

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 1 di 84

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

Attraversamento in subalveo del fiume VOMANO

RELAZIONE TECNICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 2 di 84

INDICE

1	GENERALITA'	4
1.1	Premessa	4
1.2	Scopo e descrizione dell'elaborato	4
1.3	Disegno di Attraversamento	5
1.4	Definizioni	5
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	7
3	CARATTERIZZAZIONE IDROGRAFICA DELL'AMBITO IN ESAME	9
3.1	Assetto idrografico e descrizione generale del bacino del corso d'acqua	9
3.2	Descrizione dell'area d'intervento	11
4	VALUTAZIONI IDROLOGICHE	13
4.1	Generalità	13
4.2	Considerazioni specifiche preliminari	13
4.3	Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino	13
4.4	Studi PSDA - Modalità di elaborazione per valutazioni idrologiche	15
4.4.1	<u>Premessa</u>	15
4.4.2	<u>Il Metodo della grandezza indice, secondo le linee guida del Progetto VAPI</u>	15
4.4.3	<u>Stima delle portate al colmo</u>	17
4.4.4	<u>Curva di crescita regionale</u>	17
4.4.5	<u>Portata Indice m_Q</u>	18
4.5	Studi PSDA - Selezione dei risultati di interesse	19
4.6	Portata di progetto	22
5	STUDIO IDRAULICO IN MOTO PERMANENTE	23
5.1	Presupposti e limiti dello studio	23
5.2	Assetto geometrico e modellazione dell'alveo	24
5.3	Risultati della simulazione idraulica	26
5.4	Analisi dei risultati conseguiti	30
6	VALUTAZIONE EROSIONI DI FONDO ALVEO	31
6.1	Generalità	31
6.2	Criteri di calcolo	32
6.3	Stima dei massimi approfondimenti attesi	34
6.4	Considerazione sui risultati conseguiti	35
7	METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI	36
7.1	Metodologia costruttiva: Microtunnelling	36
7.2	Configurazione geometrica di progetto	36

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 3 di 84

8	DESCRIZIONE DELLA TECNICA COSTRUTTIVA DEL MICROTUNNEL	38
8.1	Generalità	38
8.2	Requisiti generali del sistema costruttivo	38
8.3	Fasi Operative	40
8.4	Considerazioni sulla stabilità per filtrazione in sub-alveo	43
9	VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA	45
9.1	Premessa	45
9.2	PSDA - Analisi disposizioni per le aree di pericolosità idraulica	45
9.3	Interferenze nell'ambito specifico di attraversamento	47
9.4	Analisi dei criteri di compatibilità idraulica	49
10	CONCLUSIONI	52
	APPENDICE 1: STUDIO IDRAULICO - METODOLOGIA DI CALCOLO	54
	APPENDICE 2: STUDIO IDRAULICO - REPORT PROGRAMMA HEC RAS	59
	ANNESSO:	
	• Elaborato grafico di progetto: LC-6C-81938	

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 4 di 84	Rev. 1

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 l'alveo del fiume VOMANO nel tratto terminale dello sviluppo del corso d'acqua (a circa 3 km dalla foce), in un ambito di confine tra i territori di Roseto degli Abruzzi (TE) e di Atri (TE).

Il Fiume Vomano rappresenta uno dei corsi d'acqua principali nella Regione Abruzzo per il quale 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 dell'asta fluviale.

Conseguentemente nell'ambito 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 nell'ambito specifico 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 nell'attraversamento in subalveo del corso d'acqua, con particolare riferimento alla definizione della metodologia operativa, del profilo di posa della condotta e delle caratteristiche delle eventuali opere di ripristino e di presidio idraulico.

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

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 5 di 84

dell'attraversamento in esame);

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

1.3 Disegno di Attraversamento

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

- **LC-6C-81938** *Attraversamento fiume Vomano*

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

1.4 Definizioni

Metanodotto

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

Linea o Condotta

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

Tubazione

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

Diametro nominale (DN)

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

Trincea

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

Trenchless

Tecnologie per lo scavo del terreno, finalizzate alla posa della condotta in sotterraneo, alternative alla trincea (microtunnel, gallerie, trivellazioni sub-verticali realizzate con

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 6 di 84	Rev. 1

“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.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 7 di 84	Rev. 1

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'interferenza tra il metanodotto in progetto con il fiume Vomano ricade nel tratto terminale dello sviluppo del corso d'acqua (a circa 3 km dalla foce), in un ambito di confine tra i territori di Roseto degli Abruzzi e di Atri.

Più esattamente l'attraversamento è posizionato in prossimità della zona industriale di Scerne e a circa 1,7 km a valle del ponte dell'Autostrada A14.

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

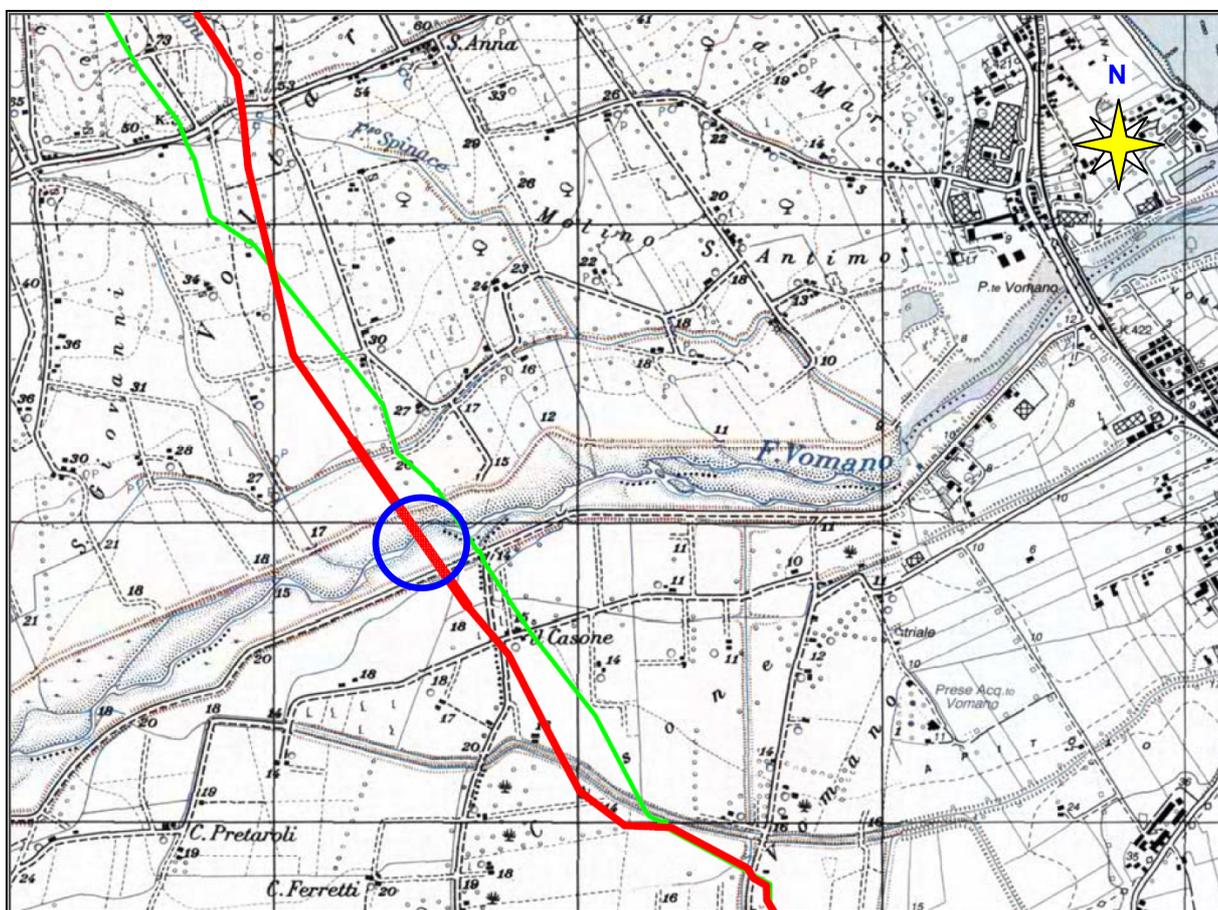


Fig.2.1/A: Corografia generale in scala 1:25.000 (dalle tavolette IGM)

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

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

Coordinate ambito di attraversamento del corso d'acqua		
Coordinate Piane WGS84 - Fuso 33: Est /Nord	418433 m E	4721728 m N

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 8 di 84	Rev. 1

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

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

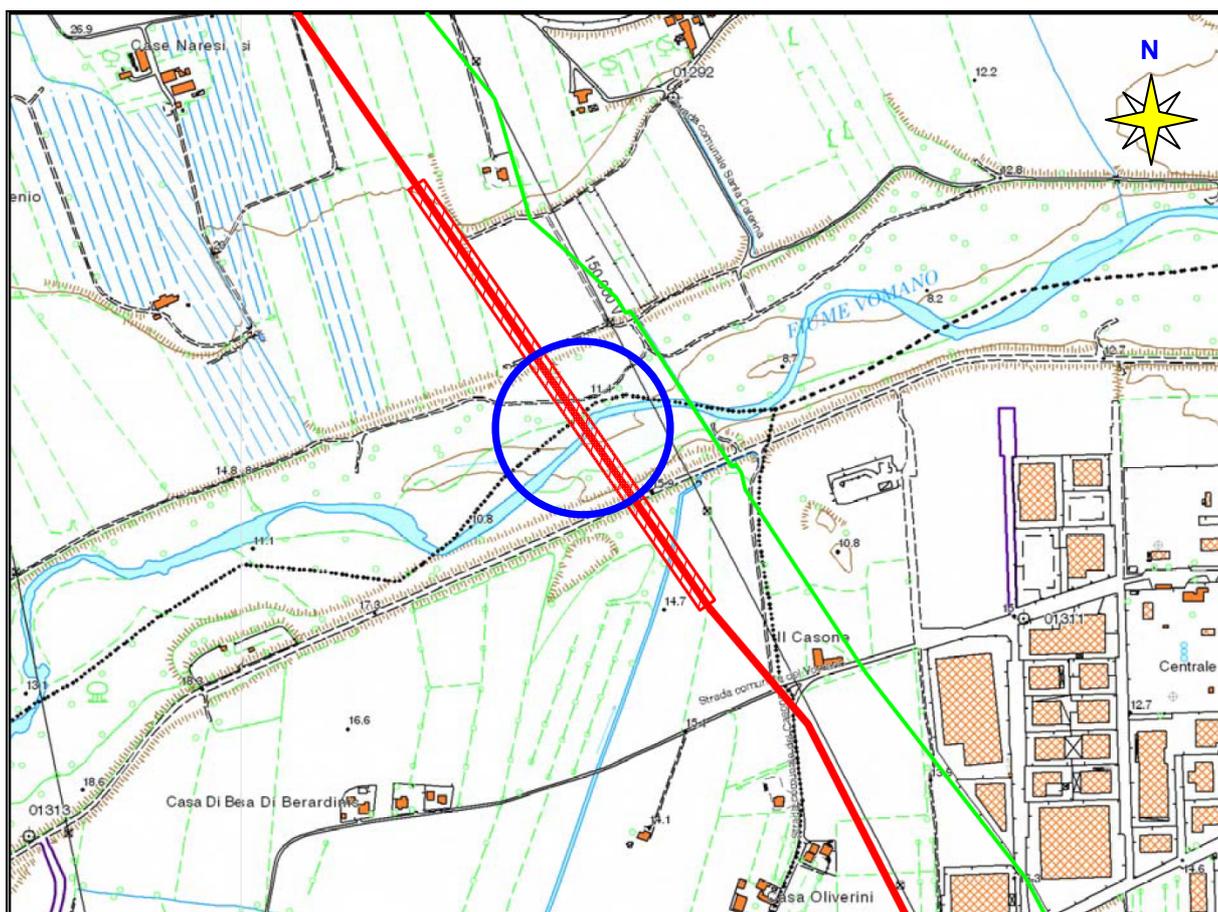


Fig.2.1/B: Stralcio planimetrico in scala 1:10.000 (C.T.R. Regionali)

Dall'esame della figura precedente si rileva che l'attraversamento in progetto ricade a circa 130 m a monte dell'attraversamento aereo del metanodotto "Ravenna - Chieti" in fase di dismissione.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 9 di 84	Rev. 1

3 CARATTERIZZAZIONE IDROGRAFICA DELL'AMBITO IN ESAME

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

Il Fiume Vomano rappresenta uno dei corsi d'acqua principali nella Regione Abruzzo, caratterizzato da una superficie complessiva del bacino imbrifero di circa 790 kmq, ricadente nella province di Teramo e di L'Aquila e che presenta una forma allungata in direzione ONO - ENE.

Nella figura seguente è riportato il bacino complessivo del corso d'acqua, con indicazione del reticolo idrografico principale e dell'ambito di attraversamento in esame (figura estrapolata dagli elaborati del Piano di Tutela delle acque della Regione Abruzzo).

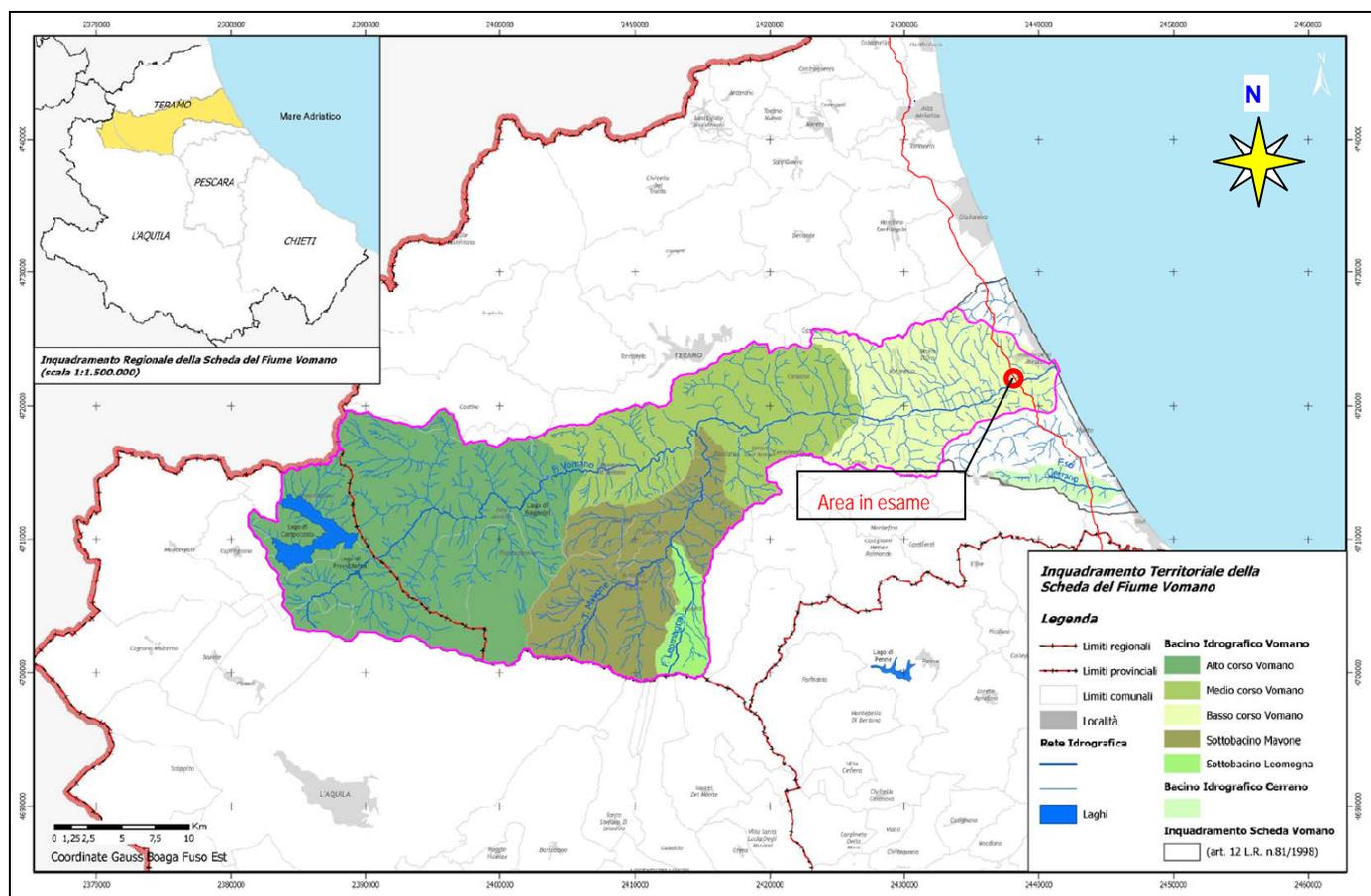


Fig.3.1/A: Bacino complessivo del corso d'acqua

Il fiume Vomano ha origine nella provincia dell'Aquila in prossimità del Passo delle Capannelle, sulle pendici nord occidentali del Monte San Franco, a circa 1200 m s.l.m.m., all'interno del territorio del Parco Nazionale del Gran Sasso.

Con andamento impetuoso scorre incassato in una valle contornata dalle cime maggiori dell'Appennino. Raccoglie lungo il suo percorso il contributo di più di 30 grandi e piccoli corsi d'acqua come il torrente Rocchetta, il Rio Fucino e il Rio Arno che ne incrementano notevolmente la portata.

Giunto presso Villa Vomano riceve da destra il fiume Mavone suo principale affluente tributario. Da qui la valle si allarga e il fiume rallenta raggiungendo infine il mare Adriatico dove sfocia, dopo uno sviluppo complessivo dell'asta fluviale di circa 80 km,

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 10 di 84	Rev. 1

nei pressi di Roseto degli Abruzzi.

Nel tratto vallivo del Vomano, è in corso un evidente fenomeno di erosione e di abbassamento del fondo. Le cause che hanno prodotto una situazione di notevole instabilità nel tratto di fiume compreso tra il Ponte S.P. Castelnuovo – Cellino e la foce sono da ricercarsi nel meccanismo di erosione innescatosi in seguito ai processi estrattivi avvenuti dagli anni '70 agli anni '90. L'escavazione ha determinato lo smantellamento delle alluvioni che giacevano al di sopra del substrato. La conseguenza è stata l'abbassamento del livello di base del corso d'acqua il quale nel tentativo di ritrovare il suo profilo di equilibrio tende ad incidere il suo letto con l'innescato di forte processo di incisione a tutt'oggi attivo.

Il naturale defluire delle acque è interrotto da tre bacini di captazione a scopo idroelettrico che permettono di trasferire consistenti volumi d'acqua, provocando sensibili variazioni anche giornaliere di flusso idrico che sono evidenti fino alla foce:

- la diga di Provvidenza (a 1060 m s.l.m.), che costituisce l'omonimo serbatoio la cui funzione è di ricevere le acque di scarico della centrale idroelettrica di Provvidenza, provenienti dal lago di Campotosto;
- la diga di Piaganini (a 397 m s.l.m.), il cui serbatoio ha la funzione di ricevere le acque di scarico della centrale idroelettrica di S. Giacomo;
- la traversa di derivazione in località Villa Vomano, la cui funzione è di fornire acqua per uso prevalentemente irriguo e marginalmente per uso idroelettrico.

A livello conoscitivo circa l'andamento idrologico del corso d'acqua, qui di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei valori delle portate medie mensili (esprese in mc/s) valutati in funzione delle misurazioni idrometriche nelle stazioni presenti lungo il tratto alto e medio dell'asta principale del fiume (*Fonte: Piano Tutela delle Acque - Regione Abruzzo*).

Sezione	Nome Idrometro	Portata mensile (m³/s)	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Portata annuale (m³/s)
Alto Corso	Vomano a Senarica e Piano Vomano	$Q_{media_mensile}$	4,735	4,747	9,766	10,504	8,905	3,841	1,556	1,019	0,933	1,160	6,780	5,981	Q_{media_annua} 4,994
	Vomano a Fano Adriano	$Q_{media_mensile}$	3,904	6,023	7,316	8,251	8,514	5,118	2,131	1,115	1,186	2,314	5,644	4,257	Q_{media_annua} 4,648
	Rio Arno a P.te Rio Arno	$Q_{media_mensile}$	0,838	0,983	1,387	1,771	1,467	1,118	0,631	0,438	0,446	0,745	1,099	1,021	Q_{media_annua} 0,995
Medio Corso	Vomano a Ponte Vomano	$Q_{media_mensile}$	15,464	23,922	24,117	27,650	23,544	17,636	8,364	4,521	5,339	9,416	15,325	15,954	Q_{media_annua} 15,938
	Vomano a Villa Vomano	$Q_{media_mensile}$	18,491	17,978	18,388	26,367	20,363	16,566	10,007	9,581	10,403	12,216	17,870	14,603	Q_{media_annua} 16,069

All'interno del bacino idrografico del fiume Vomano non sono presenti laghi naturali significativi ma solo di origine artificiale: il lago di Campotosto ed il laghi minori di Provvidenza e Piaganini.

Il Lago artificiale di Campotosto occupa l'omonima valle, sede di un antico lago, passato alla fase di palude torbosa a causa dell'interramento dovuto al trasporto solido degli affluenti. Il lago è stato successivamente ripristinato tramite tre sbarramenti artificiali in cemento. Il bacino artificiale, situato a 1317 metri sul livello del mare, è stato realizzato in due fasi successive: la prima è stata attuata negli anni 1940-1951 per opera della Terni e la seconda del periodo 1964-1971, per opera dell'ENEL.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 11 di 84	Rev. 1

3.2 Descrizione dell'area d'intervento

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

Nell'intorno dell'attraversamento l'alveo assume un andamento moderatamente sinuoso, con pendenza longitudinale media valutabile nell'ordine del 0.3%. L'alveo si presenta molto ampio, con letto del fiume largo circa 100m, e con sponde vegetate che si elevano di circa 5÷6m dal fondo. Inoltre in entrambi i lati si individuano degli argini che si elevano dal piano campagna per circa 2m

I sedimenti presenti in alveo sono rappresentati da ciottolame di rilevante pezzatura. In prossimità si individuano segni evidenti di fenomeni di erosione spondale e di divagazione d'alveo. Soprattutto nel lato in sinistra idrografica, a monte dell'attraversamento, si rileva un importante arretramento della sponda del corso d'acqua. Inoltre immediatamente a monte dell'attraversamento, nel lato in destra è stata realizzata una gabbionata come opera di presidio della strada bianca che si sviluppa in parallelismo al corso d'acqua.

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

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

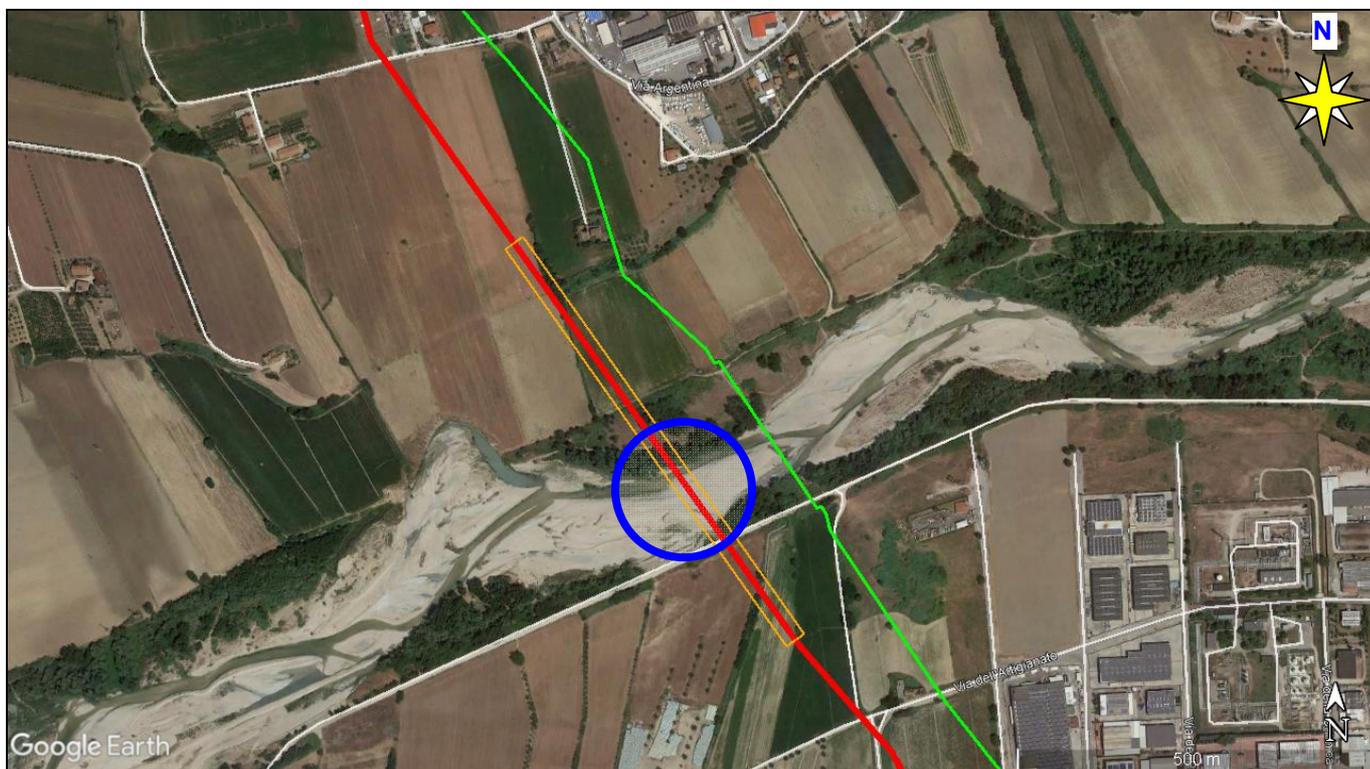


Fig.3.2/A: Foto aerea dell'ambito di attraversamento (estratta da Google Earth)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 12 di 84	Rev. 1

Nella figura seguente, infine, è 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 di attraversamento del corso d'acqua

L'attraversamento in esame (come meglio specificato nel seguito) verrà eseguito mediante l'impiego di tecniche in trenchless e pertanto senza interferire in alcun modo con la configurazione d'alveo esistente.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 13 di 84	Rev. 1

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

Il fiume in esame, ricadente nel territorio di competenza "dell'ex Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro", rappresenta uno dei corsi d'acqua di rilievo regionale per il quale l'Autorità di Bacino, nell'ambito del *Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni* (PSDA), ha proceduto ad effettuare specifiche valutazioni idrologiche ed idrauliche con lo scopo di individuare e censire le aree di pericolosità idraulica lungo lo sviluppo dell'asta fluviale.

Pertanto, in ragione di quanto evidenziato, per le valutazioni idrologiche nella sezione in esame, ci si riferisce esplicitamente agli "studi ufficiali" prodotti dall'Autorità di Bacino, per i quali qui di seguito si riporta una descrizione delle metodologie di elaborazione e la selezione dei risultati di interesse.

4.3 Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino

Si assume come sezione di studio quella di attraversamento da parte della linea in progetto, la quale ricade nel tratto terminale dello sviluppo del corso d'acqua (a circa 3 km dalla foce nel Mar Adriatico).

