

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 1 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

**RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA - CHIETI"
TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26"), DP 75 bar
ED OPERE CONNESSE**

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

**APPROFONDIMENTI TEMATICI RELATIVI ALLA RICHIESTA MATTM
PROT. DVA N. 025243 DEL 09.11.2018**

**Approfondimenti tematici
Nota CTVIA del 19/10/2018**

**ANNESSO A20
Attraversamento in subalveo del
FIUME MUSONE**

**VALUTAZIONI IDROLOGICHE - IDRAULICHE E
RELAZIONE TECNICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA**



0	Emissione	M.VITELLI	M.FORNAROLI	V. FORLIVESI G. GIOVANNINI	15/05/2019
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato Autorizzato	Data

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 2 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

INDICE

1	GENERALITA'	4
	1.1 Premessa	4
	1.2 Scopo e descrizione dell'elaborato	4
	1.3 Disegno di Attraversamento	5
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	6
3	CARATTERIZZAZIONE IDROGRAFICA DELL'AMBITO IN ESAME	8
	3.1 Assetto idrografico e descrizione generale del bacino del corso d'acqua	8
	3.2 Descrizione dell'area d'intervento	10
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 Regionalizzazione delle portate	15
	4.5 Metodo VA.PI	16
	4.6 Portate al colmo di piena nella sezione di studio	19
	4.7 Validazione dei risultati	19
5	VALUTAZIONI DI CARATTERE IDRAULICO	22
	5.1 Generalità	22
	5.2 Considerazioni specifiche	22
	5.3 Studio Università di Camerino sul corso d'acqua	23
6	METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI	26
	6.1 Metodologia costruttiva: TOC	26
	6.2 Configurazioni geometriche di progetto	26
	6.3 Considerazioni inerenti alla geometria di trivellazione	27

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 3 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

6.4	Descrizione del sistema operativo della TOC	27
7	VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA	33
7.1	Premessa	33
7.2	Interferenze nell'ambito specifico di attraversamento	34
7.3	Analisi dei criteri di compatibilità idraulica	35
8	CONCLUSIONI	38

ANNESSO:

- Disegno DIS-AT-566 Met. All. comune di Osimo DN100**
Attraversamento: Fiume Musone

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 4 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

1 GENERALITA'

1.1 Premessa

La Snam Rete Gas, nell'ambito del progetto denominato "Rifacimento metanodotto Ravenna - Chieti, tratto Ravenna - Jesi ed opere connesse, DN 650 (26") - DP 75bar", intende realizzare un metanodotto che si sviluppa nell'ambito dei territori dell'Emilia Romagna e delle Marche, in sostituzione di un tratto di metanodotto in esercizio ed in fase di dismissione.

In aggiunta, nell'ambito del progetto generale, si prevede il rifacimento degli allacciamenti ai vari comuni che allo stato attuale sono alimentati dal metanodotto in fase dismissione. Tra cui in particolare si prevede la realizzazione del metanodotto denominato "*Rifacimento Allacciamento Comune di Osimo 1^a Presa*", DN 100 (4").

A tal proposito, il tracciato di linea del sopracitato Allacciamento in progetto interseca l'alveo del fiume Musone, nell'ambito del territorio comunale di Osimo (AN), nei pressi della località Padiglione.

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

Le Norme di Attuazione, ai sensi nell'Art.9, comma 1, lettera i), consentono la realizzazione ed ampliamento di infrastrutture tecnologiche o viarie, pubbliche o di interesse pubblico, seppur condizionata al parere vincolante da parte della Autorità idraulica competente.

In tal senso il presente elaborato costituisce uno specifico Studio di Compatibilità idraulica, redatto ai sensi di quanto previsto nelle Norme di Attuazione.

1.2 Scopo e descrizione dell'elaborato

Lo scopo del presente elaborato è dunque analizzare le condizioni di compatibilità idraulica del metanodotto (Allacciamento) in progetto nell'ambito specifico d'interferenza con le aree di pericolosità idraulica.

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

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

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 5 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

- Inquadramento territoriale dell'area d'attraversamento in modo da consentire di individuare in maniera univoca il tratto del corso d'acqua interessato dall'interferenza con l'infrastruttura lineare in progetto;
- Caratterizzazione idrografica del corso d'acqua e descrizione dell'ambito di attraversamento;
- Valutazioni idrologiche, al fine di stimare le portate al colmo di piena in corrispondenza della sezione di studio (coincidente con quella di attraversamento);
- Valutazioni idrauliche, volte ad individuare i parametri caratteristici del deflusso idraulico in corrispondenza dell'ambito di attraversamento;
- Descrizione delle scelte progettuali inerenti la metodologia costruttiva, la geometria della condotta in subalveo e le eventuali opere di presidio idraulico;
- Valutazioni inerenti la compatibilità idraulica del sistema d'attraversamento, in riferimento ai criteri stabiliti nelle Norme di Attuazione del Piano per la regolamentazione degli interventi in ambiti censiti di pericolosità idraulica ai sensi del PAI.

1.3 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:

- DIS. AT-566
*"Rif. Allacciamento Com. di Osimo 1^a presa", DN100 (4")
 Attraversamento: Fiume Musone*

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



PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 6 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'attraversamento da parte del tracciato di progetto dell'Allacciamento "Rif. Comune di Osimo" DN100 (4") ricade nel territorio di Osimo (An) e riguarda il tratto medio - basso dello sviluppo del corso d'acqua. Più esattamente l'ambito d'interferenza ricade a circa 40m a valle della strada provinciale SP.361 e nei pressi della località denominata Padiglione.

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

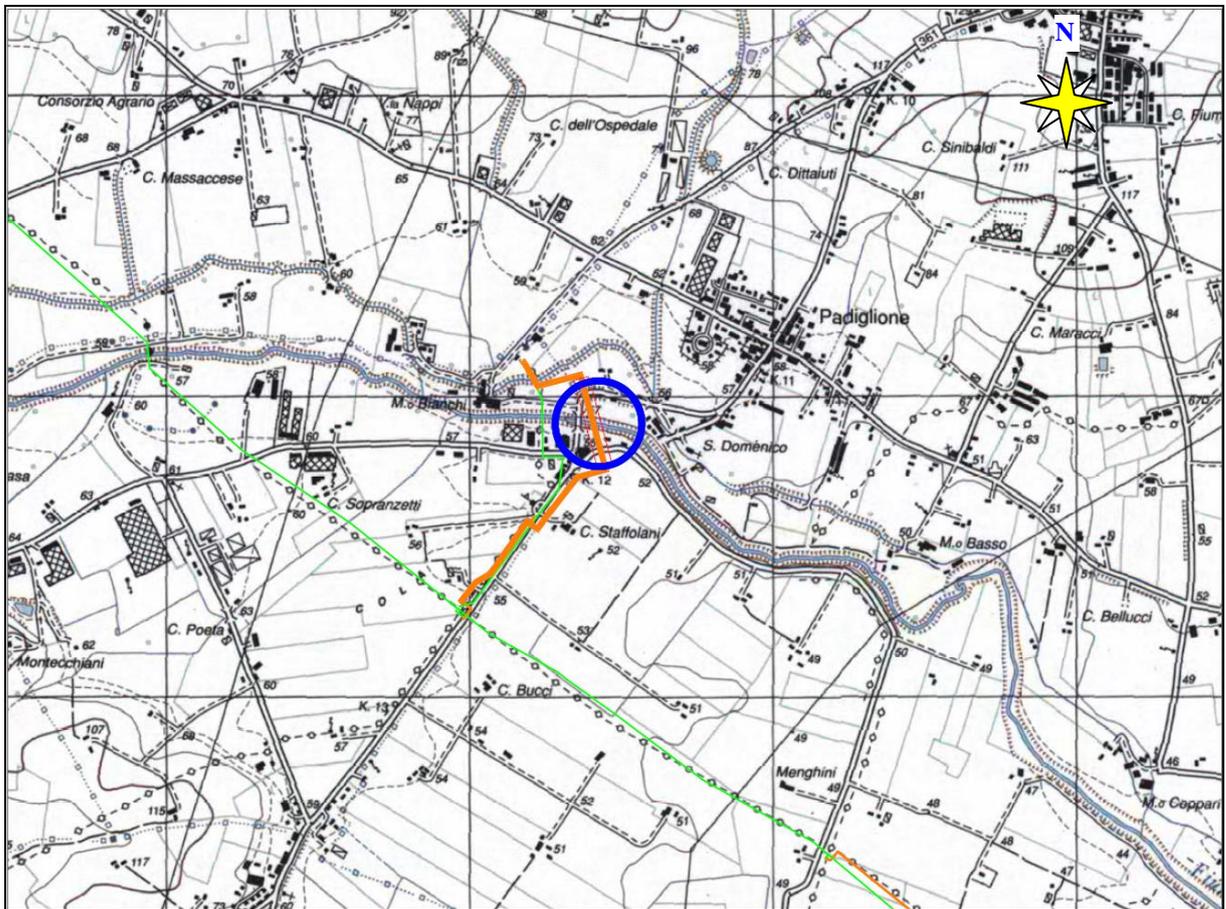


Fig.2.1/A: Corografia generale in scala 1:25.000 (dalle tavolette IGM)

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

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

Coordinate ambito di attraversamento del corso d'acqua		
Coordinate Piane WGS84 - Fuso 33: Est /Nord	375326 m E	4813724 m N

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 7 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico di maggior dettaglio (CTR in scala 1:10.000), nel quale i metanodotti in dismissione sono riportati mediante delle linee in verde, il tracciato dell'Allacciamento (metanodotto) in progetto è indicato mediante una linea in arancione e l'area di attraversamento dell'alveo corso d'acqua in esame è evidenziata mediante un cerchio in colore blu.

Nella stessa figura è inoltre riportato (mediante sagoma rettangolare con campitura a righe in magenta) il tratto di condotta con posa prevista in trivellazione, in quanto (come meglio specificato in seguito) l'attraversamento dell'alveo del corso d'acqua in esame verrà eseguito in trenchless.

