

 	PROGETTISTA: 	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 1 di 47	Rev. 0

**Metanodotto: Recanati - Foligno
DN 1050 (42") DP 75 bar**

**Interferenza del progetto con le aree a rischio esondazione individuate dal "PAI"
Valutazioni idrologiche e idrauliche e
analisi degli effetti dei lavori su eventuali deflussi di piena**

0	Emissione	Vitelli	Morgante	Sabbatini	Nov. 2011
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 2 di 47	Rev. 0

INDICE

1	PREMESSA	4
2	INDIVIDUAZIONE INTERFERENZE CON AREE A RISCHIO ESONDAZIONE	5
	2.1 Aree di interferenza	5
	2.2 Considerazioni inerenti il grado di rischio nelle interferenze	7
	2.3 Inquadramento cartografico delle interferenze	8
3	ANALISI DELLE INTERFERENZE	12
	3.1 Tratti di percorrenza di aree di esondazione	12
	3.2 Attraversamenti di corsi d'acqua con metodologie in trivellazione	13
	3.3 Attraversamenti di corsi d'acqua mediante scavi a "cielo aperto"	14
4	VALUTAZIONI IDROLOGICHE	16
	4.1 Considerazioni specifiche preliminari	16
	4.2 Sezioni di studio e parametri morfometrici	16
	4.3 Metodo indiretto (Afflussi-Deflussi)	20
	4.3.1 Criteri generali di valutazione dei parametri idrologici	21
	4.3.2 Individuazione dei parametri idrologici	25
	4.3.3 Risultati	28
	4.4 Metodo Vapi (Regionalizzazione con metodo TCEV)	29
	4.4.1 Generalità	29
	4.4.2 Cenni al modello TCEV (a doppia componente) e alla tecnica di regionalizzazione	30
	4.4.3 Valutazione portate al colmo	30
	4.4.4 Risultati	31
	4.5 Portate di progetto	32
5	VALUTAZIONI IDRAULICHE	33
	5.1 Generalità	33
	5.2 Considerazioni specifiche	33
6	ANALISI DEGLI EFFETTI DEI LAVORI SU EVENTUALI DEFLUSSI DI PIENA	35
	6.1 Premessa	35
	6.2 Procedure per ridurre gli effetti sul deflusso delle piene	36

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 3 di 47	Rev. 0

6.2.1	Programmazione dei lavori per ridurre le possibilità d'interferenza con le piene	36
6.2.2	Procedure operative e disposizioni di sicurezza	37
6.2.3	Procedure nelle condizioni di emergenza	38
6.3	Effetti dei lavori sul deflusso di piena	38
7	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	39
	APPENDICE I: F. POTENZA- ELAB. DATI DI PIOGGIA STAZ. "PIORACO" E "RECANATI"	40
	APPENDICE II: F. ESINO ELABORAZIONE DATI DI PIOGGIA STAZ. "FABRIANO"	46

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 4 di 47	Rev. 0

1 PREMESSA

Il progetto in oggetto si articola in una serie di interventi che, oltre a riguardare la posa di una nuova condotta DN 1050 (42") DP 75 bar, di maggior diametro rispetto al metanodotto esistente "Recanati – Foligno DN 600 (24"), MOP 70 bar" di cui è prevista la rimozione, comporta l'adeguamento delle linee di vario diametro che, prendendo origine da quest'ultima, garantiscono l'allacciamento a diverse utenze nel settore del bacino umbro-marchigiano attraversato dalla stessa condotta. Detto adeguamento si attua attraverso la contestuale realizzazione di alcune nuove linee di trasporto e la dismissione di condotte esistenti.

I tracciati dei suddetti metanodotti (sia quelli in progetto, che quelli in dismissione) interferiscono localmente con aree a rischio di esondazione individuate dalla Regione Marche, nell'ambito del "Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei bacini di rilievo regionale (PAI)".

In riferimento al punto 22 della richiesta di integrazioni allo Studio di Impatto Ambientale formulata dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, la presente indagine è finalizzata alla analisi degli effetti causati da precipitazioni intense nelle aree a rischio esondazione interessate dalle attività di progetto.

In particolare il presente elaborato, dopo l'individuazione dei vari ambiti di interferenza tra le linee in esame e le aree di esondazione individuate e l'analisi delle relative specifiche peculiarità di ciascuna interferenza, illustra le valutazioni idrologiche e idrauliche per i vari ambiti, in considerazione di eventi di piena aventi diversi tempi di ritorno, gli accorgimenti e le procedure operative previsti al fine di minimizzare gli effetti dei lavori (durante la fase di cantiere) sull'andamento dei deflussi di eventuali piene eccezionali.

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 5 di 47	Rev. 0

2 INDIVIDUAZIONE INTERFERENZE CON AREE A RISCHIO ESONDAZIONE

2.1 Aree di interferenza

I tracciati delle condotte in progetto e in dismissione interferiscono localmente con aree a rischio di esondazione individuate dall’Autorità Interregionale di Bacino della Regione Marche nell’ambito del “Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico dei bacini di rilievo regionale (PAI)”.

In particolare sono stati individuati n.14 ambiti di interferenza, i cui estremi di riferimento sono riportati nella tabella seguente (vedi tab. 2.1/A).

Tab.2.1/A: Elenco Interferenze dei tracciati di linea (in progetto e in dismiss.) con Aree a Rischio Esondazione

Num	da km	a km	Lungh. Interfer km	Metanodotto	Descrizione	Tav. (*)	Comune
1	13,760	13,810	0,050	Recanati - Foligno DN 1050 (42") - (in progetto)	F. Potenza: Percorrenza in sx idrografica	5	Macerata
2	14,060	14,080	0,020		F. Potenza: Percorrenza in sx idrografica	5	Treia
3	14,940	15,015	0,075		F. Potenza: Percorrenza in sx idrografica	5	Treia
4	15,965	16,225	0,260		F. Potenza: Percorrenza in sx idrografica	5	San Severino Marche
5	30,750	30,865	0,115		F. Potenza: 3° Attraversam. (in microtunnel)	10	San Severino Marche
6	0,140	0,235	0,095	Rif. Al Comune di Macerata DN 150 (6") - (in progetto)	F. Potenza: Attraversamento (in TOC)	24	Treia - Macerata
7	3,645	3,725	0,080	Rif. Al Comune di Matelica 2° presa DN 150 (6") - (in progetto)	F. Esino: Percorrenza in sx idrografica	35	Matelica
8	3,795	3,880	0,085		F. Esino: Attraversamento (con scavi a cielo aperto)	35	Matelica
9	3,060	3,105	0,045	Rif. Diramazione per Cerreto d'Esi DN 200 (8") - (in progetto)	F. Esino: Attraversamento (con scavi a cielo aperto)	36	Cerreto d'Esi
10	30,320	30,545	0,225	Recanati - Foligno DN 600 (24") - (in dismissione)	F. Potenza: Attraversamento (da dismettere)	10/A	San Severino Marche

(*) Dis. 000-LB-D-83213 rev.1 (vedi vedi Studio di Impatto Ambientale - Varianti e ottimizzazioni di progetto Vol. 7)

 snam rete gas	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 6 di 47	Rev. 0

Tab.2.1/A: Elenco Interferenze dei tracciati di linea (in progetto e in dismiss.) con Aree a Rischio Esondazione (seguito)

Num	da km	a km	Lungh. Interfer km	Metanodotto	Descrizione	Tav. (*)	Comune
11	0,650	0,745	0,095	Derivazione per Macerata DN150 (6") - <i>(in dismissione)</i>	F. Potenza: Attraversamento (da dismettere)	24/A	Treia - Macerata
12	0,845	0,935	0,090	All. Merloni di Matelica DN 80 (3") - <i>(in dismissione)</i>	F. Esino: Attraversamento (da dismettere)	35/A	Matelica
13	0,480	0,575	0,095	Diramazione per Cerreto d'Esì DN 125 (5") - <i>(in dismissione)</i>	F. Esino: Attraversamento (da dismettere)	36/A	Cerreto d'Esì
14	8,755	8,910	0,155	Derivazione per Fabriano DN 250/200 (10"/8") - <i>(in dismissione)</i>	F. Potenza: Percorrenza in sx idrografica (da dismettere)	40/A	Castelraimondo

(*) Dis. 000-LB-D-83213 rev.1 (vedi Studio di Impatto Ambientale - Varianti e ottimizzazioni di progetto Vol. 7)

Per ogni interferenza, le classi di pericolosità idraulica ed i livelli di rischio esondazione sono sintetizzati nella seguente tabella (vedi tab. 2.1/B).

Tab. 2.1/B: Classe di Pericolosità idraulica e Rischio esondazioni

Num.	Lungh. Interfer.	Metanodotto	Descrizione	Cl. Pericolos. idraulica	Area a Rischio Esondazione
1	0,050	Recanati - Foligno DN1050 (42") - <i>(in progetto)</i>	F. Potenza: Percorrenza in sx idrografica	Elevata - Molto Elevata	R2 - Rischio medio
2	0,020		F. Potenza: Percorrenza in sx idrografica	Elevata - Molto Elevata	R2 - Rischio medio
3	0,075		F. Potenza: Percorrenza in sx idrografica	Elevata - Molto Elevata	R2 - Rischio medio
4	0,260		F. Potenza: Percorrenza in sx idrografica	Elevata - Molto Elevata	R2 - Rischio medio
5	0,115		F. Potenza: 3° Attraversam. (in microtunnel)	Elevata - Molto Elevata	R1 - Rischio moderato
6	0,095	Rif. Al. Comune di Macerata DN150 (6") - <i>(in progetto)</i>	F. Potenza: Attraversamento (in TOC)	Elevata - Molto Elevata	R2 - Rischio medio

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 7 di 47	Rev. 0

Tab. 2.1/B: Classe Pericolosità idraulica e Rischio esondazioni (seguito)

Num.	Lungh. Interfer.	Metanodotto	Descrizione	Cl. Pericolos. idraulica	Area a Rischio Esondazione
7	0,080	Rif. Al Comune di Matelica 2° presa DN150 (6") - <i>(in progetto)</i>	<u>F. Esino:</u> Percorrenza in sx idrografica	Elevata - Molto Elevata	R1 - Rischio moderato
8	0,085		<u>F. Esino:</u> Attraversamento (con scavi a cielo aperto)	Elevata - Molto Elevata	R1 - Rischio moderato
9	0,045	Rif. Diramazione per Cerreto d'Esi DN 200 (8") - <i>(in progetto)</i>	<u>F. Esino:</u> Attraversamento (con scavi a cielo aperto)	Elevata - Molto Elevata	R1 - Rischio moderato
10	0,225	Recanati - Foligno DN 600 (24") - <i>(in dismissione)</i>	<u>F. Potenza:</u> Attraversamento (da dismettere)	Elevata - Molto Elevata	R1 - Rischio moderato
11	0,095	Derivazione per Macerata DN150 (6") - <i>(in dismissione)</i>	<u>F. Potenza:</u> Attraversamento (da dismettere)	Elevata - Molto Elevata	R2 - Rischio medio
12	0,090	All. Merloni di Matelica DN80 (3") - <i>(in dismissione)</i>	<u>F. Esino:</u> Attraversamento (da dismettere)	Elevata - Molto Elevata	R1 - Rischio moderato
13	0,095	Diramazione per Cerreto d'Esi DN125 (5") - <i>(in dismissione)</i>	<u>F. Esino:</u> Attraversamento (da dismettere)	Elevata - Molto Elevata	R1 - Rischio moderato
14	0,155	Deriv. per Fabriano DN250/200 (10"/8") - <i>(in dismissione)</i>	<u>F. Potenza:</u> Percorrenza in sx idrografica (da dismettere)	Elevata - Molto Elevata	R1 - Rischio moderato

2.2 Considerazioni inerenti il grado di rischio nelle interferenze

La Regione Marche, nell'ambito del "Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei bacini di rilievo regionale (PAI)", ha individuato per le aste fluviali principali le aree di pericolosità idraulica: riferite a territori inondabili da piene fluviali assimilabili ad eventi con tempi di ritorno fino a 200 anni.

Dette fasce sono state definitive su base storico- geomorfologica ed assimilabile ad eventi con tempi di ritorno pari a 200 anni in relazione ai beni esposti e sono comunque associate ad un unico livello di pericolosità "elevata – molto elevata".

Le aree a pericolosità idraulica sono state suddivise in tronchi fluviali omogenei, con criteri comprendenti la morfologia dell'alveo, la presenza di opere trasversali ed elementi di rischio. Questi sono stati articolati in quattro classi di rischio, riferiti agli elementi esposti, contenuti in una matrice di analisi. Alle classi di rischio individuate (a gravosità decrescente, da R4 a R1) sono associabili le definizioni contenute nel DPCM 29.09.98 e riportate nella tabella seguente (vedi tab. 2.2/A).

