33.11	253.552	33.15	254.022	33.21
254.509	33.26	255.043	33.31	255.578	33.37	256.112	33.44	256.646	33.5
257.18	33.57	257.714	33.64	258.248	33.68	258.783	33.72	259.317	33.78
259.851	33.85	260.385	33.92	260.919	33.98	261.453	34.05	261.988	34.1
262.481	34.15	262.951	34.19	263.421	34.26	263.891	34.31	264.361	34.36
264.831	34.43	265.301	34.49	265.771	34.54	266.261	34.6	266.795	34.68
267.329	34.76	267.863	34.81	268.398	34.86	268.932	34.93	269.466	34.98
270	35.05								

Manning's n Values num= 3  
 Sta n Val Sta n Val  
 0 .055 149.75 .035 168 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
 149.75 168 34.275 34.275 34.275 .1 .3

CROSS SECTION

RIVER: F.di Casoli  
 REACH: alveo RS: 20

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 481

Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	31.15	.5	31.07	1	31.03	2	31	3	30.94
4	30.9	5	30.83	6	30.76	7	30.75	8	30.74
9	30.69	10	30.7	11	30.61	12	30.63	13	30.64
14	30.57	15	30.53	16	30.53	17	30.56	18	30.5
19	30.52	20	30.54	21	30.54	22	30.54	23	30.48
24	30.41	25	30.31	26	30.28	27	30.28	28	30.3
29	30.25	30	30.22	31	30.24	32	30.28	33	30.3
34	30.33	35	30.3	36	30.3	37	30.31	38	30.29
39	30.31	40	30.28	41	30.25	41.5	30.23	42	30.23
42.5	30.24	43	30.28	43.5	30.31	44	30.33	44.5	30.33
45	30.31	45.5	30.3	46	30.28	46.5	30.25	47	30.23
47.5	30.22	48	30.22	48.5	30.22	49	30.21	49.5	30.2
50	30.18	50.5	30.16	51	30.14	51.5	30.12	52	30.09
52.5	30.07	53	30.04	53.5	30.01	54	29.97	54.5	29.94
55	29.91	55.5	29.88	56	29.85	56.5	29.81	57	29.78
57.5	29.75	58	29.72	58.5	29.69	59	29.65	59.5	29.62
60	29.59	60.5	29.56	61	29.53	61.5	29.49	62	29.46
62.5	29.43	63	29.39	63.5	29.32	64	29.27	64.5	29.22
65	29.19	65.5	29.16	66	29.11	66.5	29.06	67	29.02
67.5	28.98	68	28.94	68.5	28.93	69	28.91	69.5	28.89
70	28.87	70.5	28.85	71	28.84	71.5	28.82	72	28.8
72.5	28.77	73	28.69	73.5	28.66	74	28.6	74.5	28.51
75	28.4	75.5	28.26	76	28.13	76.5	28.02	77	27.94
77.5	27.89	78	27.85	78.5	27.74	79	27.67	79.5	27.56
80	27.45	80.5	27.39	81	27.38	81.5	27.36	82	27.35

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ 000</b>	<b>COMMESSA 023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 92 di 96