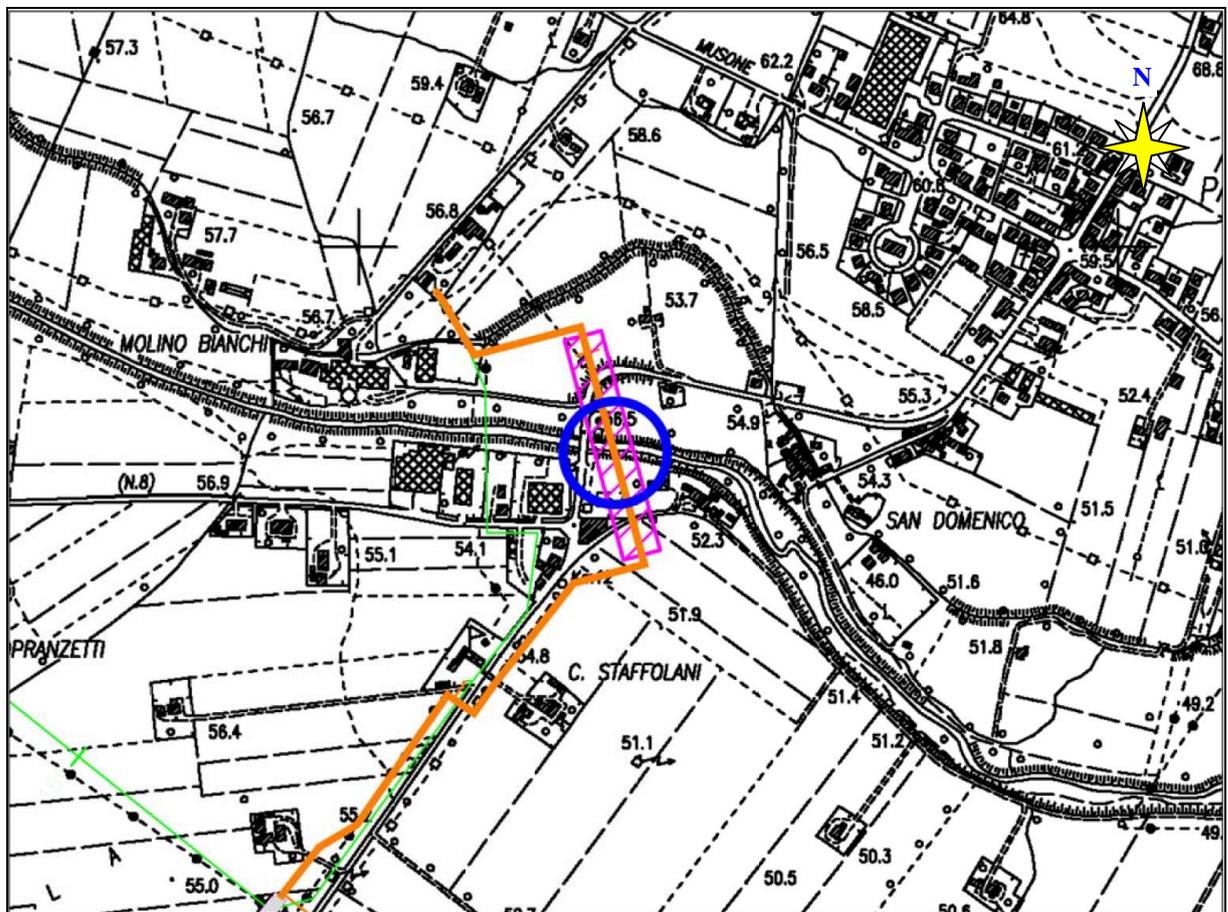


Fig.2.1/B: Stralcio planimetrico in scala 1:10.000 (C.T.R. Regionali)

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 8 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

3 CARATTERIZZAZIONE IDROGRAFICA DELL'AMBITO IN ESAME

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

Il fiume Musone rappresenta un corso d'acqua principale della Regione Marche, caratterizzato da un bacino idrografico di circa 650 km², ricadente integralmente nel territorio delle Marche.

Il F. Musone nasce dalla confluenza dei Fossi Acqua della Vita, Ugliano e Valdiola sulle pendici orientali del M. Canfaiato e di altri rilievi appartenenti alla dorsale Marchigiana ed orientati in direzione appenninica NNO-SSE.

Per quanto concerne i principali tributari, in sinistra idrografica essi sono il Torrente Acqualta, il Fosso Umbricara ed il Fiume Aspigo, mentre in destra idrografica risultano il Rio Troscione, il Torrente Fiumicello ed il Fosso di Rivo.

Nel F. Musone si possono distinguere tre tratti, procedendo da monte verso mare:

- dalla sorgente a Valcarecce, l'alveo è irregolare ed incide direttamente le rocce carbonatiche per ampi tratti fino circa a valle della diga di Castreccioni. In alcuni tratti esso è scavato nei depositi alluvionali caratterizzati ovunque da spessori assai limitati;
- da Valcarecce a S. Vittore di Cingoli è meandriforme, con meandri incassati nelle alluvioni e caratterizzati da evoluzione molto lenta;
- da S. Vittore di Cingoli alla foce si alternano tratti irregolari a tratti rettilinei. Soltanto in un breve tratto a valle della località Passatempo di Osimo l'alveo si presenta anastomizzato.

Il corso d'acqua ha uno sviluppo complessivo di circa 73 km, fino a sfociare nel Mar Adriatico tra Numana e Porto Recanati.

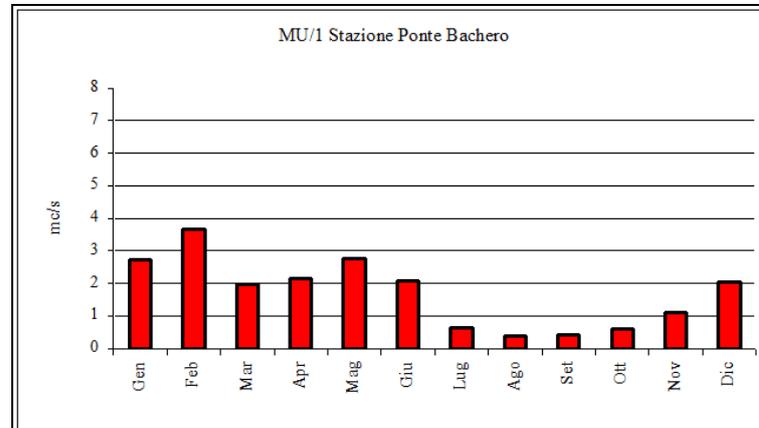
Dagli Annali Idrologici del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale risulta che il F. Musone è stato monitorato nei soli anni 1938, 1939 e 1940 (per un totale di 3 anni), in corrispondenza della sezione di Ponte Bagro, ubicata circa 7-8 km a valle della diga di Castreccioni (bacino idrografico sotteso: 120 kmq; parte permeabile del bacino: 46%; altitudine massima: 1485 m s.l.m.; altitudine media: 528 m s.l.m.; distanza dalla foce: 43 km). La portata massima nel periodo di riferimento è risultata di 73,50 mc/s (30 novembre 1940).

Più recentemente nel F. Musone sono state condotte misure idrometriche dal 1983 al 1991 all'ingresso (sezione di Castreccioni) ed all'uscita (sezione Molino Nuovo) della dorsale carbonatica.

A livello conoscitivo si riporta l'istogramma delle portate medie mensili registrate nella stazione di Ponte Bachero.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 9 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048



Con la realizzazione nella porzione montana del bacino dell'invaso di Castreccioni, la cui capacità a regime risulterà di circa 42 milioni di metri cubi, l'idrografia originaria del F. Musone è stata ovviamente modificata.

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 10 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

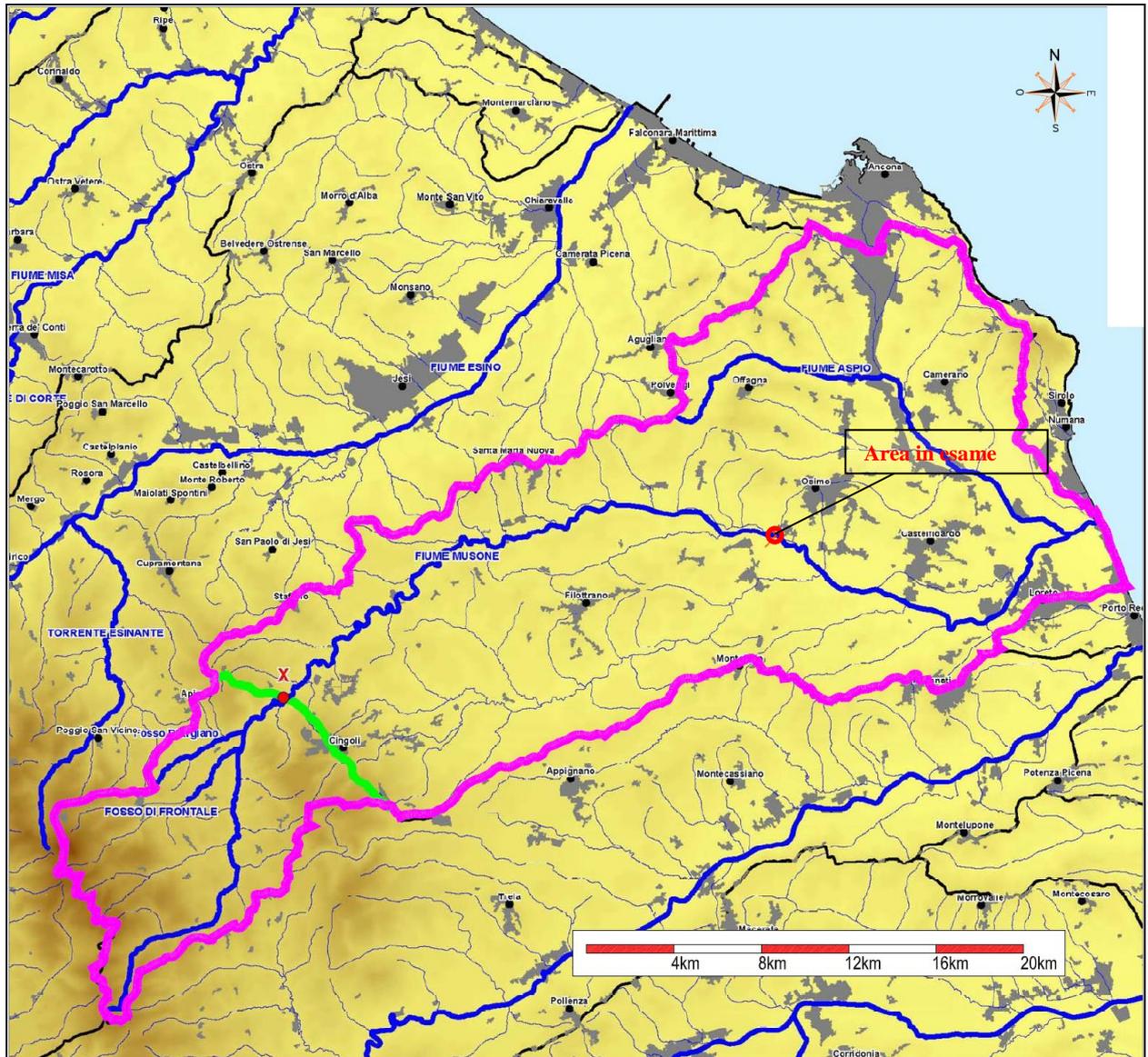


Fig.3.1/A: Bacino complessivo del corso d'acqua ed indicazione dell'ambito di studio

La linea verde indicata nell'ambito di monte del bacino rappresenta il limite della fascia carbonatica.

