

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 1 di 54 Rev. <b>0</b>

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

**ATTRAVERSAMENTI CORSI D'ACQUA DI COMPETENZA DELL'ENTE  
 "REGIONE MARCHE Servizio tutela, gestione e assetto del territorio di Fermo"**

**RELAZIONE TECNICO - ILLUSTRATIVA**

• **SAIPEM SPA**  
 Il Progettista  
 Dott. Ing. A. PARLATO iscritto all'ordine  
 degli ingegneri della Provincia di Avellino al n. 2095  
 Tel. 0721.16826841 - Fax 0721.1682019  
 • C.F. e P. IVA 00825790157

0	Emissione	Caccavo	Villi	Sciosci	Mar. '21
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 2 di 54	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## INDICE

<b>1.</b>	<b>GENERALITÀ</b>	<b>4</b>
	1.1 Premessa	4
	1.2 Scopo del documento	4
	1.3 Documenti di riferimento	7
<b>2.</b>	<b>INQUADRAMENTO DEGLI AMBITI IN ESAME</b>	<b>11</b>
	2.1 Inquadramento territoriale	11
	2.2 Inquadramento idrografico	16
	2.3 Valutazioni idrologiche dei corsi d'acqua	19
<b>3.</b>	<b>MODALITA' COSTRUTTIVE</b>	<b>24</b>
	3.1 Metodologia di attraversamento	24
	3.2 Tubazioni - Materiali	27
<b>4.</b>	<b>DESCRIZIONE DEL SISTEMA OPERATIVO DELLA "TOC"</b>	<b>28</b>
<b>5.</b>	<b>DESCRIZIONE DELLA TECNICA COSTRUTTIVA DEL MICROTUNNEL</b>	<b>34</b>
	5.1 Requisiti generali del sistema costruttivo	34
	5.2 Fasi Operative	36
<b>6.</b>	<b>TRIVELLAZIONE CON SPINGITUBO</b>	<b>39</b>
	6.1 Modalità costruttive	39
	6.2 Ripristini	39
<b>7.</b>	<b>ATTRAVERSAMENTI CON SCAVI A CIELO APERTO</b>	<b>40</b>
	7.1 Premessa	40
	7.2 Generalità sul metodo	40
	7.3 Metodologie esecutive per lo scavo	41
	7.4 Metodologie esecutive e sequenze operative per la posa	41
	7.5 Interventi di Ripristino finale	42
<b>8.</b>	<b>COPERTURE IN ALVEO ED OPERE DI RIPRISTINO</b>	<b>43</b>
	8.1 Coperture di progetto	43
	8.2 Caratteristiche delle opere di ripristino	45

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 3 di 54	<b>Rev.</b> <b>0</b>

**9. ANALISI DELLE INTERFERENZE CON LE DINAMICHE FLUVIALI 50**

**10. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE 51**

**APPENDICE 1: ATTRAVERSAMENTI CORSI D'ACQUA MINORI - SEZIONI TIPO 52**

**ALLEGATO I: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

**ALLEGATO II: TABELLA RIEPILOGATIVA INTERVENTI**

**ANNESI: DOCUMENTI DI RIFERIMENTO CITATI NEL PAR. 1.3**

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 4 di 54

## 1. GENERALITÀ

### 1.1 Premessa

Il rifacimento del metanodotto Ravenna – Chieti DN 650 (26”), DP 75 bar consiste nella realizzazione di una nuova condotta di 332 km circa in sostituzione di quella esistente.

Il progetto è stato suddiviso in due tratti funzionali consistenti in:

- Ravenna – Recanati, il cui sviluppo è pari a circa 179 km;
- Recanati – Chieti, il cui sviluppo è pari a circa 153 km.

Il metanodotto Recanati - Chieti è stato suddiviso a sua volta in ulteriori due tratti funzionalmente autonomi identificati come segue:

- Tratto “**Recanati - San Benedetto del Tronto**”, lungo circa 77 km;
- Tratto “San Benedetto del Tronto – Chieti”, lungo circa 76 km.

La presente relazione è riferita al progetto denominato “Rifacimento Metanodotto Ravenna – Chieti, tratto Recanati – San Benedetto del Tronto DN 650 (26”), DP 75 bar ed opere connesse” nella Regione Marche.

Il principale intervento del progetto citato è la realizzazione di un nuovo gasdotto DN 650 (26”) lungo 77,560 km progettato per quanto possibile in parallelismo all’esistente “Met. Ravenna – Chieti, tratto Recanati - San Benedetto del Tronto, DN 650 (26”), MOP 70 bar” della lunghezza di 70,820 km, di cui è prevista la dismissione.

Più in dettaglio, il progetto si articola in una serie di interventi che oltre a riguardare la posa di una nuova condotta DN 650 (26”), di pari diametro rispetto al metanodotto esistente DN 650 (26”) di cui è prevista la rimozione, comporta anche l'adeguamento delle linee secondarie di vario diametro che, prendendo origine dal metanodotto esistente, garantiscono l'allacciamento al bacino di utenza marchigiano attraversato dalla stessa condotta.

In particolare, le linee in progetto intersecano alcuni corsi d'acqua appartenenti al Demanio Idrico, la cui competenza istituzionale è in capo alla Regione Marche che opera attraverso gli uffici dei Presidi Territoriali Genio civile dislocati in ogni provincia marchigiana.

### 1.2 Scopo del documento

La presente relazione ha lo scopo di illustrare le modalità esecutive e di ripristino funzionale ed ambientale relative alla posa delle condotte, in corrispondenza degli attraversamenti dei corsi d’acqua di competenza dell’ente “*Regione Marche Servizio tutela, gestione e assetto del territorio di Fermo*”.