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



PROGETTISTA



UNITÀ
000

COMMESSA
023081

LOCALITÀ

Regioni: Marche e Abruzzo

LA-E- 83135

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

Fg. 14 di 84

Rev.
1

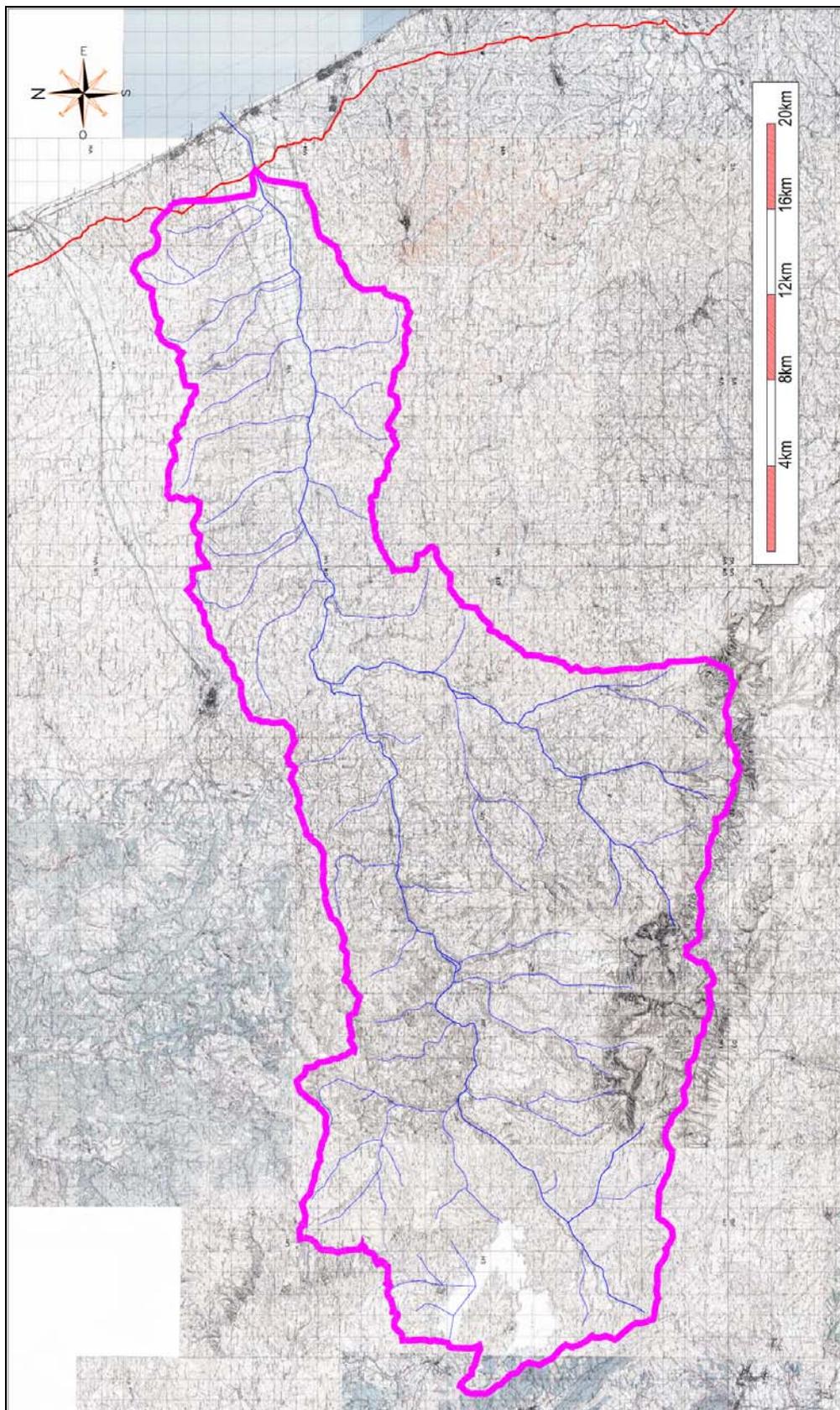


Fig.4.3/A: Bacino Imbrifero sotteso dalla sezione di studio

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 15 di 84

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

Tab.4.3/A: Parametri morfometrici

Corso d'acqua / Sezione Studio	Superficie Bacino (kmq)	Lungh. asta principale (km)	Altitudine media Bacino (m)	Altitudine Sezione chiusura (m)
F. Vomano- Sez. Attraversamento	772	76.3	825	10m

4.4 Studi PSDA - Modalità di elaborazione per valutazioni idrologiche

Nel presente paragrafo vengono descritte le modalità utilizzate per le valutazioni idrologiche nell'ambito degli studi per la redazione del PSDA.

4.4.1 Premessa

Le moderne tecniche di analisi statistica delle grandezze idrologiche consentono di elaborare e di correlare tra loro diversi campioni di dati, provenienti da strumenti di monitoraggio ubicati in zone diverse del territorio, in modo da ottimizzare la densità di informazione disponibile, ridurre le incertezze dovute alla frammentazione delle osservazioni, al fine di una rappresentazione continua ed omogenea del fenomeno indagato all'interno di una regione di territorio.

Uno studio orientato al raggiungimento di questo obiettivo è stato realizzato, con riferimento al territorio regionale abruzzese (Regione Abruzzo, 2003), nell'ambito della redazione del Piano Stralcio per la Difesa dalle Alluvioni (PSDA), successivamente approvato dallo stesso Ente (Regione Abruzzo, 2008).

Lo studio ha inteso fornire uno strumento utilizzabile in ambito professionale per la stima dell'intensità con cui si manifestano i fenomeni idrologici, sia in termine di portate di massima piena che di precipitazioni intense, garantendo, nel contempo, una certa uniformità nella stime idrologiche. Lo studio è stato impostato nel rispetto delle procedure di regionalizzazione raccomandate nel Progetto VAPI, sulla base dei dati pubblicati dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN) di Pescara.

4.4.2 Il Metodo della grandezza indice, secondo le linee guida del Progetto VAPI

L'obiettivo del Progetto VAPI è quello di consentire la stima del valore di una prefissata grandezza idrologica (precipitazione massima annua $h_{d,T}$ di durata $d=1\div 24$ ore o portata massima annua al colmo Q_T) per un assegnato tempo di ritorno T , in punti del territorio o in sezioni idrografiche, ove si possono verificare due diverse situazioni:

- nei siti di interesse è disponibile una serie storica sperimentale sufficientemente lunga da permettere la valutazione di alcuni parametri statistici, ma insufficiente a permettere una stima affidabile della grandezza idrologica corrispondente a tempi di ritorno elevati quali quelli considerati in questo studio;
- nei siti di interesse non è disponibile un'informazione sperimentale sufficiente per qualunque elaborazione statistica affidabile o l'informazione sperimentale è totalmente assente.

Come ampiamente riportato nella letteratura scientifica a partire da Wallis (1982), il modo migliore per conseguire una stima accurata delle grandezze idrologiche di

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 16 di 84

interesse in entrambe le situazioni precedenti è rappresentata dalla "regionalizzazione" dell'informazione idrologica disponibile su un territorio più ampio, così da integrare la limitata o assente informazione temporale con la più ampia informazione spaziale (Chow, Maidment e Mays, 1988; Maidment, 1993).

Tra le possibili tecniche di analisi regionale, il Progetto VAPI promosso dal gruppo GNDCI-CNR suggerisce di fare riferimento al *metodo della grandezza indice*. L'idea di base di questa metodologia consiste nell'individuare una regione idrologicamente omogenea nei riguardi della variabile idrologica di interesse, cioè una regione costituita da un insieme di siti caratterizzati da una distribuzione di probabilità degli eventi idrologici intensi che si può ritenere unica a meno di un fattore di scala (Cunnane, 1989) ed elaborare unitamente l'insieme dei dati sperimentali rilevati.

Se si indica con X la variabile rappresentativa dei massimi annui della grandezza idrologica considerata, avente probabilità di non superamento $F(x)$, ovvero assegnato tempo di ritorno $T = 1 / [1-F(x)]$, l'analisi regionale consiste nel definire, in riferimento alla regione omogenea, la funzione di probabilità di non superamento $F(x')$ della variabile casuale $X' = X / \mu$, ottenuta adimensionalizzando la variabile originaria X rispetto ad una grandezza indice μ . La funzione $F(x')$, la sua inversa $x'(F)$ e l'equivalente legge $x'(T)$ vengono generalmente indicate, nel campo idrologico, con il termine di curva di crescita.

Definita pertanto la curva di crescita $x'(T)$ ed una relazione che permetta il calcolo della grandezza indice μ , la stima della variabile di assegnato tempo di ritorno risulta esprimibile mediante il semplice prodotto:

$$x_T = \mu \cdot x'(T) \quad (\text{eq. 1})$$

Il concetto di regionalizzazione consente, in definitiva, di estendere la validità dell'equazione (eq.1), valutata sull'insieme delle stazioni di misura considerate, a tutti i siti di interesse che appartengono all'area omogenea esaminata.

Posto che la regione considerata sia effettivamente omogenea nel senso prima detto, il metodo dell'analisi regionale della portata indice consente stime agevoli ed affidabili grazie alla maggiore informazione sugli eventi estremi utilizzata (Maidment, 1993). E' stato peraltro dimostrato che l'analisi regionale permette di ottenere stime più robuste e corrette rispetto ai risultati offerti da un'analisi di tipo puntuale, sia in presenza di parziale eterogeneità della regione (Lettenmaier et al., 1987) sia in presenza di correlazione spaziale tra le stazioni, la quale, di fatto, riduce l'effettiva numerosità campionaria disponibile (Hosking e Wallis, 1988). Per queste ragioni l'analisi regionale viene considerata il mezzo più idoneo per ottenere valutazioni attendibili di x_T in corrispondenza di tempi di ritorno elevati, sia per sezioni non provviste di dati sperimentali sia per siti di misura con ridotta numerosità campionaria. La ricerca scientifica mostra infatti chiaramente che è sconsigliabile estendere l'estrapolazione statistica a livello puntuale oltre 2÷3 volte la dimensione campionaria (Benson, 1962; Jakob et al., 1999; De Michele e Rosso, 2000).

In sintesi, nell'analisi regionale basata sul metodo della grandezza indice si possono distinguere due fasi fondamentali:

- l'individuazione, all'interno della regione di studio, di zone idrologicamente omogenee nei confronti della variabile di interesse, ognuna delle quali è caratterizzata da una propria curva di crescita i cui parametri sono opportunamente stimati;
- la definizione di relazioni che permettono di valutare la grandezza indice, solitamente espressa come funzione delle grandezze geomorfoclimatiche.

L'individuazione di zone idrologicamente omogenee può essere condotta mediante criteri puramente geografici (NERC, 1975) o facendo ricorso a criteri di

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 17 di 84	Rev. 1

raggruppamento fondati sull'affinità delle caratteristiche idro-geomorfoclimatiche che intervengono nei processi idrologici (Wiltshire, 1986a,b; Acreman e Sinclair, 1986; Nathan e McMahon, 1990; Burn, 1997) o infine utilizzando la similarità dei parametri statistici che caratterizzano le serie sperimentali (Fiorillo e Rolla, 1989; Burn, 1990; Reitano e Rossi, 1992).

Rimandando alla letteratura citata per un esame approfondito dei vantaggi-svantaggi offerti dai diversi approcci è comunque importante sottolineare che, qualunque sia il criterio di accorpamento utilizzato, è necessario verificarne la correttezza, valutando mediante opportuni test di omogeneità la capacità del modello di riprodurre le distribuzioni di frequenza delle variabili statistiche di controllo (Hosking e Wallis, 1993).

Secondo quanto emerso dall'analisi svolta nell'ambito del PSDA, il territorio della Regione Abruzzo può essere suddiviso in 2 sotto zone omogenee (SZO) e precisamente una Zona Costiera ed una Zona Appenninica, per la cui esatta delimitazione si rimanda alla Tavola n. 6.2 del PSDA e la cui omogeneità in senso statistico è stata confermata dalle verifiche condotte e riportate nella Relazione n. 6.1 dello stesso PSDA.

4.4.3 Stima delle portate al colmo

Nella redazione del PSDA, la stima della curva di crescita per la valutazione delle portate al colmo di assegnato tempo di ritorno è stata condotta secondo le linee guida del Progetto VAPI, a partire da una base di dati sperimentali aggiornata rispetto a quella utilizzata nei precedenti lavori, condotti in modo simile, da Calenda et al. (1994, 1999).

Le zone idrologicamente omogenee, rispetto alla capacità di generare portate di piena intense, all'interno dell'ambito territoriale interessato, è stata effettuata secondo la metodologia suggerita nell'ambito di altri rapporti regionali VAPI (Versace et al., 1989; Cannarozzo e Ferro, 1991; Cannarozzo et al., 1993; Copertino e Fiorentino, 1994; Rossi, 1994). In pratica, le zone idrologicamente omogenee identificate nell'ambito dello studio delle precipitazioni massime annue vengono ritenute valide anche per i deflussi di piena in quanto dedotte a partire da una base dati molto più ampia. Sulla base di questa ipotesi, nel territorio esaminato è possibile identificare, anche per le portate al colmo, due zone con un diverso comportamento idrologico, di fatto coincidenti rispettivamente con la Zona Costiera e la Zona Appenninica (vedi PSDA, Tavola n. 6.2).

La base di dati disponibile, circa le portate massime annue registrate dalle stazioni di misura idrometrica, è risultata alquanto eterogenea, con una concentrazione sulla Zona Appenninica, per la quale sono stati reperiti dati sufficienti al fine dell'analisi statistica. Di conseguenza, è stato possibile pervenire alla determinazione di una sola curva di crescita la cui validità è da ritenersi limitata alla sola Zona Appenninica. E' inoltre ipotizzabile che la curva di crescita valida per la Zona Appenninica non sia utilizzabile per la caratterizzazione delle portate di piena nella Zona Costiera in quanto tendenzialmente sotto-stimante.

Nell'intento di pervenire alla definizione dell'idrogramma di piena in una qualunque sezione idrografica all'interno del territorio regionale, le indagini condotte nell'ambito del PSDA sono state articolate secondo una serie di fasi per le quali si rimanda alla già citata relazione.

4.4.4 Curva di crescita regionale

Per la stima della curva di crescita regionale rappresentativa del comportamento statistico delle portate al colmo massime annue nei bacini regionali abruzzesi,

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 18 di 84	Rev. 1

l'acquisizione dei dati utili alle elaborazioni statistiche ha evidenziato due situazioni alquanto differenti circa la loro utilità al fine dell'applicazione della metodologia VAPI.

Per quanto riguarda la Zona Appenninica, lo studio ha fatto riferimento alle portate al colmo massime annue rilevate alle stazioni provviste di almeno 20 valori di portata massima annuale ed il cui bacino contribuyente sia almeno per il 70% della sua superficie complessiva all'interno di tale Zona. Sulla base di tale criterio, l'esame dei dati di portata massima annuale disponibili ha consentito di individuare 18 stazioni idrografiche tra le quali:

• Sangro a Opi;	• Zittola a Montenero;	• Aventino a Vicenne;
• Sangro a Villetta Barrea;	• Sangro a Ateleta;	

Applicando le direttive metodologiche VAPI gli autori sono pervenuti alla rappresentazione della curva di crescita regionale utilizzabile per la valutazione delle portate al colmo massime annue che caratterizzano i bacini idrografici ubicati nell'ambito della Zona Appenninica. La Tabella seguente presenta il valore dei parametri λ^* , Θ^* , λ_1 e η necessari alla costruzione della curva di crescita TCEV e un'espressione esplicita approssimante tale curva, valida per $T > 5$ anni e che fornisce un errore comunque inferiore al 1% nell'intervallo $10 < T < 500$.

Tab.4.3/A: Parametri ed espressione approssimata dei fattori di crescita delle portate al colmo, per la Zona Appenninica

$\hat{\lambda}^*$	$\hat{\Theta}^*$	$\hat{\lambda}_1$	η	$x'(T)$ per $T > 5$ anni	Note
0.413	3.302	6.56	3.5651	$-0.2781 + 0.9230 \cdot \ln T$	Valida per la sola Zona Appenninica

Le curve di crescita così ottenute sono utilizzabili per tutti i bacini appenninici, con superficie superiore ai 10 km².

4.4.5 Portata Indice m_Q

La stima della portata indice m_Q , ossia il valore atteso di portata al colmo massima annuale che particolarizza la (eq.1) per il sito fluviale di interesse, costituisce uno dei problemi aperti di maggiore complessità nell'idrologia; le innumerevoli applicazioni pratiche del metodo della portata indice hanno infatti evidenziato la difficoltà di ottenere stime attendibili di m_Q indipendentemente dal metodo di stima utilizzato. Come già evidenziato da Hebson e Cunnane (1987) e dal FEH (1999), e confermato da Brath et al. (1999) e da De Michele e Rosso (2000), se si dispone di un campione sperimentale anche di dimensioni non elevate (12÷15 anni) la stima diretta di m_Q è preferibile a qualunque altro approccio.

Nel caso di sezioni fluviali rappresentative di situazioni idrologiche particolari, ad esempio bacini dove un'elevata permeabilità o la presenza di fenomeni di carsismo genera meccanismi di risposta alle sollecitazioni meteoriche non generalizzabili, Brath et al. hanno mostrato che 5÷10 anni di misure dirette sono in genere sufficienti per fornire risultati migliori di quelli ottenibili con approcci indiretti.

Nell'insieme del territorio costituito dai bacini idrografici scolanti nel versante adriatico, sulla base dei dati forniti dal S.I.M.N., sono state individuate 23 sezioni idrometrografiche, per le quali si dispone di più di 12 valori di portata al colmo massima annua. In aggiunta, si sono resi disponibili i valori di portata indice calcolati in altre 5 sezioni sulla base di un campione sperimentale di almeno 5 anni, che possono essere quindi utilizzate ai fini operativi. In definitiva l'informazione sperimentale disponibile per

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 19 di 84	Rev. 1

la valutazione della portata indice, rappresentata dal valore m_Q in 28 sezioni di misura, è apparsa di discreta consistenza in termini di numerosità e di distribuzione sul territorio.

Per poter comunque permettere la valutazione della portata indice m_Q in una qualunque sezione di interesse lo studio del PSDA ha portato alla definizione di alcune relazioni, valide a livello regionale, tramite le quali pervenire ad una stima indiretta di m_Q . In particolare è stato seguito il suggerimento di Franchini e Galeati (1996) ed Brath et al. (1999) che, esaminando in maniera specifica il problema della stima della piena indice per le sezioni idrografiche dei bacini appenninici compresi tra l'Emilia e le Marche (dal bacino del Trebbia al Tronto) e comparando vari modelli di stima ed utilizzando tecniche di verifica jack-knife, sono pervenuti alla conclusione che l'impiego di relazioni multiregressive appare l'approccio in grado di fornire le migliori stime dei valori indice. Muovendosi lungo questa linea di indagine e utilizzando le portate indice calcolate alle sezioni idrografiche strumentate, provviste di almeno 10 anni di dati, sono state esaminate numerose possibili relazioni multiregressive utilizzando diverse combinazioni di grandezze geomorfologiche. La relazione risultata come ottimale è:

$$\hat{m}_Q = 0.00858 \cdot A_{imp}^{0.6506} \cdot m_g^{1.4387} \quad (\text{eq. 2})$$

dove A_{imp} è l'area sottesa classificata come impermeabile secondo le indicazioni del S.I.M.N. (km²) e m_g è la pioggia indice di durata 1 giorno valutata nel baricentro del bacino (mm). La pioggia indice m_g è stata in particolare calcolata come media pesata delle precipitazioni indice puntuali alle stazioni di misura afferenti ciascun bacino considerato, con pesi ottenuti mediante costruzione dei poligoni di Thiessen. Ai fini operativi la pioggia indice può comunque essere valutata nel baricentro del bacino di interesse in maniera speditiva e senza particolare perdita di accuratezza in base alle isolinee riportate nella Tavola N. 6.5 del PSDA.

4.5 Studi PSDA - Selezione dei risultati di interesse

Premessa

Relativamente al fiume Vomano, nell'ambito degli elaborati di studio del PSDA si è provveduto alla costruzione degli idrogrammi di piena con tempo di ritorno $T = 20, 50, 100, 200$ e 500 anni in sei sezioni, indicate nella Tavola C0611 come Sez.VO1, Sez.MA2, Sez.VO3, Sez.VO4, Sez.VO1-MA2 e Sez.VO2-VO3. La Sez.MA2 individua in particolare la sezione che racchiude il bacino imbrifero del fiume Mavone, principale affluente del Vomano, subito a monte della confluenza, con un'area drenata di 169.3 km²; le sezioni Sez.VO1, Sez.VO3 e Sez.VO4 sono invece ubicate direttamente sul corso del fiume Vomano ed individuano bacini imbriferi di 334.6, 653.7 e 766.7 km². Le sezioni Sez.VO1-MA2 e Sez.VO2-VO3 infine indicano rispettivamente l'interbacino tra la Sez.VO1 e la sezione sul fiume Vomano ubicata a monte della confluenza con il Mavone e l'interbacino tra la sezione a valle della confluenza e la Sez.VO3. Nessuna delle sezioni considerate coincide peraltro con le cinque stazioni di misura S.I.M.N. ubicate all'interno del bacino.

In tal senso nella tabella seguente si riportano i valori dei parametri geomorfologici relativamente ai bacini idrografici sottesi dalle sezioni considerate lungo le aste fluviali.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 20 di 84

Tab.4.5/A: Grandezze geomorfologiche che caratterizzano i bacini idrografici sottesi dalle sezioni considerate.

Sezione	A (km ²)	A perm. (%)	A imp. (km ²)	L (km)	ΔH (m)	Z (m s.l.m.)
Sez.VM1	334.6	40	200.8	32.0	1048.0	1298.0
Sez.MA2	169.3	30	118.5	22.0	669.0	835.0
Sez.VM3	653.7	22	509.8	57.0	865.0	948.0
Sez.VM4	766.7	19	621.0	75.0	816.0	830.0
Sez.VM1-MA2	48.0	30	33.6	5.0	141.0	344.0
Sez.VM2-VM3	102.0	25	76.5	9.0	140.0	268.0

In particolare, per le specifiche valutazione idrologiche relative al presente elaborato risulta principalmente significativa la sezione VM4 "Vomano a Roseto degli Abruzzi" (i cui valori dei parametri sono evidenziati in giallo nella tabella precedente), in quanto risulta localizzata in prossimità dell'area di attraversamento in esame.

Sintesi dei Risultati per la sezione VM4

Nella figura seguente è riportato uno stralcio con la rappresentazione grafica dei risultati delle elaborazioni idrologiche effettuate nell'ambito del PSDA (Tavola C0611), dal quale si possono rilevare i valori delle portate al colmo per la sezione VM4 e nel quale sono riportati:

- *in verde*: il bacino imbrifero sotteso dalla sezione VM4 (con superficie di 766.7 km²);
- *in magenta*: il bacino imbrifero sotteso dalla sezione di studio nel presente elaborato, la quale è localizzata poco a valle della sezione VM4 (con superficie di 772 km²);

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fig. 21 di 84

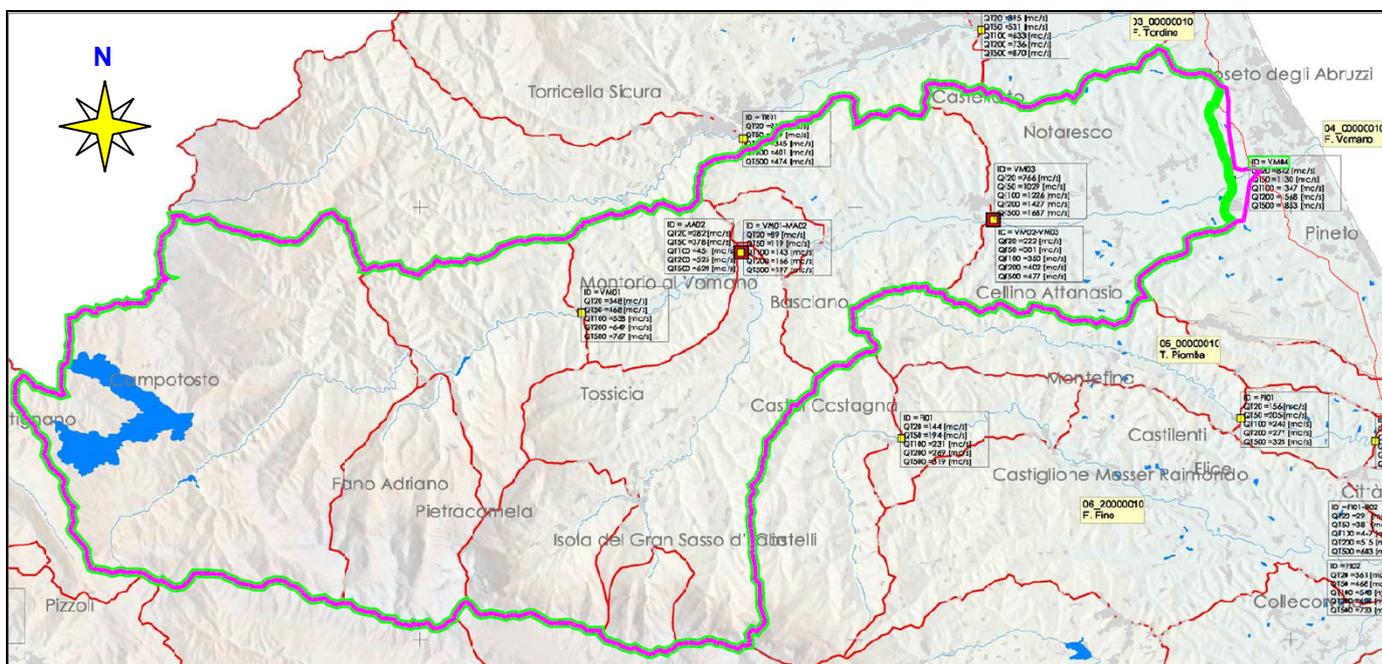


Fig.4.5/A: Bacini Imbriferi sottesi dalla sezione VM4 e dalla Sez. Studio

Dall'analisi della figura precedente si rileva appunto una sostanziale coincidenza tra il bacino sotteso dalla sezione di studio e quello relativo alla sezione VM4 dello studio PSDA (differenza in termini di superficie di bacino inferiore al 0.7%).

Pertanto si assumono come portate di riferimento per la sezione in esame quelle relative alla Sez. VM4, le quali sono riportate anche nella tabella seguente.

Tab.4.5/B: Risultati delle elaborazioni PSDA

TR (anni)	SEZ. ID=VM4	
	Sup. Bacino (kmq)	Portata (mc)
20	766.7	842
50	766.7	1130
100	766.7	1347
200	766.7	1568
500	766.7	1853

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 22 di 84

4.6 Portata di progetto

Si adotta come portata di progetto, per le verifiche idrauliche di cui al capitolo seguente, quella associata ad un tempo di ritorno pari a 200 anni (si veda la tabella qui di seguito riportata).

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

Sezione Idrologica		Sup. Bacino	Qprogetto	qmax
		(kmq)	(mc/s)	(mc/s×kmq)
F.Vomano	Sez. di studio	772	1568	2.03

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 23 di 84	Rev. 1

5 STUDIO IDRAULICO IN MOTO PERMANENTE

5.1 Presupposti e limiti dello studio

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

Lo studio è finalizzato alle seguenti determinazioni:

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

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

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

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

I criteri ed i modelli di calcolo utilizzati per le verifiche idrauliche in moto permanente derivano dall'applicazione del software HEC-RAS¹, 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.

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

	PROGETTISTA 	UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 24 di 84

5.2 Assetto geometrico e modellazione dell'alveo

Al fine di eseguire la modellazione idraulica nell'ambito di riferimento è stato considerato un tronco d'alveo idraulicamente significativo a cavallo della sezione di attraversamento del metanodotto, per uno sviluppo complessivo di circa 880m.

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

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

Entrando nello specifico, nella figura seguente è riportato uno stralcio 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 (RS50) coincide con la sezione di monte del tronco idraulico; la sezione Sez.5 (RS10) rappresenta la sezione idraulica di valle.