3.2 Descrizione dell'area d'intervento

Come si rileva dalla precedente Fig.3.1/A, l'ambito d'attraversamento ricade nel tratto medio- basso del corso d'acqua, tuttavia a monte della confluenza di n.2 importanti affluenti (che sottendono una parte significativa del bacino complessivo), ossia il torrente Fiumicello da destra ed il fiume Aspio da sinistra.

Nell'intorno dell'attraversamento il corso d'acqua presenta un andamento longitudinale moderatamente sinuoso. L'alveo si presenta ampio circa 40m e con sponde mediamente

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 11 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

acclivi alte circa 4÷5m ed interessate da vegetazione ripariale prevalentemente di tipo arbustivo. In prossimità dell'area d'attraversamento si rileva la presenza di alcune erosioni spondali localizzate, anche se nel complesso la configurazione d'alveo appare sostanzialmente stabile. Il regime idrologico del corso d'acqua è di tipo torrentizio.

Al fine di consentire una visione diretta dell'ambito in esame nella figura seguente è riportata una foto aerea (estratta da Google Earth) dell'ambito d'interferenza tra il metanodotto ed il corso d'acqua, dove il tracciato del metanodotto (Allacciamento) in progetto è riportato mediante una linea in arancione e l'area di attraversamento in esame è indicata mediante un cerchio in colore blu. L'attraversamento del corso d'acqua verrà eseguito in trenchless, il cui sviluppo di trivellazione è indicato schematicamente in figura mediante una sagoma rettangolare in rosso a cavallo della condotta da posare.



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

Nella figura seguente è inoltre riportata una foto relativa all'ambito d'attraversamento in esame del corso d'acqua (foto scattata dal ponte a monte dell'attraversamento). La linea indicata in arancione rappresenta la posizione del tracciato del metanodotto in progetto. La stessa linea è stata riportata tratteggiata per indicare che l'attraversamento verrà eseguito in trivellazione.

	PROGETTISTA  TechnipFMC	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 12 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048



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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 13 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

4 VALUTAZIONI IDROLOGICHE

4.1 Generalità

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

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

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

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

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

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

4.2 Considerazioni specifiche preliminari

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

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

In aggiunta, come elemento di raffronto, si riportano anche i risultati delle valutazioni idrologiche eseguite con il metodo VA.PI (VALutazione Plene), promosso dal CNR.

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

4.3 Sezione di studio - Parametri morfometrici del bacino

Si assume come sezione di studio quella di attraversamento da parte del metanodotto in progetto, il quale ricade nel tratto medio- basso del corso d'acqua, tuttavia a monte della confluenza di n.2 importanti affluenti (che sottendono una parte significativa del bacino complessivo), ossia il torrente Fiumicello da destra ed il fiume Aspigo da sinistra.

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico, ricavato dalle tavolette IGM, con la delimitazione del bacino sotteso dalla sezione di studio (sez. attraversamento) e con indicazione dell'asta principale del corso d'acqua.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 14 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

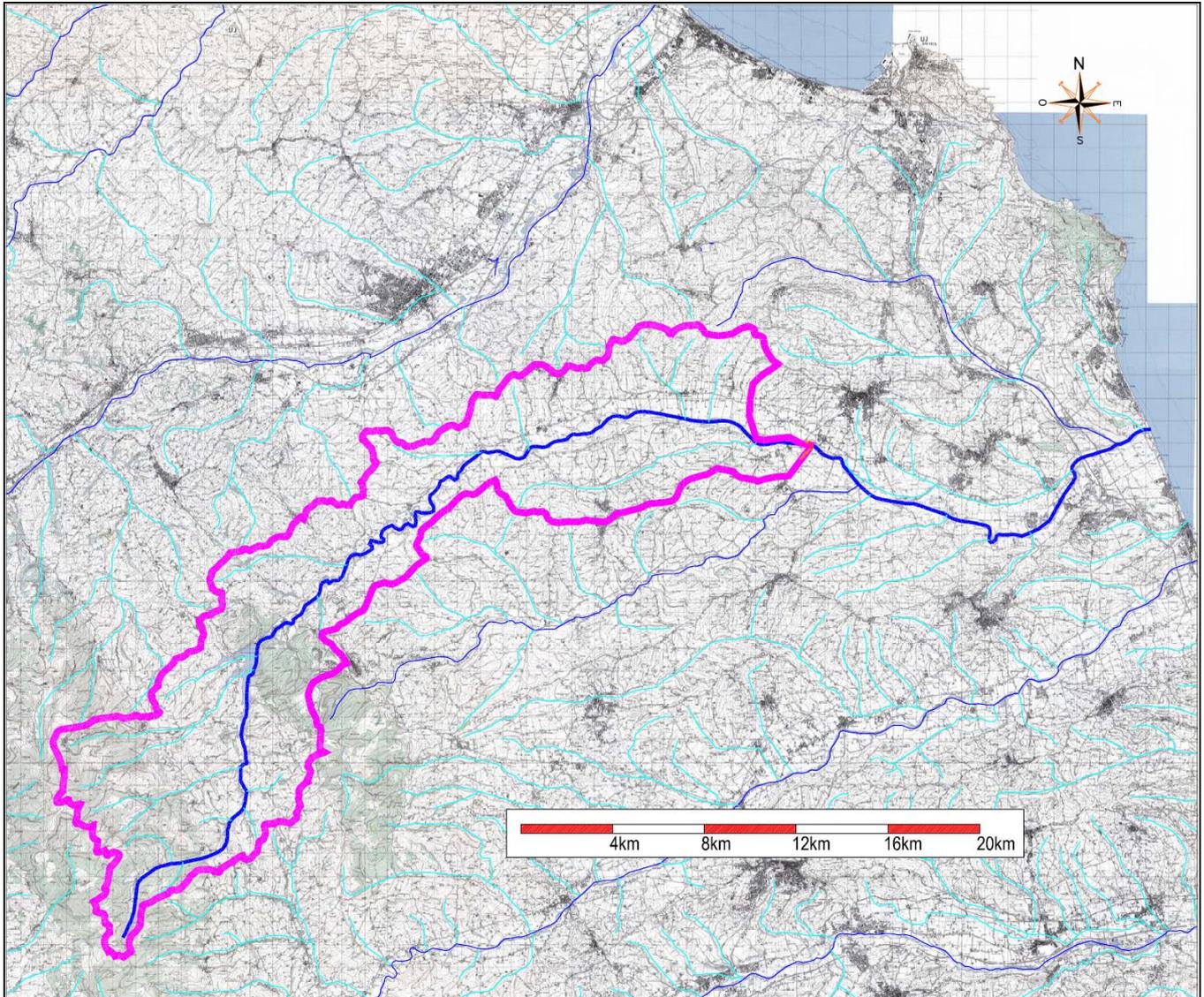


Fig.4.3/A: Bacino Imbrifero sotteso dalla sezione di studio

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

Tab.4.3/A: Parametri morfometrici

Corso d'acqua / Sezione Studio	Superficie Bacino (kmq)	Lungh. asta principale (km)	Altitudine max Bacino (m)	Altitudine media Bacino (m)	Altitudine Sezione chiusura (m)
Fiume Musone / Sez. di studio	231.5	52	1475	369	48

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 15 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

4.4 Regionalizzazione delle portate

4.4.1 Premessa

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

4.4.2 Metodologia di elaborazione - Sintesi

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

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

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

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

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

4.4.3 Risultati delle elaborazioni

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

In sintesi sono stati forniti i seguenti allegati:

- Mappe_Regionalizzazione_Q.zip: mappe in formato ESRI grid, lat-lon EPSG-4326, delle:
 - a. Portate per diversi tempi di ritorno (T= 2, 5, 10, 20, 50, 100, 150, 200, 500 anni).
 - b. Area drenata da ciascun punto sul reticolo modellistico (espressa in km²).

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

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 16 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

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

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

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

4.4.4 Risultati riferiti al caso specifico

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

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

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

Corso d'acqua / Sezione Studio	Coordinate Geografiche WGS84-EPGS4326 Latitudine /Longitudine	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=50anni)	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=100anni)	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=200anni)	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=500anni)
Fiume Musone / Sez. di studio	43.46568° / 13.45830°	254	329	398	433

4.5 Metodo VA.PI

4.5.1 Generalità

Il progetto VAPI (VALutazione Plene), promosso dal CNR – Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) si prefigge l'obiettivo di definire una metodologia di analisi omogenea per l'intero territorio nazionale, così da rendere possibile una più oggettiva comparazione del rischio idrogeologico nelle diverse zone.

Il progetto si propone, attraverso il lavoro di numerose Unità Operative regionali, di identificare all'interno del territorio nazionale zone omogenee dal punto di vista idrologico, così da essere caratterizzate da un'unica distribuzione di probabilità (legge di crescita) delle portate al colmo di piena adimensionalizzata rispetto alla piena indice (media dei massimi annuali delle portate al colmo).

La portata indice risulta, in genere, correlata alle grandezze caratteristiche del bacino quali la superficie, l'altitudine media ecc..