Nelle seguenti tabelle 1.2/A e 1.2/B vengono riportati gli elenchi dei corsi d’acqua intercettati dai tracciati del metanodotto in progetto e di competenza dell’ente in esame. In particolare, per ciascun attraversamento vengono indicati i riferimenti di linea (tronco e vertici/picchetti di identificazione del tracciato), il territorio comunale e gli estremi dei fogli catastali nell’ambito del quale avviene l’interferenza.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 5 di 54

Tab.1.2/A: Elenco dei corsi d'acqua con inquadramento catastale - Linea principale

<b>Corso d'acqua</b>	<b>Tronco</b>	<b>Vertici/Picchetti di riferimento</b>	<b>Comune</b>	<b>Fogli Catastali</b>
Fiume Chienti	2	P45-P46	Civitanova Marche (MC) / Sant'Elpidio a Mare (FM)	Fg.35 Civitanova M. (MC) / Fg. 2 S.Elpidio a Mare (FM)
Fiume Ete Morto	2	P76-V77	Sant'Elpidio a Mare	Fg. 16
Fosso di Cerreto d'Ete (Catastale)	2	V79-P80	Sant'Elpidio a Mare	Fg. 14/16
Compluvio (Fosso)	2	P92-P93	Sant'Elpidio a Mare	Fg. 26
Fosso Castellano	2	V123-P124	Porto Sant'Elpidio	Fg. 6
Fosso	2	P150	Porto Sant'Elpidio	Fg. 12
Fosso	2	P172-P173	Sant'Elpidio a Mare	Fg. 53
Fosso della Commenda	2	P181	Sant'Elpidio a Mare	Fg. 64
Fosso	2	P195-P196	Sant'Elpidio a Mare	Fg. 65
Fosso	2	P206	Sant'Elpidio a Mare	Fg. 71
Fosso	2	P220	Sant'Elpidio a Mare	Fg.71/76
Fosso del Molino	2	P223	Sant'Elpidio a Mare	Fg. 76
Canale intubato DN400**	2	P233-P234	Sant'Elpidio a Mare	Fg. 76
Fiume Tenna	3	Pe-P1	Fermo	Fg. 76 S. Elpidio a Mare (FM) / Fg. 20 Fermo (FM)
Fosso	3	P8	Fermo	Fg.20/21
Fosso	3	P24	Fermo	Fg.16/22
Fosso delle Paludi	3	P28	Fermo	Fg.16/22
Fosso delle Paludi (Fiancheggiamento)	3	V34	Fermo	Fg. 22
Fosso delle Paludi	3	V36-P37	Fermo	Fg. 22
Fosso di Valle Oscura	3	P56-V57	Fermo	Fg. 32
Fosso di Valle Oscura (Fiancheg.)	3	V58	Fermo	Fg. 32
Fosso di Valle (Fiancheggiamento)	3	P61-V62	Fermo	Fg.33
Fosso di Valle Oscura	3	P68-P70	Fermo	Fg.24/33

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 6 di 54

<b>Corso d'acqua</b>	<b>Tronco</b>	<b>Vertici/Picchetti di riferimento</b>	<b>Comune</b>	<b>Fogli Catastali</b>
Fosso S.Petronilla (Petronillo)	3	P89-V90	Porto San Giorgio	Fg. 7
Fosso S.Petronilla (Fiancheggiamento)	3	P91-V92	Porto San Giorgio	Fg. 7
Fosso delle Moje (Moglie)	3	P121	Fermo	Fg. 65
Fiume Ete Vivo	3	P150-P151	Fermo	Fgg. 85/86/106
Fosso	3	P151	Fermo	Fgg. 85/86/106
Fosso della Torre	3	P186-V187	Fermo	Fg. 108
Fosso Cugnolo	3	V219-V220	Fermo	Fg. 130
Fosso Cugnolo	3	V220B-V221	Fermo	Fgg. 120/130/131
Fosso catastale	3	P236-P237	Lapedona	Fg. 5
Vallone San Biagio	3	P244	Lapedona	Fg. 5
Fosso di San Biagio	3	P249-P250	Altidona	Fg. 4/5
Fosso delle Piene	4	P7	Altidona	Fgg. 4/6/15
Fosso Storto	4	P41	Altidona	Fg. 15
Canale in CLS**	4	P45	Altidona	Fg. 15
Fiume Aso	4	P48-P52	Altidona / Campofilone	Fg.15 Altidona (FM) / Fg.3 Campofilone (FM)
Canale in CLS**	4	P56	Campofilone	Fg. 15
Tombino collegamento fosso	4	V63	Campofilone	Fgg. 3/5
Canale in cls*	4	V83	Pedaso	Fgg. 3/5
Fosso di Campofilone	4	V101-V102	Campofilone	Fgg. 6/9
Rio Canale - SP n°128 (non chilometrata)	4	V125-V126	Campofilone	Fgg. 8/12

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 7 di 54 Rev. <b>0</b>

Tab.1.2/B: Elenco dei corsi d'acqua con inquadramento catastale - Allacciamenti

<b>Corso d'acqua</b>	<b>Tronco</b>	<b>Vertici/Picchetti di riferimento</b>	<b>Comune</b>	<b>Fogli Catastali</b>
Fosso di Valle del Profico (Fiancheggiamento)	2	V28-V29	Sant'Elpidio a Mare	Fg. 36
Fosso di Valle del Profico	2	V32-V33	Sant'Elpidio a Mare	Fg. 36
Fiume Ete Vivo	3	P11-V12	Fermo	Fgg. 85/86
Fiume Ete Vivo (Fiancheggiamento)	3	P28-P29	Fermo	Fgg. 67/68
Fiume Ete Vivo (Fiancheggiamento)	3	V38-P39	Fermo	Fgg. 67/68
Fiume Ete Vivo (Fiancheggiamento)	3	V5-P6	Fermo	Fg. 67

È da evidenziare che, su alcuni canali, sussistono anche competenze di altri enti:

- \* ENEL Green Power S.p.A.
- \*\* Consorzio di Bonifica delle Marche

### 1.3 Documenti di riferimento

Per l'ubicazione delle varie interferenze tra la linea in progetto ed i corsi d'acqua di competenza dell'ente sulle planimetrie catastali generali, si rimanda alla visione degli elaborati di cui alla tabella seguente (in riferimento agli estremi di identificazione del tracciato di cui alle tabelle precedenti):

