

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO	LA-E- 83142	
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"	Fg. 1 di 66	Rev. 1

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

Rif. Collegamento Loreto Aprutino e Penne, DN200 (8")

Attraversamento in subalveo del fiume TAVO

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- 83142	
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"	Fg. 2 di 66	Rev. 1

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	Premessa	36
7.2	Metodologia operativa: Scavi a cielo aperto	36
7.3	Geometria della condotta ed interventi di ripristino	38

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO	LA-E- 83142	
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"	Fg. 3 di 66	Rev. 1

8	VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA	39
8.1	Premessa	39
8.2	PSDA - Analisi disposizioni per le aree di pericolosità idraulica	39
8.3	Interferenze nell'ambito specifico di attraversamento	41
8.4	Analisi dei criteri di compatibilità idraulica	43
9	CONCLUSIONI	46
	APPENDICE 1: STUDIO IDRAULICO - METODOLOGIA DI CALCOLO	48
	APPENDICE 2: STUDIO IDRAULICO - REPORT PROGRAMMA HEC RAS	53

ANNESSO:

- **Elaborato grafico di progetto: LC-5D-83931**

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO		LA-E- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 4 di 66 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.

In aggiunta, nell'ambito del progetto generale, si prevede anche il rifacimento dei vari allacciamenti ai comuni che allo stato attuale sono alimentati dal metanodotto in fase di dismissione, tra cui in particolare anche il metanodotto denominato *"Rifacimento Collegamento Loreto Aprutino e Penne", DN200 (8")*.

A tal proposito, il tracciato di linea del sopracitato Allacciamento in progetto interseca l'alveo del fiume TAVO nel tratto terminale del corso d'acqua (a circa 3 km a monte della confluenza con il Fino), in un ambito di confine tra i territori di Collecervino (PE), di Cappelle sul Tavo (PE) e di Moscufo (PE).

Il fiume Tavo rappresenta un corso d'acqua di significativa importanza, ricadente nelle province dell'Aquila, di Teramo e di Pescara, 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 (allacciamento) 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 (Allacciamento) 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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO	LA-E- 83142	
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"	Fg. 5 di 66	Rev. 1

dall'interferenza con l'infrastruttura lineare in progetto;

- Caratterizzazione idrografica del corso d'acqua e descrizione dell'ambito di attraversamento;
- Studio idrologico al fine di stimare le portate al colmo di piena di progetto in corrispondenza della sezione di studio (coincidente con quella dell'attraversamento in esame);
- Studio idraulico, volto ad individuare i parametri caratteristici di deflusso idrico ed i fenomeni associati alla dinamica fluviale locale in corrispondenza dell'ambito di 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-5D-83931** *Rif. Collegamento Loreto Aprutino e Penne, DN200 (8"): Attrav. fiume Tavo*

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO		LA-E- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"	Fg. 6 di 66	Rev. 1

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

Trenchless

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

Profondità d'interramento o Copertura della tubazione

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

Copertura minima

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

Pista di lavoro

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

Alveo

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

Opere di ripristino

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO		LA-E- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 7 di 66 Rev. 1

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'attraversamento del fiume Tavo da parte dell'Allacciamento in progetto (DN200) ricade circa 300m a monte dell'attraversamento da parte della linea principale in progetto (DN650), in un ambito di confine tra i territori di Collecervino, di Cappelle sul Tavo e di Moscufo .

Più esattamente l'attraversamento ricade a circa 600m a monte del ponte della strada provinciale S.P. n.11 e immediatamente a monte (a circa 30m di distanza) dell'attraversamento aereo del metanodotto "Ravenna - Chieti" in fase di dismissione.

Al fine di consentire un inquadramento territoriale dell'ambito di attraversamento in esame, qui di seguito si riporta una corografia in scala 1:25.000 (estratta dalle tavolette IGM), dove:

- il tracciato del metanodotto Allacciamento in progetto ("Rif. Collegamento Loreto Aprutino e Penne, DN200) è riportato mediante una linea in magenta;
- il tracciato del metanodotto Principale in progetto (DN650) è indicato mediante una linea in rosso;
- i metanodotti in fase di dismissione sono indicati tramite delle linee in verde;
- i metanodotti esistenti (da mantenere in esercizio) sono indicati in blu;
- l'area di attraversamento del corso d'acqua da parte metanodotto Allacciamento in progetto (DN200) è evidenziata mediante un cerchio in colore blu.

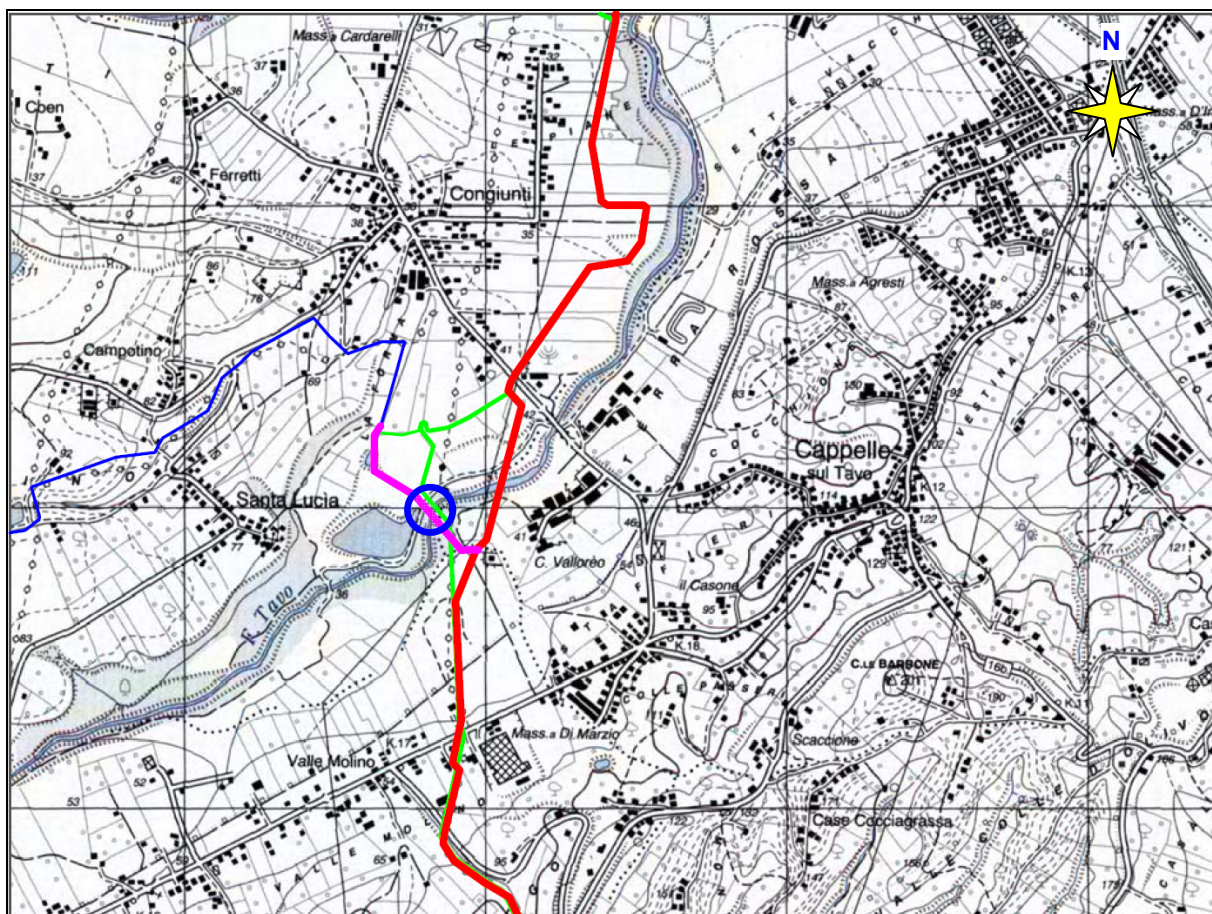


Fig.2.1/A: Corografia generale in scala 1:25.000 (dalle tavolette IGM)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO		LA-E- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 8 di 66 Rev. 1

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	424744 m E	4701793 m N

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

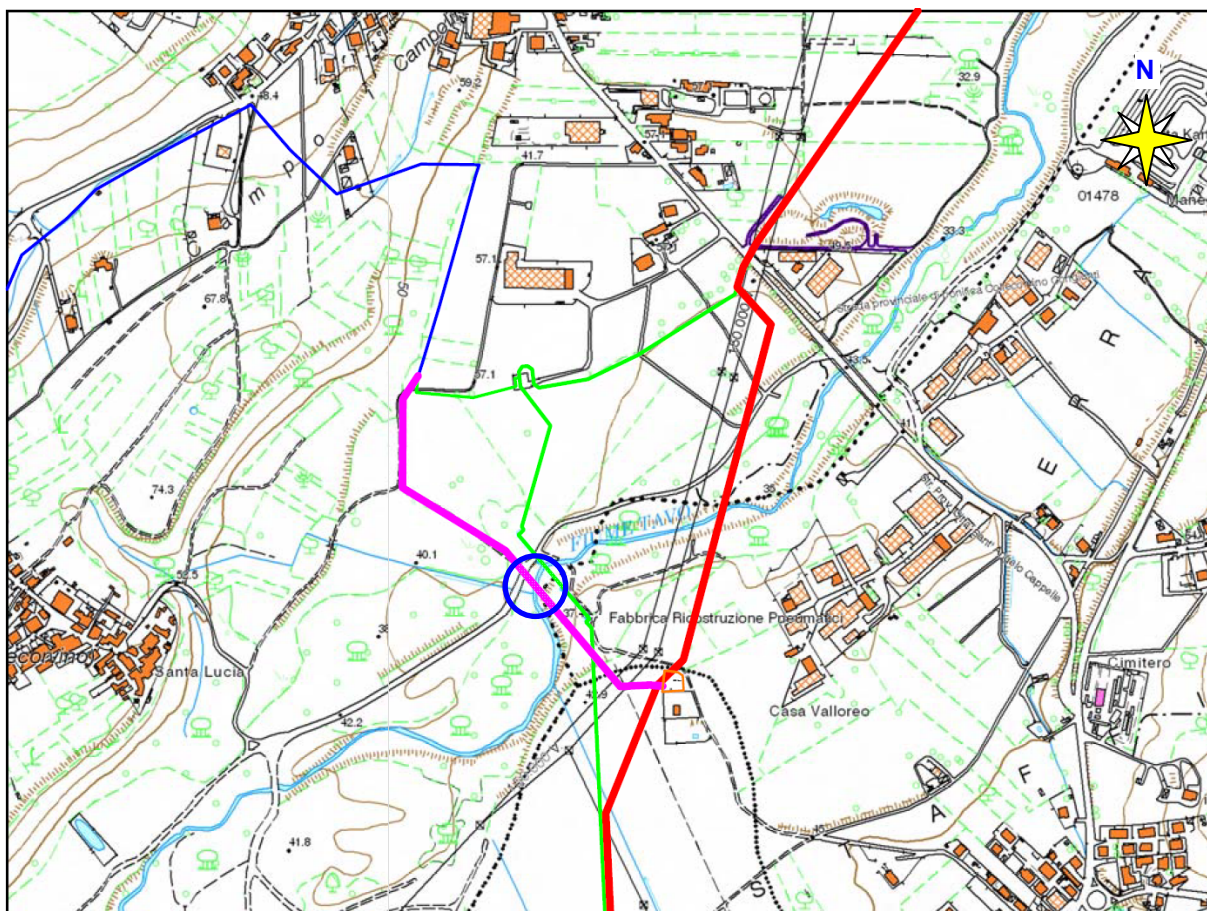


Fig.2.1/B: Stralcio planimetrico in scala 1:10.000 (C.T.R. Regionali)

In sostanza il metanodotto di Allacciamento in esame DN200 (linea magenta), si stacca dalla linea principale in progetto DN650 (linea rossa), mediante un impianto PIDI 23 in progetto (indicato in arancione) e si collega alla rete SRG esistente (linee in blu).

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO		LA-E- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 9 di 66 Rev. 1

3 CARATTERIZZAZIONE IDROGRAFICA DELL'AMBITO IN ESAME

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

Il fiume Tavo è un corso d'acqua di significativa importanza caratterizzato da un bacino della superficie di circa 300 kmq, ricadente nelle province dell'Aquila, di Teramo e di Pescara. Il fiume si unisce con il fiume Fino, nei pressi della località Congiunti (frazione di Collecervino), formando il fiume Saline. Il Saline, a sua volta, dopo un percorso di soli 7 km sfocia nel Mar Adriatico tra Montesilvano e Città S. Angelo.

Nella figura seguente è riportato il bacino complessivo del corso d'acqua (la cui delimitazione è riportata in magenta), 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*).

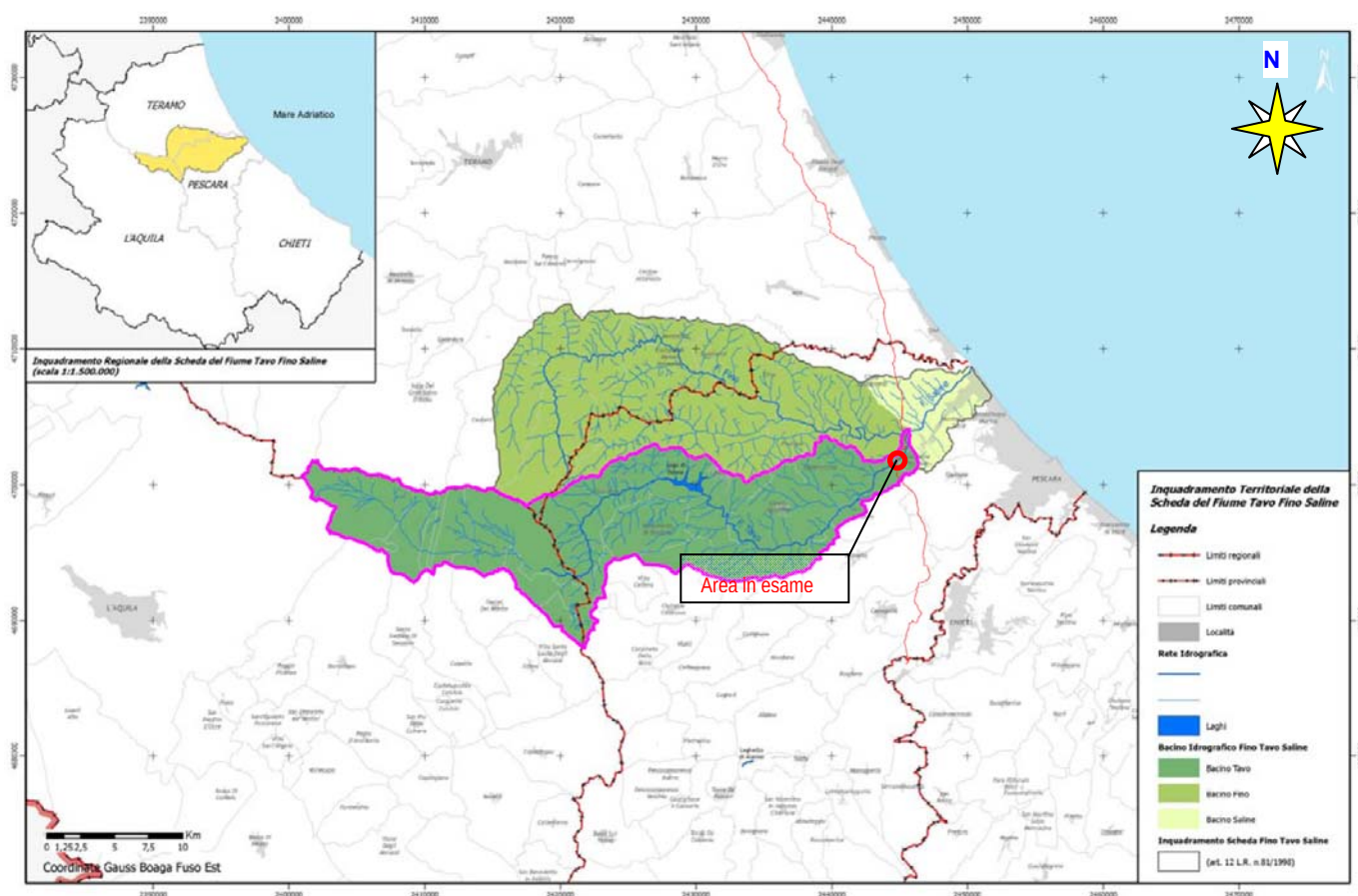


Fig.3.1/A: Bacino complessivo del corso d'acqua

Il Tavo nasce sul Gran Sasso, in località Pietrattina, a 1.560 m s.l.m., vicino al monte Guardiola (1.828 m), al margine orientale dell'altopiano di Campo Imperatore; scorre in direzione W-E, SW-NE perpendicolarmente alla costa.