82.5	27.33	83	27.26	83.5	27.26	84	27.27	84.5	27.22
85	27.16	85.5	27.14	86	27.14	86.5	27.11	87	27.1
87.5	27.09	88	27.07	88.5	27.05	89	27.04	89.5	27
90	26.95	90.5	26.92	91	26.92	91.5	26.88	92	26.81
92.5	26.74	93	26.71	93.5	26.69	94	26.65	94.5	26.62
95	26.59	95.5	26.53	96	26.51	96.5	26.49	97	26.48
97.5	26.46	98	26.41	98.5	26.38	99	26.36	99.5	26.35
100	26.33	100.5	26.29	101	26.27	101.5	26.24	102	26.21
102.5	26.18	103	26.14	103.5	26.13	104	26.12	104.5	26.1
105	26.1	105.5	26.1	106	26.05	106.5	26.03	107	26.02
107.5	25.99	108	25.94	108.5	25.92	109	25.9	109.5	25.87
110	25.83	110.5	25.8	111	25.77	111.5	25.76	112	25.73
112.5	25.67	113	25.61	113.5	25.57	114	25.55	114.5	25.5
115	25.44	115.5	25.4	116	25.35	116.5	25.31	117	25.27
117.5	25.22	118	25.16	118.5	25.08	119	25.04	119.5	24.97
120	24.9	120.5	24.82	121	24.74	121.5	24.66	122	24.56
122.5	24.47	123	24.41	123.5	24.31	124	24.22	124.5	24.14
125	24.02	125.5	23.91	126	23.78	126.5	23.65	127	23.51
127.5	23.37	128	23.25	128.5	23.15	129	23.04	129.5	22.92
130	22.78	130.5	22.64	131	22.55	131.5	22.48	132	22.44
132.5	22.39	133	22.35	133.5	22.31	134	22.32	134.5	22.32
135	22.32	135.5	22.33	136	22.35	136.5	22.41	137	22.45
137.5	22.48	138	22.51	138.5	22.53	139	22.55	139.5	22.57
140	22.59	140.5	22.63	141	22.64	141.5	22.67	142	22.67
142.5	22.59	143	22.44	143.5	22.27	144	22.07	144.5	21.83
145	21.57	145.5	21.32	146	21.07	146.5	20.96	147	20.96
147.5	20.98	148	21	148.5	21.02	149	21.16	149.5	21.41
150	21.67	150.5	21.92	151	22.18	151.5	22.45	152	22.72
152.5	22.92	153	22.94	153.5	22.95	154	22.97	154.5	22.98
155	22.99	155.5	23.01	156	23.02	156.5	23.04	157	23.05
157.5	23.06	158	23.04	158.5	23.01	159	22.98	159.5	22.96
160	22.97	160.5	23.02	161	23	161.5	23.01	162	23.01
162.5	23	163	23	163.5	23.02	164	23.06	164.5	23.11
165	23.11	165.5	23.11	166	23.15	166.5	23.19	167	23.21
167.5	23.23	168	23.27	168.5	23.36	169	23.46	169.5	23.54
170	23.61	170.5	23.76	171	23.87	171.5	23.95	172	24.05