Tab.2.2/A: Definizione delle classi di Rischio (DPCM 29.09.98)

- <i>moderato R1</i> : per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali;

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 8 di 47	Rev. 0

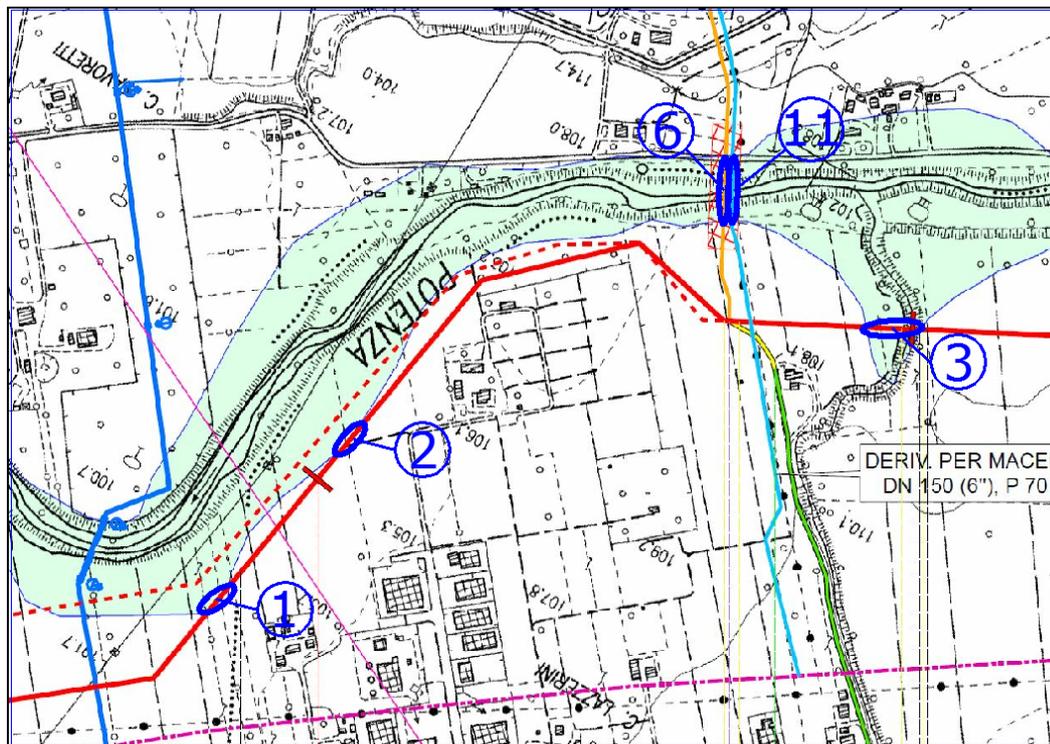
Tab.2.2/A: Definizione delle classi di Rischio (DPCM 29.09.98) – (seguito)

- <i>medio R2</i> : per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- <i>elevato R3</i> : per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;
- <i>molto elevato R4</i> : per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socioeconomiche.

Pertanto, esaminando l'ultima colonna della precedente tab. 2.1/B, si rileva che tutte le interferenze tra i metanodotti (sia in progetto che in dismissione) e le aree a pericolosità idraulica ricadono in ambiti associati a livelli di rischio idraulico R1 (rischio moderato) oppure a livelli di rischio R2 (rischio medio).

2.3 Inquadramento cartografico delle interferenze

Nel seguito si riportano gli stralci planimetrici, con l'individuazione dei vari ambiti d'interferenza (ordinati in ordine progressivo come indicato in tab.2.1/A – vedi fig. 2.3/A ÷ 2.3/F).



	PROGETTISTA: 	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 9 di 47	Rev. 0

Fig.2.3/A: Interferenze n.1, 2, 3, 6, 11

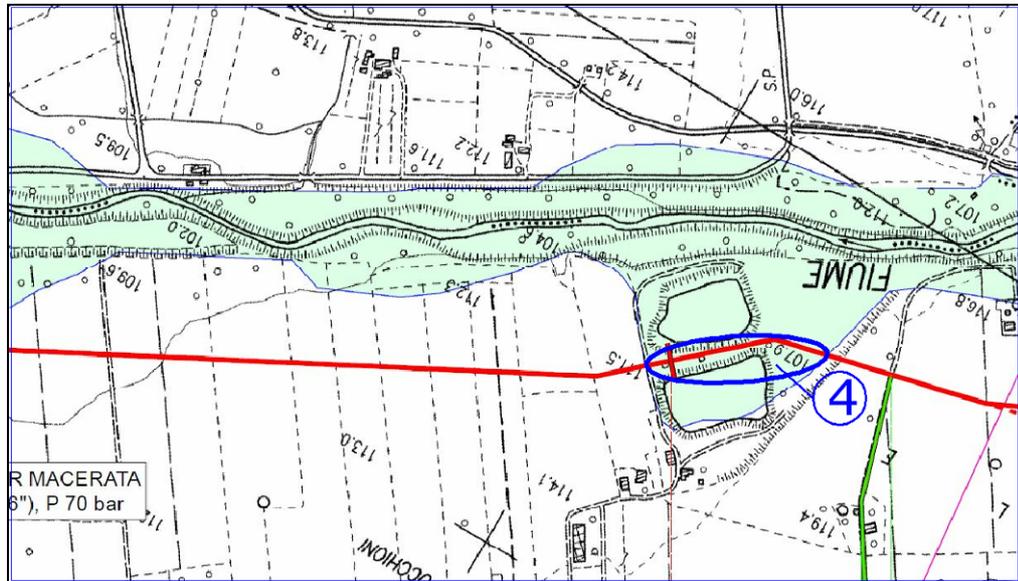


Fig.2.3/B: Interferenza n.4

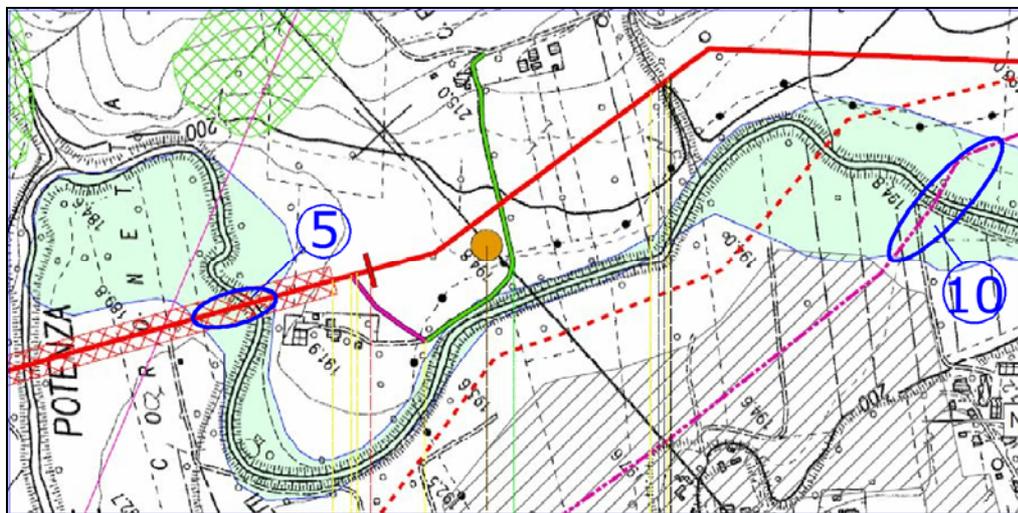


Fig.2.3/C: Interferenze n.5, 10

 snam rete gas	PROGETTISTA:  saipem	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 10 di 47	Rev. 0

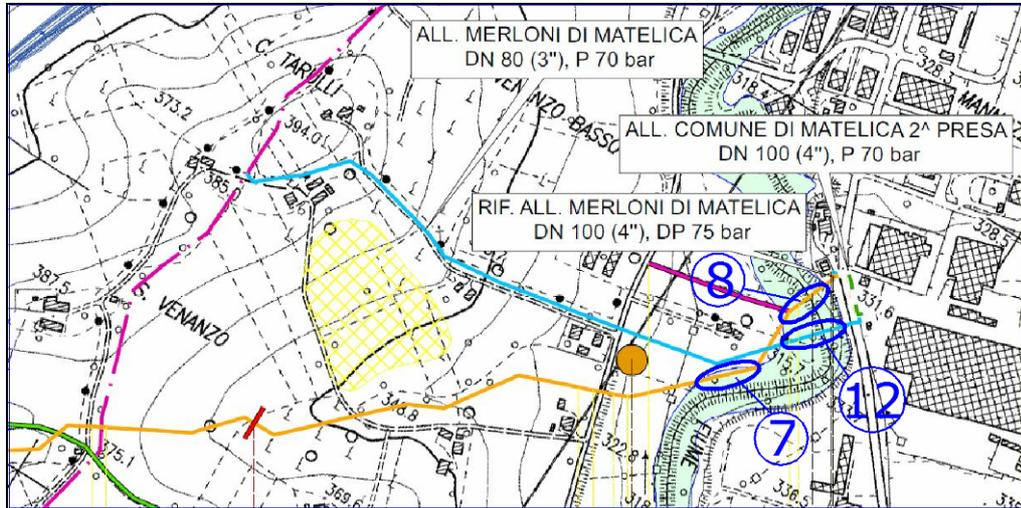


Fig.2.3/D: Interferenze n.7, 8, 12

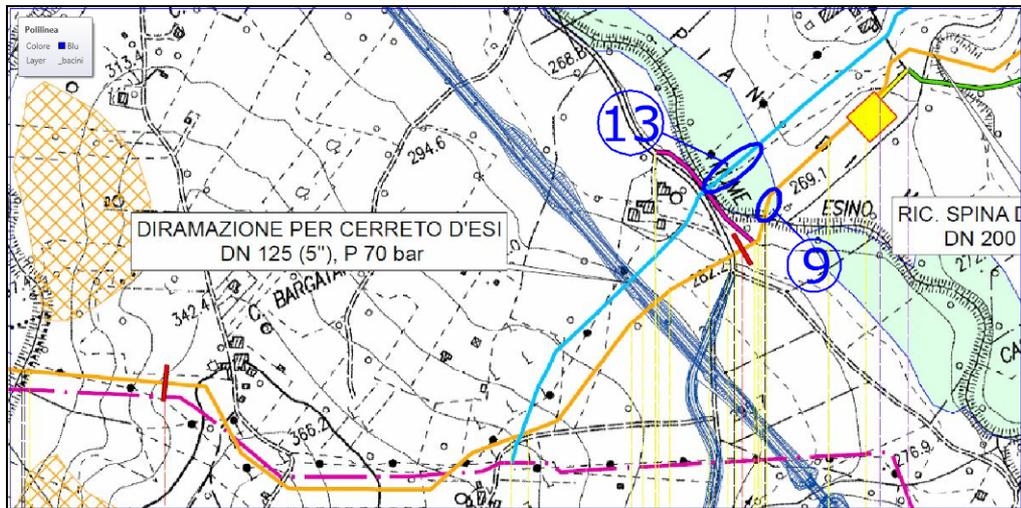


Fig.2.3/E: Interferenze n.9, 13

 snam rete gas	PROGETTISTA:  saipem	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 11 di 47	Rev. 0

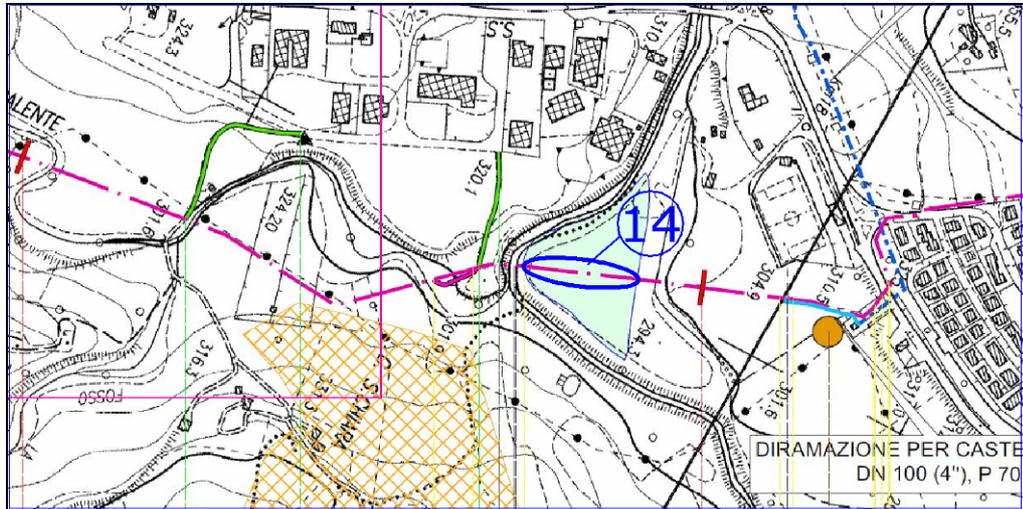


Fig.2.3/F: Interferenza n.14

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 12 di 47	Rev. 0

3 ANALISI DELLE INTERFERENZE

Nel presente capitolo viene eseguita una disamina particolareggiata delle interferenze al fine di valutare i potenziali effetti delle attività (nelle fasi in corso d'opera) sui deflussi di piena, in funzione della specificità del sito, delle tipologie di lavorazioni (percorrenza in parallelismo o attraversamento) e delle metodologie operative (attraversamenti con scavi a cielo aperto o in trivellazione).