Inizia il suo corso tra le altissime pareti rocciose del Vallone d'Angora dove le acque delle sorgenti "Pisciarelli" si aggiungono alle sue; attraversa la più ampia Valle D'Angri e, in località Mortaio D'Angri, si insinua turbinosamente nella stretta forra della Bocca dell'Inferno; riceve le acque dalla spettacolare Cascata del Vitello d'Oro, alta 28 metri. Tra le colline subappenniniche giunge fino a Penne, dove uno sbarramento forma l'invaso artificiale del Lago di Penne che dal 1987 è Area naturale protetta. Nelle acque

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO	LA-E- 83142	
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"	Fg. 10 di 66	Rev. 1

rilasciate dalla diga confluisce il Fosso dell'Acqua Ventina, che proviene da Penne.

Il Tavo quindi prosegue attraverso i comuni di Loreto Aprutino, Moscufo, Collecervino e Cappelle sul Tavo, in un territorio collinare. Infine termina il proprio sviluppo in una pianura alluvionale in località Congiunti, all'altezza del confine tra Cappelle sul Tavo e Città Sant'Angelo dove, unendosi con il fiume Fino, dà origine al fiume Saline.

I principali affluenti, tutti in destra idrografica, sono il fosso del Canneto, il torrente Mirabello ed il torrente Gallero; quest'ultimo nasce alle pendici orientali del Gran Sasso, dal monte Morrone (1315 m), scorre per 10 km con un andamento meandriforme nell'ultimo tratto e in località Penne, nei pressi di Castiglione, confluisce nel Tavo. L'unico affluente in sinistra idrografica di una certa importanza è il fosso Rigopiano, che nasce nella località omonima ad oltre 1200 m sul livello del mare ed ha portata abbondante e regolare.

Il Tavo presenta un regime idrografico prettamente torrentizio. A livello conoscitivo 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 l'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)	
Fiume Tavo	Tavo a Molino Cretara	$Q_{media\ mensile}$	3,161	3,683	2,810	2,888	1,664	2,005	1,043	0,513	0,921	0,662	1,290	3,285	$Q_{media\ annua}$	1,994
	Tavo a S. Pellegrino	$Q_{media\ mensile}$	2,356	2,505	2,901	3,008	2,247	1,697	1,147	0,919	0,893	1,392	2,062	2,382	$Q_{media\ annua}$	1,959

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO		LA-E- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 11 di 66 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 ha un andamento moderatamente sinuoso, con pendenza longitudinale media valutabile nell'ordine del 0.9%.

L'alveo presenta una configurazione incisa, con fondo alveo della larghezza complessiva di circa 25÷30m. La sponda destra si eleva circa 3÷3.5m, con media acclività; la sponda sinistra risulta molto poco acclive ed in tal senso, in detto lato, non risulta semplice l'esatta delimitazione dell'alveo di magra.

Sia sul lato destro, che in quello sinistro si individua una fascia ripariale interessata da una rigogliosa vegetazione di tipo prevalentemente arbustivo. I sedimenti in alveo sono rappresentati da ghiaie e ciottoli arrotondati anche di dimensioni significative.

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 Allacciamento in progetto (linea in magenta) ed il corso d'acqua.

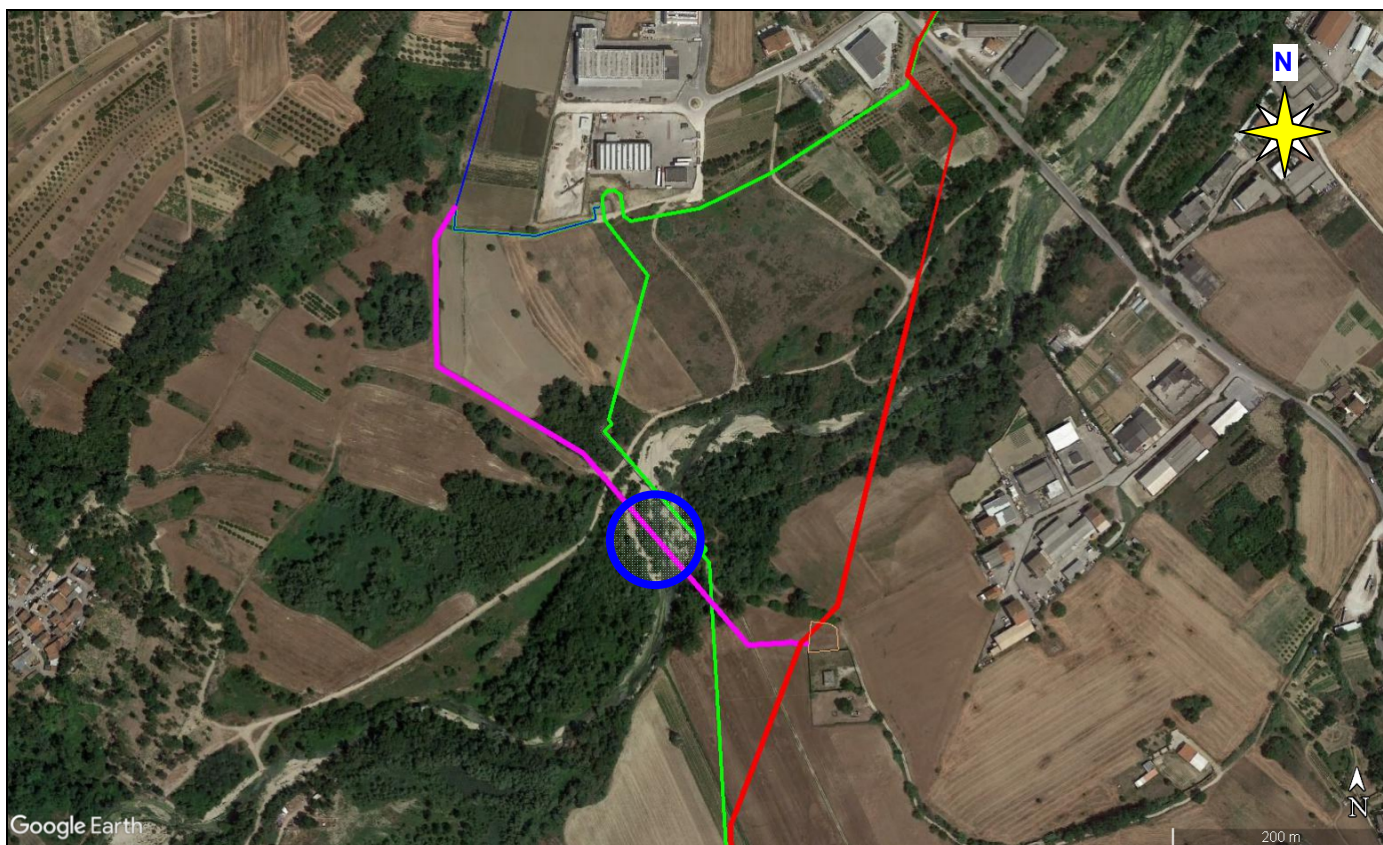


Fig.3.2/A: Foto aerea dell'ambito di attraversamento (estratta da Google Earth)

Dall'analisi della figura precedente si rileva che il metanodotto di Allacciamento in esame DN200 (linea magenta), si stacca dalla linea principale in progetto DN650 (linea rossa), mediante un impianto PIDI 23 in progetto (indicato in arancione) ubicato in destra idrografica.

Quindi il tracciato dell'Allacciamento attraversa l'alveo del fiume Tavo e si collega alla

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO	LA-E- 83142	
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"	Fg. 12 di 66	Rev. 1

rete SRG esistente (linee in blu), nel lato in sinistra idrografica del corso d'acqua.

Nella figura seguente è inoltre riportata una foto relativa all'area d'attraversamento in esame del corso d'acqua (foto scattata dalla sponda sinistra), nell'ambito del quale verrà posizionato sia il metanodotto Allacciamento (DN200).



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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO		LA-E- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"	Fg. 13 di 66	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 ai fini idrologici quella di attraversamento da parte della linea principale in progetto DN650, la quale ricade a circa 300m a valle dell'attraversamento dell'Allacciamento DN200 e nel tratto terminale dello sviluppo del corso d'acqua (a circa 2.5 km dalla confluenza con il Fino). Detta scelta nello specifico è stata eseguita in quanto nello studio idraulico (di cui al capitolo seguente) è stato preso in considerazione un tronco d'alveo ricomprendente entrambi gli attraversamenti in progetto del corso d'acqua.

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 del sistema Fino-Tavo-Saline.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO		LA-E- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"	Fg. 14 di 66	Rev. 1

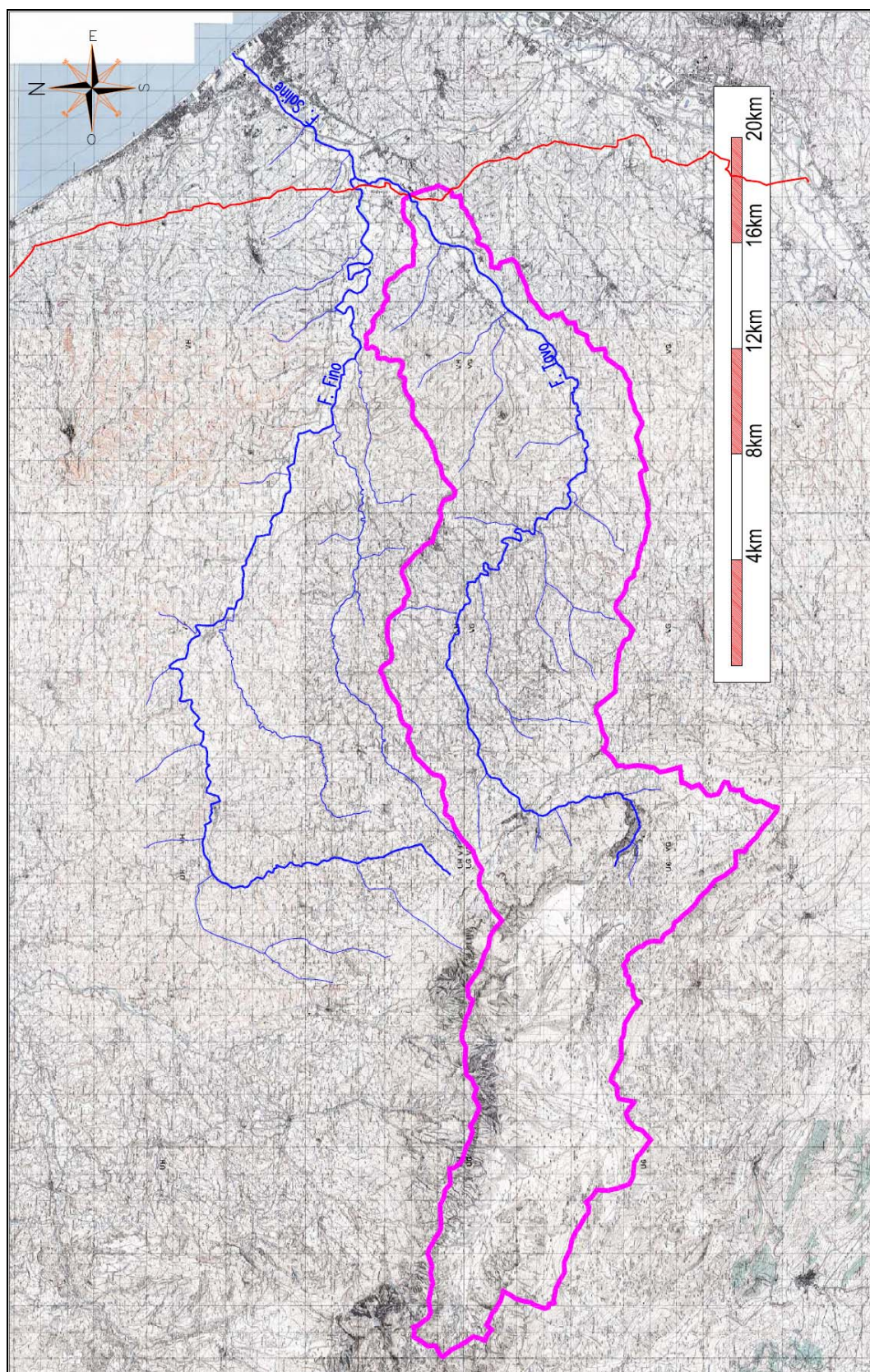


Fig.4.3/A: Bacino Imbrifero sotteso dalla sezione di studio

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO		LA-E- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 15 di 66 Rev. 1

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. Tavo- Sez. di studio	298.5	41	910	40m

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 $d=1÷24$ 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 interesse in entrambe le situazioni precedenti è rappresentata dalla "regionalizzazione" dell'informazione idrologica disponibile su un territorio più ampio, così da integrare la

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO		LA-E- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 16 di 66 Rev. 1

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 raggruppamento fondati sull'affinità delle caratteristiche idro-geomorfoclimatiche che intervengono nei processi idrologici (Wiltshire, 1986a,b; Acreman e Sinclair, 1986;

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO		LA-E- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 17 di 66 Rev. 1

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, 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.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO		LA-E- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 18 di 66 Rev. 1

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 Cunneane (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 la valutazione della portata indice, rappresentata dal valore m_Q in 28 sezioni di misura,

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO	LA-E- 83142	
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"	Fg. 19 di 66	Rev. 1

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

Il fiume Tavo (unitamente al fiume Fino) rappresenta un sottobacino del fiume Saline. Nell'ambito degli elaborati di studio del PSDA relativamente al bacino del Saline 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.TA1, Sez.TA1-TA2, Sez.FI1, Sez.FI2, Sez.FI1-FI2 e Sez.SL1. La Sez.TA1 racchiude in particolare un bacino idrografico di 215.0 km^2 che rappresenta la porzione appenninica del fiume Tavo; le sezioni FI1 e FI2, entrambe ubicate sul corso del fiume Fino, sottendono bacini imbriferi rispettivamente di 72.0 e 276.7 km^2 mentre la sezione Sez.SL1 identifica una sezione fluviale sul fiume Saline posta poco a valle della confluenza Tavo-Fino, con una superficie drenata di 578.0 km^2 . Le due sezioni Sez.TA1-TA2 e Sez.FI1-FI2 rappresentano infine la prima l'interbacino sul fiume Tavo compreso tra la Sez.TA1 e la confluenza Tavo-Fino (area drenata di 87.0 km^2) e la seconda l'interbacino sul fiume Fino compreso tra la Sez.FI1 e la Sez.FI2 (area drenata di 204.7 km^2). Nell'ambito del bacino idrografico del fiume Saline sono inoltre ubicate tre stazioni di misura S.I.M.N. provviste di misure sperimentali continuative di portata con buona numerosità campionaria, il Tavo a S.Pellegrino, coincidente in pratica con la sezione Sez.TA1, il Fino a Bisenti, la cui posizione è assimilabile alla Sez.FI1, ed il Fino a Castiglione Messer Raimondo, posta leggermente più a valle della precedente e con un'area sottesa di 107 km^2 .

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO	LA-E- 83142	
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"	Fg. 20 di 66	Rev. 1

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.

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.TA1	215.0	60	86.0	23.0	1021.0	1200.0
Sez.TA1-TA2	87.0	20	69.6	8.0	42.0	192.0
Sez.FI1	72.0	17	59.8	15.0	382.0	631.0
Sez.FI2	276.7	20	221.3	50.0	348.0	372.0
Sez.FI1-FI2	204.7	20	164.8	21.3	129.0	274.0
Sez.SL1	578.0	35	375.7	51.0	418.0	435.0

Sintesi dei Risultati degli studi PSDA

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 nelle varie sezioni analizzate e nel quale sono riportati:

- *in verde*: il bacino imbrifero sotteso dalla sezione di chiusura del Tavo (di confluenza con il Fino, con superficie di 301.3 km²);
- *in magenta*: il bacino imbrifero sotteso dalla sezione di studio nel presente elaborato (con superficie di 298.5 km²);

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO		
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		
			Fg. 21 di 66	Rev. 1

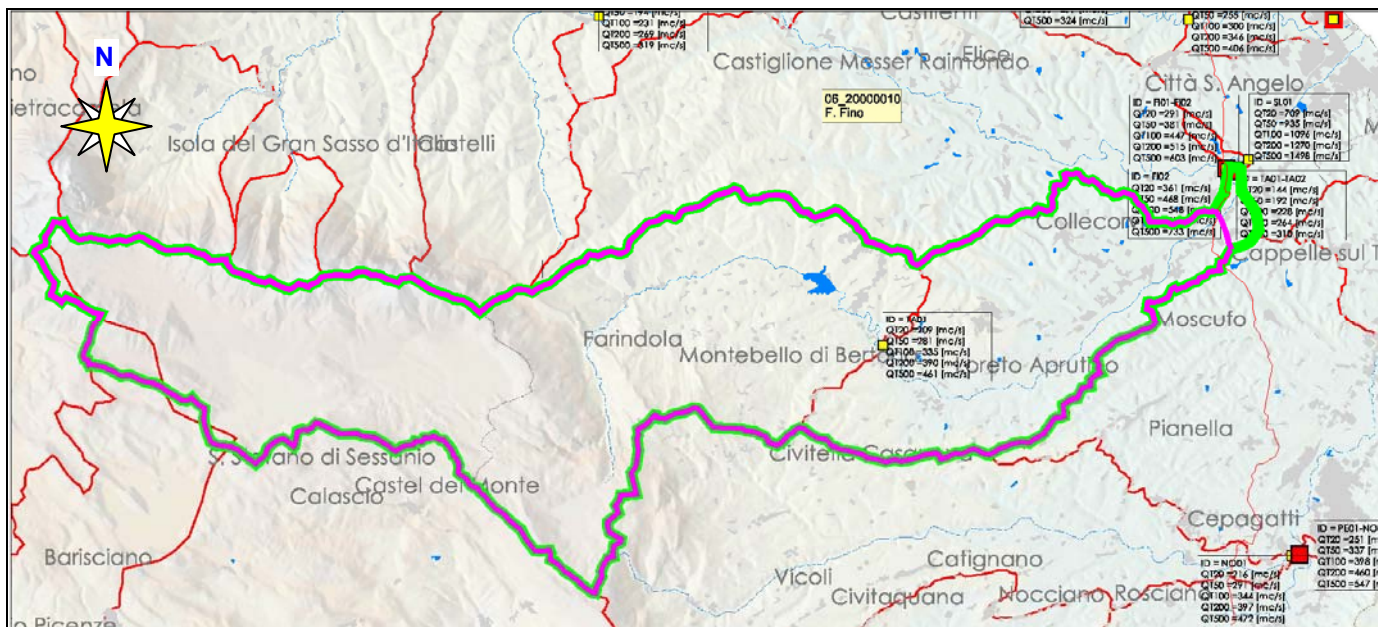


Fig.4.5/A: Bacini Imbriferi sottesi dalla Sez. Studio e Sez. terminale del Tavo

Dall'analisi della figura precedente si rileva una sostanziale coincidenza tra il bacino sotteso dalla sezione di studio e quello relativo alla sezione terminale del fiume Tavo.