In definitiva Q_T è determinabile anche per una sezione priva di osservazioni idrometriche una volta nota la curva di crescita regionale e la legge che correla la portata indice alle caratteristiche morfo - fisiografiche del bacino in studio.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 17 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

4.5.2 Cenni al modello TCEV (a doppia componente) e alla tecnica di regionalizzazione

La legge di distribuzione a doppia componente ha formalmente la seguente espressione:

$$F(x) = \exp[-\lambda_1 \cdot \exp(-x/\theta_1) - \lambda_2 \cdot \exp(-x/\theta_2)]$$

in cui si è indicato con $F(x)$ la probabilità di non superamento della portata di piena $x > 0$, con λ_1 e λ_2 i parametri di forma (numero medio di eventi di ciascuna componente) e con θ_1 e θ_2 quelli di scala, rispettivamente della componente base e di quella straordinaria. Difatti, il modello interpreta gli eventi massimi annuali come il risultato di una miscela di due popolazioni distinte: la prima produce gli eventi massimi ordinari, più frequenti ma meno intensi; la seconda produce gli eventi massimi straordinari, meno frequenti ma spesso catastrofici.

L'applicazione del modello TCEV (Two - Component Extreme Value) a scala regionale avviene attraverso una procedura che si articola su tre livelli successivi.

Nel *primo livello* si ipotizza che il coefficiente di asimmetria, pur variando da sito a sito, si possa ritenere costante in una regione molto ampia (zona idrometrica omogenea), cosicché ad essa vengono a competere valori unici dei due parametri Δ^* e θ^* così definiti:

$$\Delta^* = \lambda_2 / \lambda_1^{1/\theta^*} \quad \theta^* = \theta_2 / \theta_1$$

Il *secondo livello* di regionalizzazione consente di individuare ambiti territoriali più ristretti, denominati sottozone idrometriche omogenee, nei quali, oltre al coefficiente di asimmetria, si può ritenere costante anche il coefficiente di variazione della componente base e quindi il parametro λ_1 . Pertanto in ogni sottozona, risultando unici Δ^* , θ^* , λ_1 , la variabile x' , pari al rapporto tra la portata di piena x e la media μ della legge di distribuzione TCEV, è identicamente distribuita secondo la legge:

$$F(x') = \exp\left[-\lambda_1 \cdot \exp(\alpha)^{-x'} - \Delta^* \lambda_1^{1/\theta^*} \cdot \left(\exp(\alpha/\theta^*)\right)^{-x'}\right]$$

che è generalmente denominata curva di crescita dove: $\alpha = \mu/\theta_1$

Il *terzo livello* di regionalizzazione prevede, infine, la ricerca della relazione tra la media μ , fortemente dipendente dalle condizioni locali di ciascuna stazione idrometrica, e appunto le grandezze pluviometriche e morfo-fisiografiche che caratterizzano il bacino idrografico sotteso dalla sezione di misura.

4.5.3 Valutazione portate al colmo

Lo studio indica la possibilità di stima delle portate al colmo di piena, "Q_T", con assegnato tempo di ritorno, "T", come prodotto della piena indice "q_{indice}" per il fattore probabilistico di crescita "K_T":

$$Q_T = K_T m_Q$$

dove:

Q_T è la portata al colmo di piena espressa in m³/s;

K_T è un coefficiente adimensionale;

m_Q è la piena indice (portata media annua) espressa in m³/s.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 18 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

La relazione proposta per la valutazione del fattore probabilistico di crescita K_T , in funzione del tempo di ritorno T , risulta espressa dalla seguente relazione:

$$K_T = 0,32977 + 0,61107 \ln T$$

dove:

ln: logaritmo in base e;

T: tempo di ritorno;

Considerando la regione Romagna-Marche come "Area unica", gli autori del suddetto metodo, tramite regressione multipla non lineare, hanno ottenuto la seguente relazione che lega la "piena indice" ad alcune grandezze geomorfologiche.

L'espressione è la seguente quando non si dispone di informazioni idro-geologiche tali da identificare l'impermeabilità del bacino:

$$m(Q) = 0,21 * 10^{-3} * S^{1,0816} * m(h_g)^{2,4157} * DH^{-0,4694}$$

dove:

S: Superficie del Bacino, in kmq;

$m(h_g)$: media del massimo annuale dell'altezza puntuale di precipitazione giornaliera, in mm, valutata nel baricentro del bacino;

DH: quota media del bacino riferita alla sezione di chiusura

4.5.4 Risultati riferiti al caso specifico

Applicando le relazioni sopra riportate, è possibile ricavare la "piena indice" in funzione dei parametri indicati e il fattore di crescita K_T in (funzione del tempo di ritorno).

In particolare per la valutazione del parametro $m(h_g)$, ci si è riferito alla stazione pluviometrica di Cingoli, nel periodo 1970 -2007.

Nelle tabelle seguenti sono riportati i risultati delle elaborazioni:

Tab.4.5/A: Elaborazioni con metodo "VA.PI"

Corso d'acqua	"A" Sup. Bacino km ²	q_{indice}	K_T (T=50anni)	K_T (T=100anni)	K_T (T=200anni)	K_T (T=500anni)
F. Musone / Sez. Studio	231.5	75.37	2.7203	3.1439	3.5674	4.1273

I risultati delle elaborazioni condotte con il metodo VA.PI., conducono quindi ai valori riportati nella tabella seguente.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 19 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

Tab.4.5/B: Portate al colmo di piena / Metodo "VA.PI"

Corso d'acqua / Sezione Studio	Superficie del bacino (km ²)	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=50anni)	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=100anni)	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=200anni)	Portata al colmo di piena (mc/s) (T=500anni)
Fiume Musone / Sez. di studio	231.5	205	237	269	311

4.6 Portate al colmo di piena nella sezione di studio

Dall'analisi di raffronto dei risultati conseguiti con il "Metodo di Regionalizzazione" (di cui alla Tab. 4.4/A) e quelli ottenuti mediante il "Metodo VA.PI" (di cui alla Tab. 4.5/B), si evince che con il primo metodo si determinano valori di portata più elevati.

In tal senso si adottano come portate di riferimento nell'ambito di attraversamento in esame quelle valutate con il "Metodo di Regionalizzazione" e riportate nella tabella seguente.

Tab.4.6/A: Portate di riferimento nella Sezione di Studio

Sezione Idrologica		Superficie Bacino	Q50 (mc/s)	Q100 (mc/s)	Q200 (mc/s)	Q500 (mc/s)	q ₂₀₀ (mc/s×kmq)
F. Musone	Sez. Studio (Attrav.)	231.5kmq	254	329	398	433	1.72

4.7 Validazione dei risultati

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

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

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

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

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 20 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

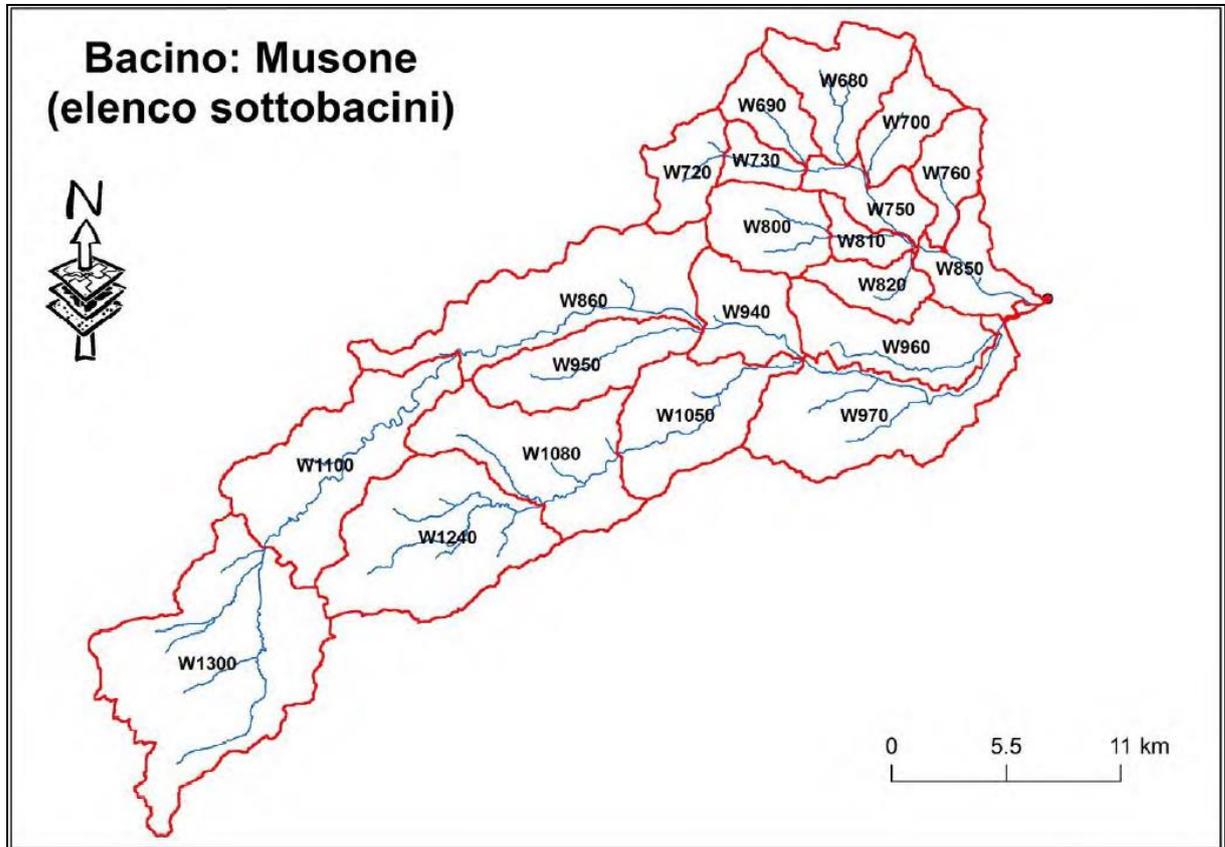


Fig.4.7/A: Studio Università di Camerino - Indicazione dei sottobacini

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

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

Al tal proposito si pone in evidenza che la sezione idrologica di riferimento nel presente elaborato è ricadente a valle della junction J362 ed a monte della junction J298 "confluenza Fiumicello".