Tab.1.3/A: Estremi della planimetria catastale di linea

<b>Metanodotto</b>	<b>Titolo</b>	<b>Estremi del disegno</b>
Met. Recanati – San Benedetto del Tronto DN 650 (26") – Tronco 2	Planimetria catastale con competenze (in scala 1:2000)	100-LB-51E-81403
Met. Recanati – San Benedetto del Tronto DN 650 (26") – Tronco 3	Planimetria catastale con competenze (in scala 1:2000)	100-LB-59E-81503
Met. Recanati – San Benedetto del Tronto DN 650 (26") – Tronco 4	Planimetria catastale con competenze (in scala 1:2000)	100-LB-61E-81603
Rifacimento Com. Di Sant'Elpidio A Mare DN 150	Planimetria catastale con competenze (in scala 1:2000)	200-LB-11E-82543
Coll. Pozzi ELF S. Giorgio a Mare	Planimetria catastale con competenze (in scala 1:2000)	200-LB-15E-82703
Collegamento Cometra (Fermo) DN 100	Planimetria catastale con competenze (in scala 1:2000)	200-LB-5E-82723

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 8 di 54

Nelle seguenti Tab.1.3/B e Tab.1.3/C sono invece riportati gli estremi degli elaborati grafici di progetto relativi a ciascun attraversamento. Pertanto, per eventuali approfondimenti specifici inerenti alle argomentazioni illustrate nel presente documento, si rimanda alla visione degli elaborati grafici enunciati.

*Tab.1.3/B: Elenco degli elaborati grafici di progetto – Linea principale*

<b>Corso d'acqua</b>	<b>Tronco</b>	<b>Vertici/Picchetti di riferimento</b>	<b>Estremi del disegno</b>	<b>Studio idraulico di Riferimento</b>
Fiume Chienti	2	P45-P46	LC-21E-81418	LA-E-83072
Fiume Ete Morto	2	P76-V77	LC-19E-81420	LA-E-83073
Fosso di Cerreto d'Ete (Catastale)	2	V79-P80	LC-19E-81420	
Compluvio (Fosso)	2	P92-P93	LC-11E-81422	
Fosso Castellano	2	V123-P124	LC-D-80033 / LC-D-81468(*)	
Fosso	2	P150	LC-D-80034 / LC-D-81468(*)	
Fosso	2	P172-P173	LC-15E-81432	
Fosso della Commenda	2	P181	LC-D-80034 / LC-D-81468(*)	
Fosso	2	P195-P196	LC-11E-81434	
Fosso	2	P206	LC-D-80034 / LC-D-81468(*)	
Fosso	2	P220	LC-D-80034 / LC-D-81468(*)	
Fosso del Molino	2	P223	LC-13E-81437	
Canale intubato DN400	2	P233-P234	LC-D-81466(*)	
Fiume Tenna	3	Pe-P1	LC-13E-81506	LA-E-83074
Fosso	3	P8	LC-19E-81510	
Fosso	3	P24	LC-19E-81510	
Fosso delle Paludi	3	P28	LC-D-80034 / LC-D-81566(*)	
Fosso delle Paludi (Fiancheggiamento)	3	V34	LC-15E-81511	
Fosso delle Paludi	3	V36-P37	LC-15E-81511	
Fosso di Valle Oscura	3	P56-V57	LC-9E-81513	

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 9 di 54

<b>Corso d'acqua</b>	<b>Tronco</b>	<b>Vertici/Picchetti di riferimento</b>	<b>Estremi del disegno</b>	<b>Studio idraulico di Riferimento</b>
Fosso di Valle Oscura (Fiancheg.)	3	V58	LC-9E-81513	
Fosso di Valle (Fiancheggiamento)	3	P61-V62	LC-9E-81515	
Fosso di Valle Oscura	3	P68-P70	LC-9E-81515	
Fosso S.Petronilla (Petronillo)	3	P89-V90	LC-19E-81516	
Fosso S.Petronilla (Fiancheggiamento)	3	P91-V92	LC-19E-81516	
Fosso delle Moje (Moglie)	3	P121	LC-13D-81519	
Fiume Ete Vivo	3	P150-P151	LC-17E-81524	LA-E-83075
Fosso	3	P151	LC-17E-81524	
Fosso della Torre	3	P186-V187	LC-D-80034 / LC-D-81566(*)	
Fosso Cugnolo	3	V219-V220	LC-D-80034 / LC-D-81566(*)	
Fosso Cugnolo	3	V220B-V221	LC-9D-81530	
Fosso catastale	3	P236-P237	LC-D-80034 / LC-D-81566(*)	
Vallone San Biagio	3	P244	LC-D-80034 / LC-D-81566(*)	
Fosso di San Biagio	3	P249-P250	LC-13E-81533	
Fosso delle Piene	4	P7	LC-19E-81610	
Fosso Storto	4	P41	LC-D-80034 / LC-D-81665(*)	
Canale in CLS	4	P45	LC-D-81666(*)	
Fiume Aso	4	P48-P52	LC-9E-81611	LA-E-83076
Canale in CLS	4	P56	LC-11E-81614	
Tombino collegamento fosso	4	V63	LC-D-81665(*)	
Canale in cls	4	V83	LC-18D-81616	
Fosso di Campofilone	4	V101-V102	LC-7E-81617	
Rio Canale - SP n°128 (non chilometrata)	4	V125-V126	LC-7E-81619	

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 10 di 54

Tab.1.3/C: Elenco degli elaborati grafici di progetto – Allacciamenti

<b>Corso d'acqua</b>	<b>Tronco</b>	<b>Vertici/Picchetti di riferimento</b>	<b>Estremi del disegno</b>	<b>Studio idraulico di Riferimento</b>
Fosso di Valle del Profico (Fiancheggiamento)	2	V28-V29		
Fosso di Valle del Profico	2	V32-V33	LC-D-80034 / LC-D-81468(*)	
Fiume Ete Vivo	3	P11-V12	LC-9E-82710	LA-E-83080
Fiume Ete Vivo (Fiancheggiamento)	3	P28-P29		
Fiume Ete Vivo (Fiancheggiamento)	3	V38-P39		
Fiume Ete Vivo (Fiancheggiamento)	3	V5-P6		

Dall'esame delle tabelle precedenti si può osservare che in generale si è montato uno specifico elaborato grafico per ciascun attraversamento dei corsi d'acqua. Esclusivamente per pochi corsi d'acqua minori, si è fatto riferimento alle Sezioni tipo di attraversamento (\*) riportate in Appendice 1 della presente relazione.