Pertanto si assumono come portate di riferimento per la sezione in esame quelle valutate nell'ambito degli elaborati del PSDA e relative alla sezione terminale del Tavo. Detti valori di portata (ricavati come differenza tra le portate relative alle sezioni SL1 e FI2) sono riportati nella tabella seguente.

Tab.4.5/B: Risultati delle elaborazioni PSDA

TR (anni)	Sezione terminale fiume Tavo	
	Sup. Bacino (kmq)	Portata (mc)
20	301.3	348
50	301.3	467
100	301.3	548
200	301.3	642
500	301.3	765

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO	LA-E- 83142	
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"	Fg. 22 di 66	Rev. 1

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

		Sup. Bacino	Qprogetto	qmax
Sezione Idrologica		(kmq)	(mc/s)	(mc/s×kmq)
F.Tavo	Sez. di studio	298.5	642	2.15

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO		LA-E- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 23 di 66 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- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 24 di 66 Rev. 1

5.2 Assetto geometrico e modellazione dell'alveo

Al fine di eseguire la modellazione idraulica nell'ambito di riferimento è stato considerato un tronco d'alveo idraulicamente significativo a cavallo delle sezioni di attraversamento sia del metanodotto principale in progetto (DN650), che del metanodotto di allacciamento in progetto (DN200). Lo sviluppo complessivo del tronco d'alveo considerato nello studio risulta di circa 800 m.

I dati geometrici di base derivano da un rilievo topografico effettuato tramite volo Lidar (appositamente eseguito per la progettazione dei metanodotti 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, mentre i tracciati di linea in progetto del metanodotto principale DN650 e di quello di Allacciamento DN200 sono indicati rispettivamente in rosso ed in arancione.

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.

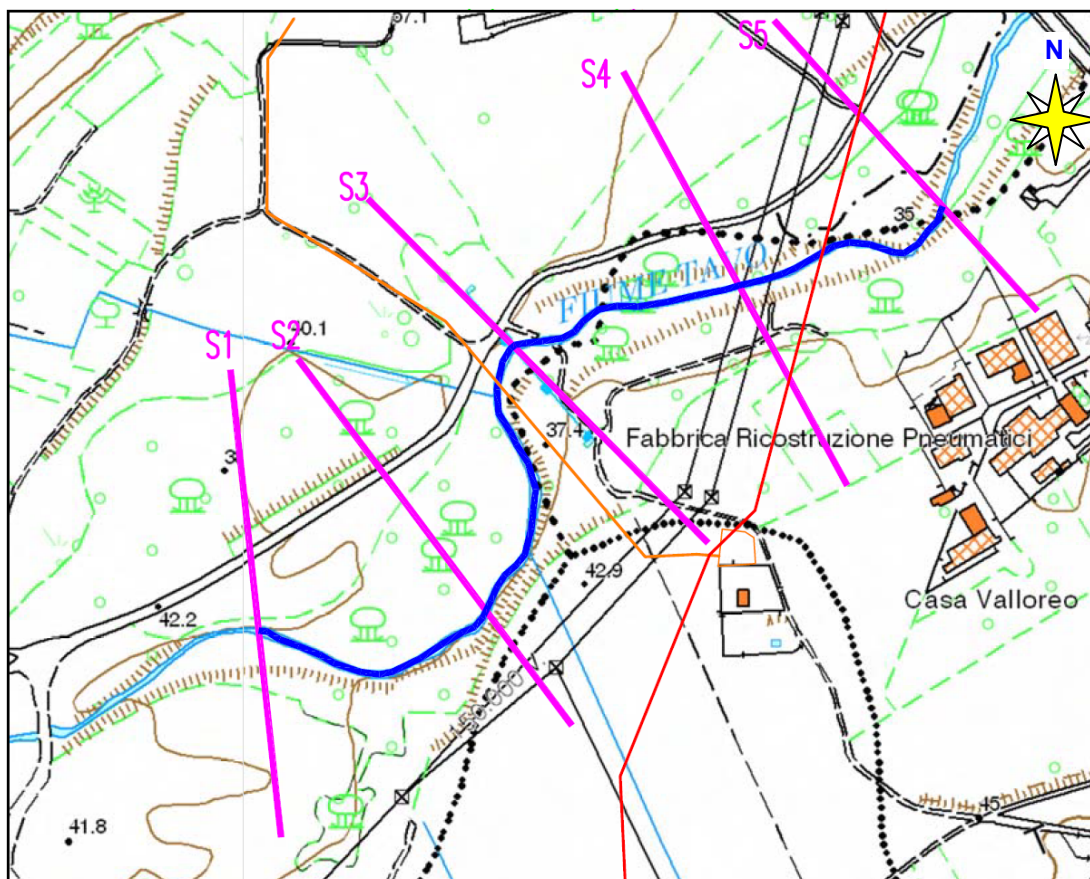


Fig.5.2/A: Foto aerea del tronco d'alveo analizzato e sezioni iniziali di input

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO		LA-E- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 25 di 66 Rev. 1

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	196.15	Sezione di monte
RS40	Sez.2	196.15	223.44	
RS30	Sez.3	419.59	182.83	
RS20	Sez.4	602.42	181.94	
RS10	Sez.5	784.36	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.

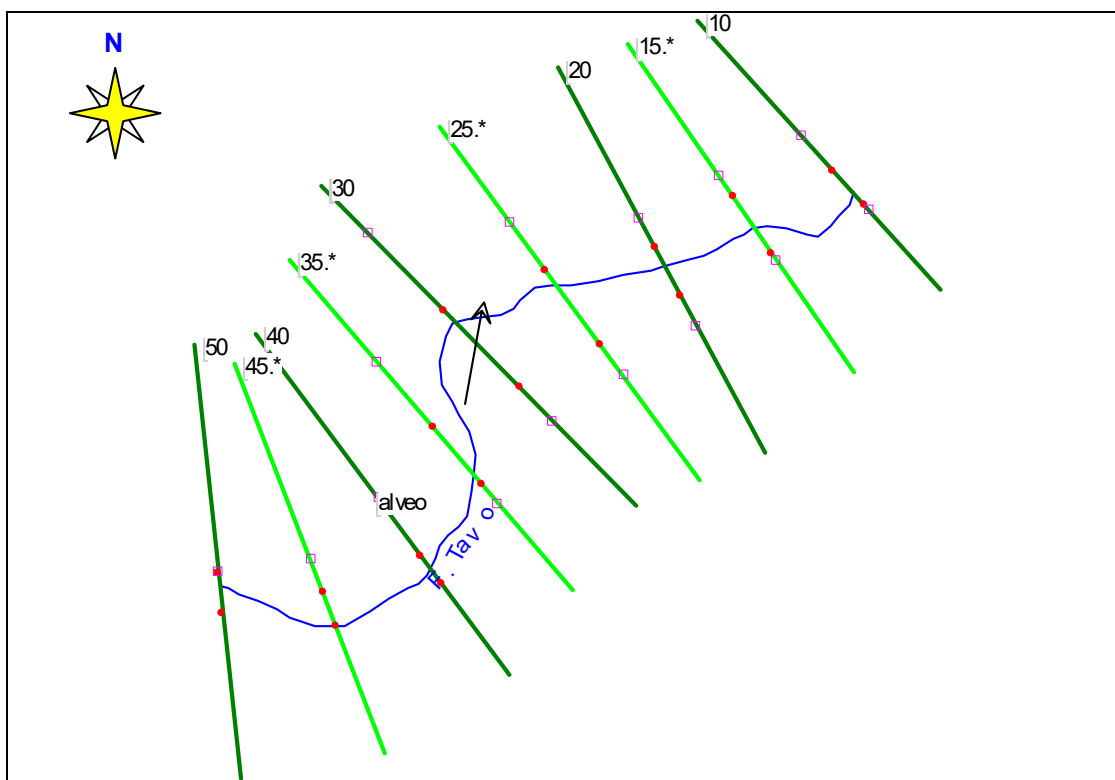


Fig.5.2/B: Modellazione geometrica in HEC-RAS (RS50 a monte e RS10 a valle)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO	LA-E- 83142	
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"	Fg. 26 di 66	Rev. 1

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:

- $Q_{200} = 642 \text{ mc/s}$

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- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 27 di 66 Rev. 1

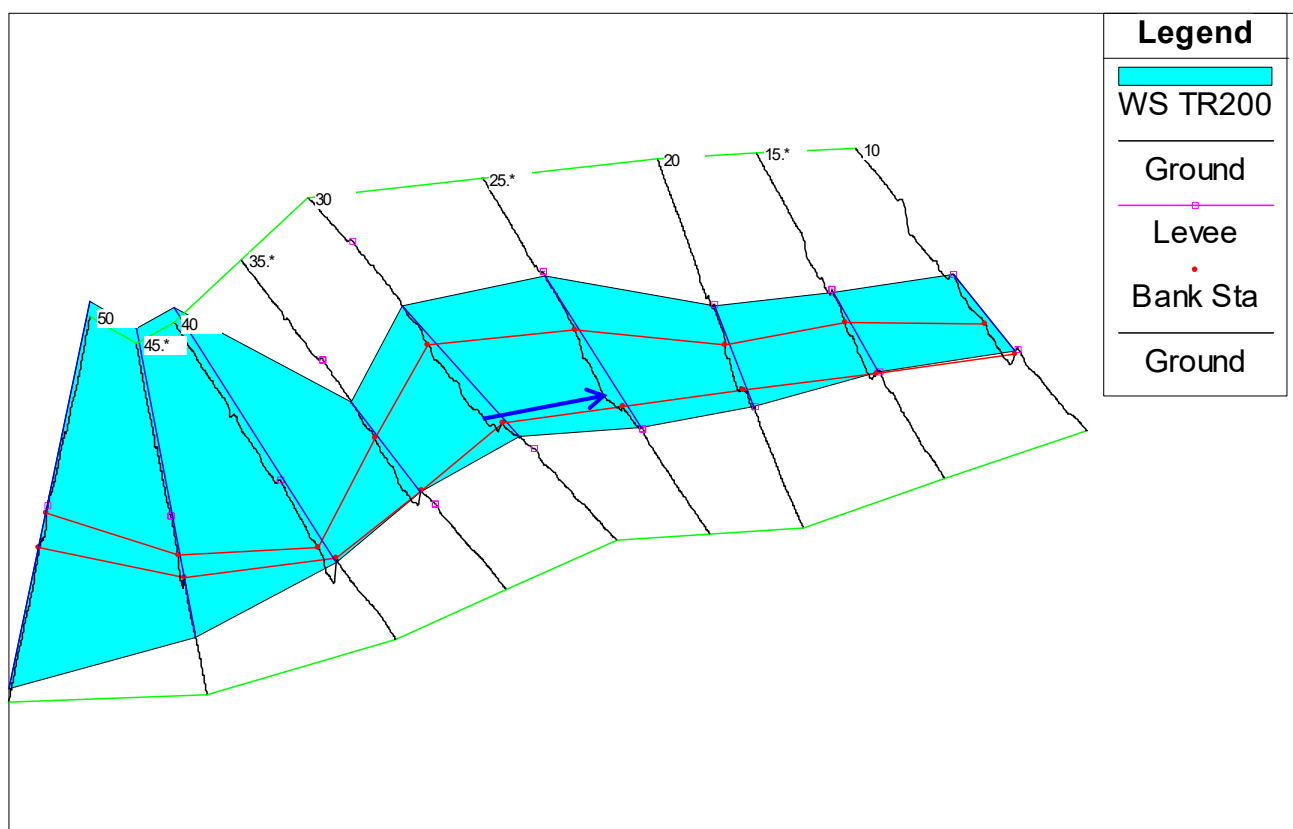


Fig.5.3/A: Schermata di Output del programma – visione prospettica (RS50: monte / RS10: valle)

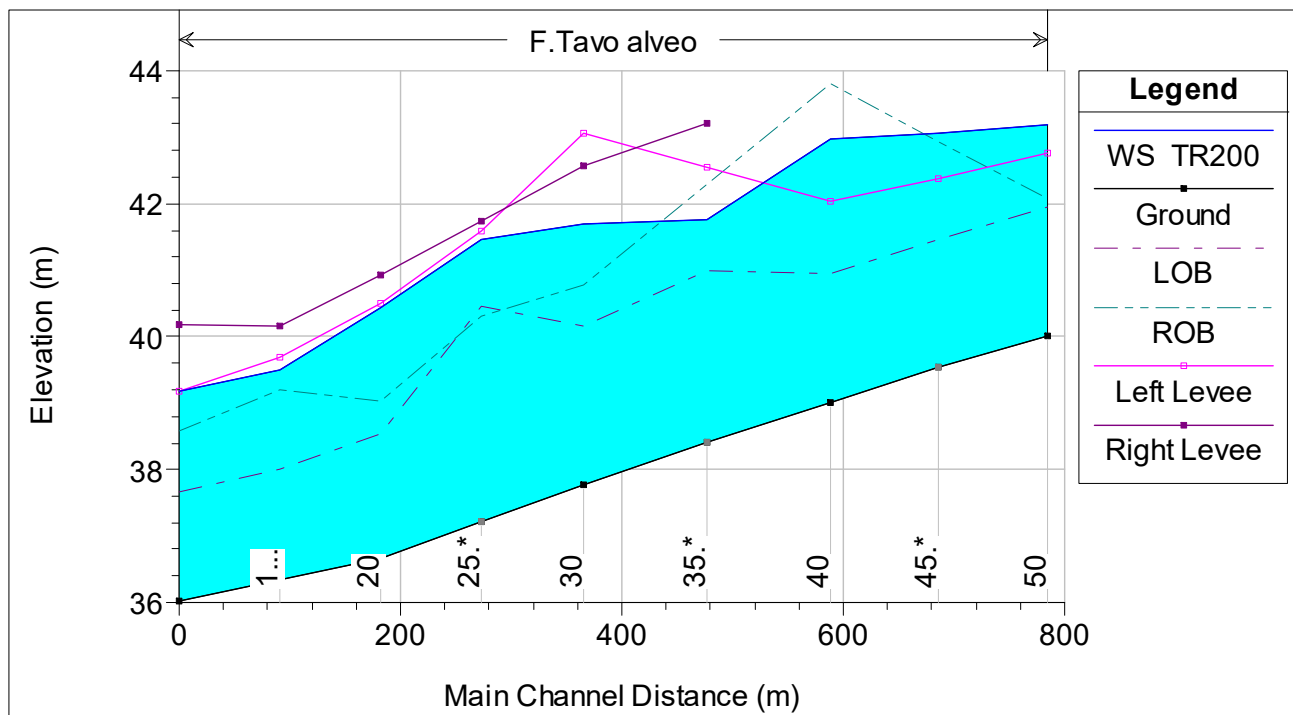


Fig.5.3/B: Schermata di Output del programma – Profilo longitudinale (RS50: monte / RS10: valle)

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO	LA-E- 83142	
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"	Fg. 28 di 66	Rev. 1

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

Tab.5.3/A: Tabella Riepilogativa generale di Output

River Station	Q Total (m3/s)	Min Ch Elev (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Hydr Depth C (m)	Shear Chan (N/m2)	Froude Chl
50	642	40	43.19	42.43	43.22	0.000518	1.1	841.96	360	2.25	11.16	0.23
45.*	642	39.54	43.07	42.37	43.15	0.001016	1.73	593.9	296.42	2.71	26.11	0.34
40	642	39.01	42.97	42.04	43.05	0.000954	1.79	596.75	254.97	3.16	27.07	0.32
35.*	642	38.42	41.77	41.77	42.73	0.007958	4.39	159.32	94.21	2.32	176.67	0.92
30	642	37.77	41.69	40.53	41.98	0.001749	2.41	291.55	140.35	2.91	49.11	0.45
25.*	642	37.22	41.46	40.35	41.81	0.001961	2.65	277.89	153.57	3.06	58.15	0.48
20	642	36.66	40.43	40.43	41.45	0.006253	4.58	165.21	95.6	2.94	177.2	0.85
15.*	642	36.34	39.5	39.68	40.71	0.010219	4.91	137.38	78.19	2.24	222.34	1.05
10	642	36.02	39.18	39.18	39.65	0.004924	3.73	259.33	141.31	2.6	122.77	0.74