172.5	24.16	173	24.31	173.5	24.4	174	24.54	174.5	24.67
175	24.8	175.5	24.9	176	24.99	176.5	25.08	177	25.18
177.5	25.29	178	25.39	178.5	25.49	179	25.58	179.5	25.69
180	25.82	180.5	25.88	181	25.88	181.5	25.9	182	25.95
182.5	25.96	183	25.9	183.5	25.95	184	26.06	184.5	26.28
185	26.55	185.5	26.87	186	27.14	186.5	27.38	187	27.65
187.5	27.94	188	28.25	188.5	28.53	189	28.73	189.5	28.8
190	28.84	190.5	28.9	191	29.04	191.5	29.17	192	29.29
192.5	29.4	193	29.46	193.5	29.52	194	29.58	194.5	29.61
195	29.63	195.5	29.66	196	29.73	196.5	29.84	197	29.95
197.5	30.05	198	30.13	198.5	30.21	199	30.28	199.5	30.31
200	30.35	200.5	30.45	201	30.56	201.5	30.65	202	30.72
202.5	30.77	203	30.81	203.5	30.86	204	30.91	204.5	30.96
205	31.04	205.5	31.12	206	31.16	206.5	31.21	207	31.29
207.5	31.35	208	31.4	208.5	31.48	209	31.56	209.5	31.63
210	31.69	210.5	31.77	211	31.88	211.5	31.99	212	32.11
212.5	32.21	213	32.29	213.5	32.33	214	32.36	214.5	32.42
215	32.48	215.5	32.54	216	32.6	216.5	32.68	217	32.78
217.5	32.91	218	33.05	218.5	33.18	219	33.29	219.5	33.37
220	33.49	220.5	33.62	221	33.73	221.5	33.76	222	33.76
222.5	33.79	223	33.87	223.5	34	224	34.11	224.5	34.22
225	34.37	225.5	34.51	226	34.58	226.5	34.64	227	34.71
227.5	34.79	228	34.9	228.5	34.97	229	35.02	229.5	35.1
230	35.21	230.5	35.29	231	35.36	231.5	35.49	232	35.61
232.5	35.73	233	35.85	233.5	35.95	234	36.06	234.5	36.15
235	36.21	235.5	36.26	236	36.29	236.5	36.34	237	36.42
237.5	36.55	238	36.63	238.5	36.66	239	36.68	239.5	36.75
240	36.83	240.5	36.9	241	37.07	241.5	37.24	242	37.37
242.5	37.45	243	37.52	243.5	37.59	244	37.63	244.5	37.67
245	37.71	245.5	37.73	246	37.76	246.5	37.79	247	37.83
247.5	37.87	248	37.92	248.5	37.94	249	37.96	249.5	37.98
250	38.01	250.5	38.03	251	38.08	251.5	38.11	252	38.14
252.5	38.17	253	38.22	253.5	38.28	254	38.34	254.5	38.38
255	38.42	255.5	38.43	256	38.45	256.5	38.49	257	38.54
257.5	38.59	258	38.61	258.5	38.65	259	38.72	259.5	38.76