Nei casi in cui i tracciati della condotta principale e delle linee secondarie in progetto interferiscono con le 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, ai sensi delle Norme di Attuazione, sono stati sviluppati specifici studi di compatibilità idraulica come già riportato nel documento "LA-E-83070\_Relazione generale: Interferenze dell'opera con le aree a rischio idrogeologico".

Per i corsi d'acqua minori (fossi), le valutazioni di deflusso sono state condotte sulla base del metodo di regionalizzazione della portata indice, che integra l'informazione idrometrica a scala regionale con l'analisi idrologica di dettaglio dell'assetto del bacino idrografico sotteso dalla sezione di interesse (→ par. 2.3).

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione: Marche		SPC.LA-E-83087	
	PROGETTO Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 11 di 54	Rev. 0

## 2. INQUADRAMENTO DEGLI AMBITI IN ESAME

### 2.1 Inquadramento territoriale

La linea in progetto è caratterizzata da una lunghezza complessiva di circa 153 km e si sviluppa inizialmente (per circa 77 km) nel territorio marchigiano, per poi entrare nel territorio abruzzese.

In sintesi, il progetto nel tratto marchigiano prevede:

- la messa in opera di una condotta principale DN 650 (26") lunga 77,560 km e allacciamenti di vario diametro;
- la dismissione di una condotta DN 650 (26") per uno sviluppo lineare complessivo di 70,820 km e linee secondarie di vario diametro.

Nel suo percorso marchigiano la linea interesserà le province di Macerata, Fermo ed Ascoli Piceno, percorrendo i territori comunali di Recanati, Montelupone, Potenza Picena, Montecosaro, Civitanova Marche, in provincia di Macerata, Sant'Elpidio a Mare, Porto Sant'Elpidio, Fermo, Lapedona, Altidona, Campofilone, Pedaso, in provincia di Fermo, e Massignano, Cupra Marittima, Grottammare, San Benedetto del Tronto, Acquaviva Picena e Monteprandone, in provincia di Ascoli Piceno.

I corsi d'acqua, di qualunque livello, di competenza dell'ente "*Regione Marche Servizio tutela, gestione e assetto del territorio di Fermo*" sono tutti quelli attraversati che ricadono nella Provincia di Fermo.

A tal proposito nella figura seguente è riportato un inquadramento generale del tracciato del metanodotto (indicato in rosso), nel quale l'ellisse in magenta indica la fascia territoriale all'interno del quale sono ubicati i corsi d'acqua in esame.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 12 di 54



Ai fini progettuali, il tratto funzionale **“Recanati - San Benedetto del Tronto”**, è stato diviso in 5 tronchi:

- Tronco 1 di lunghezza pari a circa 18,8 km
- Tronco 2 di lunghezza pari a circa 14 km
- Tronco 3 di lunghezza pari a circa 15,4 km
- Tronco 4 di lunghezza pari a circa 15 km
- Tronco 5 di lunghezza pari a circa 14,5 km

In riferimento alle progressive di linea, gli ambiti di attraversamento in esame riguardano solo i tronchi 3 e 4.

Inoltre, per un inquadramento più specifico dei vari attraversamenti nelle seguenti tabelle Tab.2.1/A e Tab.2.1/B si riportano per ciascun attraversamento della regione Marche, la provincia e il comune all'interno del quale esso ricade.

Si pone tuttavia in evidenza che negli elaborati grafici di cui alle Tab.1.3/B e Tab.1.3/C, sono inoltre riportati per ciascun attraversamento lo stralcio catastale in scala 1:2.000

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 13 di 54

e la corografia in scala 1:10.000 (estratta dai CTR regionali). Pertanto, a tali elaborati si rimanda per un inquadramento più specifico dei vari ambiti di attraversamento.

Tab.2.1/A: Inquadramento territoriale dei vari ambiti di attraversamento – Linea principale

<b>Corso d'acqua</b>	<b>Tronco</b>	<b>Vertici/Picchetti di riferimento</b>	<b>Comune</b>	<b>Provincia</b>
Fiume Chienti	2	P45-P46	Civitanova Marche / Sant'Elpidio a Mare	Macerata / Fermo
Fiume Ete Morto	2	P76-V77	Sant'Elpidio a Mare	Fermo
Fosso di Cerreto d'Ete (Catastale)	2	V79-P80	Sant'Elpidio a Mare	Fermo
Compluvio (Fosso)	2	P92-P93	Sant'Elpidio a Mare	Fermo
Fosso Castellano	2	V123-P124	Porto Sant'Elpidio	Fermo
Fosso	2	P150	Porto Sant'Elpidio	Fermo
Fosso	2	P172-P173	Sant'Elpidio a Mare	Fermo
Fosso della Commenda	2	P181	Sant'Elpidio a Mare	Fermo
Fosso	2	P195-P196	Sant'Elpidio a Mare	Fermo
Fosso	2	P206	Sant'Elpidio a Mare	Fermo
Fosso	2	P220	Sant'Elpidio a Mare	Fermo
Fosso del Molino	2	P223	Sant'Elpidio a Mare	Fermo
Canale intubato DN400	2	P233-P234	Sant'Elpidio a Mare	Fermo
Fiume Tenna	3	Pe-P1	Fermo	Fermo
Fosso	3	P8	Fermo	Fermo
Fosso	3	P24	Fermo	Fermo
Fosso delle Paludi	3	P28	Fermo	Fermo
Fosso delle Paludi (Fiancheggiamento)	3	V34	Fermo	Fermo
Fosso delle Paludi	3	V36-P37	Fermo	Fermo
Fosso di Valle Oscura	3	P56-V57	Fermo	Fermo
Fosso di Valle Oscura (Fiancheg.)	3	V58	Fermo	Fermo