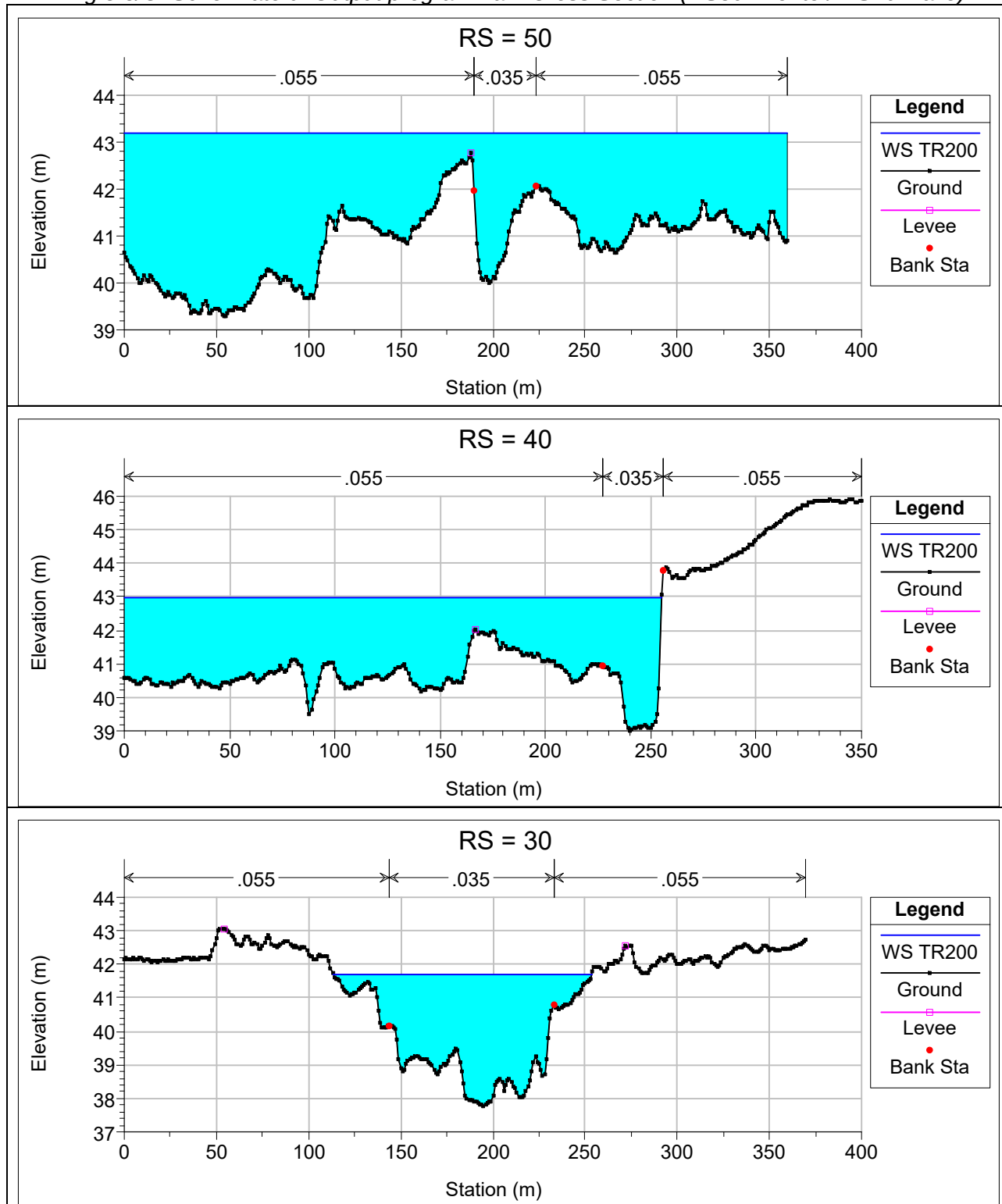
Nella tabella di "output", i parametri riportati assumono i significati qui di seguito specificati.

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;

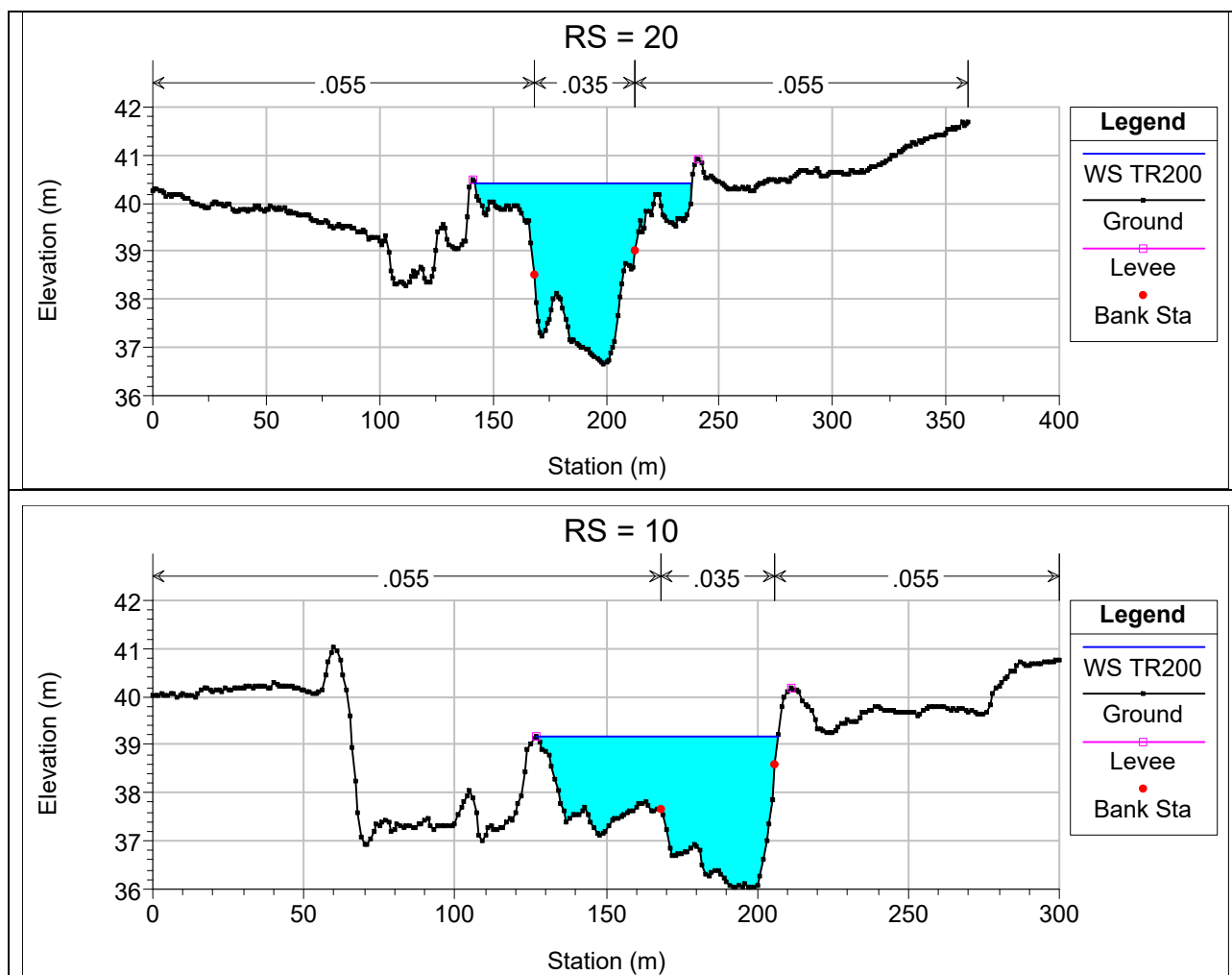
Inoltre nella figura seguente si riportano le schermate di output delle varie sezioni principali di calcolo (Cross Section) considerate nell'elaborazione di calcolo.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ REGIONI MARCHE E ABRUZZO		LA-E- 83142	
	PROGETTO MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 29 di 66	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- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 30 di 66
				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 la sezione d'alveo in generale non risulta in grado di contenere la portata di progetto (portata duecentennale). Infatti, poiché l'alveo presenta una configurazione molto variabile lungo lo sviluppo longitudinale dell'asta fluviale ed in generale di dimensioni non particolarmente rilevanti, si rilevano esondazioni per fasce significative soprattutto nel lato sinistro idrografico. Nel tratto iniziale, peraltro, si rileva che le sezioni di input (nonostante sono caratterizzati da sviluppi molto ragguardevoli) non riescono a coprire completamente l'ampiezza del territorio potenzialmente inondabile.

Le velocità di deflusso della corrente risultano relativamente basse (inferiori a 2 m/s) nel tratto di monte del tratto analizzato (dove le esondazioni sono molto significative); mentre divengono molto più significative (fino a quasi 5 m/s) procedendo verso valle.

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO		LA-E- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 31 di 66 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- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 32 di 66 Rev. 1

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 (Schoklitsh, Eggemberger, Adami, ecc.), la formula di Schoklitsh³ è quella che presenta minori difficoltà nella determinazione dei parametri caratteristici.

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

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

dove

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

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

Arature di fondo

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

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO		LA-E- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"	Fg. 33 di 66	Rev. 1

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 prudentiale, 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- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 34 di 66 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	642	1.1	360	2.25	1.78	2.31	0.92	1.13
45.*	642	1.73	296.42	2.71	2.17	2.86	1.05	1.36
40	642	1.79	254.97	3.16	2.52	3.32	1.17	1.58
35.*	642	4.39	94.21	2.32	6.81	3.30	1.56	1.16
30	642	2.41	140.35	2.91	4.57	3.21	1.37	1.46
25.*	642	2.65	153.57	3.06	4.18	3.42	1.37	1.53
20	642	4.58	95.6	2.94	6.72	4.01	1.69	1.47
15.*	642	4.91	78.19	2.24	8.21	3.47	1.69	1.12
10	642	3.73	141.31	2.6	4.54	3.31	1.38	1.30

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

Tab.6.3/B: Diametro limite dei clasti trasportati

River Station	Shear Chan (N/m ²)	Diametro limite clasti trasportati (m)
50	11.16	0.01
45.*	26.11	0.03
40	27.07	0.03
35.*	176.67	0.21
30	49.11	0.06
25.*	58.15	0.07
20	177.2	0.21
15.*	222.34	0.26
10	122.77	0.14

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO	LA-E- 83142	
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"	Fg. 35 di 66	Rev. 1

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 potenzialmente in grado di movimentare clasti del diametro dell'ordine dei 0.20÷0.25 m.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO	LA-E- 83142	
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"	Fg. 36 di 66	Rev. 1

7 METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI

7.1 Premessa

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

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

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

7.2 Metodologia operativa: Scavi a cielo aperto

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

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

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

La metodologia esecutiva consiste sostanzialmente nelle seguenti fasi:

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

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO	LA-E- 83142	
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"	Fg. 37 di 66	Rev. 1

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

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

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

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

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

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

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO	LA-E- 83142	
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"	Fg. 38 di 66	Rev. 1

7.3 Geometria della condotta ed interventi di ripristino

Copertura di progetto

Relativamente al profilo di posa della condotta in progetto in subalveo dell'attraversamento in esame, in considerazione dei risultati delle stime dei fenomeni erosivi precedentemente riportati e delle condizioni peculiari rilevate nel contesto d'intervento, è stato previsto di posizionare la condotta in progetto con una copertura minima in alveo di 5.0 m (riferita alla profondità della generatrice superiore del tubo nei confronti della quota minima di fondo alveo).

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

Interventi di ripristino

Le opere di difesa idraulica previste nell'ambito sono:

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

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

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

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO	LA-E- 83142	
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"	Fg. 39 di 66	Rev. 1

8 VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA

8.1 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.

8.2 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- 83142	
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"	Fg. 40 di 66	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- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 41 di 66 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).

8.3 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 significativa importanza 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 (allacciamento) 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 l'allacciamento (DN200) in progetto (riportato mediante una linea in magenta) con le aree censite di pericolosità idraulica per esondazioni delle piene del corso d'acqua. L'ambito di attraversamento dell'alveo è indicato mediante un cerchio in blu.

Nella figura precedente inoltre si può individuare anche il tracciato del metanodotto principale (DN650), riportato mediante una linea in rosso (e per il quale è stato sviluppato uno specifico studio di compatibilità idraulica) e i metanodotti esistenti da dimettere (in verde) e quelli da mantenere in esercizio (in blu).

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO		LA-E- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 42 di 66 Rev. 1

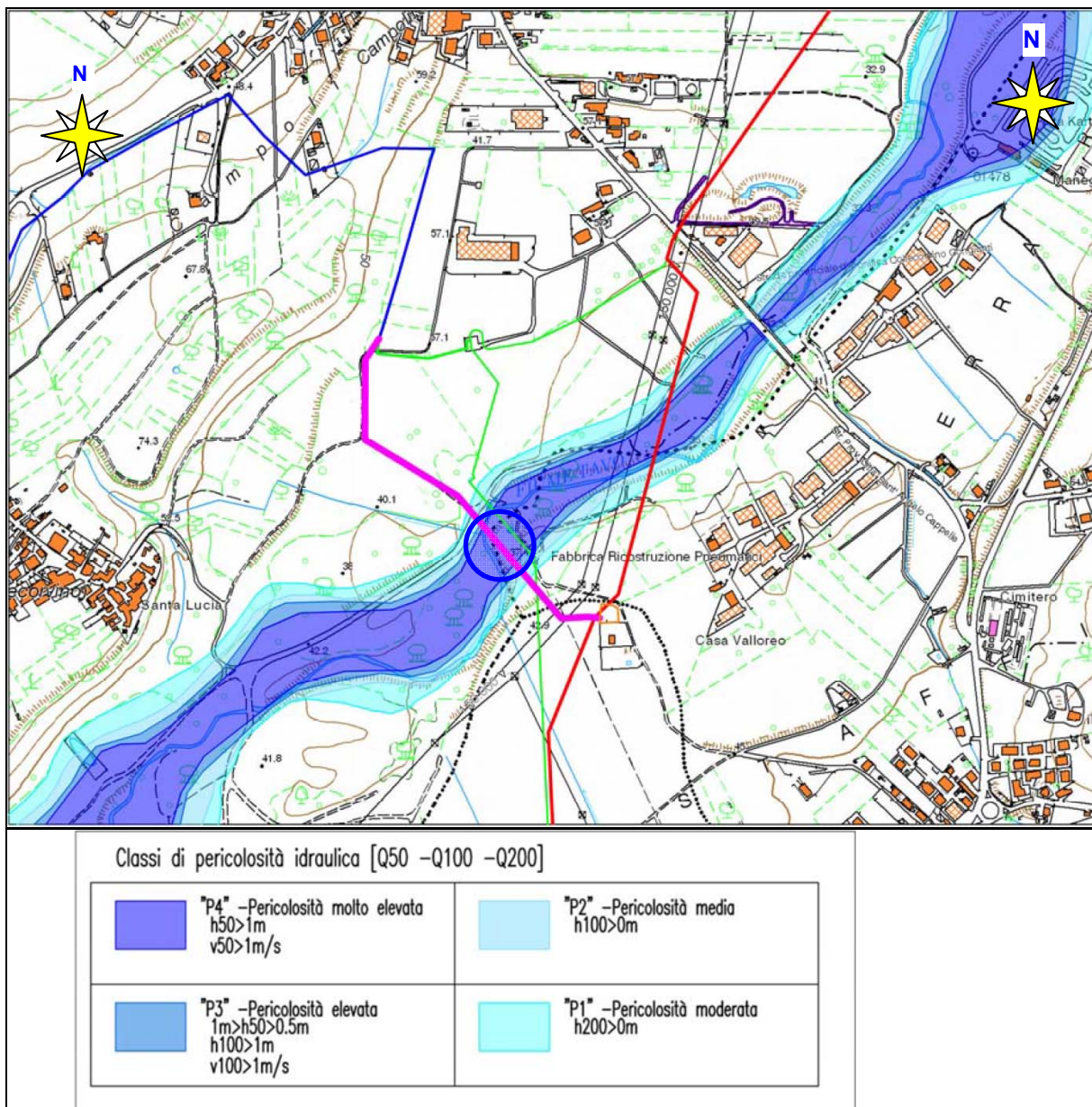


Fig.8.3/A: Interferenze tra metanodotto in progetto con le aree di "Pericolosità Idraulica"

Nella tabella seguente sono riportati gli sviluppi dei singoli tratti di interferenza tra il metanodotto di Allacciamento in progetto con i vari livelli di Pericolosità idraulica del corso d'acqua. L'individuazione dei tratti è stata effettuata procedendo partendo da sinistra verso destra idrografica (ossia nello specifico in direzione contro senso gas del metanodotto di Allacciamento in esame).