3.1 Tratti di percorrenza di aree di esondazione

Si tratta di quei tratti che la linea in esame interferisce con le aree di esondazione individuate nel PAI, senza tuttavia attraversare l'alveo ordinario del corso d'acqua.

Nello specifico detta situazione si viene creare nelle seguenti interferenze:

- Interferenza n. 1: si tratta di una percorrenza della linea principale in progetto (Metanodotto Recanati – Foligno DN1050, (42"), per un breve tratto (50m) della parte estremamente marginale dell'area di esondazione in sinistra idrografica del F. Potenza, nell'ambito del territorio comunale di Macerata (vedi fig. 4.4/A).
- Interferenza n. 2: si tratta di una percorrenza della linea principale in progetto (Metanodotto Recanati – Foligno DN1050, (42") per un brevissimo tratto (20m) della parte estremamente marginale dell'area di esondazione in sinistra idrografica del F. Potenza, nell'ambito del territorio comunale di Treia (vedi fig. 4.4/A).
- Interferenza n. 3: si tratta di una percorrenza della linea principale in progetto (Metanodotto Recanati – Foligno DN1050, (42") per un breve tratto (75m) della parte marginale dell'area di esondazione in sinistra idrografica del F. Potenza, in corrispondenza della confluenza del Rio Chiaro e nell'ambito del territorio comunale di Treia (vedi fig. 4.4/A).
- Interferenza n. 4: si tratta di una percorrenza della linea principale in progetto (Metanodotto Recanati – Foligno DN1050, (42") per un tratto della lunghezza di 260 m di un'area di laminazione in sinistra idrografica del F. Potenza, in corrispondenza di due laghetti di cava localizzati nell'ambito del territorio comunale di San Severino Marche (vedi fig. 4.4/B).
- Interferenza n. 7: si tratta di una percorrenza della linea in progetto del Metanodotto "Rifacimento Allacciamento al Comune di Matelica 2^a presa" DN 150 (6") per un breve tratto (80 m) della parte marginale dell'area di esondazione in sinistra idrografica del F. Esino, nell'ambito del territorio comunale di Matelica (vedi fig. 4.4/D).
- Interferenza n. 14: si tratta di una percorrenza della linea in dismissione del Metanodotto "Derivazione per Fabriano" DN 250 (10") per un tratto della lunghezza di 155m di un'area di esondazione localizzata in un'ansa in sinistra idrografica del F. Potenza, nell'ambito del territorio comunale di Castelraimondo (vedi fig. 4.4/F).

In riferimento ai livelli di rischio idraulico relativi agli ambiti d'interferenze di cui al presente paragrafo, si rileva che le prime quattro interferenze (n.1, n.2, n.3, n.4)

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 13 di 47	Rev. 0

riguardano aree a rischio R2 (rischio medio), mentre le ultime due interferenze (n.7 e n.14) riguardano aree a rischio R1 (rischio moderato).

Effetti delle attività di cantiere su eventuali deflussi di piena

Sulla base di quanto sopra riportato si desume che gli ambiti d'interferenza lungo le percorrenze delle aree di esondazione, riguardano tipologie di lavori semplici, da effettuare in tratti di lunghezza generalmente limitata (infatti esclusivamente le interferenze n.4 e n.14 sono caratterizzate da lunghezze superiori ai 100 m) e peraltro interessano generalmente le parti marginali delle aree di esondazione (delimitate in assimilazione ad un evento di piena con un tempo di ritorno pari a 200 anni) e dove, in considerazione delle morfologie subpianeggianti, gli eventuali deflussi avvengono con ridotta velocità e bassi battenti idraulici.

Si può dunque ritenere che per i casi specifici le possibilità che si verifichino piene così eccezionali tali da interferire con le lavorazioni in questione appaiono estremamente remote. In ogni caso gli effetti reciproci tra le lavorazioni in corso e le potenziali piene risultano comunque intrinsecamente molto marginali.

Pertanto adottando le corrette procedure operative, che verranno dettagliate nel seguito, risulta possibile annullare di fatto ogni possibile effetto delle lavorazioni in corso sui deflussi delle acque, anche in concomitanza della manifestazione di una piena eccezionale.

3.2 Attraversamenti di corsi d'acqua con metodologie in trivellazione

Si tratta di attraversamenti dei corsi d'acqua da parte di metanodotti in progetto in corrispondenza di ambiti perimetrati a pericolosità idraulica "elevata o molto elevata", mediante delle tecniche "trenchless".

Nello specifico, detta situazione si viene a creare nelle seguenti interferenze:

- Interferenza n. 5: si tratta di un attraversamento della linea principale in progetto (Metanodotto Recanati – Foligno DN 1050, 42") del F. Potenza, nell'ambito del territorio comunale di San Severino Marche (vedi fig. 4.4/C). L'ambito di interferenza con l'area di esondazione riguarda un tratto della lunghezza di 115m, a cavallo dell'alveo ordinario del corso d'acqua. L'attraversamento in esame è previsto in trivellazione in subalveo (mediante la tecnica del microtunnelling), le cui postazioni di partenza e arrivo sono previste ampiamente al di fuori dell'area di esondazione.
- Interferenza n. 6: si tratta di un attraversamento della metanodotto in progetto del Metanodotto "Rifacimento Allacciamento al Comune di Macerata" DN150 (6") del F. Potenza, nell'ambito dei territori comunali di Treia e Macerata (vedi fig. 4.4/A). L'ambito di interferenza con l'area di esondazione riguarda un tratto della lunghezza di 95m, a cavallo dell'alveo ordinario del corso d'acqua. L'attraversamento in esame è previsto in trivellazione in subalveo (mediante la tecnica della *Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC)*, ovvero *Horizontal Directional Drilling*), i cui punti di ingresso ed uscita della trivellazione sono previsti ampiamente al di fuori dell'area di esondazione..

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 14 di 47	Rev. 0

In riferimento ai livelli di rischio idraulico relativi agli ambiti d'interferenza di cui al presente paragrafo, si rileva che l'interferenza n. 5 riguarda un'area a rischio R1 (rischio moderato), mentre l'interferenza n. 6 riguarda un'area a rischio R2 (rischio medio).

Effetti delle attività di cantiere su eventuali deflussi di piena

Nei casi specifici essendo gli attraversamenti previsti in trivellazione, con raggiungimento di profondità elevate in subalveo e con postazioni di lavoro posizionate ampiamente esternamente alle aree di esondazione, non si prevede alcuna forma di interferenza tra il deflusso idraulico del corso d'acqua (anche in concomitanza di fenomeni eccezionali di piena) con i lavori connessi alla posa del metanodotto.

Si può dunque affermare che per i casi specifici gli effetti reciproci tra le lavorazioni e le potenziali piene del corso d'acqua risultano nulle.

Pertanto per le suddette interferenze non risulta necessario adottare alcuno accorgimento particolare riguardante la problematica specifica.

3.3 Attraversamenti di corsi d'acqua mediante scavi a "cielo aperto"

Si tratta di attraversamenti dei corsi d'acqua da parte di metanodotti (in progetto o in dismissione) in corrispondenza di ambiti perimetrati a pericolosità idraulica "elevata o molto elevata", da eseguire mediante scavi a cielo aperto.

- Interferenza n. 8: si tratta di un attraversamento della linea in progetto del Metanodotto "Rifacimento Allacciamento al Comune di Matelica 2^a presa" DN 150 (6") del F. Esino, nell'ambito del territorio comunale di Matelica (vedi fig. 4.4/D). L'ambito di interferenze con l'area di esondazione riguarda un tratto della lunghezza di 80m, a cavallo dell'alveo ordinario del corso d'acqua. L'attraversamento in esame è previsto utilizzando la tecnica degli scavi a cielo aperto.
- Interferenza n. 9: si tratta di un attraversamento del metanodotto in progetto del Metanodotto "Rifacimento Derivazione per Cerreto d'Esi" DN 200 (8") del F. Esino, nell'ambito del territorio comunale di Cerreto d'Esi (vedi fig. 4.4/E). L'ambito di interferenza con l'area di esondazione riguarda l'alveo del corso d'acqua ed breve tratto in destra idrografica, per una lunghezza complessiva di 45 m. L'attraversamento in esame è previsto utilizzando la tecnica dello scavo a cielo aperto.
- Interferenza n. 10: si tratta di un attraversamento della linea in dismissione denominata Metanodotto "Recanati - Foligno" DN 600 (24") del F. Potenza, nell'ambito del territorio comunale di San Severino Marche (vedi fig. 4.4/C). L'ambito di interferenza con l'area di esondazione riguarda un tratto della lunghezza complessiva di 225 m, a cavallo dell'alveo ordinario del corso d'acqua. Per la rimozione della condotta si prevede di utilizzare la tecnica dello scavo a cielo aperto.
- Interferenza n. 11: si tratta di un attraversamento della linea in dismissione denominata Metanodotto "Derivazione per Macerata" DN 150 (8") del F. Potenza, nell'ambito dei territori comunali di Treia e San Severino Marche (vedi fig. 4.4/A). L'ambito di interferenza con l'area di esondazione riguarda un tratto della

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 15 di 47	Rev. 0

lunghezza complessiva di 95m, a cavallo dell'alveo ordinario del corso d'acqua. Per la rimozione della condotta si prevede di utilizzare la tecnica dello scavo a cielo aperto.

- Interferenza n. 12: si tratta di un attraversamento della linea in dismissione denominata Metanodotto "Allacciamento Merloni di Matelica" DN80 (3") del F. Esino, nell'ambito del territorio comunale di Matelica (vedi fig. 4.4/D). L'ambito di interferenza con l'area di esondazione riguarda un tratto della lunghezza complessiva di 90 m, a cavallo dell'alveo ordinario del corso d'acqua. Per la rimozione della condotta si prevede di utilizzare la tecnica dello scavo a cielo aperto.
- Interferenza n. 13: si tratta di un attraversamento della linea in dismissione denominata Metanodotto "Diramazione per Cerreto d'Esi" DN 125 (5") del F. Esino, nell'ambito del territorio comunale di Cerreto d'Esi (vedi fig. 4.4/E). L'ambito di interferenza con l'area di esondazione riguarda l'alveo del corso d'acqua ed un tratto in destra idrografica, per una lunghezza complessiva di 95 m . Per la rimozione della condotta si prevede di utilizzare la tecnica dello scavo a cielo aperto.

In riferimento ai livelli di rischio idraulico relativi agli ambiti d'interferenze di cui al presente paragrafo, si rileva che in generale riguardano aree a rischio R1 (rischio moderato); esclusivamente l'interferenza n.11 riguarda un'area a rischio R2 (rischio medio).

Effetti delle attività di cantiere su eventuali deflussi di piena

Gli attraversamenti dei corsi d'acqua sopra citati rappresentano, tra le tipologie d'interferenza analizzate, i casi in cui risultano maggiormente concrete le possibilità che si possano manifestare effetti reciproci tra le lavorazioni (in corso d'opera) con i deflussi di eventuali piene eccezionali, qualora queste ultime si dovessero manifestare in concomitanza con i lavori.

Tuttavia adottando le corrette procedure operative ed i dovuti accorgimenti (i quali verranno dettagliati nel seguito) risulta possibile ridurre sensibilmente le conseguenze dei deflussi di piena sulle lavorazioni ed annullare di fatto ogni possibile effetto delle lavorazioni sul corretto deflusso delle acque, anche in concomitanza della manifestazione di piene eccezionali.

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 16 di 47	Rev. 0

4 VALUTAZIONI IDROLOGICHE

Lo studio idrologico ha come fine la determinazione delle portate di piena al colmo di uno o più corsi d'acqua in prefissate sezioni di studio.

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 vicinanze 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 alcuni 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.

4.1 Considerazioni specifiche preliminari

Per quanto riguarda il F. Potenza sono disponibili un numero significativo di dati di portata nella stazione idrometrica di "Potenza a Cannucciaro". Tuttavia, sulla base dell'esperienza maturata, detti dati idrometrici appaiono non rappresentativi (bassi) nei confronti dei valori attesi, in considerazione della superficie del bacino sotteso e della piovosità nell'ambito di riferimento.

Per quanto concerne il F. Esino non sono disponibili dati di portata registrati sul corso d'acqua in stazioni idrometriche poste a distanza ravvicinata alle sezioni di studio in esame.

In ragione di quanto affermato al fine di valutare le portate di piena di riferimento per le sezioni di studio sono state utilizzate le seguenti metodologie di calcolo:

- il metodo indiretto (Afflussi- Deflussi), che permette la valutazione delle portate al colmo in funzione delle precipitazioni intense.
- Analisi statistica su scala regionale avvalendosi dei risultati del progetto VAPI (VALutazione PIene promosso dal CNR - GNDCI).

4.2 Sezioni di studio e parametri morfometrici

Al fine di rappresentare adeguatamente dal punto di vista idrologico i tratti di interferenza con le aree a rischio esondazione sono state individuate n.7 sezioni di studio (di cui 5 relativamente al F. Potenza e 2 per il F. Esino). Le correlazioni tra le interferenze e le sezioni di studio considerate sono riportate in tab. 4.4/D.