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 14 di 54

<b>Corso d'acqua</b>	<b>Tronco</b>	<b>Vertici/Picchetti di riferimento</b>	<b>Comune</b>	<b>Provincia</b>
Fosso di Valle (Fiancheggiamento)	3	P61-V62	Fermo	Fermo
Fosso di Valle Oscura	3	P68-P70	Fermo	Fermo
Fosso S.Petronilla (Petronillo)	3	P89-V90	Porto San Giorgio	Fermo
Fosso S.Petronilla (Fiancheggiamento)	3	P91-V92	Porto San Giorgio	Fermo
Fosso delle Moje (Moglie)	3	P121	Fermo	Fermo
Fiume Ete Vivo	3	P150-P151	Fermo	Fermo
Fosso	3	P151	Fermo	Fermo
Fosso della Torre	3	P186-V187	Fermo	Fermo
Fosso Cugnolo	3	V219-V220	Fermo	Fermo
Fosso Cugnolo	3	V220B-V221	Fermo	Fermo
Fosso catastale	3	P236-P237	Lapedona	Fermo
Vallone San Biagio	3	P244	Lapedona	Fermo
Fosso di San Biagio	3	P249-P250	Altidona	Fermo
Fosso delle Piene	4	P7	Altidona	Fermo
Fosso Storto	4	P41	Altidona	Fermo
Canale in CLS	4	P45	Altidona	Fermo
Fiume Aso	4	P48-P52	Altidona / Campofilone	Fermo
Canale in CLS	4	P56	Campofilone	Fermo
Tombino collegamento fosso	4	V63	Campofilone	Fermo
Canale in cls	4	V83	Pedaso	Fermo
Fosso di Campofilone	4	V101-V102	Campofilone	Fermo
Rio Canale - SP n°128 (non chilometrata)	4	V125-V126	Campofilone	Fermo

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione: Marche		SPC.LA-E-83087	
	PROGETTO Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 15 di 54	Rev. 0

Tab.2.1/B: Inquadramento territoriale dei vari ambiti di attraversamento – Allacciamenti

<b>Corso d'acqua</b>	<b>Tronco</b>	<b>Vertici/Picchetti di riferimento</b>	<b>Comune</b>	<b>Provincia</b>
Fosso di Valle del Profico (Fiancheggiamento)	2	V28-V29	Sant'Elpidio a Mare	Fermo
Fosso di Valle del Profico	2	V32-V33	Sant'Elpidio a Mare	Fermo
Fiume Ete Vivo	3	P11-V12	Fermo	Fermo
Fiume Ete Vivo (Fiancheggiamento)	3	P28-P29	Fermo	Fermo
Fiume Ete Vivo (Fiancheggiamento)	3	V38-P39	Fermo	Fermo
Fiume Ete Vivo (Fiancheggiamento)	3	V5-P6	Fermo	Fermo

Dall'esame delle precedenti tabelle si può osservare che i corsi d'acqua di competenza dell'ente in esame ricadano tutti nella provincia di Fermo, ad eccezione del fiume Chienti che ricade anche nella provincia di Macerata.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione: Marche		SPC.LA-E-83087	
	PROGETTO Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 16 di 54	Rev. 0

## 2.2 Inquadramento idrografico

I corsi d'acqua in esame, di qualsiasi livello, ricadono nel territorio di riferimento dell'Autorità di Distretto dell'Appennino Centrale e, nello specifico, fanno parte del "sub-distretto bacini marchigiani meridionali".

Al fine di inquadrare idrograficamente i corsi d'acqua in esame, nelle tabelle seguenti si riportano gli elenchi dei corsi d'acqua con l'indicazione del bacino idrografico principale di appartenenza.

Tab.2.2/A: Inquadramento idrografico dei corsi d'acqua – Linea principale

<b>Corso d'acqua</b>	<b>Tronco</b>	<b>Vertici/Picchetti di riferimento</b>	<b>Bacino del corso d'acqua Principale</b>
Fiume Chienti	2	P45-P46	Fiume Chienti
Fiume Ete Morto	2	P76-V77	Fiume Chienti
Fosso di Cerreto d'Ete (Catastale)	2	V79-P80	Fiume Chienti
Compluvio (Fosso)	2	P92-P93	Litorale tra Tenna e Chienti
Fosso Castellano	2	V123-P124	Litorale tra Tenna e Chienti
Fosso	2	P150	Litorale tra Tenna e Chienti
Fosso	2	P172-P173	Fiume Tenna
Fosso della Commenda	2	P181	Fiume Tenna
Fosso	2	P195-P196	Fiume Tenna
Fosso	2	P206	Fiume Tenna
Fosso	2	P220	Fiume Tenna
Fosso del Molino	2	P223	Fiume Tenna
Canale intubato DN400	2	P233-P234	Fiume Tenna
Fiume Tenna	3	Pe-P1	Fiume Tenna
Fosso	3	P8	Fiume Tenna
Fosso	3	P24	Fiume Tenna
Fosso delle Paludi	3	P28	Fiume Tenna
Fosso delle Paludi (Fiancheggiamento)	3	V34	Fiume Tenna
Fosso delle Paludi	3	V36-P37	Fiume Tenna

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione: Marche		SPC.LA-E-83087	
	PROGETTO Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 17 di 54	Rev. 0

<i>Corso d'acqua</i>	<i>Tronco</i>	<i>Vertici/Picchetti di riferimento</i>	<i>Bacino del corso d'acqua Principale</i>
Fosso di Valle Oscura	3	P56-V57	Fosso Valloscura - Rio Petronilla
Fosso di Valle Oscura (Fiancheg.)	3	V58	Fosso Valloscura - Rio Petronilla
Fosso di Valle (Fiancheggiamento)	3	P61-V62	Fosso Valloscura - Rio Petronilla
Fosso di Valle Oscura	3	P68-P70	Fosso Valloscura - Rio Petronilla
Fosso S.Petronilla (Petronillo)	3	P89-V90	Fosso Valloscura - Rio Petronilla
Fosso S.Petronilla (Fiancheggiamento)	3	P91-V92	Fosso Valloscura - Rio Petronilla
Fosso delle Moje (Moglie)	3	P121	Fiume Ete Vivo
Fiume Ete Vivo	3	P150-P151	Fiume Ete Vivo
Fosso	3	P151	Fiume Ete Vivo
Fosso della Torre	3	P186-V187	Fosso del Molinello - Fosso di S. Biagio
Fosso Cugnolo	3	V219-V220	Fosso del Molinello - Fosso di S. Biagio
Fosso Cugnolo	3	V220B-V221	Fosso del Molinello - Fosso di S. Biagio
Fosso catastale	3	P236-P237	Fosso del Molinello - Fosso di S. Biagio
Vallone San Biagio	3	P244	Fosso del Molinello - Fosso di S. Biagio
Fosso di San Biagio	3	P249-P250	Fosso del Molinello - Fosso di S. Biagio
Fosso delle Piene	4	P7	Fiume Aso
Fosso Storto	4	P41	Fiume Aso
Canale in CLS	4	P45	Fiume Aso
Fiume Aso	4	P48-P52	Fiume Aso
Canale in CLS	4	P56	Fiume Aso
Tombino collegamento fosso	4	V63	Fiume Aso
Canale in cls	4	V83	Rio Canale
Fosso di Campofilone	4	V101-V102	Rio Canale
Rio Canale - SP n°128 (non chilometrata)	4	V125-V126	Rio Canale