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 93 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

260 38.8

Manning's n Values num= 3  
Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
0 .055 140.5 .035 152.5 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
140.5 152.5 43.635 43.635 43.635 .1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	24.04	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.36	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	23.68	Reach Len. (m)	43.63	43.63	43.63
Crit W.S. (m)		Flow Area (m2)	14.54	22.02	10.42
E.G. Slope (m/m)	0.005566	Area (m2)	14.54	22.02	10.42
Q Total (m3/s)	97.30	Flow (m3/s)	19.95	67.46	9.88
Top Width (m)	43.87	Top Width (m)	14.13	12.00	17.74
Vel Total (m/s)	2.07	Avg. Vel. (m/s)	1.37	3.06	0.95
Max Chl Dpth (m)	2.72	Hydr. Depth (m)	1.03	1.84	0.59
Conv. Total (m3/s)	1304.2	Conv. (m3/s)	267.5	904.3	132.5
Length Wtd. (m)	43.63	Wetted Per. (m)	14.29	12.78	17.80
Min Ch El (m)	20.96	Shear (N/m2)	55.54	94.02	31.94
Alpha	1.63	Stream Power (N/m s)	12448.24	0.00	0.00
Frctn Loss (m)	0.25	Cum Volume (1000 m3)	2.06	2.03	0.23
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	2.36	1.17	0.47

CROSS SECTION

RIVER: F.di Casoli  
REACH: alveo RS: 15.\*

INPUT

Description:

Station	Elevation	Data	num=	448	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	31.2	.507	31.14	1.014	31.11	2.96	31	3.946	30.93			
5.069	30.83	6.906	30.74	7.893	30.7	9.124	30.63	10.852	30.54			
11.839	30.52	13.179	30.46	14.799	30.39	15.785	30.37	17.234	30.32			
18.745	30.3	19.732	30.29	21.29	30.25	22.691	30.18	23.678	30.12			
25.345	30	26.638	29.93	27.624	29.9	29.4	29.79	30.584	29.79			
31.57	29.81	33.455	29.83	34.53	29.79	35.517	29.77	37.49	29.74			
38.477	29.72	39.538	29.67	40.943	29.64	41.566	29.64	42.423	29.62			
43.086	29.61	43.903	29.58	44.396	29.55	45.114	29.51	45.876	29.51			
46.369	29.5	47.141	29.51	47.849	29.48	48.342	29.45	49.169	29.4			
49.822	29.37	50.315	29.34	51.197	29.3	51.795	29.27	52.289	29.24			
53.224	29.15	53.768	29.12	54.262	29.08	55.248	29.03	56.235	28.98			
56.728	28.96	57.279	28.93	58.208	28.87	58.701	28.83	59.307	28.77			
60.181	28.7	60.674	28.66	61.334	28.61	62.154	28.56	62.648	28.51			
63.362	28.44	63.869	28.4	64.376	28.36	64.883	28.32	65.39	28.28			
65.897	28.26	66.403	28.25	66.91	28.23	67.417	28.21	67.924	28.17			
68.431	28.13	68.938	28.1	69.445	28.06	69.952	28.04	70.459	28.02			
70.966	28.01	71.472	28	71.979	27.95	72.486	27.91	72.993	27.84			
73.5	27.74	74.066	27.6	74.632	27.44	75.198	27.28	75.739	27.15			
76.187	27.08	76.635	27.03	77.083	26.95	77.53	26.88	78.027	26.78			
78.593	26.68	79.159	26.62	79.725	26.59	80.217	26.57	80.665	26.53			
81.113	26.47	81.561	26.44	82.009	26.43	82.555	26.36	83.121	26.3			
83.687	26.27	84.248	26.24	84.819	26.19	85.385	26.15	85.951	26.12			
86.487	26.09	86.935	26.05	87.383	26	87.83	25.95	88.278	25.92			
88.78	25.88	89.346	25.81	89.912	25.75	90.478	25.71	90.965	25.67			
91.413	25.62	91.861	25.57	92.309	25.5	92.757	25.45	93.308	25.41			
93.874	25.39	94.44	25.32	94.996	25.26	95.571	25.22	96.137	25.18			
96.703	25.13	97.235	25.11	97.683	25.06	98.13	25	98.578	24.96			
99.026	24.91	99.533	24.89	100.099	24.86	100.665	24.82	101.231	24.81			
101.713	24.77	102.161	24.74	102.609	24.71	103.057	24.68	103.952	24.61			
104.4	24.57	104.848	24.53	105.296	24.49	105.758	24.45	106.324	24.42			
106.89	24.41	107.456	24.37	107.983	24.31	108.43	24.28	108.878	24.26			
109.326	24.22	109.774	24.18	110.286	24.14	110.852	24.11	111.418	24.09			
111.984	24.04	112.461	23.99	112.909	23.94	113.357	23.92	113.804	23.87			