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 21 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

Tab..4.7/A: Portate $T_r=50$ anni, nelle confluenze principali

Subbasin	Q_{max50} Giandotti (Rational method) (m ³ /s)	Q_{max50} HEC_HMS (calib) (m ³ /s)	Junction	Q_{max50} (HEC-HMS) (calib) (m ³ /s)
W1050	25.69	26.7	J292	88.6
W1080	39.26	51.5	J295	106.7
W1100	50.36	41.4	J298	290.3
W1240	69.19	55.2	J301	449.9
W1300	83.60	47.2	J304	323.7
W680	33.80	18.5	J307	141.3
W690	21.07	16.6	J316	47.2
W700	20.53	10.4	J319	37
W720	18.82	16.9	J322	118.5
W730	12.72	6.5	J325	13.2
W750	12.82	14.9	J328	55.2
W760	19.20	10.8	J331	129.3
W800	29.62	13.2	J336	40
W810	8.65	11.1	J339	16.9
W820	22.75	13.0	J342	67.4
W850	16.58	15.2	J347	57.1
W860	34.72	33.1	J356	129.3
W940	19.96	20.7	J360	88.6
W950	21.93	27.1	J362	141.3
W960	28.32	33.4	J367	290.3
W970	39.58	49.5	J369	106.7
			J371	290.3
			J375	47.2
			J377	55.2

Dall'analisi dei risultati riportati nella tabella precedente, si evince che relativamente al corso d'acqua in esame, l'impiego del metodo della "Regionalizzazione" (Tab.4.6/A) determina valutazioni più elevate delle portate al colmo di piena, nei confronti degli altri due metodi di elaborazione idrologica.

Pertanto la scelta di considerare come portate di riferimento nell'ambito di studio, quelle derivanti dal metodo della Regionalizzazione è da ritenersi conservativa.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 22 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

5 VALUTAZIONI DI CARATTERE IDRAULICO

5.1 Generalità

Lo studio idraulico è finalizzato alla valutazione dei parametri idraulici che caratterizzano il deflusso (velocità media della corrente, battente d'acqua, numero di Froude, carico totale e cinetico, ecc.) in considerazione di una generica portata o idrogramma di piena in uno o più ambiti di studio del corso d'acqua.

In generale le finalità ultime degli studi idraulici sono rappresentate dalla valutazione dei battenti idraulici in un tronco d'alveo e dall'individuazione delle eventuali fasce di esondazione e dei relativi tiranti idraulici, in concomitanza di prestabiliti eventi di piena.

Relativamente agli attraversamenti in subalveo da parte di metanodotti, le verifiche idrauliche sono invece finalizzate principalmente all'individuazione dei parametri idraulici di deflusso necessari per la valutazione delle erosioni in alveo nell'ambito d'attraversamento. Ciò con lo scopo di determinare i valori di copertura in alveo della condotta che assicurino gli adeguati margini di sicurezza nei confronti dei processi erosivi del letto fluviale, relativamente a tutta la vita utile dell'opera.

5.2 Considerazioni specifiche

Nel caso specifico l'interferenza idraulica in esame nel presente elaborato riguarda l'attraversamento in subalveo del corso d'acqua da parte del metanodotto, il quale verrà realizzato mediante la posa della pipeline mediante una tecnica in trenchless in considerazione di profondità di posa molto elevate nei confronti del fondo alveo del corso d'acqua.

Infatti la trivellazione per la posa della condotta verrà eseguita con postazioni di estremità posizionate a distanze ragguardevoli nei confronti dell'alveo del corso d'acqua, con una configurazione in subalveo curvilinea che assicura profondità di posa molto elevate nei confronti delle quote di fondo del letto fluviale (di circa 10 m). A tal proposito si rimanda a quanto meglio specificato nei capitoli seguenti.

In ragione di quanto detto risulta del tutto evidente che, nel caso specifico, la condotta verrà posizionata in assoluta sicurezza nei confronti dei processi erosivi del fondo alveo e pertanto non si è ravvisata la necessità di sviluppare degli specifici studi idraulici finalizzati alla valutazione di detti fenomeni di approfondimento d'alveo, in quanto ritenuti superflui.

Detto ciò, a titolo prettamente conoscitivo in merito alla specifica argomentazione, nel presente capitolo ci si limita esclusivamente a riferire dei risultati di altri studi idraulici di elevata caratura tecnico - scientifica eseguiti per l'ambito fluviale in esame.

In particolare ci si riferisce ad uno studio idrologico - idraulico commissionato dal Consorzio di Bonifica delle Marche e redatto dall'Università di Camerino relativamente al corso d'acqua in esame.

I risultati grafici di output della modellazione idraulica, sono poi stati messi a confronto con le perimetrazioni individuate nelle tavole del PAI (fasce di territorio inondabili assimilabili a piene con tempi di ritorno fino a 200 anni, sulla base di valutazione di carattere storico-geomorfologica).

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 23 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

5.3 Studio Università di Camerino sul corso d'acqua

Lo studio sul corso d'acqua in esame è stato sviluppato nell'ambito di una iniziativa promossa dal Consorzio di Bonifica delle Marche in collaborazione con l'Università di Camerino finalizzate alla definizione di misure ed interventi di mitigazione del dissesto idrogeologico e alla riqualificazione territoriale e paesaggistica. Lo studio iniziato nel 2015 con l'Università di Camerino si conclude nel 2017 con il coinvolgimento dell'Università di Urbino per l'indagine dei fiumi settentrionali.

Nello specifico lo studio idrologico - idraulico del corso d'acqua è stato sviluppato dall'Università di Camerino, il cui report di elaborazione è disponibile on line presso il link <https://www.bonificamarche.it/i-nostri-programmi/studio-per-la-mitigazione-del-rischio-idrogeologico/>

Modellazione idrologica

La descrizione delle modalità delle elaborazioni idrologiche sono descritte nell'ambito del capitolo precedente.

Modellazione idraulica

I dati del modello idrologico, in funzione di diversi tempi di ritorno sono stati utilizzati come input per la modellazione idraulica effettuata tramite il software HEC-RAS versione 5.0.

Per la costruzione del modello idraulico, si sono utilizzate le seguenti informazioni:

- rilievo LIDAR delle aste principali dei fiumi della Regione Marche, maglia 1x1 metri, anno 2013, fornito dal Consorzio di Bonifica;
- geometria delle opere d'arte dal progetto "Rilievo topografico dei corsi d'acqua" (2001- Servizio LL.PP.);

Sintesi dei risultati delle elaborazioni idrauliche, riferiti all'ambito in esame

Nella tavola seguente si riportano i risultati delle elaborazioni idrauliche riferite a piene con tempo di ritorno di 50, 100 e 200 anni (in termini di superfici di esondazione) nelle planimetrie CTR regionali.

Nella stessa figura sono state inserite il tracciato del metanodotto-Allacciamento in progetto (tramite una linea in arancione), il tratto di trivellazione del corso d'acqua (mediate una sagoma rettangolare in magenta a cavallo della condotta), nonché le perimetrazioni del PAI (individuate sulla base di valutazione di carattere storico-geomorfologica).



PROGETTISTA TechnipFMC

COMMESSA
NR/17350

CODICE TECNICO

LOCALITA'
REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE

RE-CIV-020

PROGETTO
RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA -
CHIETI" TRATTO "RAVENNA - JESI" DN 650 (26") -
DP 75 bar ED OPERE CONNESSE

Fg. 24 di 38

Rev.
0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

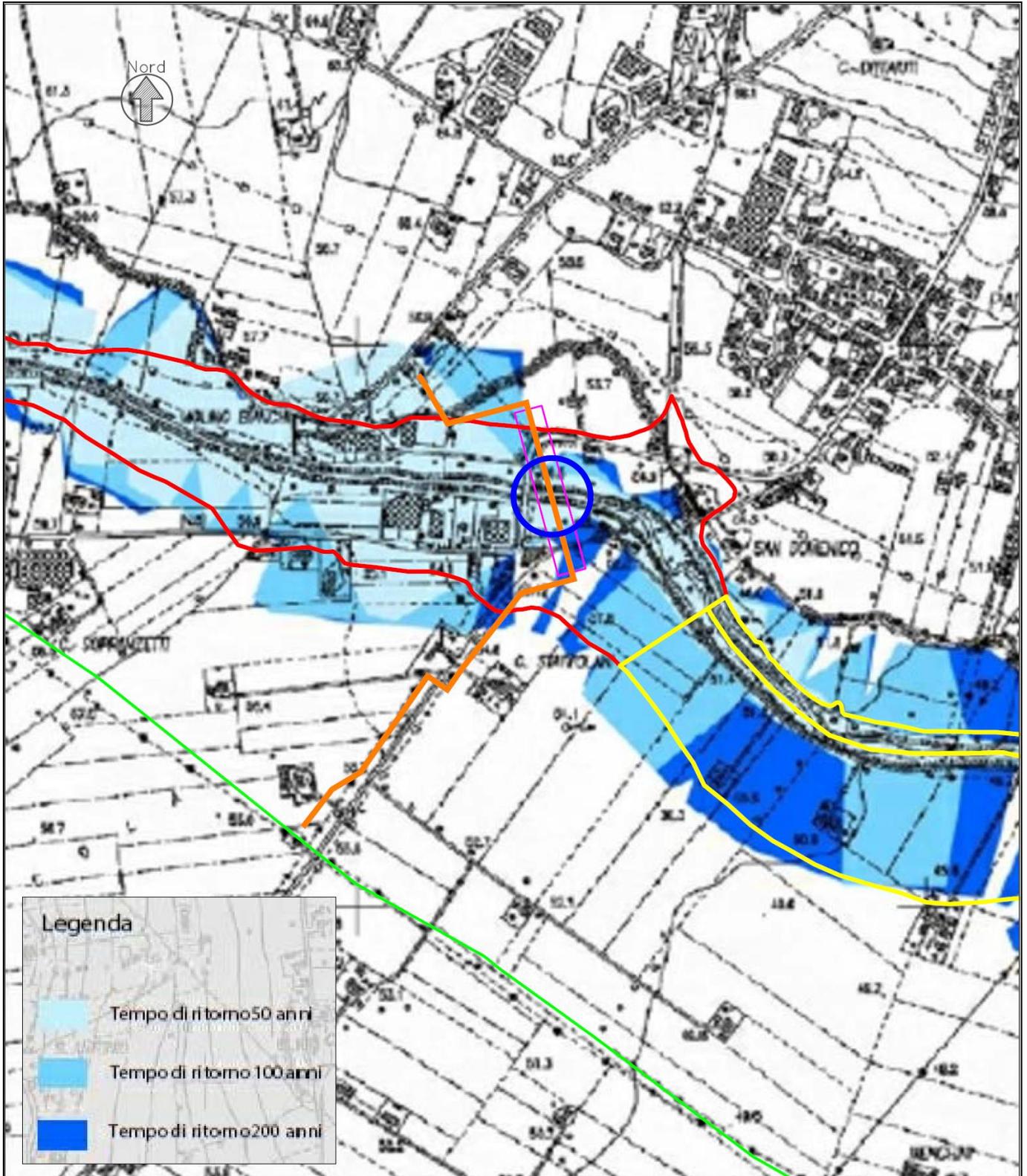


Fig.5.3/C: Studio Università Camerino - Aree di esondazione sui CTR regionali

	PROGETTISTA  TechnipFMC	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 25 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

La figura precedente risulta particolarmente interessante, in quanto consente di eseguire un'analisi di raffronto tra la modellazione idraulica effettuata dall'Università, con le perimetrazioni delle aree a pericolosità idraulica individuate nel PAI (fasce di territorio inondabili assimilabili a piene con tempi di ritorno fino a 200 anni, sulla base di valutazione di carattere storico- geomorfologica).