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 18 di 54

Tab.2.2/B: Inquadramento idrografico dei corsi d'acqua – Allacciamenti

<b>Corso d'acqua</b>	<b>Tronco</b>	<b>Vertici/Picchetti di riferimento</b>	<b>Bacino del corso d'acqua Principale</b>
Fosso di Valle del Profico (Fiancheggiamento)	2	V28-V29	Litorale tra Tenna e Chienti
Fosso di Valle del Profico	2	V32-V33	Litorale tra Tenna e Chienti
Fiume Ete Vivo	3	P11-V12	Fiume Ete Vivo
Fiume Ete Vivo (Fiancheggiamento)	3	P28-P29	Fiume Ete Vivo
Fiume Ete Vivo (Fiancheggiamento)	3	V38-P39	Fiume Ete Vivo
Fiume Ete Vivo (Fiancheggiamento)	3	V5-P6	Fiume Ete Vivo

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 19 di 54

### 2.3 Valutazioni idrologiche dei corsi d'acqua

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.

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.

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.

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 km<sup>2</sup>).

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:

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

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

Per la valutazione delle portate di piena nelle sezioni idrologiche di interesse (attraversamenti), ci si è avvalsi delle metodologie e dei risultati conseguiti in detto studio.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 20 di 54

Nelle tabelle seguenti si riportano gli elenchi dei corsi d'acqua con l'indicazione della portata di progetto associata ad un tempo di ritorno (TR) pari a 200 anni.

*Tab.2.3/A: Portate di progetto per i corsi d'acqua principali oggetto di studio di compatibilità idraulica*

<b>Corso d'acqua</b>	<b>Tronco</b>	<b>Vertici/Picchetti di riferimento</b>	<b>Superficie bacino fiume (kmq)</b>	<b>Portata di progetto TR=200 anni (mc/s)</b>	<b>qmax (mc/s*kmq)</b>
Fiume Chienti	2	P45-P46	1061	1366	1.29
Fiume Ete Morto	2	P76-V77	208	454	2.18
Fiume Tenna	3	Pe-P1	449	909	2.02
Fiume Ete Vivo	3	P150-P151	167	395	2.36
Fiume Aso	4	P48-P52	269	822	3.06

*Tab.2.3/B: Portate di progetto per i corsi d'acqua attraversati con scavo a cielo aperto – Linea principale*

<b>Corso d'acqua</b>	<b>Tronco</b>	<b>Vertici/Picchetti di riferimento</b>	<b>Superficie bacino fosso (kmq)</b>	<b>Portata indice Qi (mc/s)</b>	<b>Portata al colmo di piena TR=200 anni (mc/s)</b>
Fosso di Cerreto d'Ete (Catastale)	2	V79-P80	1.18	1.89	7.05
Compluvio (Fosso)	2	P92-P93	0.36	0.60	2.22
Fosso Castellano	2	V123-P124	1.42	2.27	8.45
Fosso	2	P150	1.14	1.83	6.82
Fosso	2	P172-P173	2.38	3.75	13.97
Fosso della Commenda	2	P181	0.31	0.52	1.92
Fosso	2	P195-P196	0.11	0.19	0.70
Fosso	2	P206	0.86	1.39	5.18
Fosso	2	P220	8.49	12.93	48.17
Fosso del Molino	2	P223	0.25	0.42	1.56
Fosso	3	P8	0.1	0.17	0.64
Fosso	3	P24	1.1	1.77	6.59

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 21 di 54

<b>Corso d'acqua</b>	<b>Tronco</b>	<b>Vertici/Picchetti di riferimento</b>	<b>Superficie bacino fosso (kmq)</b>	<b>Portata indice Qi (mc/s)</b>	<b>Portata al colmo di piena TR=200 anni (mc/s)</b>
Fosso delle Paludi	3	P28	2.17	3.43	12.76
Fosso delle Paludi	3	V36-P37	0.61	1.00	3.71
Fosso di Valle Oscura	3	P56-V57	4.13	6.41	23.88
Fosso delle Moje (Moglie)	3	P121	3.81	5.93	22.08
Fosso della Torre	3	P186-V187	2.76	4.33	16.13
Fosso Cugnolo	3	V219-V220	0.27	0.45	1.68
Fosso Cugnolo	3	V220B-V221	6.14	9.43	35.14
Fosso catastale	3	P236-P237	0.1	0.17	0.64
Vallone San Biagio	3	P244	0.11	0.19	0.70
Fosso di San Biagio	3	P249-P250	6.54	10.03	37.36
Fosso delle Piene	4	P7	1.60	2.55	9.49
Fosso Storto	4	P41	0.91	1.47	5.48
Fosso di Campofilone	4	V101-V102	1.85	2.93	10.93
Rio Canale - SP n°128 (non chilometrata)	4	V125-V126	2.10(*)	3.32	12.36

(\*) a valle della diga di Rio Canale

*Tab.2.3/C: Portate di progetto per i corsi d'acqua attraversati con scavo a cielo aperto – Allacciamenti*

<b>Corso d'acqua</b>	<b>Tronco</b>	<b>Vertici/Picchetti di riferimento</b>	<b>Superficie bacino fosso (kmq)</b>	<b>Portata indice Qi (mc/s)</b>	<b>Portata al colmo di piena TR=200 anni (mc/s)</b>
Fosso di Valle del Profico	2	V32-V33	0.14	0.24	0.89

Per i fossi con area drenata inferiore a 50 kmq, come elemento comparativo delle suddette valutazioni idrologiche, è stata eseguita un'analisi correlata al bacino idrografico principale di appartenenza, sulla base dei valori massimi di deflusso emersi nell'ambito degli studi dei corsi d'acqua principali (→Tab.2.3/A).