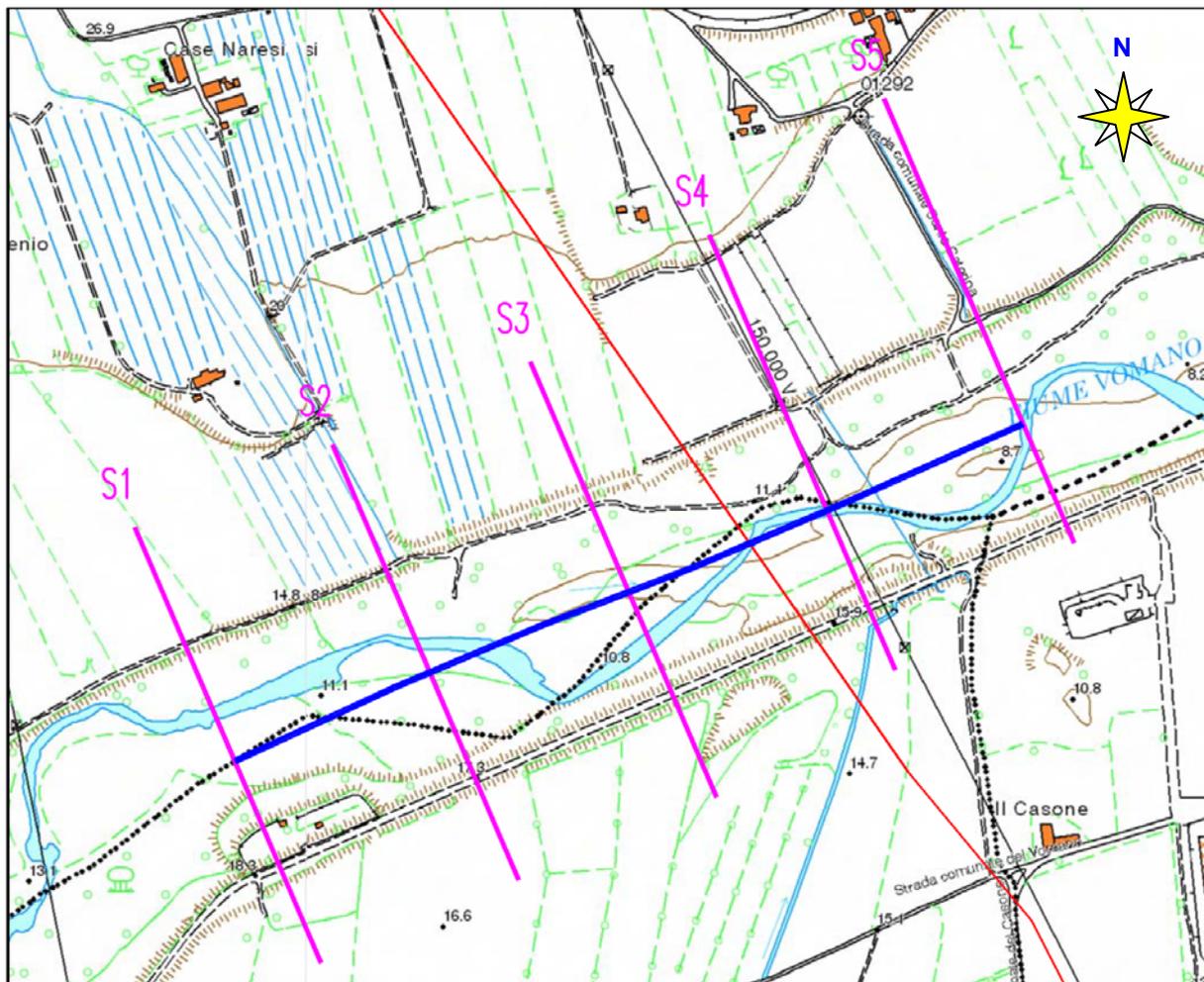


Fig.5.2/A: Foto aerea del tronco d'alveo analizzato e sezioni iniziali di input

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 25 di 84

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

Tab.5.2/A: quadro geometrico generale della modellazione

SEZIONE IDRAULICA (River Station)	SEZIONE DEL RILIEVO	PROGRESSIVA (m)	DISTANZA dalla Sez. succ. (m)	DESCRIZIONE
RS50	Sez.1	0.00	220.12	Sezione di monte
RS40	Sez.2	220.12	220.05	
RS30	Sez.3	440.17	220.04	
RS20	Sez.4	660.21	220.05	
RS10	Sez.5	880.26	0.00	Sezione di valle

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

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

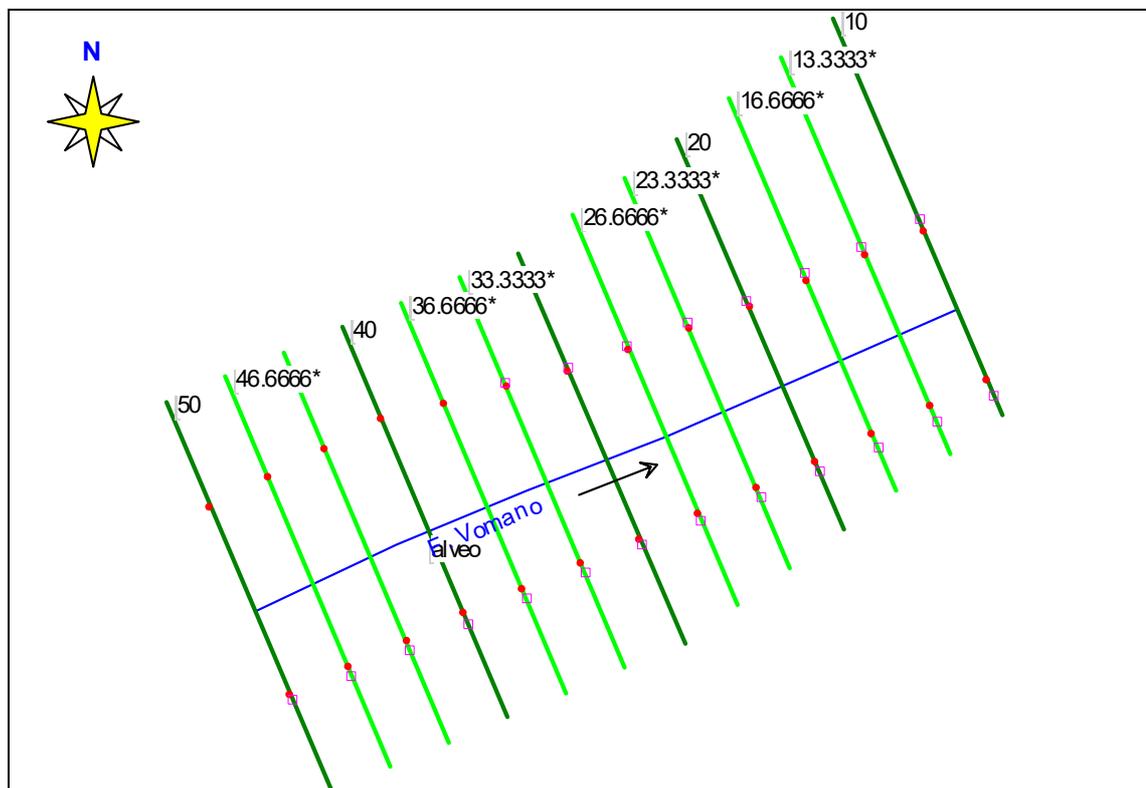


Fig.5.2/B: Modellazione geometrica in HEC-RAS (RS50 a monte e RS10 a valle)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 26 di 84

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:

- $Q_{200} = 1568$ mc/s

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

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

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

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

	PROGETTISTA 	UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 27 di 84

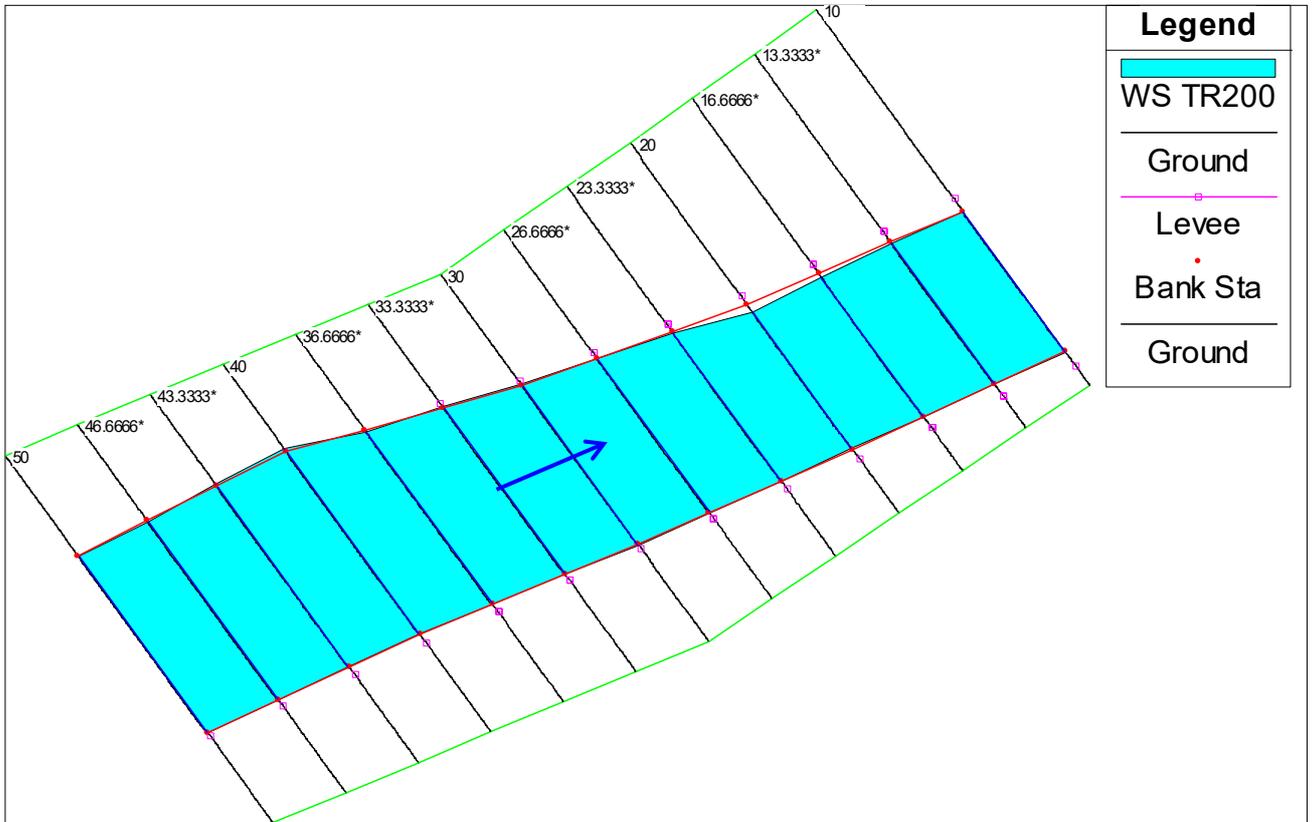


Fig.5.3/A: Schermata di Output del programma – visione prospettica (RS50: monte / RS10: valle)

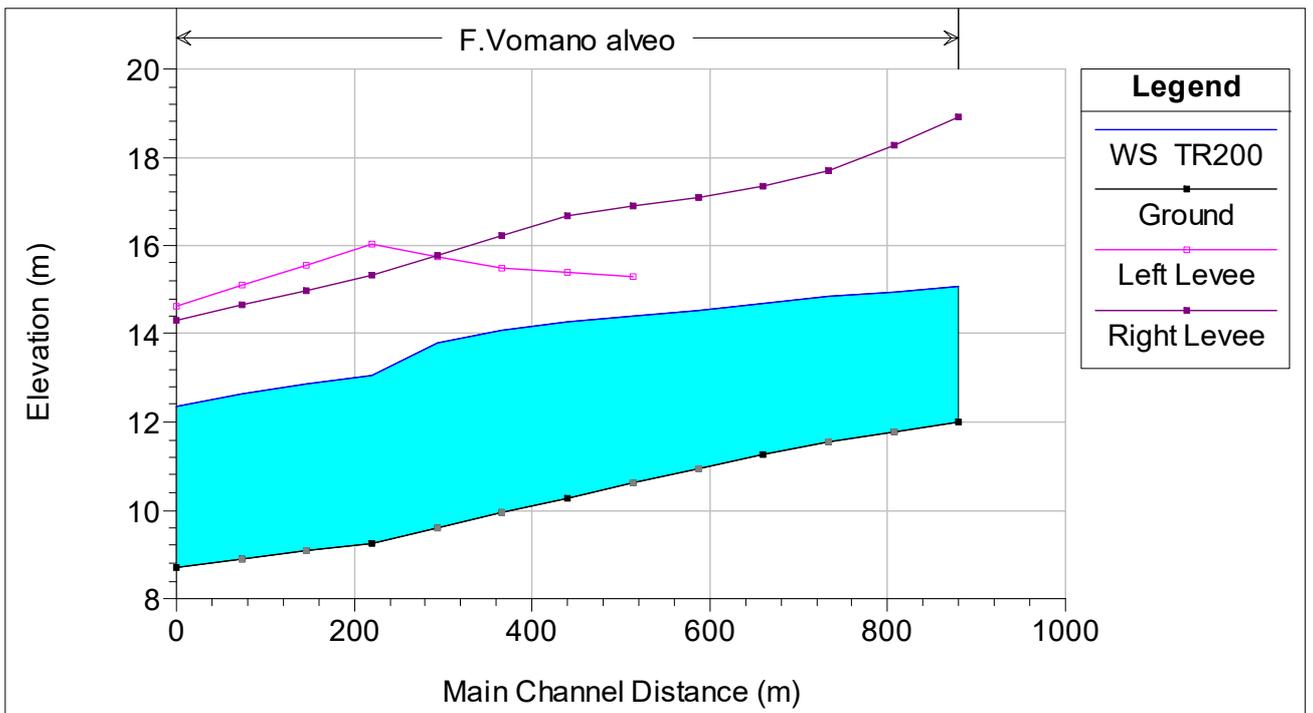


Fig.5.3/B: Schermata di Output del programma – Profilo longitudinale (RS50: monte / RS10: valle)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 28 di 84

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
50	1568	11.99	15.08	14.63	15.6	0.004626	3.17	494.64	235.3	2.1	94.52	0.7
46.6666*	1568	11.78	14.96	14.06	15.31	0.002474	2.62	598.28	237.14	2.52	60.76	0.53
43.3333*	1568	11.55	14.83	13.74	15.13	0.001903	2.41	649.56	239.39	2.72	50.3	0.47
40	1568	11.27	14.68	13.64	14.99	0.002045	2.46	638.35	242.96	2.65	52.59	0.48
36.6666*	1568	10.95	14.54	13.38	14.84	0.001841	2.42	647.1	231.13	2.8	50.17	0.46
33.3333*	1568	10.61	14.41	13.16	14.71	0.001722	2.41	650.75	223.91	2.92	48.93	0.45
30	1568	10.26	14.29	12.96	14.59	0.001646	2.42	648.29	214.18	3.05	48.71	0.44
26.6666*	1568	9.94	14.08	12.98	14.44	0.002183	2.67	586.86	207.53	2.85	60.66	0.51
23.3333*	1568	9.61	13.78	12.95	14.24	0.003074	3.01	520.66	198.08	2.63	79.02	0.59
20	1568	9.26	13.07	12.86	13.88	0.007039	3.99	393.08	181.7	2.16	148.18	0.87
16.6666*	1568	9.08	12.86	12.22	13.43	0.004019	3.35	468.72	185.75	2.52	98.92	0.67
13.3333*	1568	8.89	12.65	11.84	13.14	0.003173	3.1	505.36	187.63	2.69	83.29	0.6
10	1568	8.71	12.35	11.68	12.88	0.003702	3.25	483.07	187.44	2.58	92.63	0.64

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

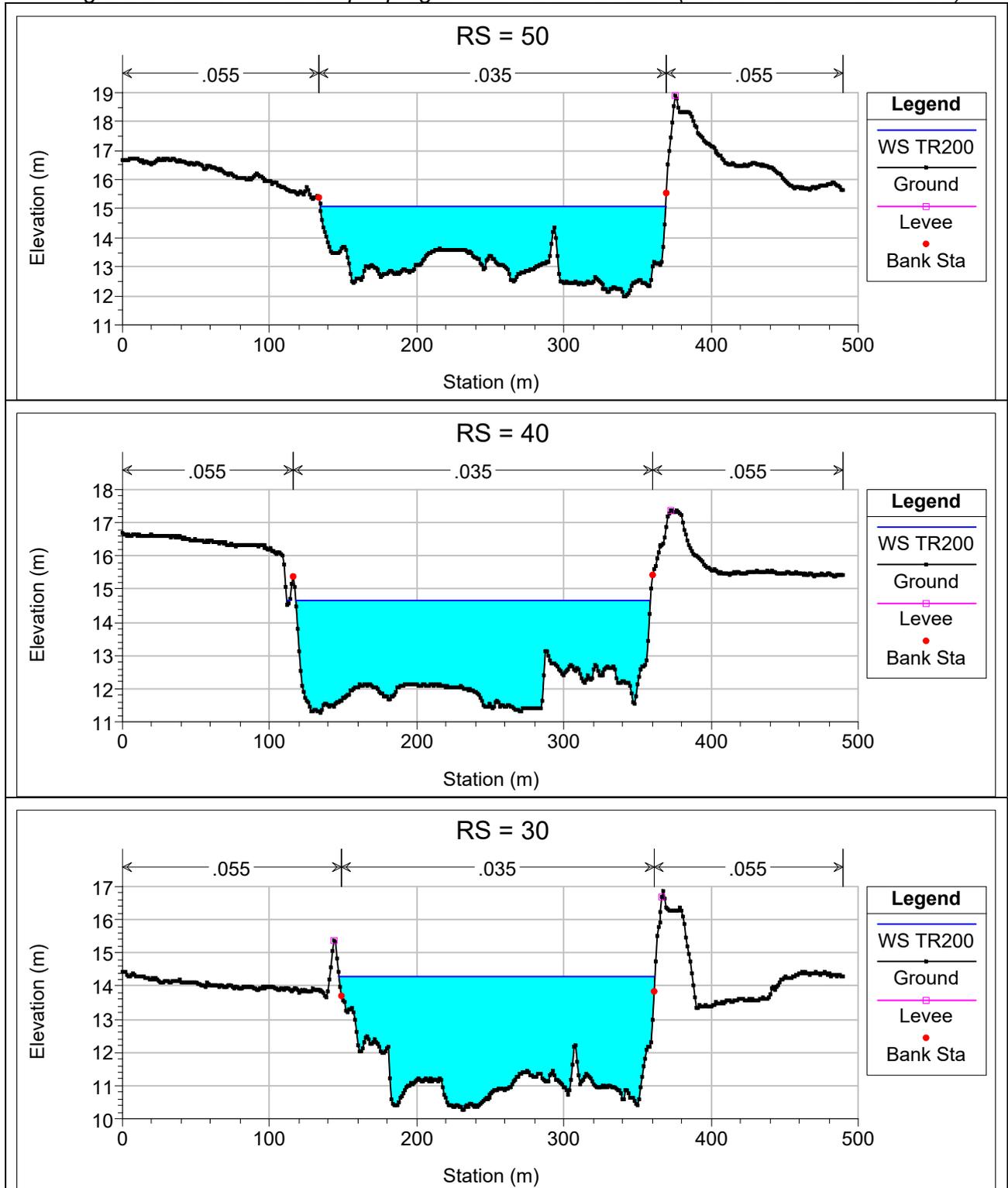
LA-E- 83135

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

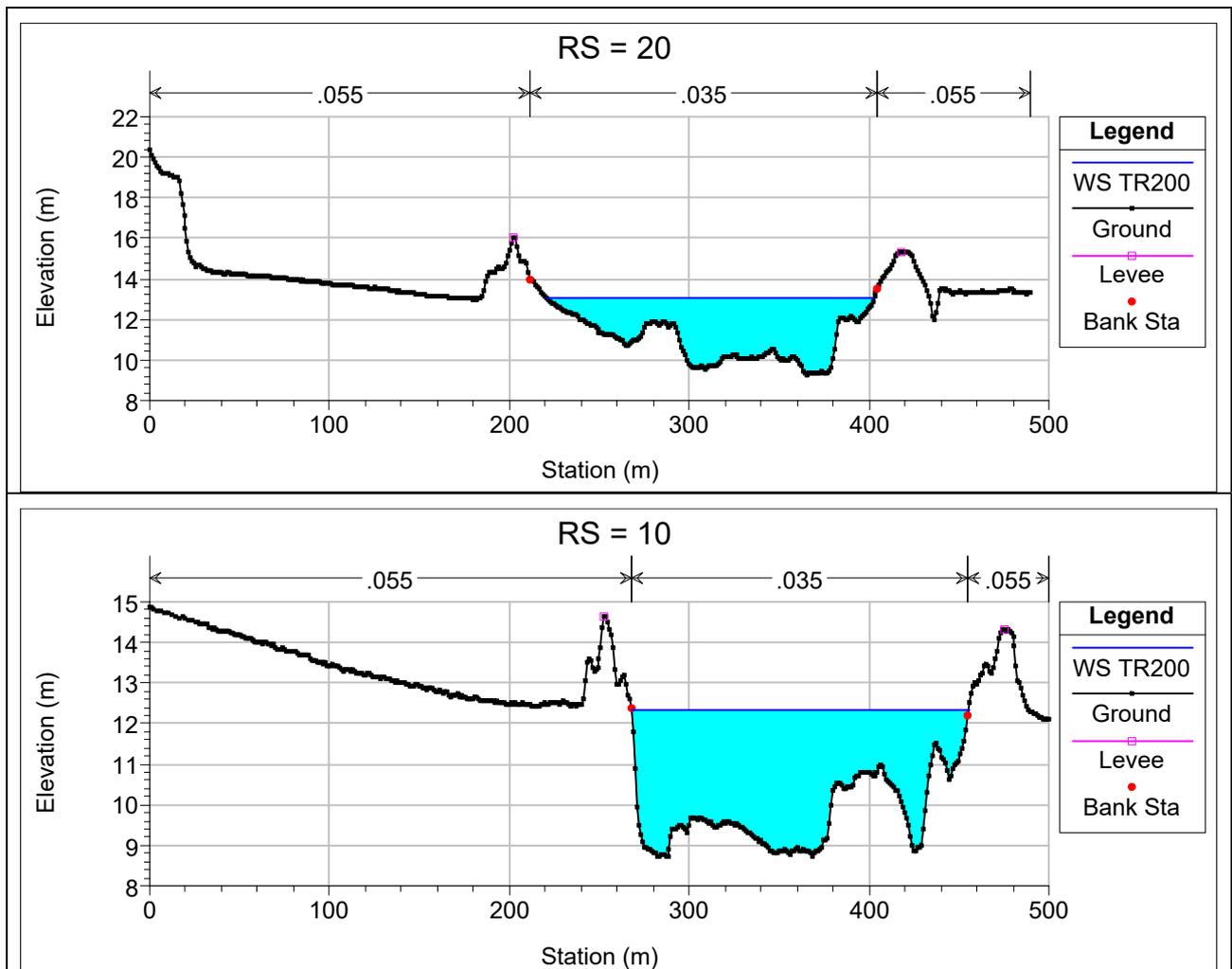
Fg. 29 di 84

Rev.
1

Fig.5.3/C: Schermate di Output programma – Cross Section (RS50: monte / RS10: valle)



	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 30 di 84	Rev. 1



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, l'ampia sezione d'alveo del corso d'acqua risulta in grado di contenere l'ingente portata di progetto (portata duecentennale).

Le velocità di deflusso della corrente risultano generalmente variabili nell'ordine dei 2.5÷4 m/s, mantenendosi comunque in condizione di corrente lenta ($FR < 1$).

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 31 di 84	Rev. 1

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- 83135
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 32 di 84

6.2 Criteri di calcolo

Approfondimenti localizzati

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

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

In questi casi, e quando le dimensioni granulometriche del materiale di fondo sono inferiori a 5 centimetri, i valori raggiungibili dalle suddette erosioni sono generalmente indipendenti dalla granulometria; per dimensioni dei grani maggiori di 5 centimetri, invece, all'aumentare della pezzatura diminuisce la profondità dell'erosione². Occorre quindi poter stimare quale sia il diametro limite dei clasti trasportabili dalla piena e quindi valutare gli eventuali approfondimenti. Per i casi di posa di condotte in sub-alveo con eventuale rivestimento, da effettuare in corsi d'acqua a regime torrentizio, è inoltre necessario adeguare le analisi alle condizioni concrete di esecuzione. Fra i modelli più noti atti a determinare il valore dell'eventuale approfondimento rispetto alla quota media iniziale del fondo dovuto alle piene (Schoklitsch, Eggemberger, Adami, ecc.), la formula di Schoklitsch³ 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 Schoklitsch:

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

dove

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

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

Arature di fondo

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

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 33 di 84

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

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

Allo stato attuale non potendosi fare che semplici ipotesi sul fenomeno, non è possibile proporre algoritmi per calcolare la profondità degli scavi. Le proprietà geometriche del fondo alveo, in relazione all'entità delle tensioni tangenziali indotte dalla corrente, sono state studiate⁴ da Yalin (1964), Nordin (1965) ed Altri, che hanno proposto di assegnare a tali escavazioni un valore cautelativo pari ad una percentuale dell'altezza idrometrica di piena ivi determinata. In particolare, nel caso di regime di corrente lenta, venne concluso che, per granulometrie comprese nel campo delle sabbie, la profondità del fenomeno risulta comunque inferiore a 1/6 o al massimo 1/3 dell'altezza idrica. Una generalizzazione prudenziale, proposta in Italia⁵, sulla base di osservazioni dirette nei corsi d'acqua della pianura padana, estende il limite massimo dei fenomeni di escavazione per aratura, indipendentemente dalla natura del fondo e dal regime di corrente, ad un valore cautelativo pari al 50% dell'altezza idrometrica di piena.

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

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

Diametro limite dei clasti trasportabili

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

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

dove

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

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 34 di 84	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 ³ /s)	Vel Chnl (m/s)	Top Width (m)	Hydr Depth C (m)	Portata specifica (m ³ /s m)	Carico totale (m)	Approfond. Localizzati (m)	Arature di fondo (m)
50	1568	3.17	235.3	2.1	6.66	2.61	1.40	1.05
46.6666*	1568	2.62	237.14	2.52	6.61	2.87	1.46	1.26
43.3333*	1568	2.41	239.39	2.72	6.55	3.02	1.48	1.36
40	1568	2.46	242.96	2.65	6.45	2.96	1.46	1.33
36.6666*	1568	2.42	231.13	2.8	6.78	3.10	1.52	1.40
33.3333*	1568	2.41	223.91	2.92	7.00	3.22	1.55	1.46
30	1568	2.42	214.18	3.05	7.32	3.35	1.60	1.53
26.6666*	1568	2.67	207.53	2.85	7.56	3.21	1.59	1.43
23.3333*	1568	3.01	198.08	2.63	7.92	3.09	1.59	1.32
20	1568	3.99	181.7	2.16	8.63	2.97	1.60	1.08
16.6666*	1568	3.35	185.75	2.52	8.44	3.09	1.62	1.26
13.3333*	1568	3.1	187.63	2.69	8.36	3.18	1.63	1.35
10	1568	3.25	187.44	2.58	8.37	3.12	1.62	1.29

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- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 35 di 84	Rev. 1

Tab.6.3/B: Diametro limite dei clasti trasportati

River Station	Shear Chan (N/m2)	Diametro limite clasti trasportati (m)
50	94.52	0.11
46.6666*	60.76	0.07
43.3333*	50.3	0.06
40	52.59	0.06
36.6666*	50.17	0.06
33.3333*	48.93	0.06
30	48.71	0.06
26.6666*	60.66	0.07
23.3333*	79.02	0.09
20	148.18	0.17
16.6666*	98.92	0.12
13.3333*	83.29	0.10
10	92.63	0.11

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÷2 m**.

La corrente, nell'ambito del tratto in esame ed in concomitanza dell'evento di piena di progetto, inoltre risulta inoltre potenzialmente in grado di movimentare clasti del diametro dell'ordine dei 0.15÷0.20 m.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 36 di 84	Rev. 1

7 METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI

7.1 Metodologia costruttiva: Microtunnelling

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

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

Tale sistema operativo è stato individuato nel caso specifico in considerazione della notevole importanza del corso d'acqua (sia in termini dell'entità portate defluenti, che delle dimensioni complessive dell'alveo) e soprattutto in considerazione della notevole attitudine dello stesso a fenomeni di divagazioni laterale dell'alveo.

Il sistema infatti consente di posizionare la condotta ad elevate profondità in subalveo (quindi ben oltre ad ogni prevedibile fenomeno d'approfondimento); permettendo inoltre di prevedere configurazioni della condotta in subalveo "a corda molle" con risalite a distanze ragguardevoli dall'alveo, tali da assicurare adeguate distacchi di assoluta sicurezza della pipeline anche nei confronti di eventuali fenomeni di divagazione laterale dell'alveo attivo del corso d'acqua.

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

7.2 Configurazione geometrica di progetto

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

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

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

Geometria d'attraversamento

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

Le principali caratteristiche geometriche del tunnel sono:

- lunghezza dello sviluppo complessivo del microtunnel: di 678 metri (di cui complessivamente circa 511m relativamente ai due tratti rettilinei e circa 167m per il tratto curvilineo);
- diametro interno minimo del microtunnel: 2000mm;

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 37 di 84	Rev. 1

- raggio di curvatura per il tratto curvilineo: pari a 1200 m;
- copertura minima della generatrice superiore del tunnel dalle quote di fondo dell'alveo attivo: di circa 12.5m;
- postazione di partenza (di spinta): in destra idrografica del fiume (valle senso gas), con profondità del pozzo di circa 5.5m dal piano campagna. Distanza dalla sponda destra del corso d'acqua di circa 190m (misurata lungo lo sviluppo della condotta);
- postazione di arrivo (di recupero): in sinistra idrografica del fiume (monte senso gas), con profondità del fondo della postazione di circa 7m dal piano campagna. Distanza dalla sponda sinistra del corso d'acqua: di oltre 350m (misurata lungo lo sviluppo della condotta);

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 38 di 84	Rev. 1

8 DESCRIZIONE DELLA TECNICA COSTRUTTIVA DEL MICROTUNNEL

8.1 Generalità

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

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

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

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

8.2 Requisiti generali del sistema costruttivo

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

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

- La testa fresante sarà a tenuta idraulica

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

- Stazione di spinta principale e stazioni di spinta intermedie

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

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

- Sistema di controllo dell'avanzamento della trivellazione

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 39 di 84	Rev. 1

- Tubi di rivestimento in c.a.