In particolare dalla sovra citata figura si evince, che in prossimità dell'ambito in esame (area di attraversamento) le aree di esondazione valutate dalle elaborazioni condotte dall'Università di Camerino risultano più contenute nel lato in destra idrografica nei confronti delle perimetrazioni PAI ; mentre le stesse risultano più ampie nel lato in sinistra idrografica nei confronti delle perimetrazioni PAI.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 26 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

6 METODOLOGIA COSTRUTTIVA E SCELTE PROGETTUALI

6.1 Metodologia costruttiva: TOC

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

In tal senso l'insieme delle caratteristiche morfologiche, geologiche, geometriche ed idrauliche dell'ambito d'attraversamento ha condotto alla individuazione del sistema di attraversamento in trenchless mediante la tecnica della *Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC)*, ovvero *Horizontal Directional Drilling*.

Tale sistema operativo è stato individuato nel caso specifico in considerazione delle caratteristiche idrologiche del corso d'acqua, della configurazione morfologica dell'alveo, dell'assetto litostratigrafico e della verifica di disponibilità di spazi per l'allestimento della colonna varo. Peraltro il diametro ridotto della condotta da posizionare rende più agevole l'impiego di questa tecnica costruttiva.

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

Il sistema peraltro consente di posizionare la condotta ad elevate profondità in subalveo (quindi ben oltre ad ogni prevedibile fenomeno d'approfondimento); permettendo inoltre di prevedere una configurazione della condotta in subalveo "a corda molle", tale da assicurare adeguate distanze di sicurezza della pipeline anche nei confronti dell'alveo attivo del corso d'acqua.

6.2 Configurazioni geometriche di progetto

Considerazioni preliminari

Il sistema permette la realizzazione di una geometria di attraversamento con elevate coperture rispetto al fondo alveo; questa caratteristica, unitamente a quelle esecutive, intrinseche del sistema operativo, garantisce la minimizzazione di ogni possibile interferenza con il sistema idrico di subalveo e con il terreno di trivellazione.

In particolare la definizione geometrica del tunnel e quindi della condotta, viene effettuata in modo da soddisfare ai vincoli attinenti sia l'aspetto idraulico del corso d'acqua che quello costruttivo della trivellazione e della condotta.

E' necessario infatti, assicurare adeguate profondità del cavo al di sotto dell'alveo e dei manufatti in superficie, rispettando allo stesso tempo i raggi di curvatura minimi consentiti dalla tubazione di linea (in generale di almeno 1200 volte il diametro della condotta), sia in termini di sollecitazioni indotte nel terreno che nei riguardi delle operazioni di varo della condotta.

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

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26) – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 27 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

- le elevate profondità di posa del tunnel presuppongono percorsi preferenziali di filtrazione lungo il suo profilo molto più lunghi di quelli che si avrebbero naturalmente;
- le distanze in orizzontale e le profondità della trivellazione dalle sponde sono particolarmente elevate e dunque sono tali da escludere qualsiasi alterazione dello stato tensionale e di deformazione in superficie.
- La copertura minima individuata per la trivellazione in progetto risulta inoltre tale da assicurare ampi margini di sicurezza rispetto agli eventuali fenomeni erosivi di fondo alveo determinati dalla corrente idrica.

Configurazione di progetto

Il profilo di trivellazione è caratterizzato da una configurazione costituita da 2 archi di circonferenza e da 3 tratti rettilinei (2 alle estremità ed 1 intermedio).

Le principali caratteristiche geometriche del tunnel sono:

- Lunghezza dello sviluppo complessivo della trivellazione: di circa 341m;
- Sviluppo complessivo dei tratti rettilinei: circa 201m;
- Sviluppo complessivo dei tratti curvilinei: circa 139m;
- Raggio di curvatura dei tratti curvilinei pari a: 250 m;
- Postazione Rig (entrata trivellazione): in sinistra idrografica;
- Postazione uscita trivellazione: in destra idrografica;
- angoli sull'orizzontale di entrata e di uscita della trivellazione di 16°;
- Pista di varo: in sinistra idrografica;
- copertura minima della trivellazione dalle quote di fondo alveo: di 10metri circa;

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

6.3 Considerazioni inerenti alla geometria di trivellazione

La copertura minima in subalveo di progetto, essendo di circa 10m, risulta ben oltre ad ogni ragionevole possibilità di erosione di fondo alveo del corso d'acqua.

Le distanze in orizzontale e le profondità della trivellazione dalle sponde sono particolarmente elevate e dunque sono tali da escludere qualsiasi alterazione dello stato tensionale e di deformazione in superficie.

Pertanto la configurazione di progetto della trivellazione di posa della condotta consente di assicurare l'adeguata sicurezza nei confronti dei potenziali processi erosivi che possano interessare sia il fondo che le sponde del corso d'acqua; inoltre la stessa consente di assicurare l'assenza di alterazioni indotte nel contesto morfologico dell'alveo durante le fasi costruttive dell'opera.

6.4 Descrizione del sistema operativo della TOC

Il procedimento della Trivellazione Orizzontale Controllata è un miglioramento della tecnologia e dei metodi sviluppati per la perforazione direzionale dei pozzi petroliferi. L'uso del metodo si sviluppò rapidamente a partire dai primi anni '80, prima negli Stati Uniti e poi in Europa, trovando applicazione in numerosi attraversamenti fluviali, in un vasto campo di diametri, lunghezze e situazioni litologiche.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 28 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

Tra le tecnologie di attraversamento di tipo *trenchless*, la T.O.C. presenta la caratteristica di permettere la posa della condotta operando direttamente dal piano campagna, senza la necessità di opere accessorie quali pozzi di partenza e di arrivo.

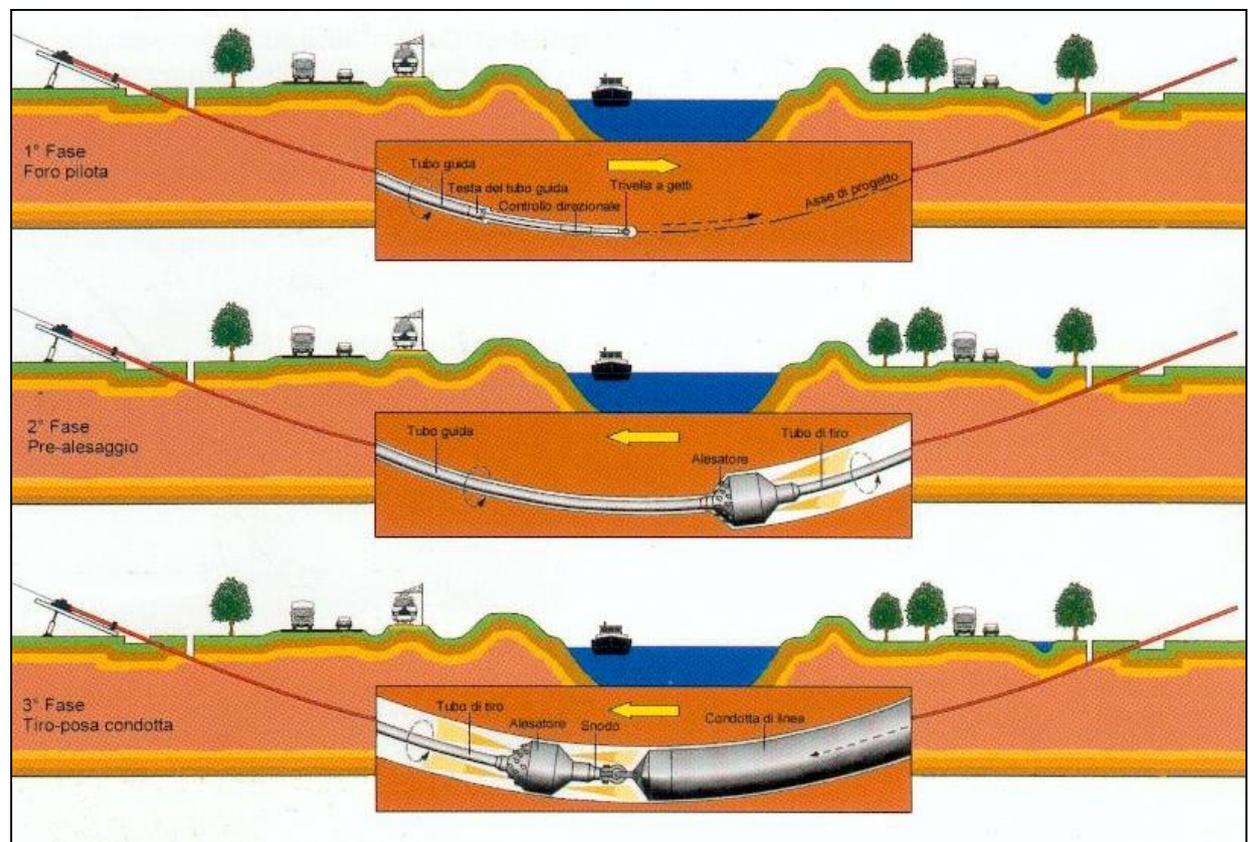
In generale il procedimento impiegato negli attraversamenti mediante l'impiego della metodologia "Trivellazione Orizzontale Controllata" è composto da tre fasi.