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 94 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

114.7	23.77	115.148	23.73	115.596	23.69	116.043	23.63	116.511	23.58
117.077	23.53	117.643	23.44	118.209	23.37	118.73	23.3	119.178	23.25
119.626	23.18	120.074	23.1	120.522	23.02	121.038	22.92	121.604	22.82
122.17	22.72	122.736	22.62	123.209	22.54	123.657	22.47	124.104	22.42
124.552	22.36	125.332	22.28	125.995	22.26	126.327	22.24	126.99	22.25
127.322	22.24	127.986	22.24	128.317	22.23	128.981	22.27	129.312	22.27
129.976	22.28	130.308	22.28	130.971	22.31	131.303	22.31	131.966	22.32
132.298	22.34	132.962	22.33	133.293	22.35	133.957	22.38	134.288	22.39
134.952	22.41	135.284	22.41	135.947	22.43	136.279	22.45	136.942	22.45
137.274	22.44	137.938	22.46	138.269	22.48	138.933	22.49	139.264	22.5
139.928	22.54	140.26	22.59	140.923	22.65	141.255	22.7	141.918	22.77
142.25	22.81	142.658	22.83	143.066	22.83	143.542	22.81	144.188	22.74
144.697	22.63	145.105	22.51	145.513	22.36	146.125	22.11	146.737	21.84
147.145	21.63	147.553	21.41	148.062	21.13	148.708	20.8	149.184	20.66
149.592	20.6	150.25	20.55	151.25	20.68	152.25	20.99	153.25	21.42
154.25	22.12	155.25	22.97	155.75	23.33	156.013	23.35	156.538	23.38
157.064	23.41	157.589	23.44	158.114	23.48	158.64	23.49	159.165	23.48
159.691	23.5	160.216	23.53	160.742	23.55	161.004	23.56	161.53	23.58
162.055	23.63	162.581	23.64	163.106	23.69	163.631	23.73	164.157	23.8
164.682	23.9	165.208	24.02	165.733	24.13	166.083	24.2	166.521	24.32
167.047	24.45	167.572	24.59	168.097	24.69	168.623	24.8	169.148	24.91
169.674	25.02	170.199	25.15	170.725	25.19	171.25	25.23	171.974	25.36
172.336	25.37	172.865	25.37	173.422	25.45	173.784	25.53	174.481	25.89
174.871	26.08	175.288	26.26	175.957	26.47	176.319	26.59	176.904	26.81
177.405	27.02	177.767	27.16	178.491	27.39	178.853	27.53	179.327	27.79
179.94	28.18	180.302	28.38	180.942	28.73	181.388	28.9	182.21	29.14
182.671	29.2	183.131	29.25	183.591	29.3	184.051	29.37	184.512	29.49
185.033	29.59	185.58	29.69	186.128	29.8	186.675	29.87	187.222	29.93
187.734	30	188.194	30.06	188.654	30.12	189.115	30.18	189.575	30.25
190.035	30.31	190.956	30.51	191.416	30.6	191.876	30.67	192.337	30.74
192.797	30.79	193.257	30.86	193.788	30.93	194.336	30.98	194.883	31.07
195.43	31.17	195.977	31.25	196.479	31.32	196.94	31.37	197.4	31.43
197.86	31.48	198.321	31.52	198.781	31.56	199.26	31.61	199.808	31.69
200.355	31.75	200.902	31.81	201.449	31.88	201.997	31.97	202.544	32.04
203.091	32.11	203.638	32.21	204.185	32.31	204.733	32.39	205.225	32.47
205.685	32.55	206.146	32.64	206.606	32.74	207.066	32.86	207.526	32.96
208.016	33.06	208.563	33.16	209.11	33.25	209.657	33.34	210.205	33.44
210.749	33.56	211.299	33.67	211.846	33.76	212.393	33.87	212.941	33.99
213.488	34.13	213.971	34.25	214.431	34.37	214.891	34.46	215.351	34.57
215.812	34.66	216.272	34.76	216.771	34.89	217.318	35.02	217.865	35.11
218.413	35.17	218.96	35.25	219.494	35.36	219.954	35.47	220.415	35.57
220.875	35.68	221.335	35.79	221.796	35.9	222.256	36.01	222.79	36.09
223.337	36.17	223.885	36.27	224.432	36.37	224.979	36.48	225.478	36.56
225.938	36.63	226.399	36.69	226.859	36.78	227.319	36.88	227.779	36.96
228.262	37.02	228.809	37.13	229.357	37.24	229.904	37.36	230.451	37.46
230.998	37.56	231.545	37.66	232.093	37.77	232.64	37.86	233.187	37.94
233.734	38	234.224	38.06	234.684	38.15	235.144	38.24	235.604	38.32
236.065	38.39	236.525	38.47	237.017	38.54	237.565	38.63	238.112	38.73
238.659	38.84	239.206	38.98	239.747	39.11	240.301	39.23	240.848	39.33
241.395	39.43	241.942	39.53	242.49	39.61	242.969	39.67	243.429	39.73
243.89	39.8	244.35	39.86	244.81	39.92	245.271	39.99	245.773	40.05
246.32	40.12	246.867	40.22	247.414	40.28	247.962	40.34	248.493	40.42
248.953	40.49	249.413	40.53	249.874	40.56	250.334	40.61	250.794	40.67
251.715	40.78	252.175	40.84	252.635	40.9	253.096	40.95	253.556	41.01
254.016	41.05	254.528	41.1	255.075	41.15	255.622	41.2	256.17	41.26
256.717	41.33	257.238	41.39	257.699	41.44	258.159	41.49	258.619	41.53
259.079	41.58	259.54	41.63	260	41.69				

Manning's n Values num= 3  
 Sta n Val Sta n Val Sta n Val  
 0 .055 142.25 .035 155.75 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.  
 142.25 155.75 43.635 43.635 43.635 .1 .3

CROSS SECTION

RIVER: F.di Casoli  
 REACH: alveo RS: 10

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 95 di 96	<b>Rev.</b> <b>1</b>