I tubi di rivestimento che saranno impiegati, sono anelli prefabbricati in conglomerato cementizio armato ($R_{ck} \geq 35$ N/mm², 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 $\geq 5-7$ atm.

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

- Giunti di tenuta idraulica

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

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

- Iniezioni di intasamento "tubo di rivestimento – terreno"

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

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

- Sistema di evacuazione del materiale di scavo (slurry)

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

- Impianto di produzione dei fanghi di perforazione

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 40 di 84

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

8.3 Fasi Operative

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

Fasi Operative:

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

Impianto cantiere

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

Esecuzione delle postazioni di estremità

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

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

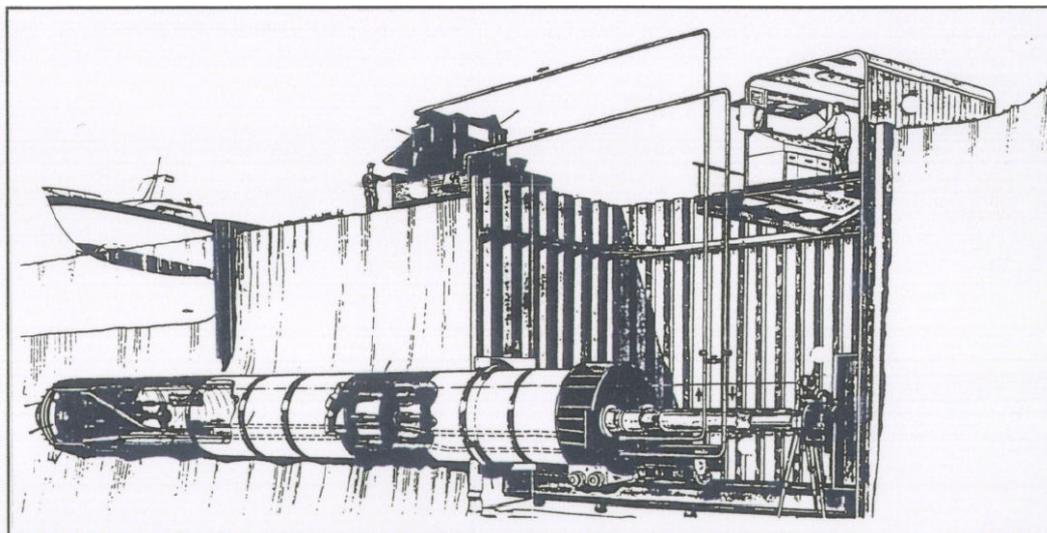
	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 41 di 84	Rev. 1

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

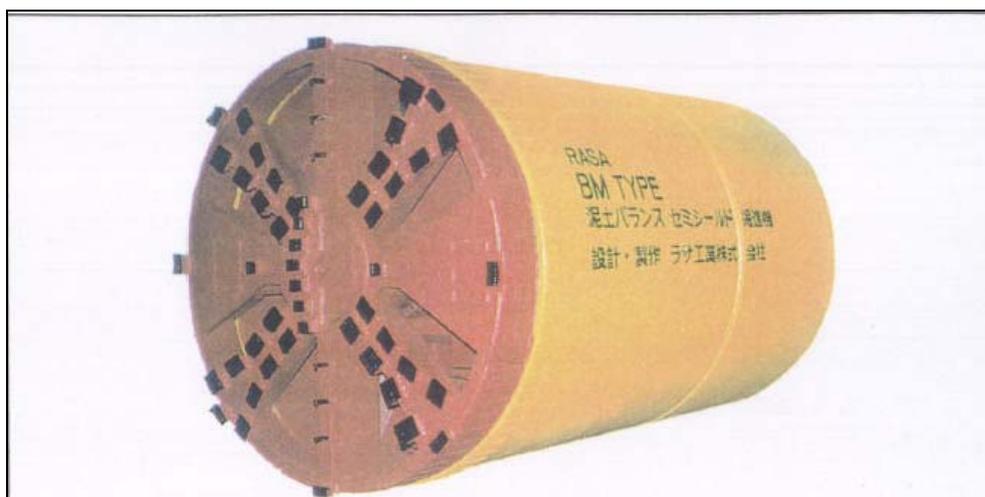
Esecuzione della trivellazione

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- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 42 di 84	Rev. 1

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

- *Varo dell'intera colonna in unica soluzione*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

La condotta sarà protetta con:

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

Collaudo idraulico delle condotte

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

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

Posa dei cavi

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

Ripristini

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 43 di 84	Rev. 1

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

8.4 Considerazioni sulla stabilità per filtrazione in sub-alveo

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

Stabilità per “filtrazione” in corso di esecuzione dei lavori

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

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

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

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

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

Stabilità per “filtrazione” a lungo termine

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 44 di 84	Rev. 1

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

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

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

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

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 45 di 84

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- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 46 di 84	Rev. 1

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- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 47 di 84	Rev. 1

- 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 nell'ambito specifico di attraversamento

Il fiume in esame, ricadente nella pertinenza dell'ex "Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro", rappresenta uno dei corsi d'acqua di rilievo regionale per il quale l'Autorità di Bacino, nell'ambito del *Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni (PSDA)*, ha individuato e perimetrato le aree di pericolosità idraulica lungo lo sviluppo dell'asta fluviale.

Conseguentemente in corrispondenza dell'ambito 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.



PROGETTISTA

UNITÀ
000COMMESSA
023081

LOCALITÀ

Regioni: Marche e Abruzzo

LA-E- 83135

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

Fig. 48 di 84

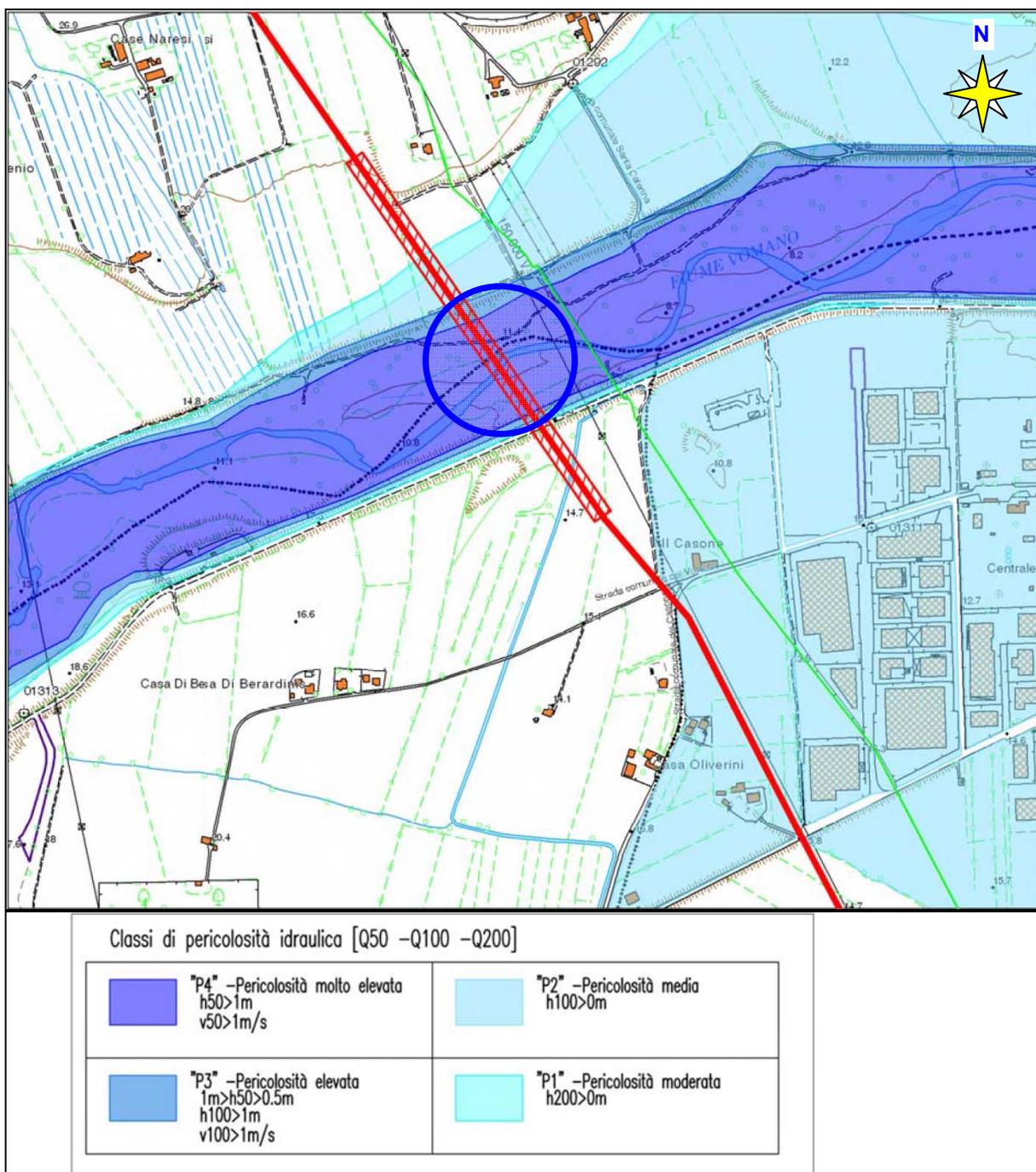
Rev.
1

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 attraversamento del corso d'acqua (indicato schematicamente mediante un cerchio in blu) interferisce con delle aree di pericolosità idraulica per fenomeni di esondazione del corso d'acqua per uno sviluppo di circa 320m.

Dalla stessa figura 9.3/A si può anche rilevare che sia l'alveo del corso d'acqua che le aree inondabili nell'intorno dell'alveo stesso verranno superati mediante trivellazione (ad elevate profondità di posa).

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 49 di 84	Rev. 1

Tuttavia procedendo in senso gas, seppur allontanandosi dall'alveo del Vomano, il tracciato del metanodotto interferisce di nuovo con delle aeree inondabili per piene del corso d'acqua (a pericolosità idraulica media - P2), per un tratto dello sviluppo di circa 400m, nei pressi della zona industriale "Scerne".

In questo tratto la condotta verrà posizionata mediante la classica tecnica degli scavi a cielo aperto.

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 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 in corrispondenza dell'attraversamento dell'alveo del corso d'acqua tutta la regione fluviale (alveo attivo e aree di pericolosità idraulica) sarà attraversata dalla condotta in trivellazione e dunque, alla luce della metodologia operativa individuata e delle scelte progettuali (si veda il Disegno di attraversamento), si evidenzia quanto segue:

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 50 di 84	Rev. 1

- La configurazione morfologica d'alveo verrà mantenuta inalterata nei confronti della situazione originaria. Essendo i lavori previsti in trivellazione non si prevedono lavori in superficie nell'ambito dell'alveo del corso d'acqua;
- La tecnica costruttiva di posa della condotta (in trivellazione), unitamente alla geometria in progetto (elevate coperture in subalveo), consentono inoltre in generale di escludere interferenze con il regime idraulico del corso d'acqua anche nella fase costruttiva dell'opera;
- La configurazione geometrica della linea nell'ambito di intervento (quote in subalveo e profili di risalita) è stata stabilita anche in considerazione delle potenziali dinamiche fluviali del corso d'acqua e sono tali da non precludere la possibilità di effettuare interventi futuri in alveo, finalizzati ad attenuare o eliminare le condizioni di rischio idraulico (es: risagomature dell'alveo, realizzazione di eventuali opere di regimazione idraulica, ecc.).

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

1. *Modifiche indotte sul profilo inviluppo di piena*

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

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

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

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

L'opera in progetto non induce alcuna modifica all'assetto morfologico dell'alveo, sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico, essendo questa localizzata in subalveo ad una profondità superiore ad ogni prevedibile fenomeno d'approfondimento.

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

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

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

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

Inoltre, relativamente al tratto di percorrenza della regione fluviale ricadente esternamente all'ambito di trivellazione nel lato in destra idrografica, dove il metanodotto verrà posizionato mediante scavi a cielo aperto, si evidenzia quanto segue.

Questa interferenza riguarda un ambito territoriale notevolmente distante dall'alveo del corso d'acqua ricadente in un'area urbanizzata (zona industriale Scerne) e che dunque

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 51 di 84	Rev. 1

riguarda delle 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 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.

L'intervento prevede il completo interramento 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.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 52 di 84	Rev. 1

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 l'alveo del fiume VOMANO nel tratto terminale dello sviluppo del corso d'acqua (a circa 3 km dalla foce), in un ambito di confine tra i territori di Roseto degli Abruzzi (TE) e di Atri (TE).

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

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

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

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

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

Nell'analisi delle interferenze tra il metanodotto in progetto con le aree di pericolosità idraulica censite dal 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 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 consentito l'interferenza con le aree classificate di pericolosità idraulica molto elevata (o inferiore);
- che le tipologie di intervento previste nell'ambito specifico di riferimento rispettano le finalità e le disposizioni stabilite nell'Art. 7 comma 3 delle NdA;
- l'opera risulta nel contesto in esame "non delocalizzabile";
- 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.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 53 di 84

In ragione di quanto sopra evidenziato, si ritiene che le scelte progettuali inerenti lo specifico ambito d'interferenza 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.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 54 di 84

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);
- Λ , 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- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 55 di 84	Rev. 1

- R , raggio idraulico (m);
- α , 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),
- α_2 e α_1 i coefficienti di Coriolis di ragguaglio delle potenze cinetiche,
- g l'accelerazione di gravità,
- ΔH le perdite di carico nel tratto considerato.

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

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

in cui

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

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- 83135
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 56 di 84

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- 83135
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 57 di 84

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 ΔH ; si ottiene quindi dall'equazione dell'energia un secondo valore della quota dell'acqua, WS^{II} , che viene posto a confronto con il valore assunto inizialmente; tale ciclo viene ripetuto finché la differenza tra le quote della superficie libera risulta inferiore ad un valore massimo di tolleranza prestabilito dall'operatore. La profondità Y della corrente viene quindi paragonata con l'altezza critica, Y_{cr} , per stabilire se il regime di moto è subcritico o supercritico. L'altezza critica è definita come la profondità per cui il carico totale, H , assume valore minimo.

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

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

E' fornita anche la linea del carico totale ottenuta come

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

dove

- 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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 58 di 84

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 59 di 84	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
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: Vomano
Project File : Vomano.prj

Project in SI units

PLAN DATA

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

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

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

Plan Summary Information:

Number of: Cross Sections =	13	Multiple Openings =	0
Culverts =	0	Inline Structures =	0
Bridges =	0	Lateral Structures =	0

Computational Information

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

Computation Options

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

FLOW DATA

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

Flow Data (m3/s)

River	Reach	RS	TR200
F.Vomano	alveo	50	1568

Boundary Conditions

River	Reach	Profile	Upstream	Downstream
-------	-------	---------	----------	------------

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 60 di 84	Rev. 1

F.Vomano

alveo

TR200

Normal S = 0.0037

Normal S = 0.0037

GEOMETRY DATA

Geometry Title: Vomano

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

CROSS SECTION

RIVER: F.Vomano

REACH: alveo

RS: 50

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num=		491					
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	16.67	1	16.69	2	16.7	3	16.69	4	16.7
5	16.73	6	16.72	7	16.74	8	16.74	9	16.71
10	16.71	11	16.67	12	16.65	13	16.66	14	16.59
15	16.61	16	16.61	17	16.59	18	16.58	19	16.58
20	16.54	21	16.59	22	16.59	23	16.63	24	16.7
25	16.72	26	16.67	27	16.68	28	16.71	29	16.69
30	16.72	31	16.74	32	16.67	33	16.69	34	16.75
35	16.74	36	16.69	37	16.61	38	16.63	39	16.66
40	16.61	41	16.62	42	16.6	43	16.58	44	16.57
45	16.54	46	16.56	47	16.59	48	16.53	49	16.53
50	16.56	51	16.55	52	16.51	53	16.51	54	16.45
55	16.37	56	16.35	57	16.42	58	16.46	59	16.47
60	16.46	61	16.43	62	16.42	63	16.4	64	16.38
65	16.37	66	16.34	67	16.39	68	16.32	69	16.24
70	16.22	71	16.22	72	16.15	73	16.19	74	16.21
75	16.18	76	16.13	77	16.1	78	16.08	79	16.06
80	16.04	81	16.06	82	16.06	83	16.06	84	16.03
85	16	86	16.05	87	16.02	88	16.04	89	16.09
90	16.14	91	16.2	92	16.17	93	16.11	94	16.1
95	16.08	96	16.03	97	15.97	98	15.95	99	15.96
100	15.96	101	15.95	102	15.86	103	15.91	104	15.92
105	15.91	106	15.82	107	15.8	108	15.77	109	15.75
110	15.73	111	15.69	112	15.66	113	15.64	114	15.6
115	15.59	116	15.59	117	15.57	118	15.56	119	15.51
120	15.53	121	15.57	122	15.53	123	15.5	124	15.6
125	15.73	126	15.67	127	15.49	128	15.41	129	15.35
130	15.38	131	15.4	132	15.43	133	15.38	134	15.16
135	14.9	136	14.61	137	14.38	138	14.2	139	14.02
140	13.84	141	13.68	142	13.54	143	13.48	144	13.46
145	13.48	146	13.46	147	13.49	148	13.54	149	13.63
150	13.67	151	13.67	152	13.6	153	13.34	154	13.11
155	12.73	156	12.5	157	12.46	158	12.5	159	12.58
160	12.61	161	12.59	162	12.57	163	12.67	164	12.85
165	13	166	13	167	12.97	168	13	169	13.05
170	13.03	171	12.96	172	12.97	173	12.92	174	12.84
175	12.73	176	12.67	177	12.7	178	12.73	179	12.76
180	12.78	181	12.83	182	12.86	183	12.85	184	12.79
185	12.74	186	12.77	187	12.79	188	12.78	189	12.8
190	12.88	191	12.93	192	12.9	193	12.88	194	12.85
195	12.83	196	12.84	197	12.87	198	12.92	199	13.05
200	13.07	201	13.05	202	13.09	203	13.13	204	13.2
205	13.29	206	13.37	207	13.42	208	13.47	209	13.49
210	13.51	211	13.55	212	13.54	213	13.56	214	13.59
215	13.6	216	13.61	217	13.6	218	13.6	219	13.57
220	13.6	221	13.57	222	13.6	223	13.56	224	13.56
225	13.59	226	13.57	227	13.59	228	13.59	229	13.57
230	13.56	231	13.57	232	13.56	233	13.6	234	13.55
235	13.5	236	13.51	237	13.48	238	13.37	239	13.3
240	13.33	241	13.28	242	13.25	243	13.12	244	13.05
245	12.93	246	12.98	247	13.2	248	13.28	249	13.36
250	13.38	251	13.35	252	13.28	253	13.26	254	13.19
255	13.13	256	13.09	257	13.08	258	13.09	259	13.07
260	13.02	261	12.96	262	12.93	263	12.76	264	12.55
265	12.55	266	12.51	267	12.53	268	12.66	269	12.73

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 61 di 84	Rev. 1

270	12.78	271	12.79	272	12.8	273	12.83	274	12.85
275	12.87	276	12.88	277	12.9	278	12.9	279	12.92
280	12.97	281	13	282	13.01	283	13.05	284	13.08
285	13.1	286	13.11	287	13.13	288	13.15	289	13.18
290	13.19	291	13.37	292	13.79	293	14.22	294	14.36
295	14	296	13.39	297	12.76	298	12.48	299	12.48
300	12.47	301	12.43	302	12.48	303	12.46	304	12.43
305	12.47	306	12.45	307	12.46	308	12.5	309	12.46
310	12.41	311	12.44	312	12.45	313	12.4	314	12.41
315	12.45	316	12.51	317	12.45	318	12.45	319	12.45
320	12.49	321	12.65	322	12.62	323	12.57	324	12.52
325	12.47	326	12.38	327	12.23	328	12.25	329	12.22
330	12.15	331	12.12	332	12.22	333	12.26	334	12.27
335	12.27	336	12.22	337	12.22	338	12.24	339	12.24
340	12.12	341	11.99	342	12	343	12.02	344	12.08
345	12.2	346	12.33	347	12.42	348	12.44	349	12.49
350	12.5	351	12.54	352	12.55	353	12.46	354	12.46
355	12.46	356	12.41	357	12.35	358	12.32	359	12.57
360	13.02	361	13.17	362	13.14	363	13.13	364	13.1
365	13.07	366	13.1	367	13.16	368	13.66	369	14.45
370	15.52	371	16.52	372	16.97	373	17.46	374	17.97
375	18.56	376	18.92	377	18.81	378	18.47	379	18.35
380	18.34	381	18.35	382	18.33	383	18.34	384	18.31
385	18.31	386	18.26	387	18.18	388	18.03	389	17.88
390	17.79	391	17.61	392	17.55	393	17.51	394	17.44
395	17.36	396	17.31	397	17.22	398	17.25	399	17.21
400	17.15	401	17.14	402	17.1	403	17	404	16.93
405	16.88	406	16.81	407	16.81	408	16.75	409	16.66
410	16.58	411	16.56	412	16.52	413	16.5	414	16.51
415	16.55	416	16.53	417	16.49	418	16.45	419	16.46
420	16.47	421	16.48	422	16.48	423	16.51	424	16.47
425	16.49	426	16.51	427	16.5	428	16.55	429	16.57
430	16.55	431	16.51	432	16.5	433	16.5	434	16.49
435	16.5	436	16.46	437	16.48	438	16.48	439	16.42
440	16.44	441	16.41	442	16.38	443	16.35	444	16.31
445	16.26	446	16.23	447	16.21	448	16.14	449	16.05
450	16.02	451	15.95	452	15.89	453	15.85	454	15.79
455	15.81	456	15.75	457	15.72	458	15.73	459	15.73
460	15.74	461	15.7	462	15.73	463	15.7	464	15.68
465	15.69	466	15.68	467	15.67	468	15.68	469	15.75
470	15.73	471	15.7	472	15.76	473	15.76	474	15.79
475	15.78	476	15.81	477	15.79	478	15.81	479	15.84
480	15.86	481	15.86	482	15.87	483	15.88	484	15.88
485	15.84	486	15.8	487	15.81	488	15.73	489	15.64
490	15.64								

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 133 .035 370 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
133 370 73.373 73.373 73.373
Right Levee Station= 376 Elevation= 18.92
.1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	15.60	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.51	Wt. n-Val.		0.035	
W.S. Elev (m)	15.08	Reach Len. (m)	73.37	73.37	73.37
Crit W.S. (m)	14.63	Flow Area (m2)		494.64	
E.G. Slope (m/m)	0.004626	Area (m2)		494.64	
Q Total (m3/s)	1568.00	Flow (m3/s)		1568.00	
Top Width (m)	235.30	Top Width (m)		235.30	
Vel Total (m/s)	3.17	Avg. Vel. (m/s)		3.17	
Max Chl Dpth (m)	3.09	Hydr. Depth (m)		2.10	
Conv. Total (m3/s)	23053.1	Conv. (m3/s)		23053.1	
Length Wtd. (m)	73.37	Wetted Per. (m)		237.43	
Min Ch El (m)	11.99	Shear (N/m2)		94.52	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	23460.17	0.00	18002.08
Frctn Loss (m)	0.24	Cum Volume (1000 m3)	0.08	498.42	0.02
C & E Loss (m)	0.05	Cum SA (1000 m2)	0.47	187.23	0.14

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 62 di 84	Rev. 1

CROSS SECTION

RIVER: F.Vomano

REACH: alveo

RS: 46.6666*

INPUT

Description:

Station Elevation Data

num= 482

Sta	Elev								
0	16.68	1.086	16.67	2.171	16.69	3.257	16.67	4.343	16.69
5.428	16.69	6.514	16.69	7.599	16.71	8.659	16.69	9.621	16.69
10.583	16.66	11.545	16.64	12.507	16.65	13.469	16.6	14.431	16.61
15.393	16.61	16.355	16.59	17.37	16.58	18.456	16.58	19.541	16.58
20.627	16.61	21.713	16.62	22.798	16.66	23.884	16.68	24.969	16.65
25.976	16.66	26.938	16.67	27.9	16.66	28.862	16.67	29.824	16.69
30.786	16.64	31.748	16.65	32.71	16.69	33.672	16.69	34.74	16.66
35.826	16.6	36.911	16.63	37.997	16.62	39.083	16.59	40.168	16.61
41.254	16.58	42.331	16.58	43.425	16.55	44.511	16.56	45.596	16.56
46.682	16.53	47.768	16.53	48.853	16.54	49.939	16.5	50.989	16.49
51.951	16.46	52.913	16.41	53.875	16.4	54.837	16.44	55.799	16.46
56.762	16.47	57.724	16.46	58.686	16.44	59.709	16.43	60.795	16.4
61.881	16.4	62.966	16.39	64.052	16.39	65.138	16.38	66.223	16.32
67.309	16.29	68.306	16.28	69.268	16.23	70.23	16.26	71.192	16.27
72.154	16.25	73.117	16.22	74.079	16.2	75.041	16.18	76.965	16.15
77.927	16.15	78.889	16.15	79.851	16.16	80.813	16.14	81.775	16.11
82.737	16.14	83.699	16.11	84.679	16.14	85.765	16.18	86.85	16.22
87.936	16.24	89.021	16.21	90.107	16.18	91.193	16.17	92.278	16.13
93.32	16.08	94.282	16.07	95.244	16.08	96.206	16.08	97.168	16.07
98.13	16.01	99.092	16.05	100.054	16.05	101.016	16.05	102.049	15.99
103.135	15.97	104.22	15.95	105.306	15.91	106.391	15.88	107.477	15.85
108.563	15.83	109.648	15.81	110.637	15.79	111.599	15.78	112.561	15.76
113.523	15.74	114.485	15.7	115.447	15.72	116.409	15.75	117.371	15.7
119.233	15.67	120.133	15.64	121.033	15.46	122.19	15.16	123.476	15.1
124.633	15.15	125.533	15.26	126.433	15.36	127.333	15.39	128.222	15.16
129.111	14.89	130.889	14.26	131.778	13.99	133.556	13.46	134.444	13.25
136.222	12.98	137.111	12.92	138.889	12.86	139.778	12.87	141.556	12.92
142.444	12.92	144.222	12.84	145.111	12.67	146.889	12.27	147.778	12.11
149.339	12.11	150.683	12.18	152.027	12.15	153.371	12.34	154.716	12.44
156.06	12.44	157.404	12.46	158.748	12.42	160.092	12.33	161.437	12.22
162.781	12.26	164.125	12.3	165.469	12.35	166.813	12.3	168.158	12.29
169.502	12.3	170.846	12.36	172.19	12.38	173.534	12.34	174.879	12.34
176.223	12.39	177.567	12.49	178.911	12.5	180.255	12.58	181.6	12.69
182.944	12.76	184.288	12.78	185.632	12.8	186.976	12.84	188.321	12.85
189.665	12.84	190.337	12.82	191.681	12.82	193.025	12.82	194.37	12.84
195.714	12.84	197.058	12.82	198.402	12.82	199.746	12.84	201.091	12.77
202.435	12.76	203.779	12.64	205.123	12.63	206.467	12.52	207.812	12.39
209.156	12.57	210.5	12.68	211.844	12.67	213.188	12.61	214.533	12.52
215.877	12.49	217.221	12.48	218.565	12.41	219.909	12.28	221.254	12.14
222.598	12.12	223.942	12.26	225.286	12.3	226.63	12.32	227.975	12.35
229.319	12.37	230.663	12.38	231.335	12.41	232.679	12.44	234.024	12.49
235.368	12.51	236.712	12.53	238.056	12.56	239.4	12.96	240.745	13.34
242.089	12.69	243.433	12.08	244.777	12.08	246.121	12.08	247.466	12.05
248.81	12.06	250.154	12.1	251.498	12.04	252.842	12.06	254.187	12.03
255.531	12.1	256.875	12.06	258.219	12.09	259.563	12.17	260.908	12.11
262.252	12.01	263.596	11.93	264.94	11.86	266.284	11.91	267.629	11.94
268.973	11.9	270.317	11.92	271.661	11.84	272.707	11.78	273.455	11.84
274.203	11.83	274.951	11.82	275.7	11.82	276.448	11.86	277.196	11.87
277.944	11.9	278.462	11.91	279.066	11.94	279.814	11.98	280.562	12
281.31	12.03	282.058	12.04	282.806	12.03	283.554	12.05	284.302	12.06
284.676	12.06	285.424	12.04	286.172	12.04	286.92	12.02	287.668	11.99
288.416	11.97	289.164	11.96	289.912	11.95	290.66	11.98	291.034	11.99
291.782	12.08	292.531	12.11	293.279	12.12	294.027	12.14	294.775	12.15
295.523	12.16	296.271	12.17	296.846	12.17	297.393	12.17	298.141	12.19
298.889	12.2	299.637	12.2	300.385	12.22	301.133	12.23	301.881	12.24
302.629	12.25	303.003	12.25	303.751	12.25	304.499	12.26	305.247	12.26
305.995	12.27	306.743	12.27	307.491	12.27	308.239	12.28	308.987	12.28
309.362	12.28	310.11	12.28	310.858	12.26	311.606	12.25	312.354	12.22
313.102	12.16	313.85	12.1	314.598	12.12	315.231	12.14	315.72	12.11
316.468	12.12	317.216	12.19	317.964	12.13	318.712	12.15	319.46	12.13