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO		LA-E- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 43 di 66 Rev. 1

PERICOLOSITA' IDRAULICA	Tratto in sx - Lunghezza (m)	Tratto in dx - Lunghezza (m)	Lunghezza Tot. (m)
P1 - Pericolosità Moderata	16	13	29
P2 - Pericolosità Media	12	8	20
P3 - Pericolosità Elevata	6	11	17
P4 - Pericolosità Molto Elevata	72		72
Sviluppo complessivo delle Interferenze (m)			138

Dall'analisi della tabella precedente si rileva che il metanodotto di Allacciamento in progetto interferisce con aree di pericolosità idraulica individuate nel PSDA per uno sviluppo totale di circa 138 m, di cui circa 72m riguardanti ambiti P4 (a pericolosità idraulica molto elevata), 37m circa riguardanti ambiti P3 e P2 (a pericolosità idraulica elevata e media) e circa 29 m circa riguardanti P1 (a pericolosità idraulica moderata).

8.4 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 punto di partenza del metanodotto (Allacciamento) è posizionato nel lato in destra idrografica del fiume, mentre il punto di consegna terminale (di collegamento alla rete SRG esistente) è posizionato nel lato in sinistra idrografica.

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.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO	LA-E- 83142	
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"	Fg. 44 di 66	Rev. 1

Considerazioni specifiche

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

- L'attraversamento fluviale avviene in "subalveo" e prevede una profondità di posa della condotta di sufficiente garanzia nei confronti d'eventuali fenomeni di erosione di fondo (anche localizzati e/o temporanei) che si possono produrre anche in concomitanza di piene eccezionali, cosicché é da escludere qualsiasi interferenza tra tubazione e flusso della corrente;
- La configurazione morfologica dell'alveo, sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico, verrà mantenuta praticamente invariata nei confronti della situazione preesistente. Le opere complementari (previste con tecniche di ingegneria naturalistica) sono infatti unicamente finalizzate al ripristino della configurazione originaria dell'alveo, oltre che al presidio idraulico dell'infrastruttura nei confronti di potenziali fenomeni erosivi in ambito locale da parte della corrente;
- La configurazione geometrica della pipeline nell'ambito di intervento (quote in subalveo e profili di risalita) è stata stabilita anche in considerazione delle potenziali dinamiche fluviali del corso d'acqua e sono tali da non precludere la possibilità di effettuare interventi futuri in alveo, finalizzati ad attenuare o eliminare le condizioni di rischio idraulico (es: risagomature dell'alveo, realizzazione di eventuali opere di regimazione idraulica, ecc.).

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

1. *Modifiche indotte sul profilo inviluppo di piena*

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

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

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

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

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

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

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

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

Essendo l'opera del tutto interrata non saranno indotti effetti particolarmente

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO		LA-E- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 45 di 66 Rev. 1

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

Quindi, relativamente ai tratti di metanodotto ricadenti esternamente all'ambito di attraversamento dell'alveo del corso d'acqua, ma comunque collocati all'interno delle fasce fluviali (aree potenzialmente inondabili e quindi di pericolosità idraulica), si evidenzia quanto segue.

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

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

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

Pertanto, alla luce di quanto sopra affermato, si ritiene che le specificità dell'opera (infrastruttura interrata) e le scelte progettuali inerenti alle metodologie costruttive ed alla configurazione geometrica della condotta nell'ambito in esame, non determinino alcun incremento dei livelli di pericolosità idraulica e che siano congruenti con i requisiti, le prescrizioni e le finalità stabilite nelle Norme di Attuazione del Piano e pertanto conformi con le relative disposizioni contenute.

In conclusione si ritiene quindi che l'opera in progetto risulti COMPATIBILE con il contesto idraulico dell'ambito in esame.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO	LA-E- 83142	
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"	Fg. 46 di 66	Rev. 1

9 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.

In aggiunta, nell'ambito del progetto generale, si prevede anche il rifacimento dei vari allacciamenti ai comuni che allo stato attuale sono alimentati dal metanodotto in fase di dismissione, tra cui in particolare anche il metanodotto denominato *"Rifacimento Collegamento Loreto Aprutino e Penne", DN200 (8")*.

La suddetta linea del sopracitato Allacciamento in progetto interseca l'alveo del fiume TAVO nel tratto terminale del corso d'acqua (a circa 3 km a monte della confluenza con il Fino), in un ambito di confine tra i territori di Collecervino (PE), di Cappelle sul Tavo (PE) e di Moscufo (PE).

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

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

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

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

Nell'analisi delle interferenze tra 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- 83142	
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"	Fg. 47 di 66	Rev. 1

In ragione di quanto sopra evidenziato, si ritiene che le scelte progettuali inerenti lo specifico ambito d'interferenza in esame possano essere ritenute congruenti con le disposizioni delle Norme di 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- 83142	
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"	Fg. 48 di 66	Rev. 1

APPENDICE 1: STUDIO IDRAULICO - METODOLOGIA DI CALCOLO

Codice di calcolo

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

Il calcolo del profilo in moto permanente è stato eseguito per mezzo della versione 4.1.

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

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

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

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

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

Integrando le equazioni di conservazione della massa e della quantità di moto ed introducendo la resistenza idraulica (attrito) e le portate laterali addotte 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- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 49 di 66 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- 83142	
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"	Fg. 50 di 66	Rev. 1

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- 83142	
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"	Fg. 51 di 66	Rev. 1

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- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 52 di 66 Rev. 1

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

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

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

dove:

- il primo ed il quinto termine rappresentano le spinte idrodinamiche dovute alle quantità di moto (con 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- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 53 di 66 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
XXXXXXX XXXX      X      XXX XXXX      XXXXXX      XXXX
X      X  X          X      X      X  X      X
X      X  X          X      X      X  X      X
X      X  XXXXXX      XXXX      X  X      X  X      XXXXX

```

PROJECT DATA

Project Title: Tavo
Project File : Tavo.prj

Project in SI units

PLAN DATA

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

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

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

Plan Summary Information:

Number of:	Cross Sections =	9	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: Tavo
Flow File : C:\Users\Marco\Desktop\HEC STUDI MIEI old\Rec-Ch(Abruzzo)\Tavo.f01

Flow Data (m3/s)

River	Reach	RS	TR200
F.Tavo	alveo	50	642

Boundary Conditions

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO		LA-E- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 54 di 66 Rev. 1

River	Reach	Profile	Upstream	Downstream
F.Tavo	alveo	TR200	Normal S = 0.01	Normal S = 0.006

GEOMETRY DATA

Geometry Title: Tavo

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

CROSS SECTION

RIVER: F.Tavo

REACH: alveo RS: 50

INPUT

Description:

Station	Elevation	Data	num=	361					
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	40.66	1	40.54	2	40.48	3	40.37	4	40.32
5	40.26	6	40.19	7	40.1	8	40.01	9	40.01
10	40.06	11	40.16	12	40.06	13	40.04	14	40.16
15	40.13	16	40.07	17	40	18	39.97	19	39.89
20	39.83	21	39.76	22	39.7	23	39.75	24	39.8
25	39.74	26	39.67	27	39.71	28	39.79	29	39.79
30	39.77	31	39.7	32	39.67	33	39.74	34	39.63
35	39.53	36	39.36	37	39.4	38	39.41	39	39.39
40	39.36	41	39.34	42	39.43	43	39.55	44	39.61
45	39.5	46	39.37	47	39.37	48	39.42	49	39.45
50	39.46	51	39.45	52	39.41	53	39.31	54	39.29
55	39.3	56	39.36	57	39.41	58	39.43	59	39.43
60	39.49	61	39.48	62	39.45	63	39.46	64	39.45
65	39.42	66	39.51	67	39.57	68	39.59	69	39.66
70	39.72	71	39.77	72	39.9	73	39.97	74	40.1
75	40.12	76	40.17	77	40.26	78	40.28	79	40.25
80	40.25	81	40.2	82	40.18	83	40.13	84	40.11
85	40.01	86	40.05	87	40.13	88	40.14	89	40.07
90	40.05	91	39.94	92	39.87	93	39.84	94	39.88
95	39.92	96	39.89	97	39.79	98	39.69	99	39.67
100	39.68	101	39.74	102	39.73	103	39.69	104	39.94
105	40.21	106	40.45	107	40.63	108	40.73	109	40.88
110	41.27	111	41.42	112	41.4	113	41.31	114	41.17
115	41.14	116	41.32	117	41.5	118	41.65	119	41.53
120	41.41	121	41.4	122	41.36	123	41.35	124	41.34
125	41.35	126	41.36	127	41.39	128	41.36	129	41.34
130	41.36	131	41.34	132	41.32	133	41.3	134	41.28
135	41.2	136	41.15	137	41.15	138	41.13	139	41.09
140	41.02	141	41.02	142	41.02	143	41.04	144	41.1
145	41.07	146	40.96	147	41	148	40.99	149	40.93
150	40.92	151	40.9	152	40.93	153	40.88	154	40.84
155	40.97	156	41.14	157	41.18	158	41.16	159	41.19
160	41.24	161	41.34	162	41.34	163	41.37	164	41.47
165	41.52	166	41.47	167	41.55	168	41.62	169	41.72
170	41.78	171	41.88	172	42.13	173	42.28	174	42.3
175	42.34	176	42.31	177	42.34	178	42.41	179	42.41
180	42.45	181	42.51	182	42.55	183	42.6	184	42.59
185	42.54	186	42.55	187	42.69	188	42.77	189	42.62
190	41.96	191	40.85	192	40.47	193	40.24	194	40.11
195	40.08	196	40.13	197	40.06	198	40	199	40.04
200	40.13	201	40.11	202	40.21	203	40.35	204	40.42
205	40.47	206	40.58	207	40.65	208	40.84	209	41.09
210	41.31	211	41.49	212	41.55	213	41.53	214	41.53
215	41.63	216	41.75	217	41.87	218	41.85	219	41.91
220	41.89	221	41.83	222	41.95	223	42.07	224	42.07
225	42.05	226	42.01	227	41.98	228	42	229	41.99
230	41.97	231	41.93	232	41.76	233	41.74	234	41.68
235	41.7	236	41.67	237	41.57	238	41.57	239	41.57
240	41.53	241	41.48	242	41.41	243	41.4	244	41.41

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO		LA-E- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 55 di 66 Rev. 1

245	41.36	246	41.1	247	40.8	248	40.75	249	40.78
250	40.81	251	40.75	252	40.78	253	40.84	254	40.95
255	40.92	256	40.86	257	40.79	258	40.71	259	40.67
260	40.74	261	40.87	262	40.83	263	40.76	264	40.72
265	40.7	266	40.65	267	40.65	268	40.7	269	40.75
270	40.77	271	40.86	272	40.91	273	40.98	274	41.05
275	41.13	276	41.24	277	41.37	278	41.46	279	41.41
280	41.32	281	41.24	282	41.26	283	41.21	284	41.22
285	41.36	286	41.41	287	41.38	288	41.48	289	41.42
290	41.36	291	41.21	292	41.21	293	41.21	294	41.25
295	41.17	296	41.11	297	41.15	298	41.12	299	41.19
300	41.13	301	41.11	302	41.13	303	41.18	304	41.2
305	41.17	306	41.15	307	41.17	308	41.23	309	41.26
310	41.3	311	41.35	312	41.42	313	41.59	314	41.75
315	41.67	316	41.44	317	41.35	318	41.36	319	41.37
320	41.37	321	41.43	322	41.46	323	41.49	324	41.52
325	41.52	326	41.54	327	41.42	328	41.33	329	41.3
330	41.18	331	41.1	332	41.19	333	41.2	334	41.12
335	41.07	336	41.02	337	41.03	338	41.06	339	41.05
340	40.96	341	40.99	342	41.07	343	41.17	344	41.21
345	41.15	346	41.13	347	41.1	348	40.98	349	40.95
350	41.28	351	41.51	352	41.51	353	41.31	354	41.27
355	41.18	356	41.08	357	40.97	358	40.91	359	40.86
360	40.91								

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 190 .035 223 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
190 223 98.075 98.075 98.075 .1 .3
Left Levee Station= 188 Elevation= 42.77

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	43.22	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.03	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	43.19	Reach Len. (m)	98.07	98.07	98.07
Crit W.S. (m)	42.43	Flow Area (m2)	500.18	74.22	267.56
E.G. Slope (m/m)	0.000518	Area (m2)	500.18	74.22	267.56
Q Total (m3/s)	642.00	Flow (m3/s)	389.81	81.56	170.63
Top Width (m)	360.00	Top Width (m)	190.00	33.00	137.00
Vel Total (m/s)	0.76	Avg. Vel. (m/s)	0.78	1.10	0.64
Max Chl Dpth (m)	3.90	Hydr. Depth (m)	2.63	2.25	1.95
Conv. Total (m3/s)	28221.0	Conv. (m3/s)	17135.2	3585.2	7500.5
Length Wtd. (m)	98.07	Wetted Per. (m)	193.39	33.76	139.76
Min Ch El (m)	40.00	Shear (N/m2)	13.13	11.16	9.72
Alpha	1.08	Stream Power (N/m s)	17236.03	9001.04	0.00
Frctn Loss (m)	0.07	Cum Volume (1000 m3)	140.69	112.82	20.79
C & E Loss (m)	0.00	Cum SA (1000 m2)	73.70	41.47	19.37

CROSS SECTION

RIVER: F.Tavo
REACH: alveo RS: 45.*

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num=	354						
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	40.63	1.063	40.55	2.127	40.51	3.19	40.45	4.253	40.4
5.316	40.34	6.38	40.27	7.443	40.22	8.495	40.23	9.439	40.29
10.382	40.37	11.326	40.32	12.27	40.3	13.214	40.32	14.158	40.27
15.102	40.22	16.045	40.18	17.012	40.16	18.075	40.16	19.139	40.12
20.202	40.08	21.265	40.05	22.328	40.09	23.392	40.04	24.455	40.05
25.484	40.05	26.428	40.11	27.372	40.14	28.316	40.13	29.259	40.09
30.203	40.09	31.147	40.16	32.091	40.13	33.035	40.09	34.024	39.97
35.087	39.95	36.151	39.9	37.214	39.84	38.277	39.88	39.34	39.96
40.404	39.99	41.467	40	42.473	39.94	43.417	39.87	44.361	39.85
45.305	39.87	46.249	39.89	47.193	39.87	48.136	39.86	49.08	39.89

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO		LA-E- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 56 di 66 Rev. 1

50.024	39.88	51.036	39.88	52.099	39.88	53.163	39.89	54.226	39.95
55.289	39.97	56.352	40	57.416	40.01	58.479	40.02	59.463	40.03
60.406	40.02	61.35	40.01	62.294	40.08	63.238	40.13	64.182	40.14
65.126	40.15	66.07	40.13	67.013	40.12	68.048	40.19	69.111	40.26
70.175	40.34	71.238	40.41	72.301	40.47	73.364	40.51	74.428	40.52
75.491	40.48	76.452	40.47	77.396	40.48	78.34	40.5	79.283	40.5
80.227	40.41	81.171	40.42	82.115	40.49	83.059	40.55	84.947	40.59
85.89	40.54	86.834	40.48	87.778	40.44	88.722	40.42	89.666	40.39
90.61	40.26	91.553	40.04	93.441	39.6	94.385	39.63	95.329	39.78
96.273	39.9	97.217	39.97	98.16	40.19	99.104	40.42	100.048	40.68
101.009	40.8	102.072	40.87	103.136	41.02	104.199	41.18	105.262	41.21
106.325	41.1	107.389	40.91	108.452	40.86	109.487	40.89	110.43	40.95
111.374	40.98	112.318	40.91	113.262	40.85	114.206	40.84	115.15	40.83
116.094	40.84	117.037	40.87	118.021	40.91	119.084	40.88	120.148	40.9
121.211	40.96	122.274	40.96	123.337	40.97	124.401	40.96	125.464	40.96
126.476	40.96	127.42	40.94	128.364	40.9	129.307	40.87	130.251	40.84
131.195	40.82	132.139	40.8	133.083	40.82	134.027	40.84	135.033	40.88
136.096	40.94	137.16	40.94	138.223	40.93	139.286	40.95	140.349	40.94
141.413	40.95	142.476	40.89	143.465	40.83	144.409	40.72	145.353	40.65
146.297	40.69	147.241	40.76	148.184	40.75	149.128	40.7	150.072	40.69
151.016	40.72	152.045	40.79	153.108	40.82	154.172	40.85	155.235	40.89
156.298	40.89	157.361	40.89	158.425	40.94	159.488	40.97	160.455	41.02
161.398	41.12	162.342	41.31	163.286	41.42	164.23	41.43	165.174	41.43
166.118	41.38	167.061	41.4	168.005	41.46	169.057	41.42	170.12	41.46
171.184	41.55	172.247	41.67	173.31	41.91	174.374	42.07	175.437	42.18
176.5	42.33	177.549	42.3	178.598	42.31	179.648	42.3	180.697	42.34
181.746	42.34	182.795	42.08	183.844	42.17	184.893	42.1	185.943	42.11
186.992	42.11	187.516	42.11	188.566	42.02	189.615	42.01	190.664	42.01
191.713	41.95	192.762	41.97	193.811	41.87	194.861	41.89	195.91	41.87
196.959	41.8	197.833	41.78	198.533	41.73	199.582	41.65	200.631	41.49
201.68	41.43	202.73	41.43	203.779	41.46	204.828	41.53	205.877	41.55
206.926	41.52	207.975	41.5	208.5	41.46	209.308	41.09	210.115	40.84
211.125	40.64	212.438	40.47	213.346	40.44	214.154	40.4	215.062	40.34
216.375	40.02	217.385	39.68	218.192	39.57	219.82	39.54	220.64	39.6
221.562	39.6	222.844	39.7	223.92	39.77	224.74	39.79	225.56	39.85
226.688	39.92	227.969	40.12	228.84	40.22	229.66	40.3	230.531	40.32
231.812	40.32	232.94	40.39	233.76	40.48	234.58	40.58	235.656	40.68
236.938	41.08	237.86	42.05	238.68	42.64	239.5	42.94	240.343	42.96
241.186	42.95	242.029	42.91	243.186	42.85	244.415	42.79	245.401	42.79
246.245	42.78	247.088	42.69	248.101	42.64	249.33	42.62	250.46	42.61
251.303	42.56	252.146	42.58	253.016	42.61	254.245	42.61	255.473	42.6
256.361	42.61	257.204	42.61	258.047	42.58	259.16	42.41	260.388	42.29
261.42	42.28	262.263	42.3	263.106	42.28	264.074	42.32	265.303	42.37
266.478	42.39	267.321	42.37	268.164	42.35	269.007	42.33	270.218	42.32
271.447	42.41	272.38	42.41	273.223	42.38	274.066	42.38	275.133	42.39
276.362	42.38	277.438	42.43	278.281	42.47	279.124	42.48	280.048	42.54
281.277	42.58	282.496	42.66	283.734	42.76	284.963	42.86	285.869	42.93
286.712	42.91	287.555	42.87	288.649	42.86	289.878	42.88	290.927	42.89
291.77	42.98	292.613	43.03	293.564	43.05	294.793	43.1	295.985	43.09
296.828	43.03	297.672	43.05	298.515	43.07	299.707	43.1	300.936	43.09
301.887	43.11	302.73	43.1	303.573	43.15	304.622	43.14	305.851	43.15
306.945	43.2	307.788	43.23	308.631	43.24	309.537	43.26	310.766	43.3
311.995	43.35	313.223	43.4	314.452	43.46	315.376	43.56	316.219	43.65
317.062	43.63	318.138	43.53	319.367	43.5	320.434	43.54	321.277	43.55
322.12	43.58	323.053	43.6	324.282	43.66	325.493	43.66	326.336	43.67
327.179	43.62	328.022	43.6	329.197	43.56	330.426	43.49	331.394	43.53
332.237	43.54	333.08	43.49	334.112	43.46	335.34	43.44	336.453	43.48
337.296	43.47	338.139	43.42	339.027	43.44	340.255	43.5	341.484	43.54
342.354	43.49	343.197	43.47	344.04	43.45	345.17	43.4	346.399	43.54
347.412	43.7	348.255	43.71	349.099	43.61	350.085	43.57	351.314	43.47
352.471	43.4	353.314	43.38	354.157	43.37	355	43.39		

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val
0 .055 208.5 .035 239.5 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
208.5 239.5 98.075 98.075 .1 .3
Left Levee Station= 177.02 Elevation= 42.37

CROSS SECTION

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO		LA-E- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 57 di 66 Rev. 1

RIVER: F.Tavo

REACH: alveo

RS: 40

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num= 351							
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	40.59	1	40.57	2	40.56	3	40.55	4	40.5
5	40.47	6	40.41	7	40.42	8	40.45	9	40.54
10	40.59	11	40.57	12	40.54	13	40.42	14	40.38
15	40.36	16	40.35	17	40.43	18	40.43	19	40.42
20	40.38	21	40.4	22	40.32	23	40.43	24	40.39
25	40.44	26	40.5	27	40.49	28	40.47	29	40.57
30	40.62	31	40.66	32	40.58	33	40.49	34	40.4
35	40.31	36	40.41	37	40.51	38	40.46	39	40.4
40	40.38	41	40.37	42	40.32	43	40.33	44	40.31
45	40.25	46	40.35	47	40.44	48	40.46	49	40.45
50	40.41	51	40.48	52	40.51	53	40.52	54	40.54
55	40.59	56	40.59	57	40.58	58	40.61	59	40.66
60	40.71	61	40.66	62	40.55	63	40.46	64	40.48
65	40.52	66	40.57	67	40.67	68	40.71	69	40.75
70	40.78	71	40.71	72	40.75	73	40.79	74	40.92
75	40.85	76	40.77	77	40.82	78	40.94	79	41.07
80	41.13	81	41.14	82	41.07	83	41	84	40.92
85	40.71	86	40.35	87	39.84	88	39.48	89	39.62
90	39.93	91	40.17	92	40.37	93	40.56	94	40.9
95	40.97	96	40.99	97	41.05	98	41.02	99	41.01
100	40.85	101	40.62	102	40.58	103	40.46	104	40.38
105	40.28	106	40.29	107	40.28	108	40.3	109	40.31
110	40.39	111	40.46	112	40.4	113	40.42	114	40.56
115	40.57	116	40.6	117	40.59	118	40.62	119	40.64
120	40.69	121	40.63	122	40.55	123	40.54	124	40.56
125	40.62	126	40.66	127	40.71	128	40.78	129	40.84
130	40.89	131	40.91	132	40.93	133	40.97	134	40.87
135	40.72	136	40.52	137	40.42	138	40.4	139	40.34
140	40.26	141	40.18	142	40.2	143	40.23	144	40.3
145	40.3	146	40.29	147	40.28	148	40.25	149	40.27
150	40.23	151	40.27	152	40.38	153	40.54	154	40.57
155	40.55	156	40.45	157	40.45	158	40.5	159	40.43
160	40.46	161	40.58	162	40.76	163	41.22	164	41.59
165	41.82	166	41.97	167	42.04	168	41.9	169	41.95
170	41.92	171	41.91	172	41.89	173	41.86	174	41.95
175	41.96	176	41.94	177	41.7	178	41.42	179	41.49
180	41.6	181	41.52	182	41.44	183	41.45	184	41.46
185	41.5	186	41.46	187	41.45	188	41.37	189	41.28
190	41.27	191	41.29	192	41.28	193	41.3	194	41.21
195	41.2	196	41.3	197	41.24	198	41.07	199	41.07
200	41.08	201	41.12	202	41.1	203	41.1	204	41.08
205	40.96	206	40.92	207	40.95	208	40.88	209	40.8
210	40.78	211	40.68	212	40.54	213	40.46	214	40.47
215	40.5	216	40.55	217	40.6	218	40.67	219	40.73
220	40.87	221	40.92	222	40.97	223	40.98	224	40.98
225	40.96	226	41	227	40.95	228	40.9	229	40.91
230	40.84	231	40.69	232	40.7	233	40.73	234	40.7
235	40.62	236	40.44	237	39.72	238	39.29	239	39.11
240	39.01	241	39.06	242	39.07	243	39.09	244	39.12
245	39.11	246	39.12	247	39.16	248	39.12	249	39.09
250	39.11	251	39.16	252	39.25	253	39.5	254	40.27
255	43.06	256	43.8	257	43.86	258	43.81	259	43.72
260	43.58	261	43.61	262	43.64	263	43.56	264	43.54
265	43.54	266	43.57	267	43.65	268	43.72	269	43.78
270	43.83	271	43.79	272	43.81	273	43.82	274	43.77
275	43.79	276	43.85	277	43.84	278	43.85	279	43.9
280	43.94	281	43.93	282	43.96	283	44	284	44.02
285	44.09	286	44.11	287	44.17	288	44.19	289	44.22
290	44.22	291	44.27	292	44.34	293	44.35	294	44.41
295	44.41	296	44.47	297	44.54	298	44.56	299	44.63
300	44.7	301	44.76	302	44.83	303	44.87	304	44.92
305	44.99	306	45.06	307	45.06	308	45.11	309	45.15

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO		LA-E- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 58 di 66 Rev. 1

310	45.17	311	45.23	312	45.28	313	45.37	314	45.4
315	45.44	316	45.48	317	45.5	318	45.54	319	45.58
320	45.64	321	45.65	322	45.72	323	45.73	324	45.74
325	45.81	326	45.8	327	45.8	328	45.86	329	45.86
330	45.86	331	45.88	332	45.87	333	45.86	334	45.86
335	45.9	336	45.88	337	45.88	338	45.88	339	45.87
340	45.8	341	45.8	342	45.83	343	45.87	344	45.9
345	45.91	346	45.89	347	45.82	348	45.82	349	45.88
350	45.87								

Manning's n Values num= 3

Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.055	227	.035	256	.055

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