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num=		439									
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	31.24	.5	31.22	1	31.18	3	31.06	5	30.84				
7	30.71	9	30.56	11	30.45	13	30.31	15	30.24				
17	30.11	19	30.07	21	29.95	23	29.85	25	29.7				
27	29.51	29	29.36	31	29.33	33	29.33	35	29.23				
37	29.18	39	29.07	41	29.04	42.5	28.91	43.5	28.81				
44.5	28.73	45.5	28.77	46.5	28.79	47.5	28.71	48.5	28.61				
49.5	28.55	50.5	28.51	51.5	28.45	52.5	28.33	53.5	28.26				
54.5	28.21	55.5	28.18	56.5	28.14	57.5	28.08	58.5	27.96				
59.5	27.86	60.5	27.77	61.5	27.71	62.5	27.64	63	27.6				
63.5	27.55	64	27.51	64.5	27.48	65	27.49	65.5	27.51				
66	27.5	66.5	27.48	67	27.42	67.5	27.37	68	27.33				
68.5	27.26	69	27.23	69.5	27.21	70	27.22	70.5	27.22				
71	27.2	71.5	27.16	72	27.07	72.5	26.96	73	26.84				
73.5	26.69	74	26.51	74.5	26.36	75	26.25	75.5	26.18				
76	26.1	76.5	26.02	77	25.93	77.5	25.85	78	25.82				
78.5	25.79	79	25.71	79.5	25.64	80	25.59	80.5	25.52				
81	25.45	81.5	25.4	82	25.37	82.5	25.29	83	25.22				
83.5	25.18	84	25.14	84.5	25.08	85	25.01	85.5	24.92				
86	24.89	86.5	24.84	87	24.78	87.5	24.73	88	24.68				
88.5	24.59	89	24.5	89.5	24.4	90	24.34	90.5	24.3				
91	24.21	91.5	24.14	92	24.09	92.5	24.01	93	23.97				
93.5	23.94	94	23.85	94.5	23.75	95	23.69	95.5	23.65				
96	23.6	96.5	23.54	97	23.52	97.5	23.48	98	23.42				
98.5	23.39	99	23.34	99.5	23.28	100	23.22	100.5	23.16				
101	23.09	101.5	23.08	102	23.08	102.5	23.05	103	23.01				
103.5	22.99	104	22.96	104.5	22.92	105	22.89	105.5	22.89				
106	22.89	106.5	22.86	107	22.82	107.5	22.8	108	22.78				
108.5	22.75	109	22.72	109.5	22.72	110	22.71	110.5	22.69				
111	22.67	111.5	22.62	112	22.58	112.5	22.58	113	22.58				
113.5	22.57	114	22.53	114.5	22.48	115	22.43	115.5	22.37				
116	22.32	116.5	22.3	117	22.3	117.5	22.25	118	22.18				
118.5	22.13	119	22.14	119.5	22.13	120	22.1	120.5	22.09				
121	22.14	121.5	22.15	122	22.17	122.5	22.17	123	22.14				
123.5	22.17	124	22.21	124.5	22.21	125	22.22	125.5	22.24				
126	22.24	126.5	22.26	127	22.29	127.5	22.3	128	22.29				
128.5	22.31	129	22.35	129.5	22.32	130	22.32	130.5	22.34				
131	22.35	131.5	22.36	132	22.36	132.5	22.36	133	22.37				
133.5	22.36	134	22.35	134.5	22.38	135	22.41	135.5	22.43				
136	22.4	136.5	22.36	137	22.36	137.5	22.4	138	22.42				
138.5	22.43	139	22.44	139.5	22.44	140	22.46	140.5	22.52				
141	22.61	141.5	22.66	142	22.72	142.5	22.8	143	22.88				
143.5	22.93	144	22.98	144.5	23.02	145	23.01	145.5	22.97				
146	22.9	146.5	22.79	147	22.66	147.5	22.49	148	22.28				
148.5	22.06	149	21.84	149.5	21.59	150	21.32	150.5	21.05				
151	20.76	151.5	20.46	152	20.25	152.5	20.19	153	20.16				
153.5	20.13	154	20.16	154.5	20.35	155	20.6	155.5	20.81				
156	20.96	156.5	21.17	157	21.54	157.5	22.05	158	22.64				
158.5	23.22	159	23.73	159.5	24.11	160	24.32	160.5	24.51				
161	24.68	161.5	24.76	162	24.79	162.5	24.81	163	24.87				
163.5	24.97	164	25.1	164.5	25.41	165	25.75	165.5	26				
166	26.21	166.5	26.34	167	26.43	167.5	26.54	168	26.67				
168.5	26.81	169	27	169.5	27.16	170	27.29	170.5	27.4				
171	27.57	171.5	27.84	172	28.13	172.5	28.49	173	28.76				
173.5	29.02	174	29.27	174.5	29.4	175	29.49	175.5	29.58				
176	29.63	176.5	29.67	177	29.73	177.5	29.82	178	29.93				
178.5	30	179	30.07	179.5	30.15	180	30.24	180.5	30.31				
181	30.35	181.5	30.43	182	30.52	182.5	30.62	183	30.72				
183.5	30.82	184	30.88	184.5	30.98	185	31.09	185.5	31.18				
186	31.25	186.5	31.32	187	31.36	187.5	31.44	188	31.53				
188.5	31.59	189	31.66	189.5	31.73	190	31.79	190.5	31.86				
191	31.92	191.5	31.98	192	32.06	192.5	32.13	193	32.17				
193.5	32.21	194	32.26	194.5	32.33	195	32.36	195.5	32.4				
196	32.49	196.5	32.56	197	32.65	197.5	32.72	198	32.78				
198.5	32.89	199	32.99	199.5	33.07	200	33.15	200.5	33.26				
201	33.35	201.5	33.44	202	33.56	202.5	33.69	203	33.79				
203.5	33.9	204	34.01	204.5	34.12	205	34.24	205.5	34.36				
206	34.49	206.5	34.64	207	34.77	207.5	34.88	208	35				