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 17 di 47	Rev. 0

Nelle figure seguenti sono riportati gli stralci planimetrici con la delimitazione dei bacini sottesi dalle sezioni di studio nel Potenza e nell'Esino. Detti bacini sono stati riportati rispettivamente su base cartografica 1:250.000 per il F. Potenza e su base cartografica 1:25.000 per il F. Esino (vedi fig. 4.2/A e 4.2/B).

	PROGETTISTA: 	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 18 di 47	Rev. 0

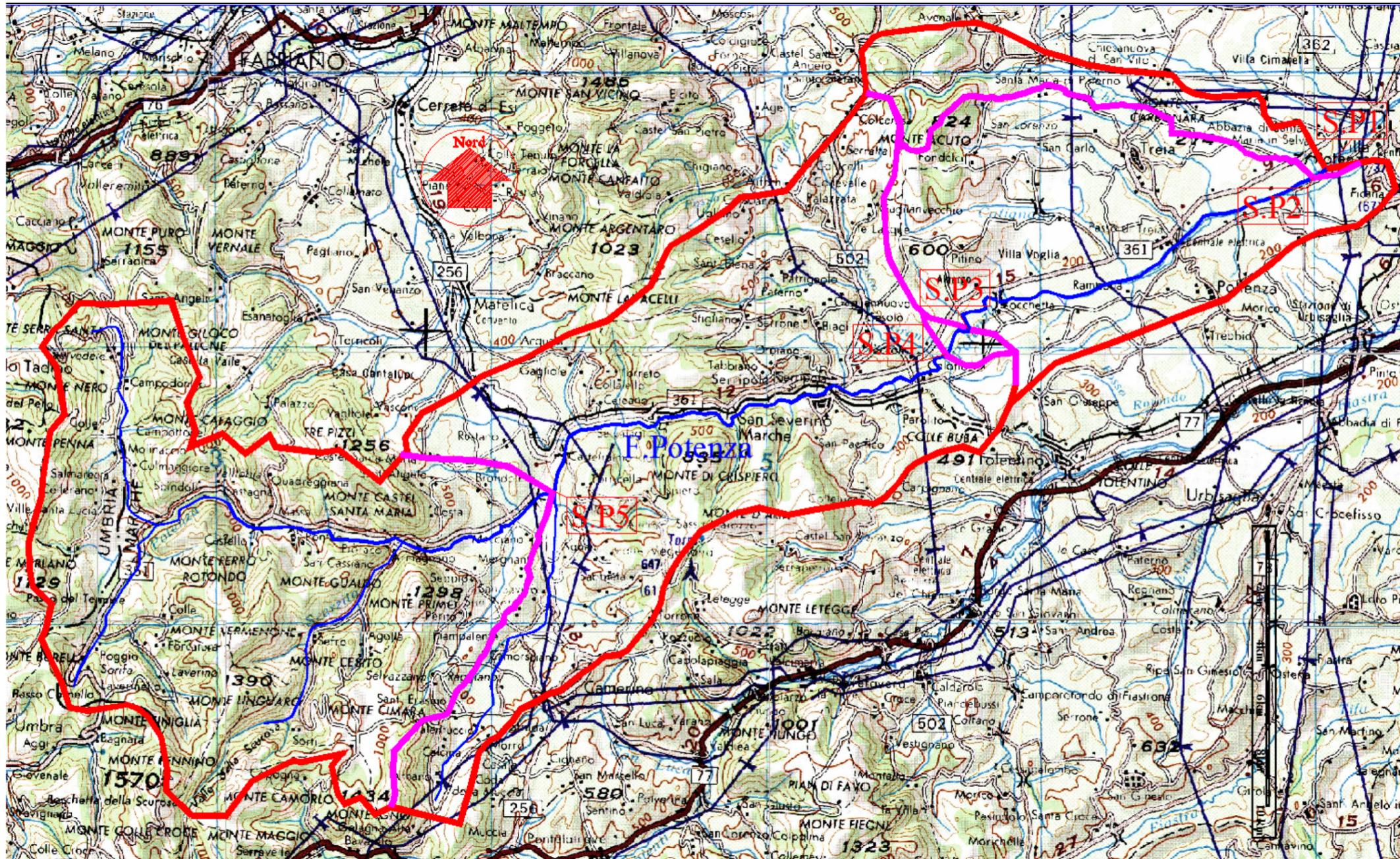


Fig.4.2/A: Bacini Imbriferi sottesi dalle sezioni di studio considerate per il F.Potenza

	PROGETTISTA: 	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 19 di 47	Rev. 0

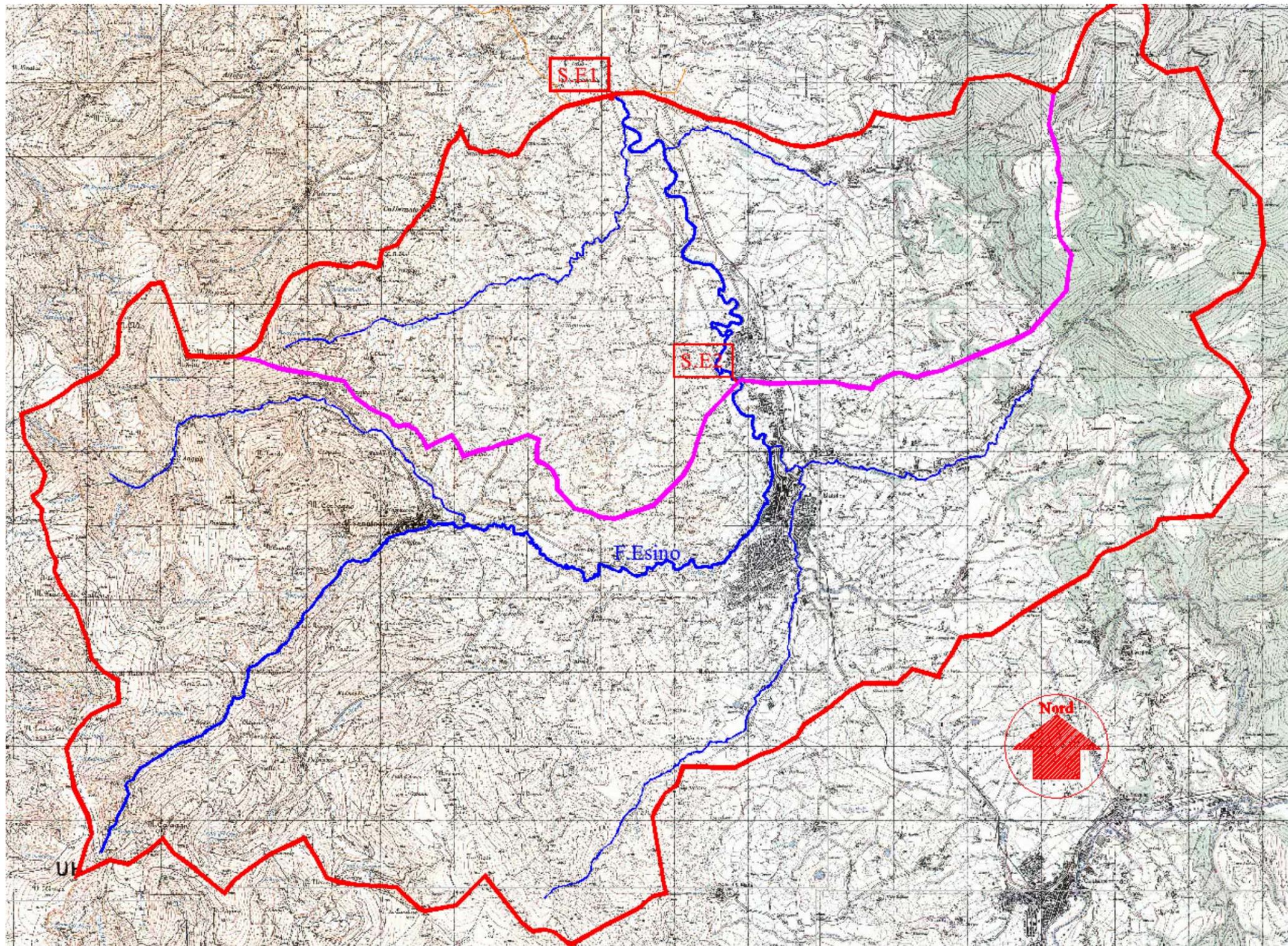


Fig.4.2/B: Bacini Imbriferi sottesi dalle sezioni di studio considerate per il F.Esino

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 20 di 47	Rev. 0

Nella tabella seguente sono riportati i parametri morfometrici dei bacini sottesi dalle sezioni di studio (vedi tab. 4.2/A)

Tab. 4.2/A: Parametri morfometrici

Corso d'acqua / Sezione Studio	Interferenza n.	Sup.cie Bacino (km ²)	Lungh. asta principale (km)	Altitudine max bacino (m)	Altitudine media Bacino (m)	Altitudine Sezione chiusura (m)
F.Potenza /S.P1	n.6, rappresentativa per n.1, n.2, n.3, n.11	580	70.5	1570	570	105
F.Potenza /S.P2	n.4	540	69	1570	575	108
F.Potenza /S.P3	n.5	431	49.5	1570	620	185
F.Potenza /S.P4	n.10	428	47.5	1570	620	195
F.Potenza /S.P5	n.14	410	25	1570	790	310
F.Esino /S.E1	n.9 rappresentativa per n.13	130	24		630	280
F.Esino /S.E2	n.8, rappresentativa per n.7 e n.12	91	16.1		685	310

4.3 Metodo indiretto (Afflussi-Deflussi)

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

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

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

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

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

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 21 di 47	Rev. 0

in cui:

- Q_c (mc/s): portata di progetto al colmo di piena (in funzione del tempo di ritorno "T" (anni));
- c (-): coefficiente di deflusso, pari al rapporto tra il volume totale affluito (pioggia totale effettivamente caduta sul bacino) e volume defluito attraverso la sezione di chiusura (pioggia totale depurata delle perdite per infiltrazione ed evapotraspirazione). Il parametro tiene in considerazione della capacità di assorbimento del terreno e del fattore di laminazione (capacità di invaso sulla superficie del bacino e nel reticolo idrografico);
- A (km²): superficie del bacino imbrifero, riferita alla sezione di chiusura;
- t_c (h) - tempo di corrivazione: è il tempo che una goccia di pioggia, caduta nel punto idraulicamente più lontano dalla sezione considerata, impiega a raggiungere la sezione stessa;
- h_{ragg} (mm) – altezza di pioggia ragguagliata al bacino: viene valutata per piogge di durata pari al tempo di corrivazione "tc" ed è funzione del tempo di ritorno "TR", intendendo con tale locuzione l'inverso della probabilità di superamento di un certo evento.

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

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

4.3.1 Criteri generali di valutazione dei parametri idrologici

Coefficiente di Deflusso (c)

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

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

Esistono in letteratura scientifica numerose tabulazioni e grafici utili per la valutazione di questo parametro; qui di seguito si riportano alcune tra le tabelle maggiormente impiegate (vedi tab. 4.3/A e 4.3/B).

Tab. 4.3/A: Coefficienti di deflusso raccomandati da Handbook of Applied Hydrology, Ven Te Chow, 1964

Tipo di suolo	c	
	Uso del suolo	
	coltivato	bosco
Suolo con infiltrazione elevata, normalmente sabbioso o ghiaioso	0,20	0,10
Suolo con infiltrazione media, senza lenti argillose, suoli limosi e simili	0,40	0,30

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 22 di 47	Rev. 0

Tab. 4.3/A: Coefficienti di deflusso raccomandati da Handbook of Applied Hydrology, Ven Te Chow, 1964 (seguito)

Tipo di suolo	c	
	Uso del suolo	
	coltivato	bosco
Suolo con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicine alla superficie, strati di suolo sottile al di sopra di roccia impermeabile	0,50	0,40

Tab. 4.3/B: Coefficienti di deflusso raccomandati da American Society of Civil Engineers e da Pollution Control Federation, con riferimento prevalente ai bacini urbani

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

In una guida della FAO (1976), sono proposti i seguenti valori orientativi (vedi tab. 4.3/C).

Tab. 4.3/C: Valori orientativi del coefficiente di deflusso (FAO – 1976)

Tipo di suolo	Copertura del bacino		
	coltivazioni	pascoli	boschi
Suoli molto permeabili sabbiosi o ghiaiosi	0,20	0,15	0,10
Suoli mediamente permeabili (senza strati di argilla)- Terreni di medio impasto o simili	0,40	0,35	0,30
Suoli poco permeabili. Suoli fortemente argillosi o simili con strati di argilla vicini alla superficie. Suoli poco profondi sopra roccia impermeabile	0,50	0,45	0,40

Si riporta infine una tabella in cui interviene, sia pure grossolanamente, la pendenza del suolo (vedi tab. 4.3/D).