227	256	111.72	111.72	111.72	.1	.3
-----	-----	--------	--------	--------	----	----

Left Levee Station= 167 Elevation= 42.04

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	43.05	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.08	Wt. n-Val.	0.055	0.035	
W.S. Elev (m)	42.97	Reach Len. (m)	111.72	111.72	111.72
Crit W.S. (m)	42.04	Flow Area (m2)	508.38	88.37	
E.G. Slope (m/m)	0.000954	Area (m2)	508.38	88.37	
Q Total (m3/s)	642.00	Flow (m3/s)	483.67	158.33	
Top Width (m)	254.97	Top Width (m)	227.00	27.97	
Vel Total (m/s)	1.08	Avg. Vel. (m/s)	0.95	1.79	
Max Chl Dpth (m)	3.96	Hydr. Depth (m)	2.24	3.16	
Conv. Total (m3/s)	20783.2	Conv. (m3/s)	15657.7	5125.6	
Length Wtd. (m)	111.72	Wetted Per. (m)	230.59	30.55	
Min Ch El (m)	39.01	Shear (N/m2)	20.63	27.07	
Alpha	1.27	Stream Power (N/m s)	16757.26	7995.60	0.00
Frctn Loss (m)	0.24	Cum Volume (1000 m3)	43.71	96.61	5.19
C & E Loss (m)	0.09	Cum SA (1000 m2)	32.80	35.44	7.07

CROSS SECTION

RIVER: F.Tavo
REACH: alveo RS: 35.*

INPUT

Description:

Station	Elevation	Data	num=	359						
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	
0	41.38	1.313	41.37	2.096	41.36	3.283	41.32	4.192	41.29	
5.253	41.31	6.288	41.36	7.223	41.37	8.385	41.31	9.193	41.28	
10.481	41.27	11.163	41.31	12.476	41.3	13.133	41.27	14.446	41.24	
15.102	41.3	16.416	41.32	17.072	41.35	18.386	41.34	19.042	41.38	
20.355	41.41	21.012	41.37	22.325	41.26	23.058	41.22	24.295	41.32	
25.154	41.29	26.265	41.27	27.25	41.25	28.235	41.23	29.346	41.18	
30.205	41.22	31.442	41.27	32.175	41.27	33.488	41.29	34.145	41.3	
35.458	41.32	36.114	41.34	37.428	41.33	38.084	41.35	39.398	41.4	
40.054	41.38	41.367	41.28	42.024	41.29	43.337	41.35	44.019	41.4	
45.307	41.44	46.115	41.44	47.277	41.44	48.212	41.48	49.247	41.5	
50.308	41.48	51.217	41.54	52.404	41.61	53.187	41.62	54.5	41.55	
55.813	41.41	56.596	41.18	57.783	40.8	58.692	40.93	59.753	41.16	
60.788	41.33	61.723	41.53	62.885	41.57	63.693	41.61	64.981	41.59	
65.663	41.52	66.976	41.39	67.633	41.33	68.946	41.24	69.602	41.24	
70.916	41.24	71.572	41.25	72.886	41.32	73.542	41.29	74.855	41.37	
75.512	41.37	76.825	41.38	77.558	41.4	78.795	41.44	79.654	41.4	
80.765	41.36	81.75	41.38	82.735	41.41	83.846	41.46	84.705	41.5	
85.942	41.54	86.675	41.56	87.988	41.53	88.645	41.45	89.958	41.3	
90.614	41.29	91.928	41.22	92.584	41.19	93.898	41.21	94.554	41.24	
95.867	41.23	96.524	41.23	97.837	41.24	98.519	41.24	99.807	41.36	
100.615	41.47	101.777	41.53	102.712	41.52	103.747	41.59	104.808	41.62	
105.717	41.73	106.904	42.06	107.687	42.3	109	42.5	110.197	42.55	
111.393	42.47	112.435	42.48	113.294	42.45	114.153	42.4	115.012	42.36	
116.18	42.29	117.377	42.24	118.447	42.26	119.306	42.27	120.165	42.35	
121.024	42.38	122.164	42.25	123.361	42.03	124.459	42.03	125.318	42.1	

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ REGIONI MARCHE E ABRUZZO		LA-E- 83142	
	PROGETTO MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 59 di 66	Rev. 1

126.176	42.08	127.035	42	128.148	41.97	129.344	42.03	130.471	42.11
131.329	42.18	132.188	42.14	133.047	42.03	134.131	42	135.328	41.96
136.482	41.92	137.341	41.93	138.2	41.95	139.059	41.98	140.115	41.98
141.311	41.96	142.494	41.88	143.353	41.87	144.212	41.9	145.071	41.91
146.098	41.85	147.295	41.8	148.492	41.8	149.365	41.74	150.224	41.69
151.082	41.68	152.082	41.65	153.279	41.62	154.475	41.65	155.376	41.64
156.235	41.6	157.094	41.57	158.066	41.6	159.262	41.53	160.459	41.35
161.388	41.25	162.247	41.17	163.106	41.1	164.049	41.05	165.246	40.94
166.443	40.86	167.4	40.85	168.259	40.83	169.118	40.82	170.033	40.86
171.23	40.9	172.426	40.95	173.412	41.04	174.271	41.09	175.129	41.13
176.016	41.17	177.213	41.22	178.41	41.2	179.424	41.1	180.282	41.11
181.141	41.13	182	40.99	182.548	40.77	183.643	40.53	184.738	40.51
185.833	40.54	186.929	40.51	187.75	40.4	188.571	40.04	189.667	39.85
190.762	39.97	191.857	40.03	192.952	40.07	194.048	40.09	195.143	40.03
196.238	40.03	197.333	39.98	198.429	39.91	199.25	39.83	200.071	39.76
201.167	39.87	202.262	39.88	203.357	39.94	204.452	40.01	205.781	40.08
206.562	40.06	207.778	39.83	208.906	39.57	209.688	39.37	210.556	39.3
211.944	39.2	212.812	38.97	213.594	38.77	214.722	38.59	215.938	38.48
216.719	38.44	218.211	38.42	219.188	38.48	220.342	38.48	221.053	38.58
222.474	38.79	223.184	38.83	224.25	38.83	225.316	38.68	226.026	38.75
227.447	38.84	228.158	38.81	229.312	38.73	230.289	38.66	231.711	38.57
232.688	38.58	233.842	38.65	234.553	38.73	235.974	38.98	236.684	39.14
237.75	39.21	238.816	39.22	239.526	39.2	240.947	39.45	241.658	40.16
242.812	41.61	243.789	42.04	244.5	42.29	245	42.26	246	42.24
247	42.28	248	42.3	249	42.33	250	42.41	251	42.47
252	42.53	253	42.62	254	42.66	255	42.79	256	42.86
257	42.86	258	42.79	259	42.85	260	42.91	261	42.96
262	42.94	263	43.04	264.475	43.21	265.449	43.17	266.424	43.15
267.399	43.07	268.374	42.96	269.348	42.84	270.323	42.75	271.298	42.7
272.273	42.67	273.247	42.66	274.222	42.68	275.197	42.7	276.172	42.74
277.146	42.81	278.121	42.87	279.096	42.88	280.071	42.9	281.045	42.93
282.02	42.84	283.005	43	284.032	43	285.059	42.98	286.085	43.02
287.112	43.08	288.138	43.11	289.165	43.09	290.191	43.06	291.218	43.03
292.245	43.02	293.271	43.06	294.298	43.07	295.324	43.12	296.351	43.15
297.378	43.19	298.404	43.18	299.431	43.17	300.457	43.19	301.484	43.22
302.49	43.26	303.465	43.28	304.439	43.33	305.414	43.37	306.389	43.39
307.364	43.41	308.338	43.45	309.313	43.47	310.288	43.44	311.263	43.43
312.237	43.43	313.212	43.45	314.187	43.5	315.162	43.56	316.136	43.64
317.111	43.68	318.086	43.7	319.061	43.74	320.035	43.77	321.01	43.84
322.016	43.92	323.043	43.93	324.069	43.97	325.096	44	326.122	44.01
327.149	44.05	328.176	44.09	329.202	44.09	330.229	44.06	331.255	44.08
332.282	44.06	333.309	44.06	334.335	44.09	335.362	44.11	336.388	44.13
337.415	44.19	338.441	44.2	339.468	44.19	340.495	44.16	341.48	44.16
342.455	44.17	343.429	44.15	344.404	44.16	345.379	44.15	346.354	44.16
347.328	44.17	348.303	44.17	349.278	44.14	350.253	44.13	351.227	44.14
352.202	44.18	353.177	44.2	354.152	44.22	355.126	44.23	356.101	44.24
357.076	44.21	358.051	44.24	359.025	44.29	360	44.3		

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 182 .035 244.5 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
182 244.5 111.72 111.72 111.72 .1 .3
Left Levee Station= 110.5 Elevation= 42.55
Right Levee Station= 264.48 Elevation= 43.21

CROSS SECTION

RIVER: F.Tavo
REACH: alveo RS: 30

INPUT

Description:

Station Elevation Data num= 371
Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev Sta Elev
0 42.16 1 42.18 2 42.17 3 42.16 4 42.17
5 42.19 6 42.17 7 42.15 8 42.2 9 42.2
10 42.15 11 42.11 12 42.14 13 42.16 14 42.1
15 42.08 16 42.1 17 42.09 18 42.08 19 42.09

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO		LA-E- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 60 di 66 Rev. 1

20	42.1	21	42.13	22	42.12	23	42.12	24	42.16
25	42.1	26	42.09	27	42.11	28	42.12	29	42.17
30	42.16	31	42.17	32	42.2	33	42.19	34	42.18
35	42.19	36	42.17	37	42.17	38	42.2	39	42.17
40	42.16	41	42.18	42	42.19	43	42.18	44	42.19
45	42.19	46	42.17	47	42.24	48	42.4	49	42.58
50	42.79	51	42.99	52	43.03	53	43.05	54	43.06
55	43.04	56	43.01	57	42.96	58	42.89	59	42.81
60	42.72	61	42.61	62	42.61	63	42.57	64	42.59
65	42.74	66	42.84	67	42.82	68	42.74	69	42.6
70	42.58	71	42.63	72	42.58	73	42.48	74	42.48
75	42.54	76	42.63	77	42.76	78	42.88	79	42.79
80	42.6	81	42.54	82	42.56	83	42.53	84	42.55
85	42.59	86	42.63	87	42.67	88	42.69	89	42.67
90	42.59	91	42.54	92	42.53	93	42.56	94	42.53
95	42.45	96	42.52	97	42.53	98	42.52	99	42.41
100	42.29	101	42.24	102	42.22	103	42.13	104	42.16
105	42.22	106	42.28	107	42.26	108	42.22	109	42.24
110	42.26	111	42.1	112	41.88	113	41.72	114	41.6
115	41.55	116	41.56	117	41.51	118	41.33	119	41.24
120	41.21	121	41.14	122	41.08	123	41.12	124	41.12
125	41.16	126	41.17	127	41.23	128	41.28	129	41.33
130	41.36	131	41.43	132	41.49	133	41.41	134	41.23
135	41.23	136	41.27	137	41.02	138	40.6	139	40.25
140	40.12	141	40.13	142	40.1	143	40.14	144	40.17
145	40.18	146	40.11	147	40.05	148	39.76	149	39.17
150	38.9	151	38.8	152	38.87	153	39.04	154	39.11
155	39.16	156	39.2	157	39.23	158	39.28	159	39.28
160	39.2	161	39.16	162	39.17	163	39.19	164	39.16
165	39.1	166	39.05	167	38.97	168	38.87	169	38.77
170	38.7	171	38.8	172	38.94	173	39.04	174	38.99
175	39.05	176	39.14	177	39.25	178	39.32	179	39.4
180	39.47	181	39.42	182	39.06	183	38.81	184	38.44
185	38.07	186	37.99	187	37.95	188	37.95	189	37.95
190	37.9	191	37.89	192	37.87	193	37.83	194	37.81
195	37.77	196	37.81	197	37.88	198	37.91	199	37.89
200	38.08	201	38.38	202	38.49	203	38.55	204	38.58
205	38.48	206	38.24	207	38.38	208	38.53	209	38.56
210	38.48	211	38.34	212	38.29	213	38.19	214	38.06
215	38.03	216	38.06	217	38.08	218	38.2	219	38.35
220	38.54	221	38.8	222	39.09	223	39.25	224	39.1
225	39.03	226	38.85	227	38.69	228	38.72	229	39.17
230	39.8	231	40.38	232	40.6	233	40.78	234	40.71
235	40.71	236	40.68	237	40.7	238	40.75	239	40.78
240	40.79	241	40.8	242	40.85	243	40.93	244	41.02
245	41.09	246	41.13	247	41.16	248	41.25	249	41.36
250	41.44	251	41.48	252	41.52	253	41.58	254	41.78
255	41.9	256	41.91	257	41.9	258	41.91	259	41.88
260	41.77	261	41.78	262	41.89	263	42.01	264	42.01
265	42.03	266	42.12	267	42.12	268	42.08	269	42.13
270	42.28	271	42.48	272	42.56	273	42.52	274	42.56
275	42.54	276	42.31	277	42.04	278	41.91	279	41.86
280	41.79	281	41.76	282	41.75	283	41.73	284	41.73
285	41.82	286	41.91	287	41.97	288	41.99	289	42.05
290	42.1	291	42.2	292	42.15	293	42.12	294	42.17
295	42.26	296	42.29	297	42.27	298	42.2	299	42.09
300	42.01	301	42.02	302	42.03	303	42.04	304	42.1
305	42.12	306	42.16	307	42.13	308	42.07	309	42.03
310	42.09	311	42.12	312	42.14	313	42.2	314	42.21
315	42.22	316	42.21	317	42.22	318	42.21	319	42.07
320	42.01	321	41.96	322	41.94	323	41.99	324	42.05
325	42.21	326	42.25	327	42.24	328	42.3	329	42.31
330	42.39	331	42.46	332	42.46	333	42.49	334	42.51
335	42.51	336	42.54	337	42.6	338	42.57	339	42.49
340	42.45	341	42.41	342	42.37	343	42.37	344	42.38
345	42.43	346	42.47	347	42.54	348	42.54	349	42.51
350	42.44	351	42.45	352	42.48	353	42.44	354	42.42
355	42.41	356	42.43	357	42.46	358	42.47	359	42.45
360	42.45	361	42.47	362	42.52	363	42.52	364	42.54
365	42.56	366	42.6	367	42.59	368	42.65	369	42.7
370	42.72								

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO		LA-E- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 61 di 66 Rev. 1

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 144 .035 233 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
144 233 91.415 91.415 91.415 .1 .3
Left Levee Station= 54 Elevation= 43.06
Right Levee Station= 272 Elevation= 42.56

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	41.98	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.29	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	41.69	Reach Len. (m)	91.42	91.42	91.42
Crit W.S. (m)	40.53	Flow Area (m2)	19.15	258.82	13.58
E.G. Slope (m/m)	0.001749	Area (m2)	19.15	258.82	13.58
Q Total (m3/s)	642.00	Flow (m3/s)	10.56	623.63	7.81
Top Width (m)	140.35	Top Width (m)	30.78	89.00	20.57
Vel Total (m/s)	2.20	Avg. Vel. (m/s)	0.55	2.41	0.58
Max Chl Dpth (m)	3.92	Hydr. Depth (m)	0.62	2.91	0.66
Conv. Total (m3/s)	15353.0	Conv. (m3/s)	252.5	14913.6	186.9
Length Wtd. (m)	91.42	Wetted Per. (m)	31.03	90.37	20.61
Min Ch El (m)	37.77	Shear (N/m2)	10.59	49.11	11.29
Alpha	1.16	Stream Power (N/m s)	17714.82	2585.40	13022.78
Frctn Loss (m)	0.17	Cum Volume (1000 m3)	12.29	61.36	4.43
C & E Loss (m)	0.01	Cum SA (1000 m2)	14.71	22.08	5.93

CROSS SECTION

RIVER: F.Tavo
REACH: alveo RS: 25.*

INPUT

Description:

Station	Elevation	Data	num=	349						
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	
0	41.2	1.359	41.23	2.039	41.23	3.398	41.2	4.077	41.15	
5.437	41.16	6.116	41.17	7.475	41.18	8.155	41.17	9.461	41.14	
10.194	41.14	11.353	41.11	12.232	41.08	13.245	41.06	14.271	41.07	
15.137	41.07	16.31	41.06	17.029	41.06	18.349	41.1	19.028	41.08	
20.387	41.05	21.067	41.02	22.426	41.05	23.106	41.06	24.465	41	
25.144	40.99	26.49	40.99	27.183	40.99	28.382	40.96	29.222	40.98	
30.275	41.01	31.261	41	32.167	41	33.299	40.96	34.059	40.98	
35.338	41.01	36.018	41	37.377	40.99	38.056	41.01	39.415	41.01	
40.095	40.99	41.454	40.97	42.134	40.96	43.493	40.94	44.173	40.94	
45.412	40.96	46.211	40.94	47.304	40.91	48.25	40.87	49.196	40.85	
50.289	40.85	51.088	40.85	52.327	40.85	53.007	40.83	54.366	40.82	
55.046	40.84	56.405	40.85	57.085	40.82	58.444	40.84	59.123	40.85	
60.482	40.83	61.162	40.81	62.441	40.8	63.201	40.81	64.333	40.74	
65.239	40.74	66.225	40.75	67.278	40.73	68.118	40.68	69.317	40.7	
70.01	40.74	71.356	40.39	72.035	40.32	73.394	40.25	74.074	40.27	
75.433	40.25	76.113	40.23	77.472	40.32	78.151	40.4	79.471	40.37	
80.19	40.42	81.363	40.33	82.229	40.27	83.255	40.3	84.268	40.42	
85.147	40.67	86.306	40.83	87.039	40.87	88.345	40.74	89.025	40.68	
90.384	40.66	91.063	40.69	92.423	40.79	93.102	40.86	94.461	41.04	
95.141	41.34	96.5	41.58	97.733	41.58	98.965	41.55	99.581	41.53	
100.814	41.44	101.8	41.35	102.663	41.26	103.895	41.22	104.512	41.21	
105.744	41.3	106.977	41.21	107.593	41.14	108.826	41.15	109.75	41.09	
110.674	41.11	111.907	41.23	112.523	41.32	113.756	41.37	114.988	41.27	
115.605	41.29	116.837	41.28	117.7	41.31	118.686	41.33	119.919	41.31	
120.535	41.26	121.767	41.22	123	41.22	124.233	41.21	125.465	41.21	
126.081	41.15	127.314	41.07	128.3	41.03	129.163	41.03	130.395	41.09	
131.012	41.08	132.244	41.08	133.477	41.01	134.093	40.91	135.326	40.78	
136.25	40.76	137.174	40.72	138.407	40.57	139.023	40.55	140.256	40.5	
141.488	40.54	142.105	40.56	143.337	40.59	144.2	40.63	145.186	40.65	
146.419	40.71	147.035	40.67	148.267	40.57	149.5	40.46	150.784	40.1	
151.957	39.89	152.776	39.87	153.595	39.85	154.635	39.88	155.919	39.67	
156.871	39.4	157.69	39.18	158.509	38.85	159.77	38.29	160.966	38.06	
161.784	38.06	162.603	38.15	163.622	38.25	164.905	38.36	165.879	38.41	

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO		LA-E- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 62 di 66 Rev. 1

166.698	38.47	167.517	38.53	168.757	38.59	169.974	38.64	170.793	38.64
171.612	38.61	172.608	38.55	173.892	38.41	174.888	38.26	175.707	38.15
176.526	38.07	177.743	38.02	178.983	38.08	179.802	38.06	180.621	38.09
181.595	38.13	182.878	38.17	183.897	38.21	184.716	38.24	185.534	38.2
186.73	37.95	187.991	37.7	188.81	37.5	189.629	37.44	190.581	37.4
191.865	37.38	192.905	37.35	193.724	37.33	194.543	37.31	195.716	37.26
197	37.22	198.5	37.3	200	37.32	201.5	37.64	203	37.78
204.5	37.81	206	38.02	207.5	38.3	209	38.34	210.5	38.39
212	38.39	213.5	38.39	215	38.49	216.5	38.74	218	39.14
219.5	39.23	221	39.16	222.5	39.29	224	39.93	225.5	40.31
226.905	40.27	227.829	40.23	228.605	40.26	229.714	40.37	230.934	40.47
231.711	40.49	232.524	40.51	233.929	40.48	234.816	40.46	235.592	40.44
236.738	40.46	237.921	40.5	238.697	40.53	239.548	40.54	240.952	40.59
241.803	40.68	242.579	40.72	243.762	40.72	244.908	40.78	245.684	40.78
246.571	40.72	247.976	40.76	248.789	40.84	249.566	40.85	250.786	40.92
251.895	41.03	252.671	41.14	253.595	41.38	255	41.64	256.111	41.74
257.222	41.7	258.333	41.64	259.444	41.54	260.455	41.43	261.364	41.33
262.273	41.25	263.182	41.2	264.091	41.15	265.909	41.08	266.818	41.06
267.727	41.05	268.636	41.02	269.545	41.02	270.556	41.06	271.667	41.12
272.778	41.13	273.889	41.15	275	41.17	276.111	41.21	277.222	41.25
278.333	41.2	279.444	41.22	280.455	41.28	281.364	41.32	282.273	41.34
283.182	41.37	284.091	41.36	285.909	41.3	286.818	41.26	287.727	41.24