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b>	Regioni: Marche e Abruzzo		<b>LA-E- 83136</b>
	<b>PROGETTO</b>	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 96 di 96

208.5	35.12	209	35.23	209.5	35.35	210	35.46	210.5	35.59
211	35.68	211.5	35.81	212	35.91	212.5	36.01	213	36.14
213.5	36.28	214	36.42	214.5	36.52	215	36.62	215.5	36.73
216	36.85	216.5	36.97	217	37.07	217.5	37.2	218	37.31
218.5	37.41	219	37.5	219.5	37.58	220	37.66	220.5	37.77
221	37.89	221.5	37.98	222	38.06	222.5	38.16	223	38.25
223.5	38.31	224	38.42	224.5	38.53	225	38.62	225.5	38.68
226	38.75	226.5	38.84	227	38.93	227.5	39.02	228	39.09
228.5	39.16	229	39.25	229.5	39.34	230	39.45	230.5	39.56
231	39.63	231.5	39.71	232	39.79	232.5	39.9	233	39.99
233.5	40.06	234	40.14	234.5	40.27	235	40.39	235.5	40.48
236	40.57	236.5	40.7	237	40.81	237.5	40.9	238	40.99
238.5	41.08	239	41.17	239.5	41.28	240	41.38	240.5	41.49
241	41.6	241.5	41.67	242	41.77	242.5	41.88	243	41.97
243.5	42.07	244	42.19	244.5	42.27	245	42.34	245.5	42.47
246	42.56	246.5	42.64	247	42.74	247.5	42.86	248	42.98
248.5	43.03	249	43.06	249.5	43.12	250	43.22	250.5	43.31
251	43.4	251.5	43.47	252	43.54	252.5	43.59	253	43.67
253.5	43.72	254	43.77	254.5	43.85	255	43.91	255.5	43.98
256	44.05	256.5	44.12	257	44.19	257.5	44.27	258	44.34
258.5	44.38	259	44.43	259.5	44.5	260	44.57		

Manning's n Values                      num=                      3  
Sta    n Val                      Sta    n Val                      Sta    n Val  
0    .055                      144    .035                      159    .055

Bank Sta: Left    Right                      Lengths: Left Channel    Right                      Coeff Contr.    Expan.  
                    144                      159                                      0                      0                                      .1                      .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	23.53	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.21	Wt. n-Val.	0.055	0.035	
W.S. Elev (m)	23.32	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	23.05	Flow Area (m2)	35.75	25.49	
E.G. Slope (m/m)	0.004001	Area (m2)	35.75	25.49	
Q Total (m3/s)	97.30	Flow (m3/s)	35.30	62.00	
Top Width (m)	59.43	Top Width (m)	44.83	14.60	
Vel Total (m/s)	1.59	Avg. Vel. (m/s)	0.99	2.43	
Max Chl Dpth (m)	3.19	Hydr. Depth (m)	0.80	1.75	
Conv. Total (m3/s)	1538.3	Conv. (m3/s)	558.1	980.1	
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)	44.94	16.32	
Min Ch El (m)	20.13	Shear (N/m2)	31.21	61.27	
Alpha	1.63	Stream Power (N/m s)	12448.24	0.00	0.00
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)			