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 23 di 47	Rev. 0

Tab. 4.3/D: Valori del coefficiente di deflusso in base alla pendenza

VEGETAZIONE	PENDENZA	TIPO SUOLO		
		Terreno leggero	Terreno impasto medio	Terreno Compatto
Boschi	<10%	0,13	0,18	0,25
	>10%	0,16	0,21	0,36
Pascoli	<10%	0,16	0,36	0,56
	>10%	0,22	0,42	0,62
Colture agrarie	<10%	0,40	0,60	0,70
	>10%	0,52	0,72	0,82

Superficie del bacino (A)

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

Tempo di corrivazione (tc)

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

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

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

dove:

- A = Superficie del bacino (kmq);
- L = lunghezza dell'asta fluviale principale (km);
- H = altitudine media del bacino riferita alla quota della sezione di chiusura (m);

Altezza di pioggia ragguagliata (h_{ragg})

Considerando le grandezze appena descritte, è evidente che l'unica che può essere elaborata statisticamente è l'altezza di pioggia ragguagliata al bacino " h_{ragg} ";

In generale il procedimento finalizzato alla determinazione del valore " h_{ragg} " si articola nelle seguenti fasi:

- A) reperimento dei dati sperimentali sulle precipitazioni;
- B) elaborazione statistica per mezzo del metodo di Gumbel;
- C) tracciamento delle curve di possibilità climatica o pluviometrica;
- D) applicazione del metodo dei topoietai.

A) Reperimento dati sperimentali sulle precipitazioni

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

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

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 24 di 47	Rev. 0

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

dove:

h = altezza di pioggia (mm);

a, n = coefficienti costanti;

t = durata della pioggia (ore).

B) Elaborazione probabilistica per mezzo del metodo di Gumbel

Secondo la legge di Gumbel la probabilità "P(h)" che il massimo valore di una precipitazione di durata pari al tempo di corruzione "tc" non venga superato nel corso di un determinato anno è data da:

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

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

$$\alpha = 1.283/\sigma \quad u = \mu - (0.577/\alpha);$$

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

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

facendo le opportune sostituzioni ed esplicitando si ottiene:

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

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

C) Tracciamento delle curve di possibilità climatica o pluviometrica

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

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

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

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

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

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 25 di 47	Rev. 0

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

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

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

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

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

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

dove:

h_i= precipitazione relativa alla stazione pluviografica i-esima (mm); tale precipitazione ha una durata pari al tempo di corrivazione "t_c" e si ricava dalle curve di possibilità climatica relative alla stazione i-esima;

S_i= superficie bacino di competenza della stazione pluviografica i-esima (km²);

S= superficie del bacino sotteso dalla sezione di studio (km²).

4.3.2 Individuazione dei parametri idrologici

- Parametri morfometrici

Le grandezze caratteristiche dei parametri morfometrici per le varie sezioni di studio sono riportate nella precedente tab.4.2/A.

- Tempo di corrivazione

Nella tabella seguente (vedi tab. 4.3/F) sono riportati i valori del tempo di corrivazione "t_c", stimati con la metodologia descritta nel paragrafo precedente.

Tab.4.3/F: Tempo di Corrivazione

Corso d'acqua / Sezione Studio	Metodo	Tempo di corrivazione (h)
F.Potenza /S.P1	Giandotti	11,71
F.Potenza /S.P2	Giandotti	11,36
F.Potenza /S.P3	Giandotti	9,43
F.Potenza /S.P4	Giandotti	9,34
F.Potenza /S.P5	Giandotti	5,45

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 26 di 47	Rev. 0

Tab.4.3/F: Tempo di Corrivazione (seguito)

Corso d'acqua / Sezione Studio	Metodo	Tempo di corrivazione (h)
F.Esino /S.E1	Giandotti	5,45
F.Esino /S.E2	Giandotti	4,03

- Coefficiente di deflusso
In considerazione delle caratteristiche peculiari dei bacini in esame, si è cautelativamente assegnato un coefficiente di deflusso (c) pari a 0.70.
- Altezza di pioggia ragguagliata (h_{ragg})
Per la valutazione delle curve di possibilità pluviometrica ($h = at^n$) delle sezioni di studio sul F. Potenza, si è fatto riferimento ai dati di pioggia registrate nelle stazioni pluviometriche di "Pioraco" e di "Recanati", i quali rientrano nel bacino imbrifero del corso d'acqua in esame e per i quali si dispongono dati pressoché continuativi nell'ultimo quarantennio, reperiti dagli Annali Idrologici del Compartimento di Bologna (fino al 1989) e dagli Annali Idrologici della Regione Marche (a partire dal 1990).
In particolare sono stati elaborati i dati estremi di pioggia (1, 3, 6, 12, 24h) relativi a:
 - numero 38 anni, compresi nell'ultimo quarantennio (esattamente tra il 1970 e il 2007), per la Stazione Pluviometrica di Pioraco
 - numero 34 anni, compresi nell'ultimo quarantennio (esattamente tra il 1971 e il 2007), per la Stazione Pluviometrica di Recanati

Le superfici di pertinenza delle 2 stazioni pluviometriche nell'ambito dei bacini oggetto di studio sono state valutate con il metodo dei topoi, i cui risultati sono riportati nella tabella seguente (vedi tab. 4.3/G):

Tab.4.3/G: Superfici di pertinenza delle staz. pluviometriche

Corso d'acqua / Sezione Studio	Staz. Pioraco Sup. (km ²)	Staz. Recanati Sup. (km ²)	Sup. tot. (km ²)
F.Potenza /S.P1	440	140	580
F.Potenza /S.P2	440	100	540
F.Potenza /S.P3	431	0	431
F.Potenza /S.P4	428	0	428
F.Potenza /S.P5	210	0	210

Per la valutazione delle curve di possibilità pluviometrica ($h = at^n$) delle sezioni di studio sul F.Esino, si è fatto riferimento ai dati pluviometrici registrati nella stazione pluviometrica di "Fabriano", per il quale si dispongono dati pressoché continuativi nell'ultimo quarantennio reperiti dagli Annali Idrologici del Compartimento di Bologna (fino al 1989) e dagli Annali Idrologici della Regione Marche (a partire dal 1990).
In particolare sono stati elaborati i dati estremi di pioggia (1, 3, 6, 12, 24h) relativi a numero 38 anni, compresi nell'ultimo quarantennio (esattamente tra il 1970 e il 2007).

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 27 di 47	Rev. 0

Per l'esame dei dati di input ed i risultati in forma estesa delle elaborazioni statistiche si rimanda rispettivamente *all'Appendice I* per le stazioni pluviometriche ricadenti nel bacino del Potenza e *all'Appendice II* per la stazione pluviometrica ricadente nel bacino dell'Esino.

Nelle seguenti tabelle sono invece sintetizzati i valori di "a" e di "n" per le varie stazioni pluviometriche considerate, in funzione del tempo di ritorno (vedi tab. 4.3/H ÷ 4.3/J).

Tab.4.3/H: Stazione Pluviometrica di Pioraco

Tr	LEGGE DI PIOGGIA $h = a \times t^n$	
10 anni	→	$h=35.872xt^{0.2561}$
30 anni	→	$h=43.194xt^{0.2419}$
50 anni	→	$h=46.535xt^{0.2368}$
100 anni	→	$h=51.04xt^{0.2309}$
200 anni	→	$h=55.527xt^{0.2259}$

Tab.4.3/I: Stazione Pluviometrica di Recanati

Tr	LEGGE DI PIOGGIA $h = a \times t^n$	
10 anni	→	$h=40.649xt^{0.2994}$
30 anni	→	$h=51.465xt^{0.2956}$
50 anni	→	$h=56.404xt^{0.2943}$
100 anni	→	$h=63.065xt^{0.2929}$
200 anni	→	$h=69.702xt^{0.2917}$

Tab.4.3/J: Stazione Pluviometrica di Fabriano

Tr	LEGGE DI PIOGGIA $h = a \times t^n$	
10 anni	→	$h=39.534xt^{0.2465}$
30 anni	→	$h=49.784xt^{0.2374}$
50 anni	→	$h=54.467xt^{0.2343}$
100 anni	→	$h=60.786xt^{0.2308}$
200 anni	→	$h=67.084xt^{0.2279}$

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 28 di 47	Rev. 0

4.3.3 Risultati

I risultati delle elaborazioni (condotte con il “metodo razionale”) sono riportati nelle tabelle seguenti (vedi tab. 4.3/K ÷ 4.3/Q).

Tab.4.3/K: Sez. Studio S.P1 (F. Potenza) - Portate di piena met. indiretto

TR	a	n	tc(h)	Hr	FI	S (kmq)	Q (mc/s)
10			11,71	71,61	0,7	580	690
30			11,71	85,14	0,7	580	820
50			11,71	91,31	0,7	580	880
100			11,71	99,64	0,7	580	960
200			11,71	107,93	0,7	580	1040

Tab.4.3/L: Sez. Studio S.P2 (F. Potenza) - Portate di piena met. indiretto

TR	a	n	tc(h)	Hr	FI	S (kmq)	Q (mc/s)
10			11,36	70,05	0,7	540	648
30			11,36	82,91	0,7	540	767
50			11,36	88,78	0,7	540	821
100			11,36	96,69	0,7	540	894
200			11,36	104,57	0,7	540	967

Tab.4.3/M: Sez. Studio S.P3 (F. Potenza) - Portate di piena met. indiretto

TR	a	n	tc(h)	Hr	FI	S (kmq)	Q (mc/s)
10	35,872	0,2561	9,43	63,72	0,7	431	567
30	43,194	0,2419	9,43	74,32	0,7	431	661
50	46,535	0,2368	9,43	79,16	0,7	431	704
100	51,04	0,2309	9,43	85,68	0,7	431	762
200	55,527	0,2259	9,43	92,18	0,7	431	820

Tab.4.3/N: Sez. Studio S.P4 (F. Potenza) - Portate di piena met. indiretto

TR	a	n	tc(h)	Hr	FI	S (kmq)	Q (mc/s)
10	35.872	0.2561	9.34	63.57	0.7	428	567
30	43.194	0.2419	9.34	74.15	0.7	428	661
50	46.535	0.2368	9.34	78.98	0.7	428	704
100	51.04	0.2309	9.34	85.49	0.7	428	763
200	55.527	0.2259	9.34	91.98	0.7	428	820

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 29 di 47	Rev. 0

Tab.4.3/O: Sez. Studio S.P5 (F. Potenza) - Portate di piena met. indiretto

TR	a	n	tc(h)	Hr	FI	S (kmq)	Q (mc/s)
10	35,872	0,2561	5,45	55,4	0,7	210	415
30	43,194	0,2419	5,45	65,1	0,7	210	488
50	46,535	0,2368	5,45	69,5	0,7	210	522
100	51,04	0,2309	5,45	75,5	0,7	210	566
200	55,527	0,2259	5,45	81,4	0,7	210	611

Tab.4.3/P: Sez. Studio S.E1 (F. Esino) - Portate di piena met. indiretto

TR	a	n	tc(h)	Hr	FI	S (kmq)	Q (mc/s)
10	39,534	0,2465	5,45	60,1	0,7	130,0	279
30	49,784	0,2374	5,45	74,5	0,7	130,0	345
50	54,467	0,2343	5,45	81,0	0,7	130,0	376
100	60,786	0,2308	5,45	89,9	0,7	130,0	417
200	67,084	0,2279	5,45	98,7	0,7	130,0	458

Tab.4.3/Q: Sez. Studio S.E2 (F. Esino) - Portate di piena met. indiretto

TR	a	n	tc(h)	Hr	FI	S (kmq)	Q (mc/s)
10	39,534	0,2465	4,03	55,7	0,7	91,3	246
30	49,784	0,2374	4,03	69,3	0,7	91,3	306
50	54,467	0,2343	4,03	75,5	0,7	91,3	333
100	60,786	0,2308	4,03	83,8	0,7	91,3	370
200	67,084	0,2279	4,03	92,1	0,7	91,3	407

4.4 Metodo Vapi (Regionalizzazione con metodo TCEV)

4.4.1 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..

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 30 di 47	Rev. 0

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.

4.4.2 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.

4.4.3 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 ":

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 31 di 47	Rev. 0

$$Q_T = K_T m_Q$$

dove:

Q_T è la portata al colmo di piena espressa in m^3/s ;

K_T è un coefficiente adimensionale;

m_Q è la piena indice (portata media annua) espressa in m^3/s .

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 km^2 ;

$m(h_g)$: 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

4.4.4 Risultati

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).- (vedi tab. 4.4/A).

Tab.4.4/A: Piena indice - Risultati elaborazioni metodo VAPI

Corso d'acqua / Sezione Studio	"A" Sup. Bacino km^2	q_{indice}	K_T (T=50anni i)	K_T (T=100anni)	K_T (T=200anni)
F.Potenza /S.P1	580	247,54	2,7203	3,1439	3,5674
F.Potenza /S.P2	540	228,67	2,7203	3,1439	3,5674
F.Potenza /S.P3	431	185,26	2,7203	3,1439	3,5674
F.Potenza /S.P4	428	185,88	2,7203	3,1439	3,5674
F.Potenza /S.P5	210	81,28	2,7203	3,1439	3,5674
F.Esino /S.E1	130	46,50	2,7203	3,1439	3,5674
F.Esino /S.E2	91	30,61	2,7203	3,1439	3,5674

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 32 di 47	Rev. 0

I risultati delle elaborazioni condotte con il metodo VAPI, conducono quindi ai valori riportati nella tabella seguente (vedi tab. 4.4/B).