288.636	41.24	289.545	41.27	290.556	41.27	291.667	41.29	292.778	41.29
293.889	41.33	295	41.34	296.111	41.35	297.222	41.35	298.333	41.39
299.444	41.4	300.455	41.39	301.364	41.41	302.273	41.43	303.182	41.44
304.091	41.47	305.909	41.38	306.818	41.4	307.727	41.36	308.636	41.33
309.545	41.33	310.556	41.3	311.667	41.3	312.778	41.32	313.889	41.35
315	41.42	316.111	41.42	317.222	41.44	318.333	41.5	319.444	41.48
320.455	41.51	321.364	41.54	322.273	41.57	323.182	41.57	324.091	41.59
325.909	41.64	326.818	41.65	327.727	41.67	328.636	41.7	329.545	41.68
330.556	41.67	331.667	41.65	332.778	41.65	333.889	41.67	335	41.68
336.111	41.69	337.222	41.75	338.333	41.79	339.444	41.84	340.455	41.87
341.364	41.86	342.273	41.86	343.182	41.86	344.091	41.85	345.909	41.86
346.818	41.86	347.727	41.88	348.636	41.87	349.545	41.91	350.556	41.93
351.667	41.93	352.778	41.93	353.889	41.93	355	41.94	356.111	41.99
357.222	42.02	358.333	42.05	359.444	42.05	360.455	42.09	361.364	42.09
362.273	42.16	363.182	42.15	364.091	42.19	365	42.21		

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val
0 .055 149.5 .035 225.5 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
149.5 225.5 91.415 91.415 91.415 .1 .3
Left Levee Station= 97.5 Elevation= 41.6
Right Levee Station= 256.11 Elevation= 41.74

CROSS SECTION

RIVER: F.Tavo
REACH: alveo RS: 20

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num= 361							
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	40.24	1	40.3	2	40.28	3	40.27	4	40.24
5	40.23	6	40.14	7	40.17	8	40.16	9	40.17
10	40.19	11	40.19	12	40.17	13	40.13	14	40.09
15	40.09	16	40.11	17	40.02	18	39.99	19	39.97
20	39.98	21	39.96	22	39.94	23	39.91	24	39.91
25	39.91	26	39.98	27	40.03	28	40.01	29	39.98
30	39.98	31	39.93	32	39.95	33	39.97	34	39.97
35	39.86	36	39.84	37	39.83	38	39.84	39	39.88
40	39.89	41	39.87	42	39.84	43	39.87	44	39.89
45	39.95	46	39.9	47	39.93	48	39.87	49	39.84
50	39.89	51	39.88	52	39.93	53	39.9	54	39.89
55	39.89	56	39.91	57	39.88	58	39.9	59	39.85
60	39.8	61	39.82	62	39.8	63	39.81	64	39.76
65	39.74	66	39.76	67	39.77	68	39.75	69	39.76

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO		LA-E- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 63 di 66 Rev. 1

70	39.69	71	39.65	72	39.62	73	39.6	74	39.6
75	39.59	76	39.64	77	39.59	78	39.53	79	39.52
80	39.48	81	39.51	82	39.58	83	39.54	84	39.48
85	39.51	86	39.51	87	39.53	88	39.49	89	39.47
90	39.42	91	39.42	92	39.4	93	39.44	94	39.41
95	39.24	96	39.29	97	39.3	98	39.3	99	39.28
100	39.22	101	39.12	102	39.23	103	39.31	104	38.98
105	38.58	106	38.45	107	38.33	108	38.33	109	38.37
110	38.38	111	38.34	112	38.3	113	38.38	114	38.47
115	38.61	116	38.49	117	38.56	118	38.66	119	38.62
120	38.43	121	38.36	122	38.35	123	38.48	124	38.65
125	39.03	126	39.41	127	39.49	128	39.58	129	39.49
130	39.27	131	39.12	132	39.09	133	39.06	134	39.06
135	39.06	136	39.13	137	39.2	138	39.23	139	39.71
140	40.33	141	40.5	142	40.47	143	40.16	144	40.05
145	39.94	146	39.78	147	39.75	148	39.88	149	40.01
150	40.02	151	39.93	152	39.9	153	39.9	154	39.89
155	39.89	156	39.93	157	39.96	158	39.89	159	39.96
160	39.95	161	39.93	162	39.89	163	39.79	164	39.65
165	39.59	166	39.62	167	39.16	168	38.53	169	37.95
170	37.56	171	37.3	172	37.22	173	37.37	174	37.52
175	37.6	176	37.77	177	38	178	38.11	179	38.07
180	38.01	181	37.83	182	37.6	183	37.45	184	37.17
185	37.11	186	37.15	187	37.1	188	37.04	189	37.02
190	36.99	191	36.95	192	36.96	193	36.9	194	36.85
195	36.8	196	36.79	197	36.75	198	36.7	199	36.66
200	36.71	201	36.75	202	36.89	203	37	204	37.14
205	37.66	206	38.04	207	38.34	208	38.59	209	38.74
210	38.7	211	38.63	212	38.68	213	39.02	214	39.42
215	39.63	216	39.41	217	39.48	218	39.84	219	39.82
220	39.77	221	39.98	222	40.17	223	40.17	224	39.96
225	39.76	226	39.71	227	39.63	228	39.6	229	39.6
230	39.55	231	39.53	232	39.68	233	39.66	234	39.64
235	39.68	236	39.75	237	39.98	238	40.6	239	40.79
240	40.91	241	40.93	242	40.82	243	40.66	244	40.52
245	40.53	246	40.55	247	40.52	248	40.5	249	40.45
250	40.46	251	40.4	252	40.37	253	40.35	254	40.3
255	40.3	256	40.29	257	40.34	258	40.31	259	40.29
260	40.32	261	40.28	262	40.31	263	40.33	264	40.25
265	40.25	266	40.33	267	40.39	268	40.4	269	40.41
270	40.45	271	40.46	272	40.49	273	40.49	274	40.48
275	40.46	276	40.46	277	40.5	278	40.5	279	40.49
280	40.47	281	40.45	282	40.52	283	40.55	284	40.61
285	40.66	286	40.67	287	40.7	288	40.67	289	40.64
290	40.64	291	40.65	292	40.67	293	40.72	294	40.63
295	40.55	296	40.58	297	40.58	298	40.6	299	40.66
300	40.64	301	40.66	302	40.64	303	40.66	304	40.65
305	40.62	306	40.59	307	40.62	308	40.68	309	40.7
310	40.65	311	40.64	312	40.63	313	40.68	314	40.66
315	40.69	316	40.74	317	40.76	318	40.76	319	40.77
320	40.8	321	40.8	322	40.85	323	40.84	324	40.88
325	40.9	326	40.98	327	40.99	328	40.98	329	41.06
330	41.08	331	41.12	332	41.14	333	41.19	334	41.2
335	41.25	336	41.27	337	41.24	338	41.3	339	41.28
340	41.3	341	41.34	342	41.33	343	41.38	344	41.39
345	41.39	346	41.41	347	41.4	348	41.41	349	41.41
350	41.45	351	41.52	352	41.53	353	41.57	354	41.54
355	41.59	356	41.59	357	41.69	358	41.63	359	41.67
360	41.7								

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 168 .035 213 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
168 213 90.97 90.97 90.97 .1 .3
Left Levee Station= 141 Elevation= 40.5
Right Levee Station= 241 Elevation= 40.93

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO		LA-E- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 64 di 66 Rev. 1

E.G. Elev (m)	41.45	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	1.02	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	40.43	Reach Len. (m)	90.97	90.97	90.97
Crit W.S. (m)	40.43	Flow Area (m2)	15.26	132.40	17.54
E.G. Slope (m/m)	0.006253	Area (m2)	15.26	132.40	17.54
Q Total (m3/s)	642.00	Flow (m3/s)	15.28	606.90	19.83
Top Width (m)	95.60	Top Width (m)	25.87	45.00	24.73
Vel Total (m/s)	3.89	Avg. Vel. (m/s)	1.00	4.58	1.13
Max Chl Dpth (m)	3.77	Hydr. Depth (m)	0.59	2.94	0.71
Conv. Total (m3/s)	8118.7	Conv. (m3/s)	193.2	7674.8	250.7
Length Wtd. (m)	90.97	Wetted Per. (m)	26.26	45.82	25.17
Min Ch El (m)	36.66	Shear (N/m2)	35.63	177.20	42.73
Alpha	1.32	Stream Power (N/m s)	17236.03	6750.77	11538.56
Frctn Loss (m)	0.52	Cum Volume (1000 m3)	8.75	22.24	0.82
C & E Loss (m)	0.13	Cum SA (1000 m2)	7.64	9.00	1.24

CROSS SECTION

RIVER: F.Tavo

REACH: alveo

RS: 15.*

INPUT

Description:

Station Elevation Data			num=	323					
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	40.14	1.311	40.16	2.424	40.15	3.232	40.15	4.04	40.15
5.246	40.09	6.465	40.09	7.273	40.11	8.081	40.12	9.18	40.12
10.492	40.07	11.313	40.05	12.121	40.06	13.115	40.07	14.426	40.01
15.354	40	16.162	40	17.049	39.99	18.361	39.94	19.394	39.98
20.202	40	21.01	40.06	22.295	40.09	23.434	40.08	24.242	40.07
25.051	40.03	26.23	40.03	27.475	40.05	28.283	40	29.091	39.99
30.164	39.98	31.475	40.02	32.323	40.02	33.131	40.01	34.098	39.99
35.41	40.03	36.364	40.06	37.172	40.04	38.033	40.05	39.344	40.02
40.404	40.05	41.212	40.05	42.02	40.08	43.279	40.04	44.444	40.04
45.253	40.06	46.061	40.04	47.213	40.04	48.485	40.01	49.293	40.01
50.101	39.99	51.148	39.99	52.459	40.02	53.333	40.02	54.141	40.01
55.082	39.99	56.393	39.97	57.374	39.94	58.182	39.92	59.016	39.91
60.328	39.9	61.414	39.91	62.222	39.88	63.03	39.85	64.262	39.83
65.455	39.82	66.263	39.84	67.071	39.82	68.197	39.8	69.495	39.79
70.303	39.8	71.111	39.78	72.131	39.78	73.443	39.78	74.343	39.88
75.152	39.99	76.066	40.05	77.377	40.09	78.384	40.15	79.192	40.15
80.944	39.99	81.889	39.81	82.833	39.66	83.778	39.44	84.722	39.06
85.667	38.55	86.611	38.07	87.556	37.76	88.312	37.64	89.125	37.69
91.1	37.8	92.4	37.86	93.375	37.87	94.188	37.88	95.812	37.78
96.625	37.83	97.6	37.91	98.9	37.94	99.875	37.92	100.688	37.92
102.312	37.96	103.125	38.01	104.1	38	105.4	37.94	106.375	37.85
107.188	37.8	108.812	37.87	109.625	37.91	110.6	37.98	111.9	38.18
112.875	38.34	113.688	38.5	115.312	38.68	116.125	38.74	117.1	38.76
118.4	38.46	119.375	38.14	120.188	38.04	121.812	38.12	122.625	38.14
123.6	38.09	124.9	38.11	125.875	38.15	126.688	38.22	128.312	38.28
129.125	38.32	130.1	38.51	131.4	39.03	132.375	39.68	133.188	39.57
134.6	39.5	135.8	39.4	137	39.32	138.2	39.47	139.4	39.41
140.6	39.37	141.8	39.33	143	39.34	144.2	39.34	145.4	39.32
146	39.31	146.776	39.26	147.552	39.11	148.811	38.85	149.881	38.65
150.657	38.57	151.622	38.52	152.985	38.36	153.761	38.18	154.537	38.01
155.838	37.82	156.866	37.6	157.642	37.43	158.649	37.28	159.97	37.18
160.746	37.22	161.522	37.29	162.865	37.46	163.851	37.53	164.627	37.55
165.676	37.65	166.955	37.79	167.731	37.84	168.507	37.87	169.892	37.92
170.836	37.91	171.612	37.9	172.703	37.77	173.94	37.63	174.716	37.6
175.514	37.56	176.919	37.22	177.821	36.99	178.597	36.91	179.73	36.94
180.925	36.93	181.701	36.92	182.541	36.91	183.946	36.97	184.806	36.95
185.582	36.89	186.757	36.68	187.91	36.61	188.687	36.64	189.568	36.64
190.973	36.58	191.791	36.53	192.567	36.47	193.784	36.42	194.896	36.4
195.672	36.4	196.595	36.38	198	36.34	199	36.34	200.368	36.41
201.053	36.5	202.421	36.7	203.105	37.01	204.474	37.47	205.158	37.66
206.429	37.85	207.211	37.89	208.286	38.11	209.263	38.52	210.143	38.71
211.316	38.9	212	39.21	212.875	39.51	213.75	39.8	214.625	39.9
216.375	40.16	217.25	40.16	218.125	40.13	219.875	39.86	220.75	39.79
221.625	39.74	223.375	39.56	224.25	39.47	225.125	39.45	226.765	39.41

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO		LA-E- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 65 di 66 Rev. 1

227.529	39.4	228.889	39.48	229.824	39.52	230.588	39.54	231.778	39.56
232.882	39.59	233.647	39.6	234.667	39.63	235.941	39.81	236.706	39.95
237.556	40.16	239	40.29	240.492	40.36	241.256	40.3	242.008	40.21
243.475	40.13	244.264	40.14	245.017	40.13	246.459	40.08	247.273	40.08
248.025	40.05	249.443	40.02	250.281	39.99	251.033	39.99	252.426	40.01
253.289	39.99	254.041	39.98	255.41	39.97	256.298	39.99	257.05	40.01
258.393	39.97	259.306	39.98	260.058	40	261.377	40.02	262.314	40.06
263.066	40.09	264.361	40.13	265.322	40.13	266.074	40.13	267.344	40.14
268.331	40.15	269.083	40.15	270.328	40.12	271.339	40.15	272.091	40.17
273.311	40.21	274.347	40.22	275.099	40.23	276.295	40.19	277.355	40.19
278.107	40.2	279.279	40.21	280.364	40.18	281.116	40.15	282.262	40.17
283.372	40.17	284.124	40.19	285.246	40.17	286.38	40.17	287.132	40.18
288.229	40.16	289.388	40.12	290.141	40.14	291.213	40.17	292.397	40.14
293.149	40.14	294.197	40.17	295.405	40.23	296.157	40.29	297.18	40.41
298.413	40.46	299.165	40.48	300.164	40.51	301.422	40.57	302.174	40.58
303.148	40.63	304.43	40.7	305.182	40.73	306.131	40.76	307.438	40.81
308.19	40.85	309.115	40.9	310.446	40.97	311.198	40.98	312.098	40.97
313.455	40.98	314.207	40.97	315.082	40.98	316.463	41	317.215	41.03
318.066	41.04	319.471	41.05	320.223	41.05	321.049	41.06	322.479	41.08
323.231	41.12	324.033	41.13	325.488	41.14	326.24	41.16	327.016	41.17
328.496	41.2	329.248	41.22	330	41.24				

Manning's n Values num= 3
Sta n Val Sta n Val Sta n Val
0 .055 154.537 .035 212 .055

Bank Sta: Left Right Lengths: Left Channel Right Coeff Contr. Expan.
154.537 212 90.97 90.97 90.97 .1 .3
Left Levee Station= 132.38 Elevation= 39.68
Right Levee Station= 217.25 Elevation= 40.16

CROSS SECTION

RIVER: F.Tavo
REACH: alveo RS: 10

INPUT

Description:

Station Elevation Data		num= 301							
Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev	Sta	Elev
0	40.04	1	40.03	2	40.04	3	40.07	4	40.03
5	40.02	6	40.06	7	40.05	8	40	9	40.02
10	40.05	11	40.03	12	40.02	13	40.03	14	39.97
15	40.06	16	40.13	17	40.17	18	40.17	19	40.14
20	40.1	21	40.13	22	40.15	23	40.12	24	40.17
25	40.15	26	40.14	27	40.17	28	40.18	29	40.18
30	40.19	31	40.21	32	40.23	33	40.18	34	40.2
35	40.2	36	40.21	37	40.22	38	40.18	39	40.19
40	40.29	41	40.26	42	40.23	43	40.23	44	40.23
45	40.22	46	40.2	47	40.18	48	40.17	49	40.16
50	40.13	51	40.09	52	40.1	53	40.07	54	40.06
55	40.1	56	40.13	57	40.47	58	40.71	59	40.9
60	41.02	61	40.94	62	40.75	63	40.47	64	40.13
65	39.61	66	38.96	67	38.26	68	37.58	69	37.09
70	36.93	71	36.94	72	37.03	73	37.21	74	37.34
75	37.33	76	37.39	77	37.44	78	37.41	79	37.21
80	37.25	81	37.35	82	37.31	83	37.27	84	37.32
85	37.33	86	37.29	87	37.29	88	37.37	89	37.36
90	37.42	91	37.46	92	37.32	93	37.25	94	37.3
95	37.31	96	37.3	97	37.31	98	37.33	99	37.33
100	37.36	101	37.55	102	37.69	103	37.81	104	37.92
105	38.07	106	37.88	107	37.58	108	37.12	109	37
110	37.12	111	37.26	112	37.31	113	37.22	114	37.24
115	37.27	116	37.29	117	37.38	118	37.49	119	37.45
120	37.57	121	37.77	122	37.95	123	38.42	124	38.9
125	39.03	126	39.14	127	39.18	128	39.06	129	38.91
130	38.87	131	38.79	132	38.55	133	38.3	134	38.05
135	37.8	136	37.63	137	37.41	138	37.48	139	37.55
140	37.53	141	37.53	142	37.64	143	37.7	144	37.53
145	37.38	146	37.28	147	37.18	148	37.14	149	37.15

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	REGIONI MARCHE E ABRUZZO		LA-E- 83142
	PROGETTO	MET. "RAVENNA - CHIETI" / TRATTO "RECANATI - CHIETI"		Fg. 66 di 66 Rev. 1

150	37.21	151	37.32	152	37.43	153	37.49	154	37.46
155	37.52	156	37.54	157	37.6	158	37.63	159	37.63
160	37.71	161	37.78	162	37.78	163	37.82	164	37.76
165	37.64	166	37.64	167	37.66	168	37.67	169	37.56
170	37.22	171	36.85	172	36.7	173	36.71	174	36.73
175	36.75	176	36.77	177	36.78	178	36.87	179	36.93
180	36.9	181	36.8	182	36.52	183	36.32	184	36.27
185	36.34	186	36.39	187	36.38	188	36.3	189	36.23
190	36.15	191	36.07	192	36.04	193	36.04	194	36.06
195	36.04	196	36.1	197	36.02	198	36.02	199	36.02
200	36.09	201	36.28	202	36.62	203	36.99	204	37.35
205	37.86	206	38.58	207	39.2	208	39.8	209	39.97
210	40.12	211	40.19	212	40.15	213	40.15	214	40.09
215	39.9	216	39.84	217	39.78	218	39.7	219	39.52
220	39.34	221	39.32	222	39.28	223	39.27	224	39.27
225	39.24	226	39.29	227	39.38	228	39.43	229	39.44
230	39.52	231	39.5	232	39.49	233	39.49	234	39.56
235	39.66	236	39.67	237	39.71	238	39.73	239	39.78
240	39.78	241	39.76	242	39.73	243	39.73	244	39.7
245	39.7	246	39.69	247	39.68	248	39.68	249	39.66
250	39.66	251	39.68	252	39.68	253	39.61	254	39.64
255	39.7	256	39.77	257	39.79	258	39.79	259	39.81
260	39.78	261	39.79	262	39.78	263	39.76	264	39.73
265	39.75	266	39.73	267	39.74	268	39.75	269	39.73
270	39.69	271	39.7	272	39.69	273	39.65	274	39.65
275	39.63	276	39.68	277	39.82	278	40.07	279	40.18
280	40.21	281	40.3	282	40.37	283	40.43	284	40.51
285	40.54	286	40.65	287	40.74	288	40.67	289	40.65
290	40.66	291	40.67	292	40.68	293	40.69	294	40.7
295	40.71	296	40.72	297	40.73	298	40.74	299	40.76
300	40.77								

Manning's n Values num= 3

Sta	n Val	Sta	n Val	Sta	n Val
0	.055	168	.035	206	.055

Bank Sta:	Left	Right	Lengths:	Left Channel	Right	Coeff Contr.	Expan.
	168	206		0	0	.1	.3
Left Levee	Station=		127	Elevation=	39.18		
Right Levee	Station=		211	Elevation=	40.19		

CROSS SECTION OUTPUT Profile #TR200

E.G. Elev (m)	39.65	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.47	Wt. n-Val.	0.055	0.035	0.055
W.S. Elev (m)	39.18	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	39.18	Flow Area (m2)	160.39	98.64	0.29
E.G. Slope (m/m)	0.004924	Area (m2)	160.39	98.64	0.29
Q Total (m3/s)	642.00	Flow (m3/s)	273.43	368.42	0.15
Top Width (m)	141.31	Top Width (m)	102.34	38.00	0.97
Vel Total (m/s)	2.48	Avg. Vel. (m/s)	1.70	3.73	0.51
Max Chl Dpth (m)	3.16	Hydr. Depth (m)	1.57	2.60	0.30
Conv. Total (m3/s)	9149.4	Conv. (m3/s)	3896.8	5250.5	2.1
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)	103.84	38.79	1.14
Min Ch El (m)	36.02	Shear (N/m2)	74.58	122.77	12.31
Alpha	1.51	Stream Power (N/m s)	14363.36	6080.50	10102.23
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)			