Nelle tabelle seguenti si riportano le portate al colmo di piena ottenute, sempre associate ad un tempo di ritorno (TR) pari a 200 anni.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione: Marche		SPC.LA-E-83087	
	PROGETTO Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 22 di 54	Rev. 0

Tab.2.3/D: Portate al colmo di piena per i corsi d'acqua attraversati con scavo a cielo aperto – Linea principale

Corso d'acqua	Tronco	Vertici/Picchetti di riferimento	Superficie bacino fosso (kmq)	Bacino idrografico principale di appartenenza	q <sub>max</sub> corso d'acqua principale (mc/s*kmq)	Portata al colmo di piena TR=200 anni (mc/s)
Fosso di Cerreto d'Ete (Catastale)	2	V79-P80	1.18	Fiume Chienti	2.18	2.57
Compluvio (Fosso)	2	P92-P93	0.36	Litorale tra Tenna e Chienti	2.18	0.78
Fosso Castellano	2	V123-P124	1.42			3.10
Fosso	2	P150	1.14			2.49
Fosso	2	P172-P173	2.38	Fiume Tenna	2.02	4.81
Fosso della Commenda	2	P181	0.31			0.63
Fosso	2	P195-P196	0.11			0.22
Fosso	2	P206	0.86			1.74
Fosso	2	P220	8.49			17.15
Fosso del Molino	2	P223	0.25			0.51
Fosso	3	P8	0.1			0.20
Fosso	3	P24	1.1			2.22
Fosso delle Paludi	3	P28	2.17			4.38
Fosso delle Paludi	3	V36-P37	0.61			1.23
Fosso di Valle Oscura	3	P56-V57	4.13	Fosso Valloscura - Rio Petronilla	2.36	9.75
Fosso delle Moje (Moglie)	3	P121	3.81	Fiume Ete Vivo	2.36	8.99
Fosso della Torre	3	P186-V187	2.76	Fosso del Molinello – Fosso di S. Biagio	3.06	8.45
Fosso Cugnolo	3	V219-V220	0.27			0.83
Fosso Cugnolo	3	V220B-V221	6.14			18.79
Fosso catastale	3	P236-P237	0.1			0.31
Vallone San Biagio	3	P244	0.11			0.34
Fosso di San Biagio	3	P249-P250	6.54			20.01

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ Regione: Marche		SPC.LA-E-83087	
	PROGETTO Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 23 di 54	Rev. 0

Corso d'acqua	Tronco	Vertici/Picchetti di riferimento	Superficie bacino fosso (kmq)	Bacino idrografico principale di appartenenza	q <sub>max</sub> corso d'acqua principale (mc/s*kmq)	Portata al colmo di piena TR=200 anni (mc/s)
Fosso delle Piene	4	P7	1.60	Fiume Aso	3.06	4.90
Fosso Storto	4	P41	0.91			2.78
Fosso di Campofilone	4	V101-V102	1.85	Rio Canale	3.06	5.66
Rio Canale - SP n°128 (non chilometrata)	4	V125-V126	2.10(*)			6.43

(\*) a valle della diga di Rio Canale

Tab.2.3/E: Portate al colmo di piena per i corsi d'acqua attraversati con scavo a cielo aperto – Allacciamenti

Corso d'acqua	Tronco	Vertici/Picchetti di riferimento	Superficie bacino fosso (kmq)	Bacino idrografico principale di appartenenza	q <sub>max</sub> corso d'acqua principale (mc/s*kmq)	Portata al colmo di piena TR=200 anni (mc/s)
Fosso di Valle del Profico	2	V32-V33	0.14	Litorale tra Tenna e Chienti	2.02	0.28

Dall'analisi di raffronto dei valori di portata valutati con i due metodi si evince che, per i fossi, l'impiego del metodo della "Regionalizzazione" (Tab. 2.3/B e Tab. 2.3/C) determina valutazioni più elevate delle portate al colmo di piena TR=200 anni.

Pertanto, la scelta di considerare nel presente elaborato come portate di riferimento nell'ambito di studio (portate di progetto) quelle derivanti dal metodo della Regionalizzazione, può essere ritenuta conservativa.

Le portate, calcolate con la metodologia illustrata, sono state utilizzate per il progetto delle opere di ripristino degli alvei al fine di garantire sezioni di deflusso adeguate a fronteggiare le massime piene attese.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 24 di 54 Rev. 0

### 3. MODALITA' COSTRUTTIVE

#### 3.1 Metodologia di attraversamento

Al fine di definire le modalità costruttive sono stati eseguiti vari sopralluoghi, nonché sono stati effettuati degli appositi rilievi topografici, eventualmente integrati da indagini geognostiche.

Le modalità costruttive di ciascun attraversamento sono state definitive sostanzialmente in riferimento alle caratteristiche morfologiche, litostratigrafiche, idrauliche ed ambientali riscontrate.

Nelle tabelle seguenti sono elencate le metodologie costruttive previste per l'attraversamento in subalveo di ciascun corso d'acqua in esame.