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 63 di 84	Rev. 1

320.208	12.15	320.956	12.14	321.359	12.13	322.078	12.11	322.826	12.11
323.574	12.13	324.322	12.13	325.07	12.13	325.818	12.14	326.566	12.14
327.315	12.14	327.689	12.14	328.437	12.21	329.185	12.72	329.933	12.71
330.681	12.63	331.429	12.61	332.177	12.59	332.925	12.55	333.615	12.51
334.047	12.5	334.795	12.54	335.543	12.59	336.291	12.59	337.039	12.54
337.787	12.55	338.535	12.48	339.283	12.42	339.744	12.47	340.405	12.47
341.153	12.45	341.901	12.58	342.649	12.52	343.397	12.46	344.146	12.49
344.894	12.53	345.642	12.52	346.016	12.51	346.764	12.53	347.512	12.42
348.26	12.37	349.008	12.37	349.756	12.37	350.504	12.37	351.252	12.26
352	12.16	353.222	12.23	354.444	12.28	355.667	12.33	356.889	12.68
358.111	12.96	359.333	12.98	360.556	12.99	361.778	13	363	13.21
364.222	13.63	365.444	14.46	366.667	15.49	367.857	16.23	368.939	16.59
369.697	16.86	370.455	17.13	371.429	17.43	372.619	17.83	373.485	18.07
374.242	18.2	375	18.27	375.966	18.09	376.933	18.03	377.899	18.02
378.866	18.01	379.832	18	380.798	18.01	381.765	17.99	382.731	17.97
383.697	17.93	384.664	17.82	385.63	17.67	386.597	17.52	387.563	17.39
388.529	17.28	389.496	17.14	390.462	17.08	391.429	17.03	392.395	16.96
393.361	16.91	395.294	16.79	396.26	16.78	397.227	16.75	398.193	16.69
399.16	16.66	400.126	16.63	401.092	16.57	402.059	16.51	403.025	16.45
403.992	16.42	404.958	16.4	405.924	16.38	406.891	16.33	407.857	16.27
408.824	16.21	409.79	16.21	410.756	16.18	411.723	16.15	412.689	16.16
413.673	16.19	414.69	16.17	415.708	16.13	416.726	16.13	417.743	16.14
418.761	16.15	419.779	16.15	420.796	16.16	421.814	16.18	422.832	16.14
423.85	16.16	424.867	16.17	425.885	16.16	426.903	16.2	427.92	16.22
428.938	16.2	429.956	16.18	430.973	16.18	431.991	16.17	432.983	16.18
433.95	16.17	434.916	16.15	435.882	16.15	436.849	16.16	437.815	16.13
438.782	16.13	439.748	16.13	440.714	16.1	441.681	16.08	442.647	16.07
443.613	16.03	444.58	16.01	445.546	15.99	446.513	15.95	447.479	15.9
448.445	15.86	449.412	15.84	450.378	15.79	451.345	15.75	452.345	15.73
453.363	15.7	454.381	15.71	455.398	15.66	456.416	15.64	457.434	15.65
458.451	15.65	459.469	15.66	460.487	15.62	461.504	15.64	462.522	15.62
463.54	15.6	464.558	15.61	465.575	15.6	466.593	15.59	467.611	15.61
468.628	15.66	469.646	15.63	470.664	15.6	471.681	15.65	472.699	15.65
473.717	15.67	474.735	15.66	475.752	15.69	476.77	15.67	477.788	15.69
478.805	15.71	479.823	15.74	480.841	15.73	481.858	15.73	482.876	15.73
483.894	15.72	484.911	15.69	485.929	15.67	486.947	15.69	487.965	15.63
488.982	15.57	490	15.57						

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 127.333 .035 366.667 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
127.333 366.667 73.373 73.373 73.373
Right Levee Station= 375 Elevation= 18.27
.1 .3

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	15.31	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.35	Wt. n-Val.		0.035	
W.S. Elev (m)	14.96	Reach Len. (m)	73.37	73.37	73.37
Crit W.S. (m)	14.06	Flow Area (m2)		598.28	
E.G. Slope (m/m)	0.002474	Area (m2)		598.28	
Q Total (m3/s)	1568.00	Flow (m3/s)		1568.00	
Top Width (m)	237.14	Top Width (m)		237.14	
Vel Total (m/s)	2.62	Avg. Vel. (m/s)		2.62	
Max Chl Dpth (m)	3.18	Hydr. Depth (m)		2.52	
Conv. Total (m3/s)	31523.7	Conv. (m3/s)		31523.7	
Length Wtd. (m)	73.37	Wetted Per. (m)		238.89	
Min Ch El (m)	11.78	Shear (N/m2)		60.76	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	23460.17	0.00	17954.20
Frctn Loss (m)	0.16	Cum Volume (1000 m3)	0.08	458.32	0.02
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)	0.47	169.90	0.14

CROSS SECTION

RIVER: F.Vomano
REACH: alveo

RS: 43.3333*

INPUT

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ		LA-E- 83135	
	Regioni: Marche e Abruzzo			
PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti			Fg. 64 di 84	Rev. 1

Description:

Station Elevation Data num= 481									
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	16.7	1.043	16.66	2.086	16.67	3.128	16.64	4.171	16.67
5.214	16.65	6.257	16.64	7.3	16.68	8.317	16.66	9.241	16.66
10.165	16.64	11.089	16.64	12.014	16.64	12.938	16.6	13.862	16.61
14.786	16.61	15.71	16.6	16.685	16.59	17.728	16.59	18.771	16.6
19.813	16.62	20.856	16.63	21.899	16.64	22.942	16.64	23.985	16.63
24.951	16.63	25.875	16.64	26.799	16.62	27.724	16.63	28.648	16.64
29.572	16.62	30.496	16.62	31.42	16.64	32.344	16.65	33.37	16.63
34.413	16.58	35.456	16.61	36.498	16.61	37.541	16.57	38.584	16.61
39.627	16.57	40.661	16.58	41.713	16.55	42.755	16.54	43.798	16.56
44.841	16.52	45.884	16.52	46.927	16.52	47.969	16.49	48.978	16.48
49.902	16.46	50.827	16.45	51.751	16.44	52.675	16.46	53.599	16.47
54.523	16.47	55.447	16.45	56.371	16.44	57.355	16.43	58.398	16.41
59.44	16.41	60.483	16.42	61.526	16.4	62.569	16.41	63.612	16.39
64.654	16.37	65.612	16.35	66.537	16.32	67.461	16.34	68.385	16.33
69.309	16.32	70.233	16.31	71.157	16.3	72.081	16.28	73.93	16.25
74.854	16.24	75.778	16.25	76.702	16.26	77.626	16.25	78.55	16.22
79.474	16.23	80.398	16.2	81.339	16.23	82.382	16.25	83.425	16.28
84.468	16.29	85.511	16.28	86.554	16.26	87.596	16.25	88.639	16.22
89.64	16.2	90.564	16.19	91.488	16.19	92.412	16.2	93.336	16.19
94.26	16.16	95.184	16.18	96.108	16.18	97.033	16.19	98.024	16.15
99.067	16.15	100.11	16.14	101.153	16.09	102.196	16.05	103.239	16.02
104.281	16.02	105.324	16.03	106.274	15.98	107.198	15.96	108.122	15.94
109.046	15.92	109.97	15.9	110.894	15.91	111.818	15.92	112.743	15.87
114.467	15.74	115.267	15.55	116.067	15.24	117.095	14.85	118.238	14.83
119.267	14.92	120.067	15.12	120.867	15.29	121.667	15.39	122.444	15.16
123.222	14.87	124.778	14.14	125.556	13.78	127.111	13.09	127.889	12.81
129.444	12.47	130.222	12.38	131.778	12.27	132.556	12.25	134.111	12.22
134.889	12.17	136.444	12.08	137.222	12	138.778	11.81	139.556	11.72
140.678	11.71	141.366	11.75	142.054	11.74	142.743	11.83	143.431	11.88
144.12	11.88	144.808	11.89	145.496	11.87	146.185	11.83	146.873	11.77
147.562	11.79	148.25	11.81	148.938	11.84	149.627	11.81	150.315	11.81
151.004	11.81	151.692	11.84	152.38	11.85	153.069	11.83	153.757	11.83
154.446	11.86	155.134	11.91	155.822	11.92	156.511	11.95	157.199	12.01
157.888	12.04	158.576	12.06	159.264	12.07	159.953	12.08	160.641	12.09
161.33	12.09	161.674	12.08	162.362	12.08	163.051	12.07	163.739	12.08
164.428	12.08	165.116	12.07	165.804	12.07	166.493	12.08	167.181	12.05
167.87	12.04	168.558	11.98	169.246	11.97	169.935	11.92	170.623	11.86
171.312	11.94	172	12	172.688	11.99	173.377	11.96	174.065	11.92
174.754	11.9	175.442	11.9	176.13	11.86	176.819	11.79	177.507	11.72
178.196	11.71	178.884	11.78	179.572	11.8	180.261	11.81	180.949	11.83
181.638	11.83	182.326	11.84	182.67	11.86	183.359	11.87	184.047	11.89
184.736	11.9	185.424	11.91	186.112	11.93	186.801	12.13	187.489	12.32
188.178	11.99	188.866	11.69	189.554	11.68	190.243	11.69	190.931	11.67
191.62	11.68	192.308	11.69	192.996	11.66	193.685	11.67	194.373	11.66
195.062	11.69	195.75	11.67	196.438	11.68	197.127	11.73	197.815	11.69
198.504	11.65	199.192	11.6	199.88	11.57	200.569	11.59	201.257	11.61
201.946	11.59	202.634	11.59	203.322	11.55	204.354	11.57	205.728	11.69
207.102	11.66	208.476	11.65	209.85	11.65	211.224	11.73	212.598	11.75
213.972	11.81	214.923	11.82	216.033	11.88	217.407	11.96	218.781	12
220.155	12.04	221.529	12.08	222.903	12.05	224.277	12.09	225.651	12.1
226.338	12.11	227.712	12.05	229.086	12.04	230.46	12	231.834	11.94
233.208	11.88	234.582	11.86	235.956	11.82	237.33	11.87	238.017	11.9
239.391	12.05	240.765	12.1	242.139	12.11	243.513	12.14	244.887	12.14
246.261	12.14	247.635	12.15	248.692	12.14	249.696	12.12	251.07	12.15
252.444	12.15	253.818	12.13	255.192	12.17	256.566	12.16	257.941	12.18
259.315	12.18	260.002	12.16	261.376	12.16	262.75	12.17	264.124	12.16
265.498	12.16	266.872	12.16	268.246	12.15	269.62	12.16	270.994	12.14
271.681	12.14	273.055	12.13	274.429	12.1	275.803	12.08	277.177	12.01
278.551	11.88	279.925	11.77	281.299	11.79	282.462	11.83	283.36	11.78
284.734	11.79	286.108	11.92	287.482	11.79	288.856	11.82	290.23	11.79
291.604	11.81	292.978	11.8	293.718	11.77	295.039	11.74	296.413	11.72
297.787	11.76	299.161	11.77	300.535	11.77	301.909	11.77	303.283	11.77
304.657	11.77	305.344	11.77	306.718	11.92	308.092	12.92	309.466	12.91
310.84	12.73	312.214	12.7	313.588	12.64	314.962	12.57	316.231	12.48
317.023	12.46	318.397	12.54	319.772	12.63	321.146	12.64	322.52	12.54
323.894	12.56	325.268	12.4	326.642	12.29	327.487	12.38	328.703	12.39
330.077	12.38	331.451	12.65	332.825	12.52	334.199	12.43	335.573	12.49
336.947	12.59	338.321	12.57	339.008	12.56	340.382	12.59	341.756	12.37

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 65 di 84	Rev. 1

343.13	12.27	344.504	12.29	345.878	12.27	347.252	12.28	348.626	12.06
350	11.85	351.111	12.01	352.222	12.2	353.333	12.33	354.444	12.63
355.556	12.81	356.667	12.81	357.778	12.86	358.889	12.93	360	13.31
361.111	13.94	362.222	14.73	363.333	15.46	364.714	15.94	365.97	16.25
366.848	16.49	367.727	16.7	368.857	16.89	370.238	17.1	371.242	17.31
372.121	17.53	373.983	17.7	374.966	17.69	375.95	17.69	376.933	17.68
377.916	17.67	378.899	17.68	379.882	17.65	380.866	17.62	381.849	17.57
382.832	17.42	383.815	17.23	384.798	17.08	385.782	16.93	386.765	16.81
387.748	16.69	388.731	16.62	389.714	16.55	390.697	16.48	391.681	16.45
393.647	16.36	394.63	16.32	395.613	16.28	396.597	16.21	397.58	16.18
398.563	16.15	399.546	16.11	400.529	16.06	401.513	16	402.496	16
403.479	16	404.462	15.98	405.445	15.93	406.429	15.89	407.412	15.85
408.395	15.86	409.378	15.83	410.361	15.8	411.345	15.8	412.345	15.84
413.381	15.81	414.416	15.78	415.451	15.8	416.487	15.82	417.522	15.82
418.558	15.82	419.593	15.83	420.628	15.85	421.664	15.82	422.699	15.82
423.735	15.82	424.77	15.82	425.805	15.85	426.841	15.87	427.876	15.85
428.911	15.85	429.947	15.85	430.982	15.83	431.992	15.86	432.975	15.85
433.958	15.83	434.941	15.83	435.924	15.83	436.908	15.82	437.891	15.82
438.874	15.83	439.857	15.8	440.84	15.8	441.824	15.8	442.807	15.78
443.79	15.76	444.773	15.75	445.756	15.7	446.74	15.69	447.723	15.68
448.706	15.66	449.689	15.64	450.672	15.62	451.69	15.6	452.726	15.61
453.761	15.61	454.796	15.58	455.832	15.57	456.867	15.56	457.903	15.56
458.938	15.57	459.973	15.54	461.009	15.55	462.044	15.54	463.08	15.52
464.115	15.53	465.15	15.51	466.186	15.51	467.221	15.54	468.257	15.58
469.292	15.53	470.327	15.5	471.363	15.53	472.398	15.55	473.434	15.55
474.469	15.54	475.504	15.57	476.54	15.56	477.575	15.56	478.611	15.59
479.646	15.61	480.681	15.6	481.717	15.59	482.752	15.58	483.788	15.56
484.823	15.55	485.858	15.54	486.894	15.56	487.929	15.54	488.965	15.5
490	15.51								

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 121.667 .035 363.333 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
121.667 363.333 73.373 73.373 73.373 .1 .3
Right Levee Station= 374 Elevation= 17.69

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	15.13	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.30	Wt. n-Val.	0.000	0.035	
W.S. Elev (m)	14.83	Reach Len. (m)	73.37	73.37	73.37
Crit W.S. (m)	13.74	Flow Area (m2)	0.00	649.56	
E.G. Slope (m/m)	0.001903	Area (m2)	0.00	649.56	
Q Total (m3/s)	1568.00	Flow (m3/s)	0.00	1568.00	
Top Width (m)	239.39	Top Width (m)	0.30	239.08	
Vel Total (m/s)	2.41	Avg. Vel. (m/s)	0.01	2.41	
Max Chl Dpth (m)	3.28	Hydr. Depth (m)	0.00	2.72	
Conv. Total (m3/s)	35944.8	Conv. (m3/s)	0.0	35944.8	
Length Wtd. (m)	73.37	Wetted Per. (m)	0.30	240.99	
Min Ch El (m)	11.55	Shear (N/m2)		50.30	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	23460.17	0.00	17906.32
Frctn Loss (m)	0.14	Cum Volume (1000 m3)	0.08	412.54	0.02
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	0.46	152.43	0.14

CROSS SECTION

RIVER: F.Vomano
REACH: alveo RS: 40

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 491

Sta	Elev								
0	16.71	1	16.64	2	16.66	3	16.61	4	16.64
5	16.61	6	16.59	7	16.65	8	16.64	9	16.64
10	16.62	11	16.64	12	16.61	13	16.61	14	16.61
15	16.6	16	16.59	17	16.6	18	16.62	19	16.64
20	16.64	21	16.62	22	16.6	23	16.61	24	16.61

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 66 di 84

25	16.6	26	16.58	27	16.58	28	16.6	29	16.58
30	16.58	31	16.6	32	16.61	33	16.56	34	16.6
35	16.6	36	16.55	37	16.61	38	16.57	39	16.59
40	16.56	41	16.53	42	16.56	43	16.52	44	16.5
45	16.51	46	16.48	47	16.46	48	16.47	49	16.49
50	16.48	51	16.47	52	16.47	53	16.45	54	16.45
55	16.44	56	16.42	57	16.43	58	16.45	59	16.42
60	16.45	61	16.46	62	16.44	63	16.41	64	16.4
65	16.41	66	16.38	67	16.4	68	16.4	69	16.38
70	16.4	71	16.35	72	16.32	73	16.35	74	16.37
75	16.34	76	16.32	77	16.29	78	16.33	79	16.33
80	16.34	81	16.34	82	16.35	83	16.34	84	16.33
85	16.31	86	16.31	87	16.31	88	16.31	89	16.32
90	16.31	91	16.32	92	16.3	93	16.33	94	16.32
95	16.33	96	16.33	97	16.26	98	16.22	99	16.2
100	16.21	101	16.24	102	16.17	103	16.14	104	16.12
105	16.08	106	16.1	107	16.11	108	16.05	109	16.01
110	15.72	111	15.08	112	14.54	113	14.56	114	14.71
115	15.15	116	15.4	117	15.05	118	14.48	119	13.8
120	13.1	121	12.52	122	12.1	123	11.9	124	11.74
125	11.64	126	11.6	127	11.47	128	11.33	129	11.32
130	11.35	131	11.34	132	11.32	133	11.33	134	11.3
135	11.27	136	11.36	137	11.5	138	11.54	139	11.52
140	11.49	141	11.44	142	11.48	143	11.49	144	11.47
145	11.52	146	11.59	147	11.6	148	11.62	149	11.65
150	11.71	151	11.72	152	11.76	153	11.82	154	11.83
155	11.93	156	11.96	157	11.99	158	12.04	159	12.06
160	12.05	161	12.11	162	12.1	163	12.07	164	12.12
165	12.13	166	12.1	167	12.14	168	12.15	169	12.1
170	12.06	171	12.03	172	12.04	173	12	174	11.98
175	11.91	176	11.88	177	11.87	178	11.79	179	11.76
180	11.76	181	11.68	182	11.69	183	11.78	184	11.77
185	11.81	186	11.9	187	12.03	188	12.04	189	12.09
190	12.1	191	12.1	192	12.11	193	12.13	194	12.13
195	12.13	196	12.12	197	12.12	198	12.12	199	12.13
200	12.13	201	12.1	202	12.08	203	12.07	204	12.11
205	12.12	206	12.1	207	12.09	208	12.07	209	12.11
210	12.11	211	12.09	212	12.1	213	12.13	214	12.11
215	12.08	216	12.11	217	12.08	218	12.09	219	12.07
220	12.05	221	12.08	222	12.05	223	12.06	224	12.06
225	12.05	226	12.05	227	12.05	228	12.03	229	12.02
230	12.07	231	12.03	232	12.01	233	12	234	12
235	11.97	236	11.98	237	11.97	238	11.94	239	11.92
240	11.9	241	11.86	242	11.8	243	11.71	244	11.61
245	11.5	246	11.44	247	11.43	248	11.47	249	11.52
250	11.53	251	11.44	252	11.42	253	11.46	254	11.58
255	11.65	256	11.59	257	11.46	258	11.48	259	11.5
260	11.43	261	11.45	262	11.49	263	11.48	264	11.44
265	11.46	266	11.41	267	11.36	268	11.36	269	11.37
270	11.33	271	11.32	272	11.39	273	11.42	274	11.41
275	11.41	276	11.41	277	11.41	278	11.41	279	11.41
280	11.41	281	11.41	282	11.41	283	11.41	284	11.39
285	11.63	286	12.38	287	13.13	288	13.14	289	13.1
290	12.99	291	12.84	292	12.77	293	12.78	294	12.75
295	12.7	296	12.65	297	12.59	298	12.52	299	12.44
300	12.42	301	12.49	302	12.54	303	12.6	304	12.67
305	12.73	306	12.69	307	12.57	308	12.54	309	12.64
310	12.56	311	12.44	312	12.33	313	12.23	314	12.16
315	12.27	316	12.39	317	12.32	318	12.27	319	12.3
320	12.57	321	12.71	322	12.67	323	12.53	324	12.42
325	12.4	326	12.41	327	12.49	328	12.58	329	12.64
330	12.66	331	12.63	332	12.61	333	12.64	334	12.66
335	12.57	336	12.33	337	12.19	338	12.18	339	12.17
340	12.2	341	12.2	342	12.18	343	12.18	344	12.19
345	12.1	346	11.86	347	11.57	348	11.55	349	11.79
350	12.11	351	12.34	352	12.59	353	12.65	354	12.65
355	12.73	356	12.85	357	13.42	358	14.25	359	15
360	15.43	361	15.59	362	15.69	363	15.91	364	16.11
365	16.28	366	16.35	367	16.35	368	16.37	369	16.56
370	16.85	371	17.19	372	17.3	373	17.35	374	17.37
375	17.34	376	17.33	377	17.35	378	17.32	379	17.28

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 67 di 84	Rev. 1

380	17.22	381	17.02	382	16.79	383	16.63	384	16.47
385	16.35	386	16.23	387	16.16	388	16.08	389	16
390	16	391	15.99	392	15.93	393	15.86	394	15.81
395	15.73	396	15.7	397	15.67	398	15.65	399	15.61
400	15.55	401	15.58	402	15.59	403	15.57	404	15.54
405	15.52	406	15.49	407	15.51	408	15.49	409	15.45
410	15.45	411	15.48	412	15.46	413	15.41	414	15.47
415	15.49	416	15.5	417	15.49	418	15.5	419	15.53
420	15.49	421	15.49	422	15.48	423	15.47	424	15.48
425	15.5	426	15.52	427	15.5	428	15.53	429	15.53
430	15.5	431	15.55	432	15.52	433	15.51	434	15.5
435	15.51	436	15.51	437	15.52	438	15.54	439	15.51
440	15.52	441	15.54	442	15.52	443	15.52	444	15.51
445	15.46	446	15.47	447	15.49	448	15.48	449	15.48
450	15.48	451	15.48	452	15.52	453	15.51	454	15.49
455	15.49	456	15.48	457	15.46	458	15.5	459	15.46
460	15.46	461	15.46	462	15.45	463	15.44	464	15.46
465	15.42	466	15.43	467	15.47	468	15.49	469	15.43
470	15.4	471	15.42	472	15.44	473	15.43	474	15.41
475	15.46	476	15.44	477	15.44	478	15.44	479	15.49
480	15.48	481	15.46	482	15.43	483	15.43	484	15.39
485	15.4	486	15.42	487	15.44	488	15.44	489	15.43
490	15.44								

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 116 .035 360 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
116 360 73.35 73.35 73.35 .1 .3
Right Levee Station= 373 Elevation= 17.35

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	14.99	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.31	Wt. n-Val.	0.055	0.035	
W.S. Elev (m)	14.68	Reach Len. (m)	73.35	73.35	73.35
Crit W.S. (m)	13.64	Flow Area (m2)	0.19	638.16	
E.G. Slope (m/m)	0.002045	Area (m2)	0.19	638.16	
Q Total (m3/s)	1568.00	Flow (m3/s)	0.03	1567.97	
Top Width (m)	242.96	Top Width (m)	2.04	240.92	
Vel Total (m/s)	2.46	Avg. Vel. (m/s)	0.17	2.46	
Max Chl Dpth (m)	3.41	Hydr. Depth (m)	0.09	2.65	
Conv. Total (m3/s)	34669.5	Conv. (m3/s)	0.7	34668.8	
Length Wtd. (m)	73.35	Wetted Per. (m)	2.09	243.39	
Min Ch El (m)	11.27	Shear (N/m2)	1.85	52.59	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	23460.17	0.00	17858.44
Frctn Loss (m)	0.14	Cum Volume (1000 m3)	0.07	365.30	0.02
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	0.38	134.82	0.14

CROSS SECTION

RIVER: F.Vomano
REACH: alveo

RS: 36.6666*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 477									
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev									
0 15.94 1.104 15.9 2.208 15.9 3.311 15.84 4.209 15.85									
5.05 15.86 5.892 15.86 6.734 15.84 7.726 15.86 8.83 15.86									
9.934 15.86 10.942 15.85 11.784 15.85 12.626 15.84 13.468 15.82									
14.349 15.82 15.453 15.81 16.557 15.8 17.66 15.8 18.518 15.8									
19.36 15.82 20.201 15.82 21.043 15.81 22.075 15.8 23.179 15.79									
24.283 15.79 25.252 15.8 26.094 15.8 26.935 15.78 27.777 15.77									
28.698 15.78 29.802 15.77 30.906 15.78 31.986 15.78 32.827 15.78									
33.669 15.77 34.511 15.77 35.353 15.78 36.425 15.74 37.528 15.77									
38.632 15.77 39.561 15.75 40.403 15.76 41.245 15.76 42.086 15.76									
43.047 15.75 44.151 15.72 45.255 15.7 46.295 15.71 47.137 15.69									
47.978 15.69 48.82 15.7 50.504 15.67 51.345 15.66 52.187 15.65									