Tab.4.4/B: Portate - Risultati elaborazioni metodo VAPI

Corso d'acqua / Sezione Studio	Q (Tempo ritorno 50 anni)	Q (Tempo ritorno 100 anni)	Q (Tempo ritorno 200 anni)
F.Potenza /S.P1	673	778	883
F.Potenza /S.P2	622	719	816
F.Potenza /S.P3	504	582	661
F.Potenza /S.P4	506	584	663
F.Potenza /S.P5	221	256	290
F.Esino /S.E1	127	146	166
F.Esino /S.E2	83	96	109

4.5 Portate di progetto

Per la scelta della portata di progetto si adotta un approccio conservativo, ossia si sceglie di adottare, per ciascuna sezione di studio, il valore massimo delle portate duecentennali, tra quelli stimati con le modalità precedentemente evidenziate.

Nella Tabella seguente si riepilogano dunque le portate di progetto, associate ad un tempo di ritorno (T_R) pari a 200 anni (vedi tab. 4.5/A).

Tab.4.5/A: Portate di progetto - tabella riepilogativa

Corso d'acqua / Sezione Studio	Superficie Bacino (km ²)	Qprogetto (m ³ /s)	qmax (m ³ /s·km ²)
F.Potenza /S.P1	580	1040	1.8
F.Potenza /S.P2	540	967	1.8
F.Potenza /S.P3	431	820	1.9
F.Potenza /S.P4	428	820	1.9
F.Potenza /S.P5	210	611	2.9
F.Esino /S.E1	130	458	3.5
F.Esino /S.E2	91	407	4.5

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 33 di 47	Rev. 0

5 VALUTAZIONI IDRAULICHE

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) di una generica portata in una o più sezioni di studio. Nei casi in cui occorre prevedere l'attraversamento in subalveo mediante pipeline in progetto, diviene essenziale anche la determinazione dei fenomeni erosivi in alveo per la corretta definizione della configurazione geometrica della condotta e per la definizione delle eventuali opere di difesa idraulica.

5.2 Considerazioni specifiche

Nell'ambito degli studi connessi alla progettazione generale dei metanodotti in progetto, sono stati effettuati gli studi idrologici – idraulici dei principali corsi d'acqua, in corrispondenza delle varie sezioni di attraversamento. Detti studi sono stati effettuati nell'ipotesi che si verifichino in corrispondenza di ciascuna sezione di studio l'evento di piena di progetto, che viene assunta quella corrispondente ad un tempo di ritorno di 200 anni (valore al quale si associa la probabilità del 99.5% che l'evento stesso non siano superato), al fine di valutare i parametri idraulici di deflusso ed i potenziali fenomeni erosivi in alveo.

Alcuni di questi studi riguardano i medesimi ambiti d'interferenza con le aree a rischio esondazione di cui alla presente relazione.

A tal proposito, e al fine di non appesantire il presente elaborato, nella tabella seguente (vedi tab. 5.2/A) si richiamano gli elaborati di riferimento ai quali si rimanda per ogni specifico approfondimento riguardante le elaborazioni idrauliche e i relativi risultati, (vedi Studi idrologico – idraulici Vol. 5 di 5, All. 4 ÷ 7).

Tab.5.2/A: Elaborati di riferimento per gli studi idraulici

Interfer. Num.	Metanodotto	Descrizione	Elaborato di riferimento (*)	Interferenze in prossimità
5	Recanati - Foligno DN 1050 (42") - <i>(in progetto)</i>	<u>F. Potenza:</u> 3° Attraversamento. (in microtunnel)	All. 4 SPC LA-E-80022	
6	Rif. Al. Comune di Macerata DN 150 (6") - <i>(in progetto)</i>	<u>F. Potenza:</u> Attraversamento (in TOC)	All. 5 SPC LA-E-80024	Int. n. 11
8	Rif. Al Comune di Matelica 2° presa DN 150 (6") - <i>(in progetto)</i>	<u>F. Esino:</u> Attraversamento (con scavi a cielo aperto)	All. 6 SPC LA-E-80026	Int. n. 7, 12
9	Rif. Diramazione per Cerreto d'Esio DN 200 (8") - <i>(in progetto)</i>	<u>F. Esino:</u> Attraversamento (con scavi a cielo aperto)	All. 7 SPCLA-E-80027	Int. n. 13

(*) vedi vol. 5 di 5

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 34 di 47	Rev. 0

Nell'ultima colonna della tabella precedente sono riportati gli ambiti di interferenza ubicati nelle immediate vicinanze agli ambiti specifici per i quali sono stati effettuati gli studi (3^a colonna).

In detti casi, in considerazione delle caratteristiche dei corsi d'acqua in esame e della notevole vicinanza (si vedano anche gli stralci planimetrici riportati nel paragrafo 2.3), si può ritenere che i risultati degli studi idraulici possano essere estesi anche agli ambiti ravvicinati.

I rimanenti ambiti di interferenza non specificatamente studiati dal punto di vista idraulico e non prossimi agli ambiti analizzati, riguardano tratti di percorrenza di linea (non attraversamenti) che interferiscono con aree di esondazione.

Per questi ambiti d'interferenza dunque assume una notevole valenza dal punto di vista idraulico la perimetrazione delle aree di esondazione, mentre la valutazione dei fenomeni erosivi nell'alveo ordinario assume un'importanza poco significativa ai fini progettuali.

A tal proposito si ritiene ampiamente esaustiva, ai fini specifici, le perimetrazioni delle aree di esondazione effettuate nell'ambito del PAI e riportate negli stralci di cui al paragrafo 2.3.

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 35 di 47	Rev. 0

6 ANALISI DEGLI EFFETTI DEI LAVORI SU EVENTUALI DEFLUSSI DI PIENA

6.1 Premessa

Prima di entrare nel dettaglio circa gli eventuali effetti delle lavorazioni (nella fase di cantiere) sui deflussi di eventuali piene eccezionali ed in corrispondenza degli ambiti perimetrati a rischio idraulico nel PAI, occorre procedere ad una distinzione tra le varie tipologie d'intervento.

In particolare, facendo seguito a quanto già evidenziato nel capitolo 3, si possono distinguere 3 casistiche differenti:

- Tratti di percorrenza di linea in aree di esondazione (si veda par. 3.1), che riguardano n. 6 interferenze.
In detti ambiti, in considerazione delle tipologie di lavorazioni (semplici e veloci) e che in generale le interferenze delle linee in esame riguardano ambiti marginali delle aree di esondazione, con morfologie pianeggianti e con lunghezze d'interferenze generalmente esigue, si può dunque ritenere che le possibilità che si verifichino piene così eccezionali, tali da interferire con le lavorazioni in questione appaiono estremamente remote.
In ogni caso gli effetti reciproci tra le lavorazioni in corso e le potenziali piene risultano comunque intrinsecamente marginali (cfr. par.3.1.1).
Pertanto adottando le corrette procedure operative risulta possibile annullare di fatto ogni possibile effetto delle lavorazioni in corso sui deflussi delle acque, anche in concomitanza della manifestazione di una piena eccezionale.
- Tratti di attraversamento corsi d'acqua con metodologie trenchless (si veda par. 3.2), che riguardano n. 2 interferenze.
In detti ambiti, essendo i lavori previsti in trivellazione, con raggiungimento di profondità elevate in subalveo e con postazioni di lavoro posizionate ampiamente esternamente alle aree di esondazione, non si prevede alcuna forma di interferenza tra il deflusso idraulico del corso d'acqua (anche in concomitanza di fenomeni eccezionali di piena) con i lavori connessi alla posa del metanodotto (cfr. par.3.2.1).
Si può dunque affermare che gli effetti reciproci tra le lavorazioni e le potenziali piene del corso d'acqua risultano nulle e pertanto non risulta necessario adottare alcuno accorgimento particolare riguardante la problematica specifica.
- Tratti di attraversamento corsi d'acqua con scavi a cielo aperto (si veda par. 3.3), che riguardano n.6 interferenze.
In detti ambiti, risultano maggiormente concrete le possibilità che si possano manifestare effetti reciproci tra le lavorazioni (nella fase di cantiere) con i deflussi di eventuali piene eccezionali, qualora queste ultime si dovessero manifestare in concomitanza con i lavori (cfr. par.3.3.1).
Tuttavia adottando le corrette procedure operative e i dovuti accorgimenti risulta possibile ridurre sensibilmente le conseguenze dei deflussi di piena sulle lavorazioni (in corso) ed annullare di fatto ogni possibile effetto delle lavorazioni sul corretto deflusso delle acque, anche in concomitanza della manifestazione di piene eccezionali.
Qui di seguito si illustrano le procedure che generalmente vengono previste per le lavorazioni in ambiti fluviali (con rischio idraulico) al fine di prevenire e mitigare gli effetti delle lavorazioni in corso sul regolare deflusso delle piene.

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 36 di 47	Rev. 0

Dette procedure si riferiscono principalmente agli attraversamenti di gasdotti (in progetto o in dismissione) che prevedono scavi a cielo aperto ed in maniera minoritaria alle percorrenze di aree di esondazione. Invece per gli attraversamenti previsti con tecniche di trivellazione, è stato già evidenziato in precedenza che non è necessario adottare alcuna precauzione particolare inerente alla problematica di interferenza con un eventuale deflusso di piena.

6.2 Procedure per ridurre gli effetti sul deflusso delle piene

Le lavorazioni da eseguire nelle pertinenze idrauliche dei corsi d'acqua rappresentano alcuni tra i contesti d'intervento di principale difficoltà da affrontare nell'ambito dell'esecuzione dei lavori connessi alla posa o alla dismissione di gasdotti.

Per gli attraversamenti in progetto di corsi d'acqua, tra le varie tecniche operative a disposizione per la posa in opera delle condotte, la metodologia degli scavi a cielo aperto rappresenta quella tradizionale e quella maggiormente impiegata, soprattutto per i corsi d'acqua (anche principali) che non necessitano dell'applicazione di differenti metodologie (per presenza di infrastrutture prossime alle sponde, quali argini, strade, ferrovie e sottoservizi significativi).

Per i lavori di posa di linea (anche nelle aree di esondazione) e per la rimozione di condotte da dismettere in subalveo, la tecnica degli scavi a cielo aperto rappresenta in pratica l'unica tecnica effettivamente impiegata.

La necessità di dover operare nelle pertinenze fluviali, determina in detti casi inevitabilmente la problematica della potenziale interferenza delle lavorazioni con il regime idraulico del corso d'acqua.

A tal proposito tuttavia si è oramai acquisito una grandissima esperienza negli interventi in ambiti fluviali, in considerazione di una vastissima casistica di cantiere, che ha consentito di individuare le procedure operative e gli accorgimenti tecnici atti a conseguire sostanzialmente le seguenti finalità (le quali risultano tra loro intrinsecamente correlate):

- tutelare la sicurezza dei lavoratori e non trasmettere condizioni di rischio verso terzi e verso l'ambiente esterno;
- minimizzare gli effetti di eventuali piene sulle lavorazioni in corso;
- annullare di fatto l'effetto delle lavorazioni sul deflusso naturale di eventuali piene.

Qui di seguito si riportano le procedure previste per le lavorazioni in ambiti fluviali di corsi d'acqua di significativa importanza.

6.2.1 Programmazione dei lavori per ridurre le possibilità d'interferenza con le piene

Nell'ambito della redazione del cronoprogramma generale delle lavorazioni vengono individuati i cosiddetti "ambiti critici", tra i quali s'individuano le aree d'interferenza con i fiumi di significativa importanza. In detti ambiti la programmazione delle attività specifiche vengono svincolate completamente da quelle generali di linea (punti singoli). Con questo primo accorgimento risulta possibile stabilire i periodi d'intervento in riferimento alle esigenze specifiche di ciascun ambito.

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 37 di 47	Rev. 0

Quindi la programmazione delle attività nei suddetti ambiti fluviali viene fissata in base al regime idraulico di ciascun corso d'acqua, confinando le attività di cantiere in intervalli definiti, in modo da evitare il sovrapporsi al periodo di piena caratteristico del corso d'acqua.

Inoltre vengono analizzate gli andamenti delle portate medie giornaliere, con lo scopo di individuare i cosiddetti "periodi ottimali" per operare nel corso d'acqua con la finalità da rendere più agevoli e rapide le lavorazioni.