La *prima fase* consiste nella trivellazione di un foro pilota (di piccolo diametro) lungo un profilo direzionale prestabilito.

La *seconda fase* implica l'allargamento (pre-alesaggio) del foro pilota, con lo scopo di incrementare il diametro del foro precedentemente eseguito. Il numero dei pre-alesaggi dipende dal diametro della condotta da posare. In taluni casi, per la posa di piccole condotte non risulta necessario eseguire la fase di pre-alesaggio, quindi dopo la realizzazione del foro pilota, si passa direttamente all'esecuzione della condotta tiro-posa della condotta.

La *terza fase* (denominata tiro-posa della condotta) viene eseguita al termine della fase di alesatura (oppure contemporaneamente a questa) e consiste nel tiro- posa della condotta da installare entro il perforo opportunamente allargato a partire dall'estremità opposta alla posizione del RIG di perforazione.

Nella figura seguente è riportata una schema grafico illustrativo delle fasi di lavoro.



T.O.C.- Fasi di lavoro

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 29 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

Esecuzione del foro pilota

Il foro pilota viene realizzato facendo avanzare la batteria di aste pilota (di piccolo diametro) con in testa una lancia a getti di fango bentonitico che consente il taglio del terreno (jetting).

Nelle fasi di esecuzione del foro pilota, così come nelle successive fasi di alesaggio e di varo della condotta, sarà previsto il monitoraggio in continuo della pressione del fango di perforazione al fine di eliminare ogni possibile interferenza tra le operazioni di trivellazione ed il sistema fisico circostante.

Al fine di minimizzare le interferenze con l'ambiente esterno e con le falde acquifere (a carattere esclusivamente fisico e comunque di entità molto limitata) si prevederà l'utilizzo di miscele bentonitiche (fango di perforazione).

Questi accorgimenti consentiranno la saturazione di eventuali microfessurazioni che dovessero formarsi nell'intorno dell'asse di trivellazione, garantendo che durante l'esecuzione dell'attraversamento non si verifichi la formazione di vie preferenziali di filtrazione lungo l'asse di trivellazione.

I cambi di direzione necessari sono ottenuti ruotando le aste di perforazione in modo tale che la direzione della deviazione coincida con quella desiderata (asse trivellazione).

Il tracciato del foro pilota sarà controllato durante la trivellazione da frequenti letture dell'inclinazione e dell'azimut all'estremità della testa di perforazione.

Ad intervalli regolari la perforazione del foro pilota viene interrotta per consentire l'inserimento di un tubo guida (*wash pipe*) mediante movimento di rotazione ed avanzamento; il tubo guida riduce l'attrito tra asta e terreno, permette di orientare l'asta senza difficoltà e facilita il trasporto verso la superficie dei materiali di scavo; esso, inoltre, serve a mantenere aperto il foro qualora sia necessario ritirare l'asta pilota.

Il foro pilota sarà completato quando sia l'asta pilota che il tubo guida fuoriusciranno alla superficie sul lato opposto al Rig. La testa di perforazione sull'asta pilota viene rimossa e l'asta stessa viene quindi ritirata, lasciando il tubo guida lungo il profilo di progetto.

A titolo di esempio nelle figure seguenti si riporta delle foto inerenti alle fasi di esecuzione del foro pilota.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 30 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048



Attravers. F. Po con met. 30" – "Rig", durante la realizzazione del foro pilota



Attraversamento F. Po con met. 30" – fase di uscita dell'asta pilota

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 31 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

Alesaggio del foro e tiro-posa della condotta

In base ai riscontri ottenuti durante la perforazione del foro pilota ed in base alle caratteristiche dei terreni attraversati, verrà deciso se effettuare contemporaneamente l'alesaggio ed il tiro della condotta oppure eseguire ulteriori alesaggi.

Questa fase consisterà nell'allargamento del foro pilota per mezzo di un alesatore. Tale operazione potrà essere eseguita prima del tiro-posa della condotta o contemporaneamente ad esso.

Nel caso di prealesatura, la fresa ed i relativi accessori verranno fissati al tubo guida nel punto di uscita. Quindi la fresa verrà fatta ruotare e contemporaneamente tirata dal rig di perforazione, allargando in questo modo il foro pilota. Contestualmente all'avanzamento della testa fresante, dietro di essa verranno assemblate nuove aste di tubo guida per garantire la continuità di collegamento all'interno del foro.

Durante le fasi di trivellazione, di prealesatura e di tiro-posa, verrà impiegato del fango bentonitico. Questo fango, opportunamente dosato in base al tipo di terreno, avrà molteplici funzioni quali ridurre gli attriti nelle fasi di scavo, trasportare alla superficie i materiali di scavo, mantenere aperto il foro, lubrificare la condotta nella fase di tiro-posa e garantirne il galleggiamento.

L'insieme del cantiere di perforazione è costituito dal rig vero e proprio, dall'unità di produzione dell'energia, dalla cabina di comando, dall'unità fanghi, dall'unità approvvigionamento idrico, dall'unità officina e ricambi, dalla trivella, dalle aste pilota, dalle aste di tubo guida, dalle attrezzature di alesaggio e tiro-posa e da una gru di servizio.

Tutte queste attrezzature saranno assemblate ed immagazzinate in container in modo da essere facilmente trasportabili su strada "in sagoma".

Montaggio della condotta

Dal lato opposto a quello dove sarà posizionato il Rig verrà eseguito la prefabbricazione della colonna di varo.

Ove le dimensioni del cantiere e le attrezzature a disposizione lo consentano, la colonna di varo verrà preferibilmente assemblata in un'unica soluzione per evitare tempi di arresto, per saldature ed operazioni di controllo e rivestimento dei giunti, durante la fase di tiro-posa.

A saldatura completata verranno eseguiti i controlli non distruttivi delle saldature (radiografie) e successivamente si provvederà al rivestimento dei giunti di saldatura.

La colonna, prima del tiro-posa, verrà precollaudata idraulicamente.

Per l'esecuzione del tiro-posa verrà predisposta una linea di scorrimento della colonna (rulli, carrelli o sostentamento con mezzi d'opera).

A titolo di esempio nella figura seguente si riporta una foto di una colonna preassemblata, prima del varo.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 32 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048



Attrav. F. Po con met. 30" – Colonna del pipeline preassemblata sulla pista di varo

Durante il varo, l'ingresso della condotta nel foro verrà facilitato, facendole assumere una catenaria predeterminata in base all'angolo d'ingresso nel terreno, al diametro ed al materiale della condotta; ciò permetterà di evitare sollecitazioni potenzialmente dannose sulla condotta da varare.

Al fine di ridurre al massimo le sollecitazioni indotte alla tubazione, durante la fase di tiro-posa, dovranno essere rigorosamente rispettati i valori di raggio minimo di curvatura elastica della tubazione.

Al termine dei lavori verrà redatto un elaborato riportante l'esatto posizionamento della condotta così come realmente posta in opera.

Ripristino dell'area di attraversamento

Al termine dei lavori, effettuati i collegamenti della sezione in tunnel con la tubazione di linea alle due estremità della trivellazione, si procede alle operazioni di recupero ambientale dei luoghi. Smobilitato il cantiere di trivellazione, si passa ai movimenti terra per il ripristino morfologico del piano di campagna.

Vengono dunque rinterrate le buche e risistemata la pista di varo. Successivamente si effettua il livellamento superficiale, riportando lo strato di humus accantonato al momento dell'inizio lavori.

Infine, in funzione della natura e della sensibilità ambientale dei luoghi, si procede ai ripristini mediante interventi di rinaturalizzazione per il completo recupero ambientale dell'area.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 33 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

7 VALUTAZIONI INERENTI LA COMPATIBILITA' IDRAULICA

7.1 Premessa

Generalità

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

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

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

Si precisa che dal 17 febbraio 2017, con la pubblicazione nella G.U.R.I. n. 27 del 2 febbraio 2017, entra in vigore il DM 25/10/2016 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), da tale data sono 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 PAI vengono gestiti dalle Autorità di Bacino Distrettuale.

Norme di Attuazione PAI - Sintesi dei contenuti

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

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

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

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

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

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

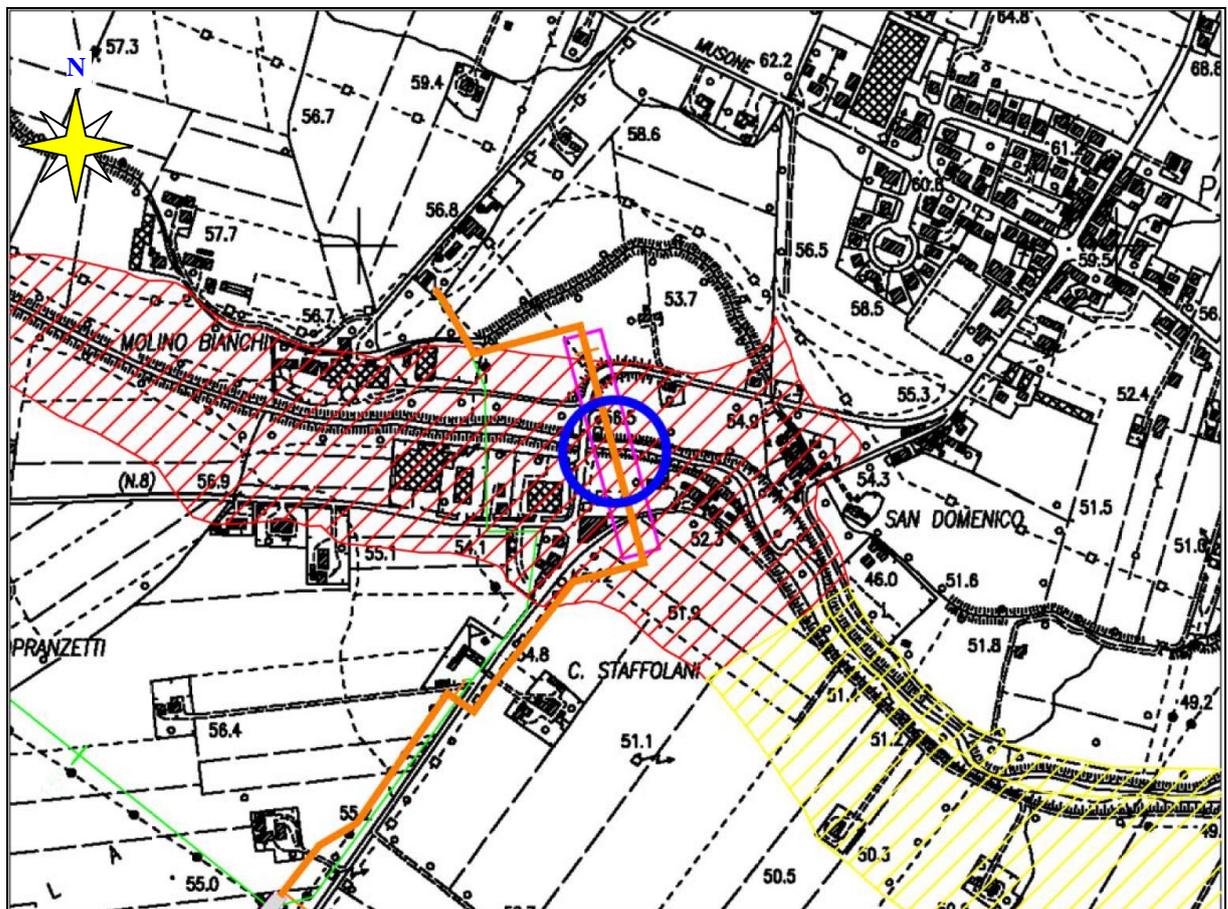
	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 34 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

aree, previo parere vincolante della Autorità idraulica competente che nelle more di specifica direttiva da parte dell'Autorità può sottoporre alla stessa l'istanza.