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 68 di 84

53.029	15.65	54.085	15.66	55.189	15.65	56.292	15.65	57.237	15.65
58.079	15.64	58.921	15.62	59.763	15.63	60.708	15.63	61.811	15.62
62.915	15.61	63.971	15.61	64.813	15.62	65.655	15.62	66.496	15.62
68.18	15.61	69.022	15.6	69.863	15.59	70.705	15.59	71.745	15.6
72.849	15.58	73.953	15.59	74.914	15.57	75.755	15.58	76.597	15.55
77.439	15.56	78.368	15.54	79.472	15.53	80.575	15.55	81.647	15.57
82.489	15.55	83.331	15.54	84.173	15.54	85.014	15.51	86.094	15.54
87.198	15.54	88.302	15.54	89.223	15.52	90.065	15.52	90.906	15.54
91.748	15.54	92.717	15.52	93.821	15.51	94.925	15.52	95.957	15.5
96.799	15.49	97.64	15.51	98.482	15.53	99.34	15.51	100.443	15.5
101.547	15.48	102.651	15.52	103.532	15.5	104.374	15.51	105.216	15.49
106.058	15.5	107.066	15.45	108.17	15.44	109.274	15.44	110.266	15.43
111.108	15.45	111.95	15.43	112.791	15.4	113.689	15.38	114.792	15.36
115.896	15.3	117	15.29	119	15.44	121	15.5	123	14.8
125	14.61	127	14.83	127.972	14.66	128.944	14.46	129.43	14.41
130.402	14.24	131.246	14	131.859	13.73	132.831	13.33	133.368	13.22
134.289	13.09	135.261	12.94	135.747	12.81	136.719	12.59	137.614	12.48
138.177	12.38	139.149	12.22	139.737	12.12	140.606	12	141.578	11.96
142.064	11.97	143.036	11.61	143.982	11.31	144.494	11.28	145.466	11.25
146.105	11.27	146.924	11.31	147.896	11.35	148.382	11.38	149.353	11.35
150.325	11.33	150.811	11.33	151.783	11.3	152.474	11.28	153.241	11.26
154.213	11.27	154.699	11.29	155.671	11.27	156.643	11.28	157.129	11.29
158.1	11.29	158.842	11.28	159.558	11.29	160.53	11.2	161.016	11.12
161.988	11.05	162.96	11.02	163.446	11.02	164.418	11	165.211	11
165.876	10.99	166.847	10.95	168.162	11.01	169.038	11.12	170.648	11.15
171.477	11.12	172.446	11.09	173.963	11.13	174.792	11.13	175.854	11.17
177.279	11.2	178.107	11.21	179.263	11.23	180.594	11.27	181.422	11.3
182.671	11.34	183.909	11.42	184.737	11.45	186.08	11.49	187.224	11.53
188.053	11.53	189.488	11.58	190.539	11.57	191.368	11.61	192.897	11.61
193.854	11.63	194.683	11.63	196.305	11.59	197.169	11.58	198.009	11.6
199.655	11.58	200.484	11.54	201.418	11.52	202.97	11.48	203.799	11.46
204.826	11.44	206.285	11.41	207.114	11.48	208.235	11.49	209.6	11.57
210.429	11.66	211.643	11.68	212.916	11.7	213.744	11.7	215.052	11.71
216.231	11.72	217.059	11.72	218.46	11.71	219.546	11.72	220.374	11.73
221.869	11.73	222.861	11.72	223.689	11.73	225.277	11.78	226.176	11.78
227.005	11.78	228.662	11.82	229.491	11.83	230.39	11.82	231.977	11.87
232.806	11.86	233.798	11.85	235.292	11.85	236.121	11.86	237.207	11.84
238.607	11.86	239.436	11.84	240.615	11.85	241.922	11.84	242.751	11.83
244.023	11.8	245.237	11.79	246.066	11.82	247.432	11.77	248.553	11.76
249.381	11.76	250.84	11.74	251.868	11.75	252.696	11.74	254.249	11.72
255.183	11.69	256.011	11.65	257.657	11.48	258.498	11.4	259.362	11.36
260.984	11.36	261.813	11.39	262.77	11.39	264.299	11.32	265.128	11.35
266.178	11.44	267.614	11.48	268.443	11.41	269.587	11.44	270.929	11.43
271.758	11.44	272.995	11.43	274.244	11.37	275.073	11.37	276.404	11.31
277.559	11.29	278.388	11.29	279.812	11.25	280.874	11.28	281.703	11.29
283.221	11.26	284.189	11.26	285.018	11.26	286.629	11.22	287.505	11.2
289.245	11.22	290.156	11.28	291.068	11.35	292.057	11.67	293.299	12.53
294.54	12.83	295.624	12.66	296.536	12.48	297.447	12.3	298.359	12.2
299.506	12.22	300.747	12.2	301.988	12.19	302.916	12.17	303.827	12.12
304.738	12.05	305.713	12.03	306.954	12.08	308.195	12.11	309.295	12.13
310.207	12.15	311.118	12.12	312.03	12.04	313.161	12.03	314.402	12.04
315.644	11.95	316.586	11.88	317.498	11.81	318.409	11.77	319.368	11.84
320.609	11.9	321.851	11.84	322.966	11.87	323.878	12.05	324.789	12.13
325.7	12.1	326.816	11.99	328.057	11.92	329.299	11.91	330.257	11.95
331.169	12	332.08	12.04	333.023	12.02	334.264	11.95	335.506	11.95
336.637	12.06	337.549	12.01	338.46	11.83	339.371	11.71	340.471	11.66
341.713	11.67	342.954	11.67	343.928	11.64	344.84	11.62	345.751	11.61
346.678	11.53	347.92	11.36	349.161	11.35	350.308	11.61	351.219	11.89
352.131	12.11	353.042	12.34	354.126	12.46	355.368	12.53	356.609	12.62
357.599	13.04	358.511	13.72	359.422	14.4	360.333	14.91	361.222	15.21
362.111	15.46	363.889	15.97	364.778	16.13	366.556	16.27	367.444	16.37
369.222	16.83	370.111	17.06	371.929	17.04	372.857	17.03	373.786	17
374.714	16.99	375.727	16.99	376.909	16.97	378.091	16.92	379.273	16.79
380.286	16.62	381.214	16.51	382.143	16.42	383.071	16.35	384.929	16.15
385.857	16.04	386.786	15.91	387.714	15.81	388.727	15.72	389.909	15.6
391.091	15.47	392.273	15.29	393.286	15.15	394.214	15.04	395.143	14.94
396.071	14.85	397.939	14.86	398.879	14.85	399.818	14.84	400.758	14.83
401.697	14.82	402.636	14.8	403.576	14.8	404.515	14.79	405.455	14.78
406.394	14.77	408.273	14.81	409.212	14.82	410.152	14.78	411.091	14.79
412.03	14.81	412.97	14.84	413.909	14.83	414.848	14.84	415.788	14.85
416.727	14.87	418.606	14.84	419.545	14.84	420.485	14.84	421.424	14.84

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 69 di 84	Rev. 1

422.364	14.85	423.303	14.87	424.242	14.88	425.182	14.87	426.121	14.89
427.061	14.88	428.939	14.89	429.879	14.89	430.818	14.87	431.758	14.88
432.697	14.87	433.636	14.86	434.576	14.87	435.515	14.88	436.455	14.9
437.394	14.88	439.273	14.9	440.212	14.89	441.152	14.89	442.091	14.89
443.03	14.9	443.97	14.95	444.909	14.98	445.848	14.98	446.788	14.95
447.727	14.97	449.606	15.03	450.545	15.07	451.485	15.08	452.424	15.08
453.364	15.08	454.303	15.08	455.242	15.07	456.182	15.06	457.121	15.07
458.061	15.07	459.939	15.08	460.879	15.08	461.818	15.08	462.758	15.1
463.697	15.1	464.636	15.08	465.576	15.1	466.515	15.11	467.455	15.11
468.394	15.07	470.273	15.08	471.212	15.08	472.152	15.09	473.091	15.08
474.03	15.09	474.97	15.08	475.909	15.09	476.848	15.09	477.788	15.1
478.727	15.12	480.606	15.11	481.545	15.08	482.485	15.05	483.424	15.05
484.364	15.04	485.303	15.05	486.242	15.06	487.182	15.07	488.121	15.07
489.061	15.05	490	15.06						

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 127 .035 360.333 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
127 360.333 73.35 73.35 73.35 .1 .3
Right Levee Station= 371 Elevation= 17.08

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	14.84	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.30	Wt. n-Val.		0.035	
W.S. Elev (m)	14.54	Reach Len. (m)	73.35	73.35	73.35
Crit W.S. (m)	13.38	Flow Area (m2)		647.10	
E.G. Slope (m/m)	0.001841	Area (m2)		647.10	
Q Total (m3/s)	1568.00	Flow (m3/s)		1568.00	
Top Width (m)	231.13	Top Width (m)		231.13	
Vel Total (m/s)	2.42	Avg. Vel. (m/s)		2.42	
Max Chl Dpth (m)	3.59	Hydr. Depth (m)		2.80	
Conv. Total (m3/s)	36542.2	Conv. (m3/s)		36542.2	
Length Wtd. (m)	73.35	Wetted Per. (m)		232.88	
Min Ch El (m)	10.95	Shear (N/m2)		50.17	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	23460.17	0.00	17762.70
Frctn Loss (m)	0.13	Cum Volume (1000 m3)	0.06	318.16	0.02
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	0.30	117.51	0.14

CROSS SECTION

RIVER: F.Vomano
REACH: alveo RS: 33.3333*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 476

Sta	Elev								
0	15.18	1.208	15.16	2.415	15.13	3.623	15.07	4.604	15.07
5.525	15.1	6.446	15.11	7.367	15.08	8.453	15.08	9.66	15.07
10.868	15.09	11.971	15.08	12.892	15.07	13.813	15.04	14.734	15.03
15.698	15.03	16.906	15	18.113	15.01	19.321	15.02	20.259	15.01
21.18	15.02	22.101	15.02	23.022	14.99	24.151	14.96	25.358	14.96
26.566	14.98	27.626	14.98	28.547	14.98	29.468	14.95	30.388	14.95
31.396	14.97	32.604	14.96	33.811	14.96	34.993	14.97	35.914	14.98
36.835	14.95	37.755	14.93	38.676	14.94	39.849	14.92	41.057	14.93
42.264	14.94	43.281	14.94	44.201	14.94	45.122	14.93	46.043	14.94
47.094	14.91	48.302	14.88	49.509	14.87	50.647	14.87	51.568	14.84
52.489	14.86	53.41	14.89	55.252	14.86	56.173	14.85	57.094	14.83
58.014	14.84	59.17	14.84	60.377	14.82	61.585	14.82	62.619	14.84
63.54	14.81	64.46	14.8	65.381	14.81	66.415	14.82	67.623	14.82
68.83	14.8	69.986	14.78	70.906	14.8	71.827	14.81	72.748	14.78
74.59	14.78	75.511	14.78	76.432	14.78	77.353	14.77	78.491	14.79
79.698	14.78	80.906	14.78	81.957	14.74	82.878	14.76	83.799	14.72
84.719	14.72	85.736	14.73	86.943	14.74	88.151	14.75	89.324	14.76
90.245	14.76	91.165	14.76	92.086	14.76	93.007	14.74	94.189	14.76
95.396	14.75	96.604	14.74	97.612	14.7	98.532	14.7	99.453	14.73
100.374	14.73	101.434	14.71	102.642	14.71	103.849	14.72	104.978	14.69

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 70 di 84	Rev. 1

105.899	14.67	106.82	14.7	107.741	14.73	108.679	14.72	109.887	14.68
111.094	14.65	112.302	14.71	113.266	14.67	114.187	14.69	115.108	14.66
116.029	14.68	117.132	14.64	118.334	14.67	119.547	14.67	120.633	14.66
121.554	14.67	122.475	14.65	123.396	14.64	124.377	14.62	125.585	14.59
126.792	14.52	128	14.49	130	14.82	132	15.29	134	15.05
136	14.52	138	14.26	139.486	14.09	140.972	13.84	141.715	13.85
143.201	13.78	144.491	13.53	145.43	13.18	146.916	12.68	147.737	12.64
149.145	12.69	150.631	12.71	151.373	12.6	152.859	12.42	154.228	12.44
155.088	12.35	156.574	12.23	157.474	12.14	158.803	11.99	160.289	12
161.032	12.06	162.518	11.41	163.965	10.87	164.747	10.84	166.233	10.83
167.211	10.91	168.462	11	169.948	11.1	170.691	11.17	172.177	11.18
173.663	11.2	174.406	11.21	175.892	11.23	176.947	11.23	178.12	11.2
179.606	11.22	180.349	11.26	181.835	11.21	183.321	11.22	184.064	11.24
185.55	11.24	186.684	11.22	187.779	11.25	189.265	11.08	190.008	10.93
191.494	10.78	192.98	10.7	193.723	10.72	195.209	10.69	196.421	10.7
197.438	10.68	198.924	10.61	200.324	10.66	201.019	10.74	202.297	10.78
202.954	10.76	203.723	10.73	204.927	10.78	205.584	10.78	206.427	10.81
207.557	10.8	208.215	10.79	209.131	10.79	210.187	10.83	210.845	10.84
211.836	10.85	212.817	10.91	213.475	10.94	214.54	10.97	215.447	11
216.105	11.01	217.244	11.06	218.078	11.08	218.735	11.11	219.948	11.12
220.708	11.12	221.365	11.12	222.653	11.12	223.338	11.14	224.653	11.17
225.357	11.19	226.626	11.17	227.283	11.18	228.061	11.16	229.256	11.15
229.913	11.13	230.765	11.14	231.886	11.19	232.543	11.21	233.469	11.26
234.516	11.28	235.174	11.3	236.174	11.3	237.146	11.29	237.804	11.3
238.878	11.31	239.776	11.31	240.434	11.31	241.582	11.33	242.406	11.35
243.064	11.35	244.286	11.38	245.037	11.42	245.694	11.45	246.991	11.47
247.667	11.49	248.343	11.54	249.639	11.55	250.297	11.58	251.047	11.62
252.269	11.61	252.927	11.62	253.751	11.61	254.9	11.62	255.557	11.62
256.455	11.64	257.53	11.64	258.187	11.64	259.16	11.62	260.16	11.57
260.817	11.55	261.864	11.56	262.79	11.54	263.447	11.52	264.568	11.52
265.42	11.51	266.078	11.51	267.272	11.55	268.05	11.54	268.708	11.54
269.977	11.5	270.68	11.43	271.995	11.31	272.681	11.27	273.968	11.26
274.626	11.27	275.385	11.26	276.598	11.23	277.256	11.24	278.089	11.29
279.228	11.37	279.886	11.36	280.793	11.39	281.858	11.43	282.516	11.43
283.498	11.38	284.489	11.3	285.146	11.28	286.202	11.25	287.119	11.22
287.776	11.21	288.906	11.17	289.749	11.17	290.406	11.16	291.61	11.12
292.379	11.11	293.037	11.1	294.315	11.03	295.009	11	296.489	11.03
297.312	11.15	298.135	11.31	299.029	11.65	300.149	12.35	301.27	12.53
302.249	12.22	303.072	11.97	303.895	11.75	304.717	11.63	305.753	11.66
306.874	11.69	307.994	11.74	308.831	11.75	309.654	11.72	310.477	11.67
311.356	11.64	312.477	11.65	313.598	11.63	314.591	11.59	315.413	11.58
316.236	11.55	317.059	11.5	318.08	11.49	319.201	11.49	320.322	11.46
321.173	11.43	321.996	11.4	322.819	11.37	323.684	11.4	324.805	11.45
325.925	11.41	326.932	11.43	327.755	11.52	328.578	11.56	329.401	11.54
330.408	11.48	331.529	11.44	332.649	11.4	333.515	11.4	334.338	11.42
335.16	11.43	336.012	11.39	337.132	11.27	338.253	11.26	339.274	11.46
340.097	11.44	340.92	11.34	341.743	11.23	342.736	11.13	343.856	11.14
344.977	11.14	345.857	11.11	346.679	11.07	347.502	11.03	348.339	10.97
349.46	10.97	350.58	11.15	351.616	11.42	352.439	11.68	353.262	11.89
354.084	12.1	355.063	12.26	356.184	12.36	357.305	12.4	358.198	12.65
359.021	13.18	359.844	13.8	360.667	14.38	361.444	14.82	362.222	15.22
363.778	15.83	364.556	15.98	366.111	16.19	366.889	16.37	368.444	16.81
369.222	16.92	370.857	16.74	371.714	16.68	372.571	16.65	373.429	16.64
374.364	16.63	375.455	16.63	376.545	16.6	377.636	16.54	378.571	16.45
379.429	16.39	380.286	16.36	381.143	16.34	382.857	16.13	383.714	16
384.571	15.81	385.429	15.62	386.364	15.45	387.455	15.29	388.545	15.1
389.636	14.83	390.571	14.61	391.429	14.41	392.286	14.22	393.143	14.09
394.97	14.13	395.939	14.12	396.909	14.11	397.879	14.1	398.848	14.12
399.818	14.09	400.788	14.1	401.758	14.08	402.727	14.08	403.697	14.1
405.636	14.14	406.606	14.17	407.576	14.14	408.545	14.14	409.515	14.15
410.485	14.18	411.455	14.16	412.424	14.18	413.394	14.2	414.364	14.22
416.303	14.19	417.273	14.19	418.242	14.2	419.212	14.21	420.182	14.22
421.152	14.24	422.121	14.24	423.091	14.24	424.061	14.25	425.03	14.24
426.97	14.23	427.939	14.25	428.909	14.23	429.879	14.26	430.848	14.23
431.818	14.22	432.788	14.23	433.758	14.24	434.727	14.26	435.697	14.25
437.636	14.26	438.606	14.25	439.576	14.25	440.545	14.27	441.515	14.32
442.485	14.43	443.455	14.47	444.424	14.46	445.394	14.43	446.364	14.47
448.303	14.57	449.273	14.63	450.242	14.65	451.212	14.66	452.182	14.68
453.152	14.67	454.121	14.66	455.091	14.65	456.061	14.65	457.03	14.68
458.97	14.7	459.939	14.71	460.909	14.72	461.879	14.75	462.848	14.76
463.818	14.74	464.788	14.76	465.758	14.75	466.727	14.73	467.697	14.71

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 71 di 84	Rev. 1

469.636	14.73	470.606	14.73	471.576	14.75	472.545	14.74	473.515	14.73
474.485	14.72	475.455	14.75	476.424	14.74	477.394	14.76	478.364	14.75
480.303	14.75	481.273	14.73	482.242	14.66	483.212	14.69	484.182	14.68
485.152	14.68	486.121	14.68	487.091	14.69	488.061	14.69	489.03	14.66
490	14.68								

Manning's n Values num= 3

Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.055	138	.035	360.667	.055

Bank Sta:	Left	Right	Lengths:	Left Channel	Right	Coeff	Contr.	Expan.
				73.35	73.35		.1	.3
Left Levee		Station=	132	Elevation=	15.29			
Right Levee		Station=	369	Elevation=	16.89667			

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	14.71	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.30	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	14.41	Reach Len. (m)	73.35	73.35	73.35
Crit W.S. (m)	13.16	Flow Area (m2)	0.09	650.66	0.00
E.G. Slope (m/m)	0.001722	Area (m2)	0.09	650.66	0.00
Q Total (m3/s)	1568.00	Flow (m3/s)	0.01	1567.99	0.00
Top Width (m)	223.91	Top Width (m)	1.18	222.67	0.06
Vel Total (m/s)	2.41	Avg. Vel. (m/s)	0.14	2.41	0.05
Max Chl Dpth (m)	3.80	Hydr. Depth (m)	0.08	2.92	0.02
Conv. Total (m3/s)	37790.7	Conv. (m3/s)	0.3	37790.5	0.0
Length Wtd. (m)	73.35	Wetted Per. (m)	1.19	224.50	0.07
Min Ch El (m)	10.61	Shear (N/m2)	1.28	48.93	0.25
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	23460.17	6319.88	17666.94
Frctn Loss (m)	0.12	Cum Volume (1000 m3)	0.06	270.57	0.02
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	0.26	100.87	0.14

CROSS SECTION

RIVER: F.Vomano
REACH: alveo RS: 30

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 491

Sta	Elev								
0	14.41	1	14.42	2	14.42	3	14.33	4	14.29
5	14.28	6	14.34	7	14.36	8	14.32	9	14.29
10	14.28	11	14.3	12	14.31	13	14.31	14	14.28
15	14.25	16	14.24	17	14.24	18	14.2	19	14.2
20	14.22	21	14.23	22	14.21	23	14.23	24	14.21
25	14.16	26	14.12	27	14.12	28	14.13	29	14.17
30	14.17	31	14.17	32	14.12	33	14.13	34	14.17
35	14.14	36	14.15	37	14.14	38	14.17	39	14.18
40	14.13	41	14.1	42	14.11	43	14.09	44	14.1
45	14.1	46	14.11	47	14.13	48	14.12	49	14.1
50	14.13	51	14.08	52	14.05	53	14.04	54	14.04
55	14.02	56	13.99	57	14.04	58	14.09	59	14.05
60	14.04	61	14.04	62	14.01	63	14.02	64	14.01
65	14	66	13.98	67	14	68	14.02	69	13.99
70	13.97	71	13.99	72	14.01	73	14.02	74	14.02
75	13.97	76	13.94	77	13.99	78	13.99	79	13.94
80	13.95	81	13.95	82	13.96	83	13.96	84	13.96
85	13.98	86	13.97	87	13.98	88	13.96	89	13.91
90	13.95	91	13.88	92	13.88	93	13.91	94	13.94
95	13.97	96	13.95	97	13.96	98	13.96	99	13.97
100	13.98	101	13.96	102	13.97	103	13.96	104	13.95
105	13.93	106	13.88	107	13.87	108	13.92	109	13.93
110	13.9	111	13.92	112	13.91	113	13.93	114	13.88
115	13.85	116	13.89	117	13.94	118	13.92	119	13.88
120	13.81	121	13.84	122	13.9	123	13.85	124	13.87
125	13.82	126	13.86	127	13.82	128	13.86	129	13.92
130	13.9	131	13.88	132	13.89	133	13.87	134	13.87
135	13.86	136	13.84	137	13.8	138	13.72	139	13.68

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ		LA-E- 83135	
	Regioni: Marche e Abruzzo PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 72 di 84	Rev. 1

140	13.86	141	14.21	142	14.56	143	15.07	144	15.39
145	15.31	146	14.84	147	14.42	148	13.99	149	13.69
150	13.57	151	13.51	152	13.25	153	13.22	154	13.29
155	13.3	156	13.32	157	13.22	158	12.99	159	12.63
160	12.21	161	12.04	162	12.05	163	12.14	164	12.29
165	12.45	166	12.48	167	12.38	168	12.26	169	12.25
170	12.31	171	12.41	172	12.32	173	12.28	174	12.24
175	12.18	176	12.05	177	11.97	178	11.99	179	12.03
180	12.14	181	12.15	182	11.21	183	10.6	184	10.43
185	10.4	186	10.39	187	10.41	188	10.5	189	10.62
190	10.68	191	10.78	192	10.85	193	10.96	194	10.99
195	11	196	11.1	197	11.06	198	11.1	199	11.12
200	11.16	201	11.2	202	11.16	203	11.14	204	11.15
205	11.17	206	11.23	207	11.19	208	11.14	209	11.23
210	11.15	211	11.18	212	11.19	213	11.19	214	11.17
215	11.14	216	11.21	217	11.17	218	10.96	219	10.73
220	10.61	221	10.5	222	10.41	223	10.39	224	10.42
225	10.36	226	10.38	227	10.4	228	10.4	229	10.38
230	10.35	231	10.28	232	10.26	233	10.36	234	10.41
235	10.37	236	10.43	237	10.44	238	10.39	239	10.35
240	10.39	241	10.36	242	10.42	243	10.44	244	10.48
245	10.54	246	10.6	247	10.62	248	10.6	249	10.65
250	10.73	251	10.79	252	10.81	253	10.85	254	10.85
255	10.85	256	10.91	257	10.91	258	10.9	259	10.9
260	10.88	261	10.9	262	10.9	263	10.93	264	10.97
265	11.04	266	11.11	267	11.16	268	11.25	269	11.28
270	11.36	271	11.37	272	11.38	273	11.4	274	11.42
275	11.44	276	11.41	277	11.31	278	11.32	279	11.28
280	11.28	281	11.27	282	11.35	283	11.36	284	11.35
285	11.23	286	11.19	287	11.15	288	11.13	289	11.13
290	11.13	291	11.29	292	11.34	293	11.45	294	11.32
295	11.19	296	11.18	297	11.14	298	11.09	299	11.03
300	10.97	301	10.95	302	10.84	303	10.74	304	10.88
305	11.18	306	11.63	307	12.16	308	12.22	309	11.72
310	11.29	311	11.05	312	11.11	313	11.17	314	11.28
315	11.35	316	11.29	317	11.25	318	11.22	319	11.15
320	11.04	321	10.98	322	10.97	323	10.95	324	10.94
325	10.97	326	10.98	327	10.98	328	10.96	329	10.99
330	10.97	331	11	332	10.99	333	10.97	334	10.97
335	10.95	336	10.9	337	10.84	338	10.85	339	10.75
340	10.59	341	10.57	342	10.88	343	10.88	344	10.77
345	10.61	346	10.62	347	10.61	348	10.56	349	10.47
350	10.4	351	10.58	352	10.94	353	11.26	354	11.56
355	11.82	356	12.07	357	12.19	358	12.18	359	12.29
360	12.97	361	13.86	362	14.73	363	15.51	364	15.78
365	15.91	366	16.21	367	16.67	368	16.86	369	16.64
370	16.37	371	16.31	372	16.3	373	16.27	374	16.29
375	16.28	376	16.29	377	16.27	378	16.27	379	16.36
380	16.27	381	16.08	382	15.86	383	15.47	384	15.18
385	14.98	386	14.74	387	14.38	388	14.01	389	13.64
390	13.33	391	13.32	392	13.41	393	13.38	394	13.37
395	13.38	396	13.41	397	13.38	398	13.4	399	13.37
400	13.38	401	13.42	402	13.45	403	13.47	404	13.52
405	13.49	406	13.48	407	13.48	408	13.52	409	13.49
410	13.53	411	13.55	412	13.56	413	13.56	414	13.54
415	13.54	416	13.56	417	13.58	418	13.58	419	13.6
420	13.6	421	13.6	422	13.61	423	13.59	424	13.58
425	13.57	426	13.61	427	13.59	428	13.63	429	13.59
430	13.57	431	13.58	432	13.59	433	13.62	434	13.62
435	13.65	436	13.62	437	13.61	438	13.62	439	13.65
440	13.74	441	13.91	442	13.97	443	13.95	444	13.9
445	13.96	446	14.03	447	14.12	448	14.19	449	14.22
450	14.24	451	14.27	452	14.26	453	14.26	454	14.24
455	14.23	456	14.29	457	14.31	458	14.32	459	14.34
460	14.36	461	14.4	462	14.42	463	14.4	464	14.41
465	14.38	466	14.36	467	14.35	468	14.38	469	14.39
470	14.37	471	14.41	472	14.4	473	14.38	474	14.35
475	14.4	476	14.39	477	14.41	478	14.38	479	14.35
480	14.39	481	14.37	482	14.28	483	14.33	484	14.32
485	14.32	486	14.31	487	14.32	488	14.32	489	14.28
490	14.3								

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti			Fg. 73 di 84

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 149 .035 361 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
149 361 73.347 73.347 73.347 .1 .3
Left Levee Station= 144 Elevation= 15.39
Right Levee Station= 367 Elevation= 16.67

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	14.59	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.30	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	14.29	Reach Len. (m)	73.35	73.35	73.35
Crit W.S. (m)	12.96	Flow Area (m2)	0.55	647.63	0.10
E.G. Slope (m/m)	0.001646	Area (m2)	0.55	647.63	0.10
Q Total (m3/s)	1568.00	Flow (m3/s)	0.18	1567.79	0.02
Top Width (m)	214.18	Top Width (m)	1.69	212.00	0.49
Vel Total (m/s)	2.42	Avg. Vel. (m/s)	0.33	2.42	0.22
Max Chl Dpth (m)	4.03	Hydr. Depth (m)	0.32	3.05	0.21
Conv. Total (m3/s)	38653.1	Conv. (m3/s)	4.5	38648.0	0.6
Length Wtd. (m)	73.35	Wetted Per. (m)	1.80	214.55	0.65
Min Ch El (m)	10.26	Shear (N/m2)	4.94	48.71	2.60
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	23460.17	6894.42	17571.18
Frctn Loss (m)	0.14	Cum Volume (1000 m3)	0.04	222.95	0.02
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	0.15	84.93	0.12

CROSS SECTION

RIVER: F.Vomano
REACH: alveo RS: 26.6666*

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 472

Sta	Elev								
0	16.38	1.106	16.3	2.211	16.22	3.317	16.09	4.199	16.01
5.038	15.96	5.878	15.95	6.718	15.97	7.739	15.98	8.844	15.94
9.95	15.89	10.916	15.87	11.756	15.87	12.596	15.87	13.435	15.82
14.372	15.6	15.477	15.33	16.583	15.05	17.634	14.79	18.474	14.6
19.313	14.5	20.153	14.43	21.005	14.38	22.11	14.36	23.216	14.37
24.321	14.33	25.191	14.33	26.031	14.31	26.871	14.27	27.71	14.24
28.743	14.21	29.849	14.19	30.954	14.19	31.909	14.22	32.749	14.22
33.588	14.21	34.428	14.2	35.376	14.17	36.482	14.18	37.588	14.19
38.627	14.17	39.466	14.18	40.306	14.17	41.146	14.16	42.01	14.19
43.115	14.19	44.221	14.15	45.326	14.13	46.184	14.13	47.024	14.12
47.863	14.12	48.703	14.11	49.748	14.12	50.854	14.12	51.959	14.13
52.902	14.11	53.741	14.11	54.581	14.11	55.421	14.13	56.381	14.09
57.487	14.06	58.592	14.06	59.619	14.05	60.459	14.03	61.299	14.01
62.138	14.02	63.014	14.04	64.12	14.06	65.225	14.02	66.331	14.01
67.436	14.02	68.542	13.99	69.647	13.99	70.536	13.98	71.375	13.98
72.215	13.96	73.055	13.95	74.07	13.96	75.175	13.97	76.281	13.94
77.253	13.93	78.093	13.94	78.933	13.95	79.772	13.94	80.703	13.94
81.808	13.94	82.914	13.9	83.971	13.88	84.811	13.9	85.65	13.9
86.49	13.88	88.169	13.86	89.009	13.87	89.849	13.87	90.689	13.86
91.758	13.86	92.863	13.86	93.969	13.88	94.887	13.87	95.727	13.86
96.566	13.86	97.406	13.85	98.391	13.82	99.496	13.84	100.602	13.79
101.605	13.79	102.444	13.78	103.284	13.8	104.124	13.81	105.024	13.84
106.129	13.81	107.235	13.82	108.322	13.82	109.162	13.82	110.002	13.81
110.842	13.82	111.681	13.79	112.763	13.8	113.868	13.79	114.974	13.76
115.88	13.75	116.719	13.73	117.559	13.7	118.399	13.69	119.396	13.71
120.501	13.72	121.607	13.7	122.597	13.71	123.437	13.71	124.277	13.71
125.117	13.69	126.029	13.67	127.134	13.65	128.24	13.66	129.315	13.68
130.155	13.68	130.995	13.66	131.834	13.63	132.674	13.59	133.767	13.61
134.873	13.64	135.978	13.6	136.872	13.61	137.712	13.6	138.552	13.6
139.392	13.6	140.4	13.57	141.506	13.6	142.612	13.64	143.59	13.63
144.43	13.62	145.27	13.6	146.109	13.61	147.034	13.6	148.139	13.6
149.245	13.59	150.308	13.58	151.148	13.54	151.987	13.52	152.827	13.47
154.14	13.49	155.088	13.66	155.917	13.94	156.509	14.08	157.456	14.16