6.2.2 Procedure operative e disposizioni di sicurezza

I procedimenti operativi sono stabiliti in modo da individuare le corrette misure atte a fronteggiare gli effetti di eventuali piene improvvise, ossia:

- la realizzazione delle attività di cantiere avviene per "fasi chiuse" (scavo della trincea, posa (o rimozione) della condotta e rinterro) procedendo per tratti successivi di linea di lunghezza limitata (generalmente corrispondenti alla metà della larghezza del corso d'acqua, nel caso di attraversamenti dell'alveo, ovvero per tratti inferiori a 300 m, nel caso di percorrenze);
- gli arginelli di servizio eventualmente realizzati nella fase operativa per la deviazione del flusso ordinario saranno disposti longitudinalmente alla direzione di deflusso. Essi saranno comunque sormontabili in caso di piena in modo da non costituire sbarramenti che possano in qualche modo ridurre in maniera significativa la sezione di deflusso (sia in alveo che nelle aree di esondazione);
- l'accantonamento del materiale di scavo avviene analogamente in cumuli longitudinali all'andamento del flusso di scorrimento;
- per i lavori di posa di condotte in progetto, la condotta viene preassemblata fuori-opera, secondo il profilo di progetto, ossia fuori dalla pertinenza fluviale (alveo e aree di esondazione) e quindi posata successivamente nella trincea. Le operazioni di posa vengono eseguite solo nelle condizioni idrauliche ottimali nell'alveo, ossia quando nell'arco temporale previsto per le operazioni di posa non si prevede che si possano sviluppare condizioni di piena (in caso contrario, le attività vengono sospese).

Vi sono inoltre una serie di disposizioni generali previste dal Piano di Sicurezza e di Coordinamento, volte a tutelare la sicurezza dei lavoratori e a non trasmettere condizioni di rischio verso terzi e verso l'ambiente esterno.

In particolare:

- è vietato l'accatastamento di materiali, attrezzature, rifiuti e quant'altro all'interno della pertinenza fluviale. Questi devono essere depositi esternamente, secondo quanto specificato nel layout di cantiere;
- i mezzi di cantiere devono essere quelli strettamente necessari per le operazioni previste. E' vietato lo stazionamento di mezzi incustoditi negli ambiti fluviali;
- al di fuori degli orari di lavoro, tutti i mezzi, attrezzature e materiali in genere devono essere depositi fuori dalle pertinenze fluviali, secondo quanto previsto nel layout di cantiere.

In aggiunta, in base alle peculiarità di cantiere, possono essere introdotte nel PSC altre procedure specifiche di sicurezza.

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 38 di 47	Rev. 0

In particolare per i casi simili a quelli in esame, dove si rilevano a monte la presenza di sbarramenti, invasi artificiali e/o centrali elettriche, vengono eseguite delle convenzioni con gli enti e/o le società che gestiscono detti impianti, al fine di essere avvisati tempestivamente del sopraggiungere di onde di piena e consentire dunque l'attivazione delle procedure di emergenza.

Inoltre, frequentemente viene prevista l'installazione (a monte dell'ambito d'intervento, in generale in corrispondenza di ponti) di un sensore con funzione di avvisatore, il quale al raggiungimento di un "livello soglia" attiva una sirena posta nell'area di cantiere per permettere l'evacuazione dei mezzi e dei lavoratori.

6.2.3 Procedure nelle condizioni di emergenza

Le lavorazioni in concomitanza del rilevamento di un incremento significativo del livello idraulico e/o in caso di precipitazioni intense di durata superiore ai 15 minuti e/o in caso di attivazione dei segnali acustici di emergenza (secondo quanto stabilito dal PSC e dal POS redatto dall'impresa) devono essere interrotte ed attivate le procedure di emergenza.

In particolare devono essere rimossi eventuali ostacoli al deflusso delle acque, allontanando tutti i mezzi di cantiere, le attrezzature e quant'altro dalle pertinenze fluviali, mediante l'ausilio di vie di fuga (adeguatamente predisposte), posizionando gli stessi in apposite aree di rimessa secondo quanto previsto nello specifico layout di cantiere.

6.3 **Effetti dei lavori sul deflusso di piena**

Facendo seguito a quanto precedente evidenziato i potenziali effetti reciproci tra le lavorazioni in corso ed eventuali piene riguardano principalmente quei casi d'interferenza inerenti le attività di attraversamento dei corsi d'acqua (previsti mediante l'effettuazioni di scavi a cielo aperto) e, in misura molto minore (in considerazione delle specificità), interessano quei casi di percorrenze delle aree di esondazione.

Tuttavia nei paragrafi precedenti sono state illustrate le procedure operative finalizzate a:

- minimizzare le possibilità che si verifichino effettivamente eventi di piena in concomitanza alla fase di cantiere;
- ridurre i tempi operativi di interferenza;
- evitare di introdurre ostacoli nella pertinenza fluviale, tali da ridurre la capacità di deflusso e/o di laminazione dell'ambito specifico d'intervento.

Pertanto adottando le suddette procedure, il manifestarsi di fenomeni improvvisi di piena, può soltanto determinare la chiusura di eventuali trincee aperte (a causa del trasporto solido del materiale, generalmente associato ai fenomeni di piena), e può provocare l'eventuale asportazione degli arginelli di servizio alle lavorazioni.

Per quanto riguarda invece l'effetto dei lavori sul deflusso, si ritiene che gli scavi aperti possano introdurre delle turbolenze idrauliche localizzate senza tuttavia determinare alcuna variazione significativa sulla dinamica idraulica complessiva, intesa come capacità di deflusso e/o di laminazione.

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 39 di 47	Rev. 0

7 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nell'ambito del progetto generale denominato "Metanodotto Recanati – Foligno", che prevede la realizzazione di alcuni metanodotti in progetto e la dismissione di altri gasdotti attualmente in esercizio, sono state analizzate le interferenze con aree a rischio di esondazione individuate dalla Regione Marche, nell'ambito del "Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei bacini di rilievo regionale (PAI)".

In particolare sono stati individuati n.14 ambiti di interferenza di cui:

- n. 6 interferenze riguardano percorrenze di aree di esondazione (senza l'attraversamento dell'alveo ordinario del corso d'acqua);
- n. 2 interferenze riguardano attraversamenti in progetto da eseguire con metodologie in trivellazione;
- n. 6 interferenze riguardano attraversamenti (in progetto o in dismissione) da eseguire mediante scavi a cielo aperto.

Nel presente elaborato è stato evidenziato, che per quanto riguarda le percorrenze (in considerazione delle specificità dei casi in esame) le possibilità che si verifichino piene così eccezionali, tali da interferire con le lavorazioni in questione appaiono estremamente remote. In ogni caso gli effetti reciproci tra le lavorazioni in corso e le potenziali piene risultano comunque intrinsecamente marginali.

Per quanto riguarda gli attraversamenti previsti in trivellazione, essendo le postazioni di lavoro posizionate ampiamente esternamente alle aree di esondazione, non si prevede alcuna interferenza tra le lavorazioni di cantiere ed il regime idraulico del corso d'acqua (anche in concomitanza di piene).

Mentre gli attraversamenti dei corsi d'acqua da realizzarsi con scavi a cielo aperto rappresentano, tra le tipologie d'interferenza analizzate, quei casi in cui risultano maggiormente concrete le possibilità che si possano manifestare effetti reciproci tra le lavorazioni (in corso) ed i deflussi di eventuali piene eccezionali, qualora queste ultime si dovessero manifestare in concomitanza con i lavori.

In ogni caso si è rilevato che tutte le aree d'interferenza tra le linee dei metanodotti con le aree a pericolosità idraulica ricadono in ambiti associati a livelli di rischio idraulico R1 (rischio moderato) oppure a livelli di rischio R2 (rischio medio), ossia in ambiti per i quali i danni sono marginali e che comunque non pregiudicano l'incolumità delle persone o la funzionalità degli edifici.

Infine, dopo aver eseguito delle specifiche valutazioni idrologiche ed idrauliche, nell'elaborato sono state descritte le procedure per ridurre gli effetti delle lavorazioni sul deflusso delle piene, le quali si riferiscono principalmente agli attraversamenti di gasdotti (in progetto o in dismissione) che prevedono scavi a cielo aperto e in maniera minoritaria alle percorrenze di aree di esondazione.

Pertanto è stato evidenziato che, adottando le suddette procedure operative, risulta possibile ridurre sensibilmente le conseguenze dei deflussi di piena sulle lavorazioni (in corso) ed annullare di fatto ogni possibile effetto delle lavorazioni sul corretto deflusso delle acque anche in concomitanza della manifestazione di piene eccezionali.

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 40 di 47	Rev. 0

APPENDICE I: F. POTENZA- ELAB. DATI DI PIOGGIA STAZ. "PIORACO" E "RECANATI"

Stazione di Pioraco

DATI PLUVIOGRAFICI					
(Precipitazioni di massima intensità registrate al pluviografo su 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive)					
Stazione di :	Pioraco				
Quota (m s.l.m.) :	Numero di osservazioni : N = 38				
Anno	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
1970	22	39.4	39.4	50.2	57.2
1971	19.4	29.6	37.6	59.2	64.4
1972	23.2	24.6	38.6	38.6	45
1973	14	19.8	34	49.4	82.6
1974	38.6	48.8	57.2	60.2	60.2
1975	17	30	30.8	38	64
1976	31	35	42.8	50.8	65.6
1977	15.4	23.2	37.4	46.4	53.4
1978	22.6	27.2	39	49	59.2
1979	35	46.2	46.2	46.2	56.4
1980	22.8	24	45	45	64.2
1981	20.8	27	37	40.4	40.4
1982	30	62	65	88.2	109.6
1983	25.8	35	42.6	44.8	49.8
1984	28.4	34.2	48	54.6	63
1985	22	34.4	34.6	34.8	39.4
1986	26	29.4	30.6	37	60
1987	31	48.8	57.4	57.4	62.4
1988	32	32	34.4	46.2	52.6
1989	23.2	33.4	36.4	44	49.6
1990	16	29.6	48	59.4	82
1991	25.4	35	56.8	80.2	82.6
1992	20.6	30	37.8	47.2	61.4
1993	12.2	20.6	33.6	42.8	51.6
1994	37	45.4	46.6	58.6	61.8
1995	9.8	16.2	19	30.8	31.4
1996	21.2	34.6	44.4	57.4	70.8
1997	18	28	39.2	62.6	78
1998	21.8	28.4	36	52	76.2
1999	37	45.8	49.2	63.2	81
2000	27.6	43.2	53.4	53.4	54.6
2001	19.8	29.8	42.6	53.4	68.6
2002	19.8	37	44.6	53.8	63.2
2003	57.6	58	60.2	81.8	86.4
2004	20	45.8	51	51.2	62.2
2005	28.4	34.4	49.6	53.2	58.6
2006	27.6	31.4	35.8	58.8	58.8
2007	26.6	32.6	32.6	37.4	38.6

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 41 di 47	Rev. 0

ELABORAZIONE STATISTICA DEI DATI PLUVIOMETRICI (metodo di Gumbel)

Stazione di Pioraco

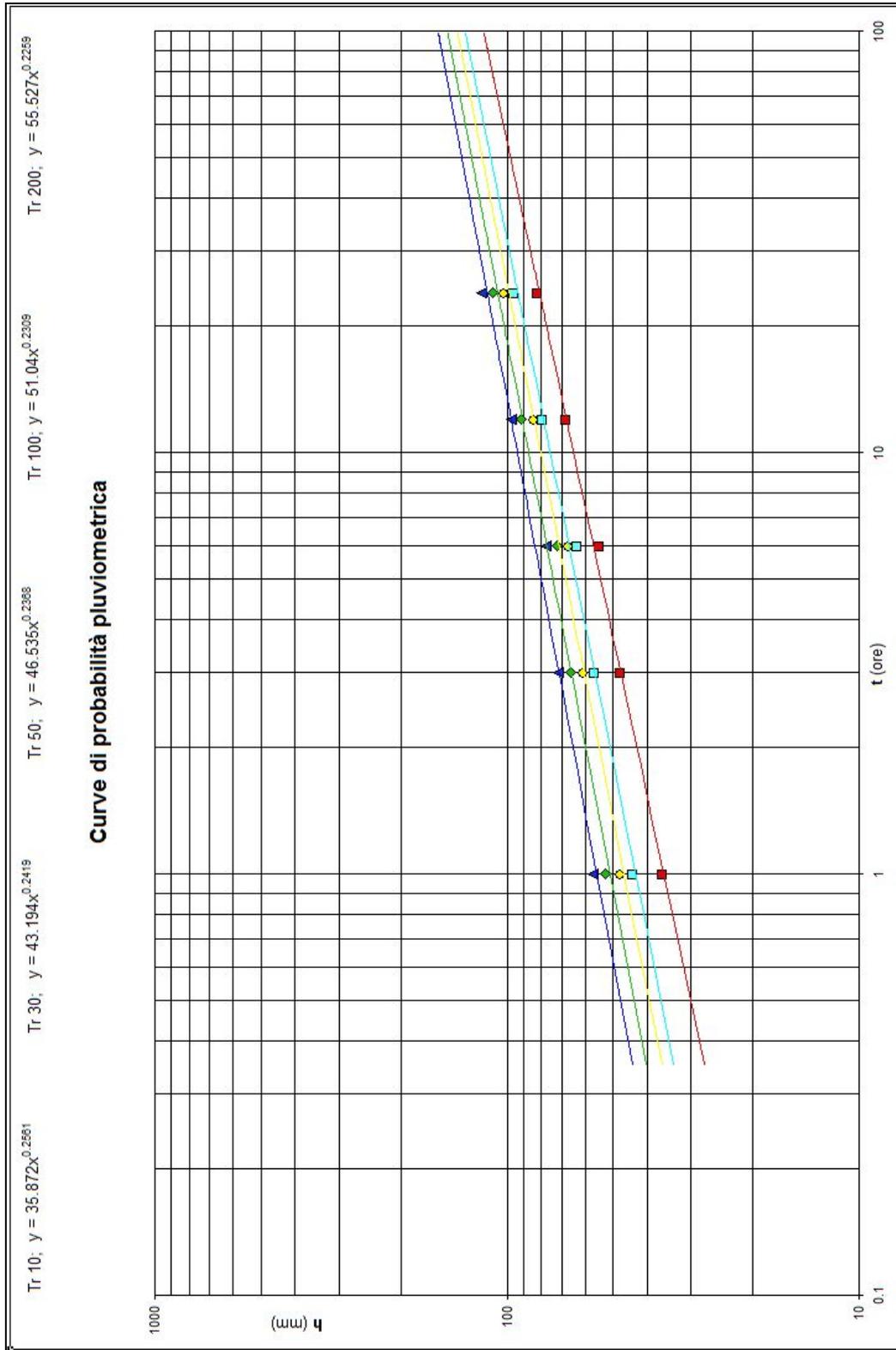
Tabella 1 - Valori per ciascuna durata t , della media $\mu(h_t)$, dello scarto quadratico medio $\sigma(h_t)$ e dei due parametri α_t e u_t della legge di Gumbel (prima legge del valore estremo "EV1")						
N =	38	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
$\mu(h_t)$		24.91	34.47	42.48	52.04	62.28
$\sigma(h_t)$		8.75	10.08	9.50	12.36	15.20
$\alpha_t = 1,283/\sigma(h_t)$		0.15	0.13	0.14	0.10	0.08
$U_t = \mu(h_t) - 0,45\sigma(h_t)$		20.97	29.93	38.21	46.48	55.45