7.2 Interferenze nell'ambito specifico di attraversamento

Nella figura seguente è riportato uno stralcio planimetrico in scala 1:10.000, dal quale si può individuare l'ambito d'interferenza tra il metanodotto (Allacciamento) in progetto (riportato mediante una linea in colore arancione) con l'alveo del fiume (indicato con un cerchio in blu) e più in generale con le aree inondabili del corso d'acqua stesso (riportate mediante campiture a righe di varia colorazione).



	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 35 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

BACINI DI RILIEVO REGIONALE (REGIONE MARCHE)	
Titolo II - Piano per l'assetto idraulico	
	R1 - Aree Inondabili a Rischio moderato (Art. 8, comma 1)
	R2 - Aree Inondabili a Rischio medio (Art. 8, comma 1)
	R3 - Aree Inondabili a Rischio elevato (Art. 8, comma 1)
	R4 - Aree Inondabili a Rischio molto elevato (Art. 8, comma 1)
Tutte le aree perimetrate sono associate ad un unico livello di pericolosità elevata / molto elevata. (Art. 8, comma 1)	

Fig.7.2/A: Interferenze tra metanodotto in progetto con le Aree inondabili del corso d'acqua
 Dall'analisi della figura precedente si rileva che il metanodotto in progetto in corrispondenza dell'attraversamento dell'alveo interferisce con un'area inondabile del corso d'acqua censito a Rischio Idraulico molto elevato (R4).

Dalla stessa Fig.7.2/A si può anche rilevare l'alveo del corso d'acqua (e più in generale gran parte dell'area di inondazione) verrà superato in subalveo mediante trivellazione (il cui sviluppo longitudinale è indicato mediante una sagoma rettangolare in magenta).

Mentre fuori dall'ambito di trivellazione, dove la condotta in progetto verrà posizionata mediante la tradizionale tecnica degli scavi a cielo aperto, si individuano dei brevi tratti d'interferenza con gli ambiti marginali delle aree di inondazione.

7.3 Analisi dei criteri di compatibilità idraulica

Considerazioni di carattere generale

Il metanodotto in progetto rappresenta un'infrastruttura lineare di interesse pubblico. In tal senso, in riferimento alle Norme di Attuazione del Piano (Art.9, comma 1, lettera i), risulta tra le tipologie di opere per le quali è consentito l'interferenza con le fasce inondabili individuate nella cartografia PAI.

L'interferenza specifica con le aree di pericolosità idraulica del corso d'acqua è stata determinata da considerazioni a più ampia scala che riguardano l'intera direttrice di tracciato dell'opera, per la quale sono state attentamente valutate varie alternative di progetto. In particolare si sottolinea che in ogni caso non è risultato possibile evitare l'interessamento di aree di pericolosità idraulica di pertinenza del corso d'acqua in esame, in quanto il punto di partenza del metanodotto (Allacciamento) è posizionato nel lato in destra idrografica del fiume, mentre il punto di consegna terminale è posizionato nel lato in sinistra idrografica.

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

La costruzione della infrastruttura lineare inoltre non determina alcuna forma di trasformazione del territorio. Inoltre non sono previsti cambiamenti di destinazioni d'uso

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 36 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

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 determina 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 di intervento.

Considerazioni specifiche

In precedenza è stato evidenziato che la gran parte della regione fluviale (comprendente l'alveo del corso d'acqua e la gran parte dell'area d'inondazione più adiacente all'alveo stesso) verrà attraversata in trivellazione ad elevate profondità di posa. Pertanto relativamente a quest'ambito, alla luce della metodologia operativa individuata e delle scelte progettuali, si evidenzia quanto segue:

- L'attraversamento fluviale avviene in "subalveo" e prevede una profondità di posa della condotta di sufficiente garanzia nei confronti d'eventuali fenomeni di erosione di fondo (anche localizzati e/o temporanei) che si possono produrre anche in concomitanza di piene eccezionali, cosicché è da escludere qualsiasi interferenza tra tubazione e flusso della corrente;
- La configurazione morfologica d'alveo verrà mantenuta inalterata nei confronti della situazione originaria. Essendo i lavori previsti in trivellazione non si prevedono lavori in superficie nell'ambito dell'alveo del corso d'acqua;
- La tecnica costruttiva di posa della condotta (in trivellazione), unitamente alla geometria in progetto (elevate coperture in subalveo), consentono inoltre in generale di escludere interferenze con il regime idraulico del corso d'acqua anche nella fase costruttiva dell'opera;
- La configurazione geometrica della linea nell'ambito di intervento (quote in subalveo e profili di risalita) è stata stabilita anche in considerazione delle potenziali dinamiche fluviali del corso d'acqua e sono tali da non precludere la possibilità di effettuare interventi futuri in alveo, finalizzati ad attenuare o eliminare le condizioni di rischio idraulico (es: risagomature dell'alveo, realizzazione di eventuali opere di regimazione idraulica, ecc.).

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

1. *Modifiche indotte sul profilo inviluppo di piena*
Non generando alterazioni dell'assetto morfologico (tubazione completamente interrata, con posa in trivellazione), non sarà determinato dalla costruzione della condotta nessun effetto di variazione dei livelli idrici e quindi del profilo d'inviluppo di piena.
2. *Riduzione della capacità di laminazione e/o di invaso dell'alveo*
La linea in progetto, essendo completamente interrata, non crea alcun ostacolo al corretto deflusso delle acque e/o all'azione di laminazione delle piene, né contrazioni areali delle fasce d'esondazione e pertanto non sottrae capacità d'invaso.
3. *Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico ed altimetrico dell'alveo*

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 37 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

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

4. *Interazioni in considerazione delle potenziali dinamiche fluviali del corso d'acqua*
 Il sistema operativo previsto ha consentito di prevedere il posizionamento della condotta ad elevata profondità di subalveo, quindi ben oltre ad ogni prevedibile fenomeno d'approfondimento. La configurazione in subalveo a "corda molle" (con risalite a coperture ordinarie a distanze molto elevate dall'alveo attivo) consente peraltro di essere abbondantemente in sicurezza anche nei confronti di eventuali fenomeni di divagazione laterale dell'alveo attivo del corso d'acqua.
5. *Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale*
 Essendo l'opera del tutto interrata, nonché essendo prevista la metodologia costruttiva in trivellazione, non saranno introdotte alterazioni al contesto naturale della regione fluviale.

Infine, relativamente ai tratti marginali d'interferenza della regione fluviale ricadenti esternamente alla trivellazione, dove il metanodotto verrà posizionato mediante scavi a cielo aperto, si evidenzia quanto segue.

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

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

L'intervento prevede il completo 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.

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 determinano alcun incremento dei livelli di pericolosità idraulica dell'ambito 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 risulta **COMPATIBILE** con il contesto idraulico dell'ambito in esame.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NR/17350	CODICE TECNICO
	LOCALITA' REGIONI EMILIA ROMAGNA E MARCHE	RE-CIV-020	
	PROGETTO RIFACIMENTO METANODOTTO "RAVENNA – CHIETI" TRATTO "RAVENNA – JESI" DN 650 (26") – DP 75 bar ED OPERE CONNESSE	Fg. 38 di 38	Rev. 0

Rif. TPIDL: 073670C-031-RT-3220-048

8 CONCLUSIONI

La Snam Rete Gas, nell'ambito del progetto denominato "Rifacimento metanodotto Ravenna - Chieti, tratto Ravenna - Jesi ed opere connesse, DN 650 (26") - DP 75bar", intende realizzare un metanodotto che si sviluppa nell'ambito dei territori dell'Emilia Romagna e delle Marche, in sostituzione di un tratto di metanodotto in esercizio ed in fase di dismissione.

In aggiunta, nell'ambito del progetto generale, si prevede il rifacimento degli allacciamenti ai vari comuni che allo stato attuale sono alimentati dal metanodotto in fase dismissione. Tra cui in particolare si prevede la realizzazione del metanodotto denominato "Rifacimento Allacciamento Comune di Osimo 1^a Presa", DN 100 (4").

La suddetta linea del sopracitato Allacciamento in progetto interseca l'alveo del FIUME MUSONE, nell'ambito del territorio comunale di Osimo (AN).

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

Alla luce dei risultati conseguiti, per il superamento in subalveo del corso d'acqua in esame è stata prevista l'adozione di un sistema di attraversamento in trenchless, mediante la metodologia esecutiva della *Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC)*, ovvero *Horizontal Directional Drilling*.

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

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

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

Nell'analisi delle interferenze tra il metanodotto in progetto con le aree di pericolosità idraulica censite dal PAI, è stato evidenziato che l'intervento di progetto non introduce alterazioni al deflusso della corrente e/o riduzione della capacità di invaso e di laminazione del corso d'acqua e più in generale non determina alcuna modifica significativa allo stato dei luoghi della regione fluviale e non implica trasformazioni del territorio e/o cambiamenti circa l'uso del suolo.

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