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 74 di 84	Rev. 1

158.167	14.28	158.877	14.4	159.825	14.47	160.417	14.57	161.246	14.89
162.193	15.22	163.4	15.51	164.133	15.45	165.111	15.22	166.333	14.84
167.556	14.55	168.533	14.16	169.267	13.9	170	13.78	170.693	13.72
171.385	13.67	172.57	13.56	173.463	13.38	174.156	13.27	175.141	13.21
176.234	13.21	176.926	13.19	177.711	13.16	178.996	13.13	180.281	13.03
181.082	12.91	181.775	12.78	182.851	12.56	183.853	12.33	184.545	12.21
185.422	12.12	186.623	12.12	187.316	12.13	188.009	12.13	189.277	12.18
190.087	12.24	190.779	12.25	191.847	12.25	192.857	12.18	193.55	12.12
194.418	12.05	195.628	12	196.32	11.98	197.013	11.99	198.273	12.03
199.091	11.99	199.784	11.96	200.843	11.94	201.861	11.9	202.554	11.88
203.414	11.82	204.632	11.71	205.325	11.66	206.017	11.59	207.269	11.55
208.095	11.6	208.788	11.68	209.839	11.76	210.866	11.76	211.558	11.57
212.41	11.21	213.636	10.97	214.329	10.93	215.022	10.87	216.265	10.88
217.1	10.9	217.792	10.88	218.835	10.86	219.87	10.92	220.563	10.98
221.406	11.03	222.641	11.03	223.333	11.02	224.026	11.08	225.261	11.16
226.104	11.17	226.797	11.09	227.831	10.94	228.874	10.82	229.567	10.77
230.402	10.73	231.645	10.62	232.338	10.61	233.03	10.62	234.257	10.61
235.108	10.65	235.801	10.69	236.827	10.67	237.879	10.65	238.571	10.67
239.398	10.67	240.649	10.67	241.342	10.67	242.035	10.71	243.253	10.83
244.113	10.85	244.805	10.83	245.823	10.82	246.883	10.88	247.576	10.87
248.394	10.84	249.654	10.85	250.346	10.83	251.039	10.83	252.249	10.82
253.117	10.81	253.81	10.8	254.819	10.8	255.887	10.84	256.58	10.83
257.39	10.82	258.658	10.69	259.351	10.62	260.043	10.57	261.245	10.53
262.121	10.5	262.814	10.48	263.815	10.43	264.892	10.33	265.584	10.29
266.386	10.29	267.662	10.24	268.956	10.25	269.74	10.29	270.433	10.31
271.526	10.31	272.511	10.25	273.203	10.18	274.096	10.11	275.281	9.97
275.974	9.94	277.434	10	278.969	10.02	279.736	10.06	281.271	10.04
282.039	10.02	283.574	10.02	284.341	10.05	285.876	10.09	286.821	10.14
288.178	10.19	289.359	10.21	290.481	10.27	291.897	10.33	292.783	10.36
294.318	10.37	295.085	10.41	296.62	10.41	297.388	10.41	298.922	10.4
299.69	10.4	301.225	10.44	302.051	10.49	303.527	10.57	304.59	10.64
305.829	10.71	307.128	10.73	308.132	10.77	309.667	10.84	311.202	10.84
312.205	10.89	313.504	10.96	314.744	11.06	315.806	11.18	317.282	11.24
318.109	11.27	319.643	11.35	320.411	11.39	321.946	11.54	322.713	11.59
324.248	11.57	325.016	11.49	326.55	11.45	327.436	11.4	328.853	11.32
329.974	11.27	331.155	11.16	332.513	11.4	333.457	11.76	334.992	12.17
335.76	11.84	337.295	11.41	338.062	11.45	339.597	11.55	340.364	11.59
341.899	11.51	343.434	11.42	344.969	11.29	345.736	11.28	347.271	11.27
348.039	11.29	349.574	11.33	350.341	11.32	351.876	11.35	352.821	11.39
354.178	11.39	355.359	11.4	356.481	11.37	357.897	11.36	358.783	11.3
360.318	11.21	361.085	11.42	362.62	11.37	363.388	11.28	364.922	11.3
365.69	11.28	367.225	11.21	368.051	11.37	369.527	11.85	370.59	12.15
371.829	12.46	373.128	12.58	374.132	12.67	375.667	13.75	376.949	14.41
377.59	14.71	378.444	15.08	379.513	15.27	380.154	15.36	381.222	15.54
382.077	15.77	382.718	15.92	384	16.22	386	16.2	388	15.98
390	15.89	392	15.7	394	15.59	396	15.54	398	15.2
400	14.58	402	13.98	404	13.85	406	13.61	408	13.37
409.657	13.39	410.485	13.38	411.417	13.39	412.97	13.38	413.798	13.38
414.833	13.35	416.283	13.37	417.111	13.39	418.25	13.43	419.596	13.43
420.424	13.43	421.667	13.44	422.909	13.45	423.737	13.48	425.083	13.49
426.222	13.48	427.051	13.46	428.5	13.46	429.535	13.49	430.364	13.49
431.917	13.5	432.848	13.51	433.677	13.51	435.333	13.5	436.99	13.51
437.818	13.49	438.75	13.51	440.303	13.49	441.131	13.5	442.167	13.52
443.616	13.54	444.444	13.56	445.583	13.53	446.929	13.54	447.758	13.55
449	13.66	450.242	13.75	451.071	13.74	452.417	13.73	453.556	13.8
454.384	13.87	455.833	13.92	456.869	13.95	457.697	13.97	459.25	13.99
460.182	13.97	461.01	13.95	462.667	14.02	464.323	14.05	465.152	14.06
466.083	14.09	467.636	14.09	468.465	14.1	469.5	14.08	470.949	14.06
471.778	14.07	472.917	14.06	474.263	14.06	475.091	14.05	476.333	14.03
477.576	14.05	478.404	14.04	479.75	14.05	480.889	14.02	481.717	14.04
483.167	13.97	484.202	13.99	485.03	13.98	486.583	13.97	487.515	13.98
488.343	13.98	490	13.98						

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 170 .035 375.667 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
170 375.667 73.347 73.347 73.347 .1 .3
Left Levee Station=163.3333 Elevation= 15.5
Right Levee Station= 384 Elevation=16.22333

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ		Regioni: Marche e Abruzzo	
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti	Fg. 75 di 84	LA-E- 83135
				Rev. 1

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	14.44	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.36	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	14.08	Reach Len. (m)	73.35	73.35	73.35
Crit W.S. (m)	12.98	Flow Area (m2)	0.22	586.54	0.10
E.G. Slope (m/m)	0.002183	Area (m2)	0.22	586.54	0.10
Q Total (m3/s)	1568.00	Flow (m3/s)	0.06	1567.92	0.02
Top Width (m)	207.53	Top Width (m)	1.23	205.67	0.63
Vel Total (m/s)	2.67	Avg. Vel. (m/s)	0.26	2.67	0.23
Max Chl Dpth (m)	4.14	Hydr. Depth (m)	0.18	2.85	0.16
Conv. Total (m3/s)	33561.8	Conv. (m3/s)	1.2	33560.0	0.5
Length Wtd. (m)	73.35	Wetted Per. (m)	1.27	206.97	0.71
Min Ch El (m)	9.94	Shear (N/m2)	3.66	60.66	3.10
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	23460.17	7820.05	18385.11
Frctn Loss (m)	0.19	Cum Volume (1000 m3)	0.01	177.69	0.01
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	0.05	69.61	0.08

CROSS SECTION

RIVER: F.Vomano

REACH: alveo

RS: 23.3333*

INPUT

Description:

Station Elevation Data

num= 473

Sta	Elev								
0	18.36	1.211	18.18	2.422	18.02	3.633	17.84	4.599	17.73
5.519	17.64	6.439	17.59	7.359	17.59	8.477	17.61	9.688	17.56
10.899	17.49	11.958	17.47	12.878	17.44	13.798	17.43	14.718	17.32
15.743	16.89	16.954	16.38	18.165	15.85	19.317	15.33	20.237	14.95
21.157	14.77	22.077	14.66	23.01	14.57	24.221	14.49	25.432	14.51
26.643	14.46	27.596	14.44	28.515	14.4	29.435	14.34	30.355	14.32
31.487	14.3	32.698	14.26	33.909	14.25	34.954	14.27	35.874	14.26
36.794	14.26	37.714	14.23	38.753	14.22	39.964	14.23	41.175	14.21
42.313	14.19	43.233	14.2	44.153	14.2	45.073	14.18	46.019	14.21
47.23	14.2	48.441	14.17	49.652	14.15	50.592	14.15	51.512	14.14
52.432	14.14	53.352	14.13	54.496	14.14	55.707	14.13	56.918	14.14
57.951	14.11	58.871	14.11	59.791	14.1	60.71	14.13	61.763	14.1
62.974	14.07	64.185	14.07	65.31	14.07	66.23	14.04	67.149	14.02
68.069	14.04	69.029	14.04	70.24	14.04	71.451	14	72.662	13.99
73.873	13.99	75.084	13.98	76.295	13.96	77.268	13.94	78.188	13.95
79.107	13.92	80.027	13.92	81.139	13.93	82.35	13.92	83.561	13.89
84.627	13.88	85.546	13.9	86.466	13.89	87.386	13.88	88.405	13.87
89.616	13.86	90.827	13.83	91.985	13.82	92.905	13.83	93.825	13.81
94.745	13.79	96.585	13.77	97.505	13.79	98.424	13.79	99.344	13.76
100.516	13.76	101.727	13.77	102.938	13.77	103.944	13.77	104.863	13.75
105.783	13.74	106.703	13.74	107.782	13.73	108.993	13.73	110.204	13.69
111.302	13.7	112.222	13.67	113.142	13.67	114.062	13.68	115.048	13.7
116.259	13.68	117.47	13.67	118.661	13.67	119.581	13.66	120.501	13.65
121.421	13.66	122.341	13.63	123.525	13.62	124.736	13.62	125.947	13.57
126.94	13.56	127.86	13.55	128.78	13.53	129.699	13.51	130.791	13.5
132.002	13.51	133.213	13.51	134.299	13.5	135.219	13.5	136.138	13.49
137.058	13.46	138.058	13.45	139.269	13.45	140.48	13.44	141.658	13.43
142.577	13.43	143.497	13.42	144.417	13.39	145.337	13.38	146.535	13.37
147.746	13.38	148.957	13.36	149.936	13.36	150.856	13.35	151.776	13.36
152.696	13.34	153.801	13.32	155.012	13.34	156.223	13.36	157.295	13.36
158.215	13.34	159.135	13.32	160.055	13.33	161.067	13.32	162.278	13.33
163.489	13.32	164.654	13.31	165.574	13.28	166.494	13.28	167.413	13.24
169.07	13.25	170.544	13.53	171.833	14.02	172.754	14.2	174.228	14.22
175.333	14.35	176.439	14.47	177.912	14.46	178.833	14.59	180.123	15.04
181.596	15.47	183.2	15.76	184.067	15.52	185.222	15.13	186.667	14.84
188.111	14.68	189.267	14.25	190.133	13.94	191	13.88	191.846	13.82
192.693	13.78	194.141	13.61	195.232	13.44	196.078	13.3	197.281	13.2
198.617	13.14	199.463	13.08	200.422	13.02	201.992	12.94	202.848	12.9
203.695	12.82	205.133	12.67	206.234	12.53	207.08	12.46	208.273	12.31
209.619	12.22	210.465	12.18	211.414	12.18	212.984	12.12	213.851	12.08
214.697	12.07	216.124	12.07	217.236	12	218.082	12.01	219.265	11.94
220.621	11.87	221.468	11.81	222.406	11.74	223.976	11.67	224.853	11.67

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 76 di 84	Rev. 1

225.699	11.64	227.116	11.61	228.238	11.62	229.084	11.58	230.257	11.55
231.623	11.46	232.47	11.42	233.398	11.35	234.968	11.21	235.855	11.12
236.701	11.11	238.108	11.26	239.24	11.36	240.087	11.37	241.249	11.39
242.626	11.22	243.472	11.21	244.39	11.31	245.96	11.32	246.857	11.36
247.703	11.37	249.1	11.38	250.242	11.32	251.089	11.29	252.241	11.38
253.628	11.44	254.474	11.42	255.382	11.37	256.952	11.38	257.859	11.45
258.706	11.49	260.092	11.29	261.245	10.99	262.091	10.77	263.233	10.59
264.63	10.38	265.476	10.26	266.374	10.17	267.944	10.13	268.861	10.12
269.708	10.1	271.084	10.19	272.247	10.17	273.093	10.11	274.225	10.14
275.632	10.21	276.478	10.2	277.365	10.19	278.936	10.24	279.864	10.36
280.71	10.44	282.076	10.49	283.249	10.48	284.095	10.52	285.217	10.55
286.634	10.54	287.481	10.54	288.357	10.52	289.928	10.47	290.866	10.48
291.712	10.44	293.068	10.44	294.251	10.45	295.097	10.47	296.209	10.48
297.636	10.47	298.483	10.46	299.349	10.41	300.92	10.4	301.868	10.43
302.714	10.45	304.06	10.48	305.253	10.48	306.1	10.4	307.201	10.24
308.639	10.15	309.485	10.16	310.341	10.12	311.912	10.12	312.87	10.19
313.716	10.22	315.052	10.23	316.255	10.12	317.102	10	318.193	9.87
319.641	9.66	320.487	9.61	321.868	9.64	322.938	9.67	323.473	9.69
324.543	9.69	325.078	9.68	326.147	9.67	326.682	9.69	327.752	9.7
328.41	9.73	329.357	9.76	330.179	9.78	330.961	9.82	331.949	9.84
332.566	9.87	333.636	9.88	334.171	9.91	335.24	9.92	335.775	9.92
336.845	9.9	337.38	9.89	338.45	9.91	339.026	9.94	340.054	9.98
340.795	10.02	341.659	10.06	342.564	10.08	343.264	10.14	344.333	10.24
345.403	10.37	346.103	10.48	347.008	10.63	347.872	10.8	348.612	11.01
349.641	11.23	350.217	11.35	351.287	11.58	351.822	11.64	352.891	11.79
353.426	11.83	354.496	11.83	355.031	11.78	356.101	11.75	356.718	11.72
357.705	11.67	358.487	11.64	359.31	11.58	360.256	11.7	360.915	11.89
361.984	12.11	362.519	11.96	363.589	11.78	364.124	11.8	365.194	11.82
365.729	11.83	366.798	11.76	367.868	11.69	368.938	11.59	369.473	11.59
370.543	11.59	371.078	11.61	372.147	11.67	372.682	11.69	373.752	11.74
374.41	11.77	375.357	11.8	376.179	11.83	376.961	11.84	377.949	11.86
378.566	11.86	379.636	11.84	380.171	11.97	381.24	11.97	381.775	11.94
382.845	11.99	383.38	12	384.45	12.03	385.026	12.14	386.054	12.45
386.795	12.65	387.659	12.86	388.564	12.97	389.264	13.05	390.333	13.64
391.974	14.16	392.795	14.4	393.889	14.65	395.256	14.83	396.077	14.91
397.444	15.18	398.538	15.45	399.359	15.6	401	15.78	403	15.77
405	15.66	407	15.5	409	15.13	411	14.91	413	14.71
415	14.31	417	13.7	419	12.97	421	13.33	423	13.57
425	13.42	426.313	13.41	426.97	13.4	427.708	13.4	428.939	13.38
429.596	13.37	430.417	13.32	431.566	13.32	432.222	13.34	433.125	13.36
434.192	13.37	434.848	13.38	435.833	13.39	436.818	13.41	437.475	13.43
438.542	13.43	439.444	13.4	440.101	13.37	441.25	13.37	442.071	13.4
442.727	13.41	443.958	13.41	444.697	13.41	445.354	13.42	446.667	13.42
447.98	13.4	448.636	13.39	449.375	13.4	450.606	13.41	451.263	13.43
452.083	13.44	453.232	13.46	453.889	13.47	454.792	13.45	455.859	13.45
456.515	13.46	457.5	13.5	458.485	13.54	459.141	13.52	460.208	13.52
461.111	13.57	461.768	13.61	462.917	13.63	463.737	13.65	464.394	13.67
465.625	13.71	466.364	13.69	467.02	13.68	468.333	13.72	469.646	13.75
470.303	13.76	471.042	13.77	472.273	13.77	472.929	13.78	473.75	13.78
474.899	13.76	475.556	13.76	476.458	13.73	477.525	13.71	478.182	13.7
479.167	13.7	480.152	13.7	480.808	13.7	481.875	13.7	482.778	13.68
483.434	13.69	484.583	13.64	485.404	13.65	486.061	13.64	487.292	13.62
488.03	13.63	488.687	13.63	490	13.66				

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 191 .035 390.333 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
191 390.333 73.347 73.347 73.347 .1 .3
Left Levee Station=182.6667 Elevation= 15.73
Right Levee Station= 401 Elevation=15.77667

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	14.24	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.46	Wt. n-Val.		0.035	0.055
W.S. Elev (m)	13.78	Reach Len. (m)	73.35	73.35	73.35
Crit W.S. (m)	12.95	Flow Area (m2)		520.63	0.03
E.G. Slope (m/m)	0.003074	Area (m2)		520.63	0.03
Q Total (m3/s)	1568.00	Flow (m3/s)		1568.00	0.01

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135
	PROGETTO	Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 77 di 84

Top Width (m)	198.08	Top Width (m)	197.64	0.44	
Vel Total (m/s)	3.01	Avg. Vel. (m/s)	3.01	0.17	
Max Chl Dpth (m)	4.17	Hydr. Depth (m)	2.63	0.07	
Conv. Total (m3/s)	28282.3	Conv. (m3/s)	28282.2	0.1	
Length Wtd. (m)	73.35	Wetted Per. (m)	198.58	0.46	
Min Ch El (m)	9.61	Shear (N/m2)	79.02	2.01	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	23460.17	8745.69	19199.03
Frctn Loss (m)	0.33	Cum Volume (1000 m3)		137.09	0.00
C & E Loss (m)	0.03	Cum SA (1000 m2)		54.82	0.04

CROSS SECTION

RIVER: F.Vomano

REACH: alveo RS: 20

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num= 491									
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	20.33	1	20.12	2	19.92	3	19.76	4	19.59		
5	19.44	6	19.31	7	19.24	8	19.22	9	19.23		
10	19.23	11	19.14	12	19.08	13	19.06	14	19.01		
15	18.99	16	18.83	17	18.25	18	17.68	19	17.1		
20	16.5	21	15.88	22	15.31	23	15.05	24	14.89		
25	14.75	26	14.61	27	14.66	28	14.65	29	14.58		
30	14.54	31	14.49	32	14.41	33	14.4	34	14.4		
35	14.34	36	14.32	37	14.31	38	14.32	39	14.31		
40	14.3	41	14.26	42	14.27	43	14.28	44	14.28		
45	14.22	46	14.21	47	14.23	48	14.22	49	14.2		
50	14.23	51	14.22	52	14.19	53	14.2	54	14.18		
55	14.17	56	14.16	57	14.16	58	14.14	59	14.16		
60	14.16	61	14.13	62	14.14	63	14.1	64	14.11		
65	14.1	66	14.13	67	14.11	68	14.08	69	14.08		
70	14.09	71	14.08	72	14.05	73	14.02	74	14.06		
75	14.04	76	14.02	77	14	78	13.96	79	13.96		
80	13.97	81	13.96	82	13.96	83	13.92	84	13.91		
85	13.92	86	13.88	87	13.89	88	13.89	89	13.88		
90	13.85	91	13.83	92	13.83	93	13.86	94	13.84		
95	13.81	96	13.79	97	13.77	98	13.78	99	13.75		
100	13.76	101	13.75	102	13.72	103	13.69	104	13.66		
105	13.68	106	13.71	107	13.71	108	13.66	109	13.67		
110	13.65	111	13.68	112	13.67	113	13.67	114	13.64		
115	13.63	116	13.63	117	13.64	118	13.62	119	13.61		
120	13.59	121	13.61	122	13.55	123	13.54	124	13.55		
125	13.57	126	13.55	127	13.53	128	13.53	129	13.53		
130	13.51	131	13.49	132	13.5	133	13.46	134	13.45		
135	13.45	136	13.44	137	13.38	138	13.37	139	13.38		
140	13.36	141	13.33	142	13.29	143	13.3	144	13.31		
145	13.31	146	13.29	147	13.3	148	13.28	149	13.23		
150	13.24	151	13.25	152	13.23	153	13.2	154	13.17		
155	13.18	156	13.18	157	13.15	158	13.16	159	13.14		
160	13.12	161	13.12	162	13.11	163	13.11	164	13.11		
165	13.13	166	13.08	167	13.07	168	13.08	169	13.09		
170	13.07	171	13.09	172	13.07	173	13.03	174	13.05		
175	13.05	176	13.05	177	13.06	178	13.05	179	13.05		
180	13.01	181	13.04	182	13	183	13.03	184	13.02		
185	13.11	186	13.4	187	13.89	188	14.16	189	14.32		
190	14.35	191	14.28	192	14.34	193	14.5	194	14.55		
195	14.5	196	14.46	197	14.55	198	14.76	199	15.18		
200	15.39	201	15.73	202	16.03	203	16.01	204	15.59		
205	15.12	206	14.89	207	14.84	208	14.85	209	14.79		
210	14.34	211	13.97	212	13.97	213	13.92	214	13.88		
215	13.73	216	13.62	217	13.49	218	13.33	219	13.23		
220	13.15	221	13.07	222	12.97	223	12.9	224	12.8		
225	12.75	226	12.71	227	12.63	228	12.57	229	12.49		
230	12.43	231	12.42	232	12.38	233	12.32	234	12.3		
235	12.25	236	12.25	237	12.21	238	12.11	239	12.01		
240	11.95	241	11.94	242	11.85	243	11.77	244	11.79		
245	11.73	246	11.69	247	11.66	248	11.59	249	11.49		
250	11.38	251	11.35	252	11.32	253	11.26	254	11.26		

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 78 di 84	Rev. 1

255	11.25	256	11.28	257	11.23	258	11.21	259	11.19
260	11.1	261	11.07	262	11.01	263	10.97	264	10.82
265	10.69	266	10.67	267	10.77	268	10.93	269	10.99
270	10.98	271	10.99	272	11.05	273	11.17	274	11.33
275	11.65	276	11.76	277	11.76	278	11.83	279	11.85
280	11.9	281	11.85	282	11.77	283	11.72	284	11.8
285	11.87	286	11.85	287	11.8	288	11.73	289	11.59
290	11.68	291	11.77	292	11.8	293	11.65	294	11.34
295	11	296	10.66	297	10.47	298	10.23	299	10.03
300	9.85	301	9.73	302	9.66	303	9.65	304	9.63
305	9.59	306	9.65	307	9.74	308	9.66	309	9.57
310	9.6	311	9.7	312	9.74	313	9.73	314	9.71
315	9.7	316	9.79	317	9.94	318	10.05	319	10.13
320	10.14	321	10.15	322	10.19	323	10.2	324	10.22
325	10.23	326	10.23	327	10.19	328	10.12	329	10.1
330	10.12	331	10.07	332	10.08	333	10.07	334	10.1
335	10.13	336	10.12	337	10.09	338	10.12	339	10.15
340	10.13	341	10.17	342	10.25	343	10.31	344	10.37
345	10.44	346	10.49	347	10.51	348	10.39	349	10.2
350	10.07	351	10.02	352	10.04	353	10	354	9.95
355	9.99	356	10.09	357	10.13	358	10.16	359	10.12
360	9.98	361	9.81	362	9.68	363	9.49	364	9.34
365	9.28	366	9.26	367	9.32	368	9.35	369	9.32
370	9.31	371	9.36	372	9.36	373	9.4	374	9.44
375	9.39	376	9.38	377	9.4	378	9.43	379	9.64
380	10.06	381	10.54	382	11.23	383	11.84	384	12.08
385	12.08	386	12.04	387	12.01	388	11.99	389	12.06
390	12.15	391	12.08	392	11.99	393	11.89	394	11.92
395	12.05	396	12.16	397	12.27	398	12.37	399	12.48
400	12.59	401	12.71	402	12.9	403	13.14	404	13.37
405	13.53	406	13.73	407	13.91	408	14.08	409	14.18
410	14.29	411	14.38	412	14.46	413	14.65	414	14.89
415	15.12	416	15.27	417	15.33	418	15.33	419	15.35
420	15.33	421	15.32	422	15.33	423	15.27	424	15.12
425	14.89	426	14.55	427	14.37	428	14.23	429	14.07
430	13.89	431	13.68	432	13.43	433	13.14	434	12.81
435	12.19	436	11.97	437	12.35	438	12.8	439	13.39
440	13.54	441	13.54	442	13.47	443	13.42	444	13.4
445	13.38	446	13.3	447	13.27	448	13.3	449	13.32
450	13.33	451	13.38	452	13.36	453	13.29	454	13.28
455	13.32	456	13.31	457	13.32	458	13.34	459	13.3
460	13.29	461	13.34	462	13.36	463	13.39	464	13.37
465	13.37	466	13.34	467	13.31	468	13.31	469	13.36
470	13.34	471	13.37	472	13.44	473	13.4	474	13.43
475	13.46	476	13.45	477	13.46	478	13.48	479	13.47
480	13.41	481	13.35	482	13.37	483	13.35	484	13.36
485	13.34	486	13.31	487	13.3	488	13.28	489	13.29
490	13.34								

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 212 .035 405 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
212 405 73.35 73.35 73.35 .1 .3
Left Levee Station= 202 Elevation= 16.03
Right Levee Station= 418 Elevation= 15.33

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	13.88	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.81	Wt. n-Val.		0.035	
W.S. Elev (m)	13.07	Reach Len. (m)	73.35	73.35	73.35
Crit W.S. (m)	12.86	Flow Area (m2)		393.08	
E.G. Slope (m/m)	0.007039	Area (m2)		393.08	
Q Total (m3/s)	1568.00	Flow (m3/s)		1568.00	
Top Width (m)	181.70	Top Width (m)		181.70	
Vel Total (m/s)	3.99	Avg. Vel. (m/s)		3.99	
Max Chl Dpth (m)	3.81	Hydr. Depth (m)		2.16	
Conv. Total (m3/s)	18689.0	Conv. (m3/s)		18689.0	
Length Wtd. (m)	73.35	Wetted Per. (m)		183.11	

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 79 di 84	Rev. 1

Min Ch El (m)	9.26	Shear (N/m2)		148.18	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	23460.17	9671.34	20012.95
Frctn Loss (m)	0.38	Cum Volume (1000 m3)		103.58	0.00
C & E Loss (m)	0.07	Cum SA (1000 m2)		40.91	0.02

CROSS SECTION

RIVER: F.Vomano

REACH: alveo

RS: 16.6666*

INPUT

Description:

Station Elevation Data

num= 481

Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	18.51	1.385	18.24	2.769	18.02	4.154	17.83
6.923	17.77	8.308	17.67	9.692	17.63	11.077	17.5
13.846	15.95	15.231	15.15	16.615	14.87	18	14.68
21.092	14.66	22.639	14.61	23.86	14.57	25.032	14.5
27.376	14.48	28.824	14.43	30.37	14.42	31.916	14.41
34.408	14.38	35.58	14.35	36.752	14.35	37.924	14.35
39.647	14.33	40.42	14.31	41.439	14.28	42.611	14.27
44.286	14.26	45.059	14.25	46.127	14.25	47.299	14.24
48.924	14.22	49.697	14.23	50.815	14.2	51.987	14.2
53.563	14.17	55.109	14.15	55.882	14.15	56.675	14.15
58.975	14.12	59.748	14.12	60.521	14.1	61.363	14.08
63.613	14.07	64.387	14.09	65.16	14.08	66.051	14.07
68.252	14.05	69.025	14.03	69.798	14.04	70.739	14.01
72.891	13.95	73.664	13.98	74.437	13.98	75.427	13.96
77.529	13.93	78.303	13.92	79.076	13.9	80.115	13.88
82.168	13.88	82.941	13.87	83.714	13.87	84.803	13.83
86.807	13.8	87.58	13.79	88.353	13.76	89.49	13.76
91.834	13.75	92.992	13.71	93.765	13.7	94.538	13.7
96.522	13.72	97.63	13.7	98.403	13.67	99.176	13.64
101.21	13.62	102.269	13.63	103.042	13.61	103.815	13.61
105.898	13.58	106.908	13.57	107.681	13.56	108.454	13.53
110.586	13.54	111.546	13.53	112.319	13.53	113.092	13.52
115.274	13.49	116.185	13.49	116.958	13.49	117.731	13.48
119.962	13.47	120.824	13.45	121.597	13.44	122.37	13.43
124.65	13.43	125.462	13.42	126.235	13.41	127.008	13.4
129.328	13.38	130.51	13.35	131.647	13.35	132.42	13.34
134.025	13.34	135.197	13.32	136.286	13.31	137.059	13.31
138.713	13.29	139.885	13.27	140.924	13.27	141.697	13.26
143.401	13.24	144.573	13.21	145.563	13.19	146.336	13.2
148.089	13.16	149.261	13.13	150.202	13.14	150.975	13.14
152.777	13.1	153.949	13.06	154.84	13.06	155.613	13.07
157.465	13.08	158.637	13.05	159.479	13.06	160.252	13.05
162.153	13.01	163.325	13.01	164.118	13.01	164.891	13.01
167.21	12.96	168.013	12.95	169.185	12.95	170.303	12.95
171.849	12.94	172.701	12.94	173.873	12.92	174.941	12.9
176.487	12.91	177.389	12.9	178.561	12.9	179.58	12.9
181.126	12.89	182.076	12.86	183.248	12.86	184.218	12.87
185.765	12.89	186.764	12.88	187.936	12.89	188.857	12.88
190.403	12.86	191.452	12.87	192.624	12.86	193.496	12.87
195.042	12.88	196.14	12.87	197.312	12.85	198.134	12.83
199.681	12.84	200.828	12.83	202	12.84	203.333	12.91
206	13.86	207.333	14.08	208.667	14.06	210	14.02
212.667	14.1	214	14.13	215.333	14.37	216.667	14.81
219.152	15.57	220.303	15.52	221.167	15.24	221.958	14.98
223.758	14.33	224.909	14.21	225.917	14.25	226.708	14.26
228.364	13.87	229.515	13.53	230.667	13.44	232.087	13.33
234.926	12.86	236.133	12.71	237.056	12.59	238.476	12.4
241.316	12.07	242.026	11.99	243.446	11.82	244.866	11.7
247.067	11.49	248.416	11.42	249.835	11.25	251.255	11.16
253.385	11.01	254.805	10.93	256.225	10.84	257.645	10.69
259.775	10.58	261.195	10.56	262.615	10.53	263.467	10.5
266.164	10.35	267.584	10.21	268.933	10.11	269.714	10.17
272.554	10.31	273.974	10.43	274.684	10.53	276.104	10.82
278.944	10.91	279.867	10.86	281.074	10.78	282.493	10.88
285.333	10.69	286.753	10.81	288.173	10.73	289.593	10.29
291.723	9.77	293.143	9.51	294.563	9.38	295.983	9.36

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 80 di 84	Rev. 1

298.113	9.43	299.532	9.32	300.952	9.4	301.733	9.43	303.082	9.4
304.502	9.45	305.922	9.62	307.2	9.67	308.052	9.68	309.472	9.71
310.892	9.73	312.312	9.7	313.022	9.66	314.442	9.66	315.861	9.64
317.281	9.66	318.133	9.68	319.411	9.65	320.831	9.69	322.251	9.7
323.6	9.79	324.381	9.83	325.801	9.91	327.221	9.85	328.641	9.63
329.351	9.6	330.771	9.58	332.19	9.57	333.61	9.66	334.533	9.67
335.74	9.56	337.16	9.36	338.58	9.13	340	9.08	340.667	9.24
341.333	9.3	342	9.32	342.667	9.33	343.333	9.3	344	9.34
344.667	9.4	345.333	9.39	346	9.39	346.667	9.38	347.333	9.36
348	9.36	348.667	9.32	349.333	9.34	350	9.35	350.667	9.36
351.333	9.37	352	9.35	352.667	9.33	353.333	9.34	354	9.32
354.667	9.29	355.333	9.27	356	9.24	356.667	9.23	357.333	9.21
358	9.19	358.667	9.15	359.333	9.13	360	9.11	360.667	9.12
361.333	9.13	362	9.12	362.667	9.1	363.333	9.13	364	9.15
364.667	9.13	365.333	9.13	366	9.12	366.667	9.11	367.636	9.13
368.402	9.16	369.543	9.19	370.178	9.22	371.205	9.25	372.085	9.27
372.721	9.39	373.992	9.69	374.628	9.72	375.41	9.76	376.535	9.77
377.171	9.76	378.214	9.76	379.078	9.75	379.713	9.74	380.984	9.74
381.62	9.81	382.419	9.84	383.527	9.88	384.163	9.93	385.222	10.03
386.07	10.2	386.705	10.33	387.977	10.59	388.612	10.8	389.427	11.09
390.519	11.44	391.155	11.59	392.231	11.66	393.062	11.59	393.698	11.58
394.969	11.53	395.605	11.51	396.436	11.46	397.512	11.41	398.147	11.36
399.239	11.32	400.054	11.3	400.69	11.27	401.961	11.06	402.597	10.99
403.444	10.96	404.504	10.92	405.14	10.93	406.248	11.2	407.047	11.43
407.682	11.6	408.953	11.84	409.589	11.96	410.453	12	411.496	12
412.132	11.98	413.256	12	414.039	12.03	414.674	12.01	415.946	12.03
416.581	12.16	417.462	12.26	418.488	12.41	419.124	12.53	420.265	12.75
421.031	12.93	421.667	13.08	422.389	13.27	423.111	13.42	424.143	13.59
425.278	13.71	426	13.78	426.722	13.86	427.857	13.97	428.889	14.07
429.611	14.08	431.056	14.12	431.778	14.25	432.81	14.49	433.944	14.76
434.667	14.88	435.389	14.96	436.524	14.98	437.556	14.99	438.278	14.99
439.819	14.95	440.788	14.93	442.278	14.83	443.097	14.67	444.364	14.28
445.556	13.97	446.375	13.84	447.939	13.61	448.833	13.43	449.727	13.23
451.292	12.78	452.111	12.34	453.303	12.28	454.569	12.69	455.389	13.07
456.879	13.14	457.847	13.09	459.404	13.04	460.879	12.96	462.133	12.95
463.092	12.97	464.567	13.01	465.6	12.97	466.78	12.93	468.255	12.95
469.067	12.96	470.468	12.94	471.943	12.96	472.681	12.97	474.156	12.97
475.631	12.95	476.369	12.93	477.844	12.96	479.319	12.96	480.057	13.01
481.532	13	482.933	13.01	483.745	13.02	485.22	13.02	486.4	12.96
487.433	12.95	488.908	12.94	489.867	12.92	491.121	12.9	492.596	12.9
493.333	12.93								

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 230.667 .035 421.667 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
230.667 421.667 73.35 73.35 73.35 .1 .3
Left Levee Station= 219 Elevation= 15.56
Right Levee Station= 437 Elevation= 14.99

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	13.43	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.57	Wt. n-Val.		0.035	
W.S. Elev (m)	12.86	Reach Len. (m)	73.35	73.35	73.35
Crit W.S. (m)	12.22	Flow Area (m2)		468.72	
E.G. Slope (m/m)	0.004019	Area (m2)		468.72	
Q Total (m3/s)	1568.00	Flow (m3/s)		1568.00	
Top Width (m)	185.75	Top Width (m)		185.75	
Vel Total (m/s)	3.35	Avg. Vel. (m/s)		3.35	
Max Chl Dpth (m)	3.78	Hydr. Depth (m)		2.52	
Conv. Total (m3/s)	24732.9	Conv. (m3/s)		24732.9	
Length Wtd. (m)	73.35	Wetted Per. (m)		186.75	
Min Ch El (m)	9.08	Shear (N/m2)		98.92	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	23619.74	10485.26	20922.63
Frctn Loss (m)	0.26	Cum Volume (1000 m3)		71.97	0.00
C & E Loss (m)	0.02	Cum SA (1000 m2)		27.43	0.02

CROSS SECTION

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti			Fg. 81 di 84

RIVER: F.Vomano

REACH: alveo

RS: 13.3333*

INPUT

Description:

Station Elevation Data									
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	16.69	.769	16.55	1.538	16.44	2.308	16.35	3.077	16.32
3.846	16.32	4.615	16.27	5.385	16.24	6.154	16.18	6.923	15.79
7.692	15.39	8.462	14.99	9.231	14.85	10	14.75	11.773	14.73
13.546	14.71	15.319	14.67	16.72	14.65	18.064	14.6	19.408	14.57
20.752	14.56	22.412	14.52	24.185	14.52	25.958	14.49	27.471	14.48
28.815	14.47	30.159	14.44	31.503	14.42	32.847	14.42	33.937	14.41
34.824	14.4	35.71	14.39	36.879	14.35	38.223	14.31	39.256	14.29
40.143	14.3	41.029	14.29	42.255	14.26	43.599	14.26	44.576	14.25
45.462	14.25	46.349	14.26	47.631	14.23	48.975	14.22	49.895	14.19
50.782	14.18	52.555	14.16	53.441	14.16	54.35	14.13	55.694	14.13
56.987	14.1	57.874	14.1	58.761	14.08	59.726	14.06	61.07	14.05
62.307	14.05	63.193	14.05	64.08	14.03	65.102	14.04	66.446	14.02
67.626	14.01	68.513	13.98	69.399	13.99	70.478	13.93	71.822	13.9
72.945	13.88	73.832	13.92	74.718	13.91	75.854	13.88	77.197	13.86
78.265	13.86	79.151	13.85	80.038	13.85	81.229	13.79	82.573	13.77
83.584	13.79	84.471	13.78	85.357	13.77	86.605	13.75	87.949	13.69
88.903	13.69	89.79	13.68	90.676	13.63	91.981	13.63	93.325	13.65
94.223	13.61	95.109	13.64	96.013	13.58	97.357	13.56	98.655	13.58
99.542	13.58	100.429	13.57	101.389	13.55	102.732	13.5	103.975	13.46
104.861	13.47	105.748	13.48	106.764	13.48	108.108	13.46	109.294	13.45
110.181	13.42	111.067	13.41	112.14	13.41	113.484	13.38	114.613	13.36
115.5	13.39	116.387	13.4	117.516	13.36	118.86	13.33	119.933	13.32
120.819	13.32	121.706	13.3	122.892	13.31	124.236	13.29	125.252	13.28
126.139	13.3	127.025	13.26	128.268	13.25	129.611	13.23	130.571	13.24
131.458	13.23	132.345	13.22	133.643	13.21	134.987	13.2	135.891	13.17
136.777	13.15	137.675	13.14	139.019	13.14	140.324	13.16	141.21	13.14
142.097	13.14	143.051	13.11	144.395	13.08	145.643	13.09	146.529	13.08
147.416	13.08	148.427	13.05	149.771	13.03	150.962	13.04	151.849	13.03
152.735	13	153.803	13.02	155.146	12.97	156.282	12.92	157.168	12.95
158.055	12.94	159.178	12.93	160.522	12.9	161.601	12.89	162.487	12.92
163.374	12.9	164.554	12.88	165.898	12.83	166.92	12.83	167.807	12.84
168.693	12.87	169.93	12.85	171.274	12.82	172.24	12.81	173.126	12.81
174.013	12.8	175.306	12.78	176.65	12.77	177.559	12.78	178.445	12.77
180.218	12.74	181.105	12.73	182.025	12.73	183.369	12.72	184.651	12.71
185.538	12.7	186.424	12.72	187.401	12.71	188.745	12.7	189.971	12.68
190.857	12.7	191.744	12.71	192.777	12.68	194.121	12.69	195.29	12.68
196.176	12.69	197.063	12.66	198.153	12.64	199.497	12.65	200.609	12.65
201.496	12.67	202.382	12.68	203.529	12.69	204.873	12.69	205.929	12.69
206.815	12.7	207.702	12.68	208.904	12.7	210.248	12.67	211.248	12.69
212.134	12.71	213.021	12.71	214.28	12.69	215.624	12.65	216.567	12.64
217.454	12.64	218.34	12.63	219.656	12.65	221	12.66	222.167	12.76
223.333	13.18	224.5	13.69	225.667	13.84	226.833	13.81	228	13.7
229.167	13.71	230.333	13.71	231.5	13.75	232.667	13.98	233.833	14.33
235	14.82	236.303	15.1	237.606	15.03	238.583	14.79	239.479	14.58
240.375	14.27	241.515	13.77	242.818	13.58	243.958	13.66	244.854	13.71
245.75	13.69	246.727	13.4	248.03	13.08	249.333	12.9	250.173	12.77
251.013	12.59	251.853	12.39	252.567	12.25	253.113	12.12	253.952	11.91
254.792	11.71	255.632	11.51	256.052	11.41	256.892	11.2	257.732	11.02
258.571	10.83	259.033	10.72	259.831	10.63	260.671	10.49	261.511	10.38
262.267	10.26	262.771	10.24	263.61	10.17	264.45	10.1	265.29	9.99
265.71	9.96	266.55	9.9	267.39	9.86	268.229	9.82	268.733	9.8
269.489	9.74	270.329	9.69	271.169	9.61	271.967	9.54	272.429	9.57
273.268	9.64	274.108	9.63	274.948	9.69	275.368	9.74	276.208	9.88
277.048	9.9	277.887	9.92	278.433	9.89	279.147	9.85	279.987	9.89
280.827	9.87	281.667	9.79	282.507	9.85	283.346	9.8	284.186	9.58
284.9	9.42	285.446	9.31	286.286	9.18	287.126	9.11	287.965	9.09
288.385	9.08	289.225	9.12	290.065	9.07	290.905	9.11	291.367	9.12
292.165	9.1	293.004	9.11	293.844	9.19	294.6	9.21	295.104	9.21
295.944	9.22	296.784	9.23	297.623	9.22	298.043	9.2	298.883	9.2
299.723	9.2	300.563	9.21	301.067	9.22	301.823	9.21	302.662	9.22
303.502	9.23	304.3	9.27	304.762	9.29	305.602	9.33	306.442	9.3
307.281	9.2	307.701	9.18	308.541	9.17	309.381	9.16	310.221	9.2
310.767	9.2	311.48	9.14	312.32	9.04	313.16	8.92	314	8.89

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 82 di 84	Rev. 1

315.333	9.22	316.667	9.35	318	9.39	319.333	9.41	320.667	9.35
322	9.43	323.333	9.53	324.667	9.53	326	9.53	327.333	9.51
328.667	9.47	330	9.46	331.333	9.38	332.667	9.42	334	9.43
335.333	9.45	336.667	9.47	338	9.45	339.333	9.41	340.667	9.41
342	9.39	343.333	9.32	344.667	9.28	346	9.23	347.333	9.19
348.667	9.16	350	9.11	351.333	9.05	352.667	9.01	354	8.97
355.333	8.98	356.667	8.99	358	8.99	359.333	8.95	360.667	9.01
362	9.05	363.333	8.99	364.667	9.01	366	8.98	367.333	8.95
368.818	8.96	369.803	9.01	371.271	9.04	372.089	9.09	373.41	9.19
374.543	9.23	375.36	9.46	376.996	10.03	377.814	10.08	378.821	10.15
380.267	10.14	381.085	10.12	382.427	10.07	383.539	10.08	384.357	10.08
385.992	10.11	386.81	10.23	387.838	10.27	389.264	10.33	390.081	10.37
391.444	10.41	392.535	10.5	393.353	10.56	394.988	10.65	395.806	10.76
396.855	10.94	398.26	11.18	399.078	11.29	400.462	11.24	401.531	11.09
402.349	11.07	403.984	11.01	404.802	10.98	405.872	10.91	407.256	10.82
408.074	10.72	409.479	10.58	410.527	10.48	411.345	10.38	412.981	10.03
413.798	9.93	414.889	9.93	416.252	9.93	417.07	9.97	418.496	10.47
419.523	10.86	420.341	11.15	421.977	11.53	422.795	11.72	423.906	11.74
425.248	11.66	426.066	11.58	427.513	11.52	428.519	11.52	429.337	11.44
430.973	11.36	431.791	11.53	432.923	11.63	434.244	11.74	435.062	11.88
436.53	12.13	437.516	12.39	438.333	12.64	439.194	12.9	440.056	13.09
441.286	13.28	442.639	13.35	443.5	13.42	444.361	13.52	445.714	13.65
446.944	13.77	447.806	13.75	449.528	13.68	450.389	13.81	451.619	14.1
452.972	14.42	453.833	14.57	454.694	14.64	456.048	14.64	457.278	14.65
458.139	14.64	459.639	14.57	460.394	14.53	461.556	14.38	462.194	14.22
463.182	13.86	464.111	13.58	464.75	13.44	465.97	13.31	466.667	13.19
467.364	13.05	468.583	12.76	469.222	12.5	470.152	12.41	471.139	12.58
471.778	12.74	472.939	12.75	473.694	12.71	474.809	12.67	475.759	12.63
476.567	12.62	477.184	12.62	478.135	12.63	478.8	12.61	479.56	12.59
480.511	12.59	481.033	12.59	481.936	12.58	482.887	12.58	483.362	12.58
484.312	12.57	485.262	12.56	485.738	12.54	486.688	12.56	487.638	12.56
488.113	12.58	489.064	12.57	489.967	12.57	490.489	12.57	491.44	12.57
492.2	12.54	492.865	12.53	493.816	12.52	494.433	12.5	495.241	12.5
496.191	12.5	496.667	12.52						

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 249.333 .035 438.333 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
249.333 438.333 73.35 73.35 73.35 .1 .3
Left Levee Station= 236 Elevation= 15.09
Right Levee Station= 456 Elevation= 14.65

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	13.14	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.49	Wt. n-Val.		0.035	0.000
W.S. Elev (m)	12.65	Reach Len. (m)	73.35	73.35	73.35
Crit W.S. (m)	11.84	Flow Area (m2)		505.36	0.00
E.G. Slope (m/m)	0.003173	Area (m2)		505.36	0.00
Q Total (m3/s)	1568.00	Flow (m3/s)		1568.00	0.00
Top Width (m)	187.63	Top Width (m)		187.60	0.03
Vel Total (m/s)	3.10	Avg. Vel. (m/s)		3.10	0.03
Max Chl Dpth (m)	3.76	Hydr. Depth (m)		2.69	0.00
Conv. Total (m3/s)	27834.2	Conv. (m3/s)		27834.2	0.0
Length Wtd. (m)	73.35	Wetted Per. (m)		188.81	0.03
Min Ch El (m)	8.89	Shear (N/m2)		83.29	
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	23779.36	11299.17	21832.31
Frctn Loss (m)	0.25	Cum Volume (1000 m3)		36.25	0.00
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)		13.74	0.02

CROSS SECTION

RIVER: F.Vomano
REACH: alveo RS: 10

INPUT

Description:
Station Elevation Data num= 489

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti			

Sta	Elev								
0	14.87	1	14.86	2	14.82	4	14.77	6	14.76
8	14.74	10	14.72	12	14.67	14	14.64	16	14.61
18	14.62	20	14.58	22	14.57	24	14.54	26	14.5
27	14.49	28	14.48	29	14.47	30	14.47	31	14.48
32	14.44	33	14.38	34	14.35	35	14.33	36	14.35
37	14.34	38	14.27	39	14.28	40	14.28	41	14.27
42	14.27	43	14.29	44	14.26	45	14.24	46	14.25
47	14.2	48	14.19	49	14.18	50	14.17	51	14.16
52	14.12	53	14.11	54	14.11	55	14.09	56	14.08
57	14.05	58	14.05	59	14	60	14.02	61	14.02
62	14.02	63	13.98	64	14	65	14.01	66	13.98
67	13.98	68	13.92	69	13.94	70	13.87	71	13.82
72	13.82	73	13.81	74	13.86	75	13.83	76	13.8
77	13.78	78	13.78	79	13.78	80	13.78	81	13.79
82	13.72	83	13.69	84	13.67	85	13.7	86	13.69
87	13.68	88	13.69	89	13.61	90	13.57	91	13.57
92	13.56	93	13.51	94	13.49	95	13.51	96	13.53
97	13.48	98	13.52	99	13.44	100	13.41	101	13.43
102	13.45	103	13.44	104	13.42	105	13.41	106	13.37
107	13.32	108	13.3	109	13.32	110	13.33	111	13.34
112	13.29	113	13.33	114	13.3	115	13.25	116	13.24
117	13.26	118	13.26	119	13.21	120	13.21	121	13.25
122	13.25	123	13.19	124	13.16	125	13.14	126	13.15
127	13.15	128	13.12	129	13.15	130	13.13	131	13.09
132	13.09	133	13.12	134	13.06	135	13.04	136	13.06
137	13.03	138	13.04	139	13.03	140	13.01	141	13
142	13.01	143	12.99	144	12.96	145	12.93	146	12.91
147	12.93	148	12.95	149	12.97	150	12.93	151	12.93
152	12.88	153	12.86	154	12.84	155	12.87	156	12.86
157	12.86	158	12.82	159	12.79	160	12.78	161	12.81
162	12.8	163	12.75	164	12.8	165	12.78	166	12.71
167	12.66	168	12.7	169	12.69	170	12.7	171	12.72
172	12.64	173	12.65	174	12.69	175	12.67	176	12.67
177	12.62	178	12.6	179	12.59	180	12.61	181	12.65
182	12.63	183	12.61	184	12.58	185	12.57	186	12.57
187	12.56	188	12.56	189	12.56	190	12.54	191	12.54
192	12.53	193	12.54	194	12.5	195	12.5	196	12.51
197	12.51	198	12.48	199	12.48	200	12.47	201	12.5
202	12.49	203	12.5	204	12.46	205	12.46	206	12.49
207	12.5	208	12.47	209	12.48	210	12.47	211	12.47
212	12.48	213	12.43	214	12.42	215	12.44	216	12.44
217	12.44	218	12.46	219	12.48	220	12.5	221	12.49
222	12.49	223	12.5	224	12.52	225	12.5	226	12.53
227	12.5	228	12.48	229	12.51	230	12.54	231	12.53
232	12.53	233	12.48	234	12.44	235	12.45	236	12.45
237	12.43	238	12.49	239	12.47	240	12.47	241	12.61
242	13.07	243	13.52	244	13.6	245	13.56	246	13.38
247	13.3	248	13.31	249	13.37	250	13.59	251	13.85
252	14.37	253	14.62	254	14.66	255	14.52	256	14.33
257	14.17	258	13.86	259	13.31	260	12.96	261	12.95
262	13.06	263	13.16	264	13.19	265	12.95	266	12.69
267	12.6	268	12.37	269	11.79	270	10.91	271	9.96
272	9.49	273	9.28	274	9.09	275	8.97	276	8.94
277	8.92	278	8.89	279	8.86	280	8.82	281	8.81
282	8.74	283	8.73	284	8.77	285	8.75	286	8.76
287	8.72	288	8.71	289	8.89	290	9.2	291	9.39
292	9.39	293	9.4	294	9.45	295	9.48	296	9.48
297	9.46	298	9.39	299	9.32	300	9.51	301	9.66
302	9.67	303	9.68	304	9.66	305	9.64	306	9.66
307	9.65	308	9.63	309	9.61	310	9.57	311	9.55
312	9.56	313	9.49	314	9.44	315	9.44	316	9.5
317	9.48	318	9.52	319	9.57	320	9.55	321	9.57
322	9.58	323	9.55	324	9.54	325	9.51	326	9.48
327	9.52	328	9.49	329	9.45	330	9.45	331	9.4
332	9.35	333	9.33	334	9.29	335	9.25	336	9.21
337	9.17	338	9.16	339	9.1	340	9.11	341	9.05
342	9.04	343	8.99	344	8.94	345	8.88	346	8.88
347	8.83	348	8.82	349	8.82	350	8.84	351	8.85
352	8.86	353	8.91	354	8.85	355	8.81	356	8.79
357	8.85	358	8.88	359	8.9	360	8.94	361	8.87

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regioni: Marche e Abruzzo		LA-E- 83135	
	PROGETTO Rif. met. Ravenna – Chieti Tratto San Benedetto del Tronto - Chieti		Fg. 84 di 84	Rev. 1

362	8.86	363	8.92	364	8.88	365	8.86	366	8.84
367	8.86	368	8.8	369	8.71	370	8.8	371	8.85
372	8.86	373	8.89	374	8.96	375	9.11	376	9.13
377	9.18	378	9.53	379	10	380	10.36	381	10.44
382	10.55	383	10.55	384	10.52	385	10.47	386	10.39
387	10.38	388	10.42	389	10.43	390	10.43	391	10.47
392	10.65	393	10.71	394	10.71	395	10.78	396	10.82
397	10.82	398	10.79	399	10.8	400	10.8	401	10.75
402	10.72	403	10.73	404	10.79	405	10.82	406	10.92
407	10.98	408	10.93	409	10.76	410	10.6	411	10.57
412	10.55	413	10.5	414	10.46	415	10.37	416	10.34
417	10.23	418	10.07	419	9.92	420	9.8	421	9.67
422	9.5	423	9.22	424	9	425	8.87	426	8.88
427	8.94	428	8.94	429	9.01	430	9.41	431	9.86
432	10.29	433	10.7	434	10.96	435	11.22	436	11.48
437	11.51	438	11.4	439	11.32	440	11.17	441	11.1
442	11.02	443	11.01	444	10.86	445	10.63	446	10.69
447	10.91	448	10.97	449	11.03	450	11.07	451	11.23
452	11.38	453	11.55	454	11.86	455	12.19	456	12.52
457	12.75	458	12.93	459	13	460	12.99	461	13.07
462	13.19	463	13.24	464	13.4	465	13.47	466	13.42
467	13.28	468	13.23	469	13.37	470	13.62	471	13.8
472	14.08	473	14.25	474	14.32	475	14.31	476	14.28
477	14.31	478	14.29	479	14.23	480	14.13	481	13.9
482	13.44	483	13.05	484	13.01	485	12.87	486	12.71
487	12.54	488	12.43	489	12.35	490	12.31	491	12.28
492	12.25	493	12.23	494	12.19	495	12.16	496	12.15
497	12.13	498	12.12	499	12.09	500	12.11		

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 268 .035 455 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
268 455 0 0 .1 .3
Left Levee Station= 253 Elevation= 14.62
Right Levee Station= 475 Elevation= 14.31

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	12.88	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.54	Wt. n-Val.		0.035	0.055
W.S. Elev (m)	12.35	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	11.68	Flow Area (m2)		483.03	0.04
E.G. Slope (m/m)	0.003702	Area (m2)		483.03	0.04
Q Total (m3/s)	1568.00	Flow (m3/s)		1567.99	0.01
Top Width (m)	187.44	Top Width (m)		186.96	0.48
Vel Total (m/s)	3.25	Avg. Vel. (m/s)		3.25	0.20
Max Chl Dpth (m)	3.64	Hydr. Depth (m)		2.58	0.08
Conv. Total (m3/s)	25771.9	Conv. (m3/s)		25771.7	0.1
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)		189.29	0.50
Min Ch El (m)	8.71	Shear (N/m2)		92.63	2.72
Alpha	1.00	Stream Power (N/m s)	23938.94	12113.09	22741.99
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)			