Stazione di Pioraco

Tabella 3 -			
Tr		LEGGE DI PIOGGIA $h = a \times t^n$	
10 anni	→	h=35.872xt ^{0.2561}	
30 anni	→	h=43.194xt ^{0.2419}	
50 anni	→	h=46.535xt ^{0.2368}	
100 anni	→	h=51.04xt ^{0.2309}	
200 anni	→	h=55.527xt ^{0.2259}	

	PROGETTISTA: 	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 42 di 47	Rev. 0

Stazione di Pioraco



 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 43 di 47	Rev. 0

Stazione di Recanati

DATI PLUVIOGRAFICI

(Precipitazioni di massima intensità registrate al pluviografo su 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive)

Stazione di : Recanati

Quota (m s.l.m.):

Numero di osservazioni : N = 34

Anno	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
1971	31.2	31.4	31.4	32	43
1972	20.6	25	29.8	46.4	66
1973	21	24	37.2	54.8	64
1974	37.2	51.2	54.2	63.4	64.2
1975	30	37.6	37.6	42.8	44
1976	22.8	33.8	41	55.6	78.2
1977	18.4	21.2	34	48.6	54.6
1981	30	62	87	89	96.8
1982	27	45	77	100.8	114.8
1983	15	16.6	16.6	19.6	19.6
1984	27	27	31.6	32.2	55.4
1985	28	38	49.4	63.4	75.2
1986	35	56	85.6	95	126
1987	31.4	47	47.6	49.2	61.4
1988	37.6	44.2	44.2	51.8	60.8
1989	16	31.6	32.6	36.4	51.8
1990	26.2	40.2	42.6	43.6	57.4
1991	27.4	54.2	70.6	89.4	91.6
1992	13	22.6	27	37.8	53.8
1993	10	21.2	29.8	32.2	27.8
1994	10.6	18.4	26.4	39.6	53.2
1995	14	23.8	35.4	54.6	76
1996	25	36.8	47.6	56	98
1997	17.2	24	34.2	48.8	64
1998	24.6	27.6	46.2	76.4	106.2
1999	13.2	22.2	29.6	54.2	86.6
2000	14.8	20.8	27.5	35	35.4
2001	11.4	16.8	19	28.6	28.8
2002	23.6	30.4	33.6	33.8	33.8
2003	8.2	13.8	16.2	21.2	25
2004	30.6	41.8	57.8	58.4	58.4
2005	38.4	38.8	54.6	65.4	68
2006	68.8	106	112.8	129	138.2
2007	23.8	39.4	39.8	40.8	43

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 44 di 47	Rev. 0

ELABORAZIONE STATISTICA DEI DATI PLUVIOMETRICI (metodo di Gumbel)

Stazione di Recanati

Tabella 1 - Valori per ciascuna durata t , della media $\mu(h_t)$, dello scarto quadratico medio $\sigma(h_t)$ e dei due parametri α_t e u_t della legge di Gumbel (prima legge del valore estremo "EV1")

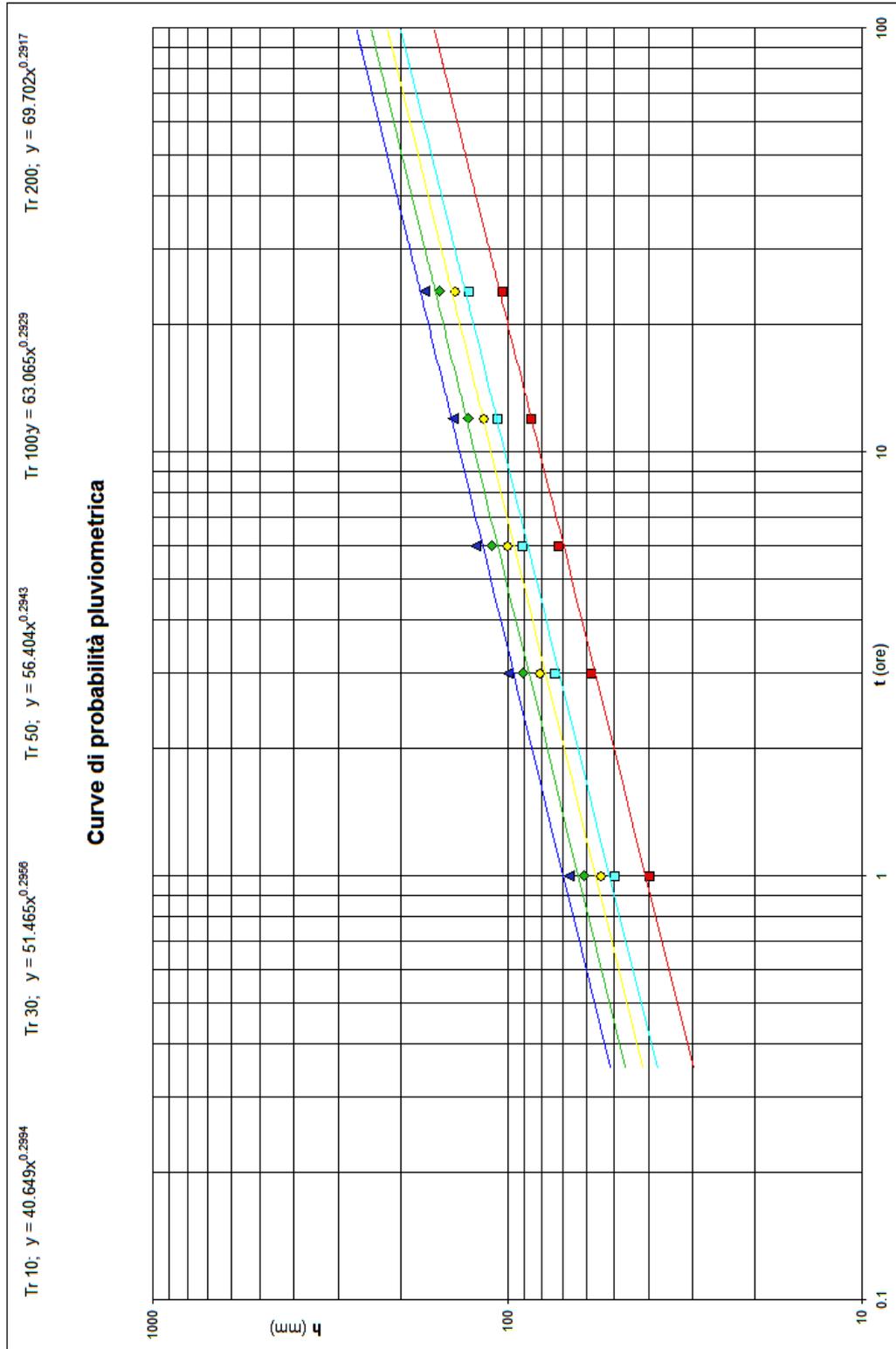
N =	34	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
$\mu(h_t)$		24.38	35.01	43.75	53.70	65.32
$\sigma(h_t)$		11.57	17.60	21.42	24.15	28.78
$\alpha_t = 1,283/\sigma(h_t)$		0.11	0.07	0.06	0.05	0.04
$U_t = \mu(h_t) - 0,45\sigma(h_t)$		19.18	27.09	34.11	42.83	52.37

Stazione di Recanati

Tabella 3 -		
Tr	LEGGE DI PIOGGIA $h = a \times t^n$	
10 anni	→	$h=40.649xt^{0.2994}$
30 anni	→	$h=51.465xt^{0.2956}$
50 anni	→	$h=56.404xt^{0.2943}$
100 anni	→	$h=63.065xt^{0.2929}$
200 anni	→	$h=69.702xt^{0.2917}$

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 45 di 47	Rev. 0

Stazione di Recanati



 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 46 di 47	Rev. 0

APPENDICE II: F. ESINO ELABORAZIONE DATI DI PIOGGIA STAZ. "FABRIANO"

DATI PLUVIOGRAFICI					
(Precipitazioni di massima intensità registrate al pluviografo su 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive)					
Stazione di : Fabriano		Numero di osservazioni : N = 38			
Quota (m s.l.m.) :					
Anno	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
1970	19.4	29	36	37.2	39.8
1971	10.8	19	21.6	35.2	37
1972	19	26.2	36	36.4	45.2
1973	13.6	35	45.5	54.2	59.4
1974	62.6	88	96.6	109.8	110.2
1975	23	35	36.8	50.2	70.6
1976	29	33.4	45.2	45.2	61.4
1977	21.2	41.4	46.6	53.4	60.2
1978	26.6	33.8	40.2	46.2	56.8
1979	18.4	22.4	26.6	27.6	41.6
1980	19.6	25.2	30	37.6	51.2
1981	47	62	105.8	109.4	115.6
1982	31	40	43.6	43.6	50.4
1983	24	29.8	39.8	39.8	59.6
1984	22	25	26	41	54.8
1985	17.6	22.6	26.8	30.8	42
1986	18.8	23.6	26.8	42	50.8
1987	36	41	41.4	41.8	44
1988	13.6	16.2	17.4	27.8	29.2
1989	18.4	24	35.2	43.2	59.4
1990	14.2	30	32.2	55.6	79.8
1991	26.8	28.2	28.2	33.4	39.4
1992	17	27	32.2	44.2	50
1993	13.4	25.8	33.8	42.8	55.8
1994	22.4	29.2	29.8	29.8	31.6
1995	30.2	41.6	54.6	56.4	57
1996	17	22.6	31.6	48.8	66
1997	19.6	32.2	35	42.8	65.6
1998	19.8	20.2	31.2	43.6	60.8
1999	33.4	69	85.6	87.4	88.4
2000	18.4	24.8	30.2	31	40.4
2001	32.6	54	61	80.4	91.6
2002	24.8	28.6	30.4	30.4	43.2
2003	51.8	51.8	58.8	70.8	73.6
2004	17	25	31.2	35.8	55
2005	23	27.2	34.4	44	68.6
2006	24.6	27.8	27.8	38.8	44
2007	17.6	37.4	37.6	39.2	39.6

 	PROGETTISTA:  	COMMESSA 022022	UNITÀ 000
	LOCALITÀ: Regione Marche	SPC. LA-E-80028	
	PROGETTO: Metanodotto Recanati – Foligno e opere connesse	Fg. 47 di 47	Rev. 0

ELABORAZIONE STATISTICA DEI DATI PLUVIOMETRICI (metodo di Gumbel)

Tabella 1 - Valori per ciascuna durata t , della media $\mu(h_t)$, dello scarto quadratico medio $\sigma(h_t)$ e dei due parametri α_t e u_t della legge di Gumbel (prima legge del valore estremo "EV1")

N =	38	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
$\mu(h_t)$		24.08	33.55	40.25	47.57	57.62
$\sigma(h_t)$		10.77	14.63	19.10	19.69	19.50
$\alpha_t = 1,283/\sigma(h_t)$		0.12	0.09	0.07	0.07	0.07
$u_t = \mu(h_t) - 0,45\sigma(h_t)$		19.24	26.97	31.65	38.71	48.85

Tr	LEGGE DI PIOGGIA	$h = a \times t^n$
10 anni	→	$h=39.534xt^{0.2465}$
30 anni	→	$h=49.784xt^{0.2374}$
50 anni	→	$h=54.467xt^{0.2343}$
100 anni	→	$h=60.786xt^{0.2308}$
200 anni	→	$h=67.084xt^{0.2279}$