Tab.3.1/A: Modalità costruttive – Linea principale

<b>Corso d'acqua</b>	<b>Tronco</b>	<b>Vertici/Picchetti di riferimento</b>	<b>Metodologia di Attraversamento</b>
Fiume Chienti	2	P45-P46	Microtunnel
Fiume Ete Morto	2	P76-V77	Microtunnel
Fosso di Cerreto d'Ete (Catastale)	2	V79-P80	Cielo aperto
Compluvio (Fosso)	2	P92-P93	Cielo aperto
Fosso Castellano	2	V123-P124	Cielo aperto
Fosso	2	P150	Cielo aperto
Fosso	2	P172-P173	Cielo aperto
Fosso della Commenda	2	P181	Cielo aperto
Fosso	2	P195-P196	Cielo aperto
Fosso	2	P206	Cielo aperto
Fosso	2	P220	Cielo aperto
Fosso del Molino	2	P223	Cielo aperto
Canale intubato DN400	2	P233-P234	con tubo di protezione da mettere in opera con trivella spingitubo
Fiume Tenna	3	Pe-P1	T.O.C. per cavo telecomando su tratto in esercizio DN200 (8")
Fosso	3	P8	T.O.C.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 25 di 54

<b>Corso d'acqua</b>	<b>Tronco</b>	<b>Vertici/Picchetti di riferimento</b>	<b>Metodologia di Attraversamento</b>
Fosso	3	P24	T.O.C.
Fosso delle Paludi	3	P28	Cielo aperto
Fosso delle Paludi (Fiancheggiamento)	3	V34	Cielo aperto
Fosso delle Paludi	3	V36-P37	Cielo aperto
Fosso di Valle Oscura	3	P56-V57	Cielo aperto
Fosso di Valle Oscura (Fiancheggiamento)	3	V58	Cielo aperto
Fosso di Valle (Fiancheggiamento)	3	P61-V62	Cielo aperto
Fosso di Valle Oscura	3	P68-P70	T.O.C.
Fosso S.Petronilla (Petronillo)	3	P89-V90	Microtunnel
Fosso S.Petronilla (Fiancheggiamento)	3	P91-V92	Cielo aperto
Fosso delle Moje (Moglie)	3	P121	Cielo aperto
Fiume Ete Vivo	3	P150-P151	Microtunnel
Fosso	3	P151	Microtunnel
Fosso della Torre	3	P186-V187	Cielo aperto
Fosso Cugnolo	3	V219-V220	Cielo aperto
Fosso Cugnolo	3	V220B-V221	Cielo aperto
Fosso catastale	3	P236-P237	Cielo aperto
Vallone San Biagio	3	P244	Cielo aperto
Fosso di San Biagio	3	P249-P250	Cielo aperto
Fosso delle Piene	4	P7	Cielo aperto
Fosso Storto	4	P41	Cielo aperto
Canale in CLS	4	P45	Cielo aperto
Fiume Aso	4	P48-P52	Cielo aperto
Canale in CLS	4	P56	Cielo aperto

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		SPC.LA-E-83087
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 26 di 54

<b>Corso d'acqua</b>	<b>Tronco</b>	<b>Vertici/Picchetti di riferimento</b>	<b>Metodologia di Attraversamento</b>
Tombino collegamento fosso	4	V63	Cielo aperto
Canale in cls	4	V83	Microtunnel
Fosso di Campofilone	4	V101-V102	Cielo aperto
Rio Canale - SP n°128 (non chilometrata)	4	V125-V126	Cielo aperto + tubo di protezione da mettere in opera con trivella spingitubo

Tab.3.1/B: Modalità costruttive – Allacciamenti

<b>Corso d'acqua</b>	<b>Tronco</b>	<b>Vertici/Picchetti di riferimento</b>	<b>Metodologia di Attraversamento</b>
Fosso di Valle del Profico (Fiancheggiamento)	2	V28-V29	Cielo aperto
Fosso di Valle del Profico	2	V32-V33	Cielo aperto
Fiume Ete Vivo	3	P11-V12	T.O.C. per cavi telecomando
Fiume Ete Vivo (Fiancheggiamento)	3	P28-P29	Cielo aperto
Fiume Ete Vivo (Fiancheggiamento)	3	V38-P39	Cielo aperto
Fiume Ete Vivo (Fiancheggiamento)	3	V5-P6	Cielo aperto

Dall'esame delle precedenti tabelle si evince che la maggior parte dei corsi d'acqua in esame verranno attraversati con la classica metodologia degli scavi a cielo aperto.

Tuttavia, si rileva anche che alcuni corsi d'acqua verranno attraversati in trivellazione con la tecnica dello *Spingitubo*, del *Microtunnel* e della *Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC)*, ovvero *Horizontal Directional Drilling*.

Relativamente a questi ultimi, si precisa che la scelta di impiegare le tecniche del Microtunnel e della TOC è connessa ad aspetti di carattere geomorfologico relativi agli specifici contesti di intervento, oppure ad aspetti idraulici relativi a corsi d'acqua principali che si sviluppano nelle immediate vicinanze di alcuni corsi d'acqua minori in analisi nel presente elaborato.

Ultimata la messa in esercizio del metanodotto DN 650 (26") oggetto di tale relazione e delle linee secondarie in progetto, verranno avviate le attività di dismissione del metanodotto DN 650 (26") e delle linee secondarie esistenti.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 27 di 54

Nei capitoli seguenti verranno descritte le varie modalità costruttive previste per l'attraversamento dei corsi d'acqua in esame, con particolare riferimento all'attraversamento in trivellazione con la tecnica della Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC), del Microtunnel e dello Spingitubo, e infine la tecnica tradizionale con scavi a cielo aperto.

In aggiunta qui di seguito sono riportate le caratteristiche dei materiali costituenti la condotta da posare.

### 3.2 Tubazioni - Materiali

Le tubazioni impiegate per la linea saranno in acciaio di qualità rispondenti alla normativa vigente, in particolare saranno in acciaio grado EN L415 NB/MB DN650 (26") con sp. 11.1 mm e rivestimento in polietilene con sp. 2.5 mm.

In corrispondenza di alcuni tratti particolari verranno utilizzate tubazioni con spessore maggiorato sp. 15.9 mm.

Inoltre, in corrispondenza di attraversamenti di infrastrutture e servizi, la condotta sarà inserita all'interno di un tubo di protezione in acciaio DN800 (32") spess.19.1 mm.

I tubi, collaudati singolarmente dalle industrie produttrici, avranno una lunghezza media di 12 m e saranno smussati e calibrati alle estremità per permettere la saldatura elettrica di testa.

La pressione di progetto prevista per il gasdotto in esame è pari a 75 bar.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 28 di 54

#### 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.

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.

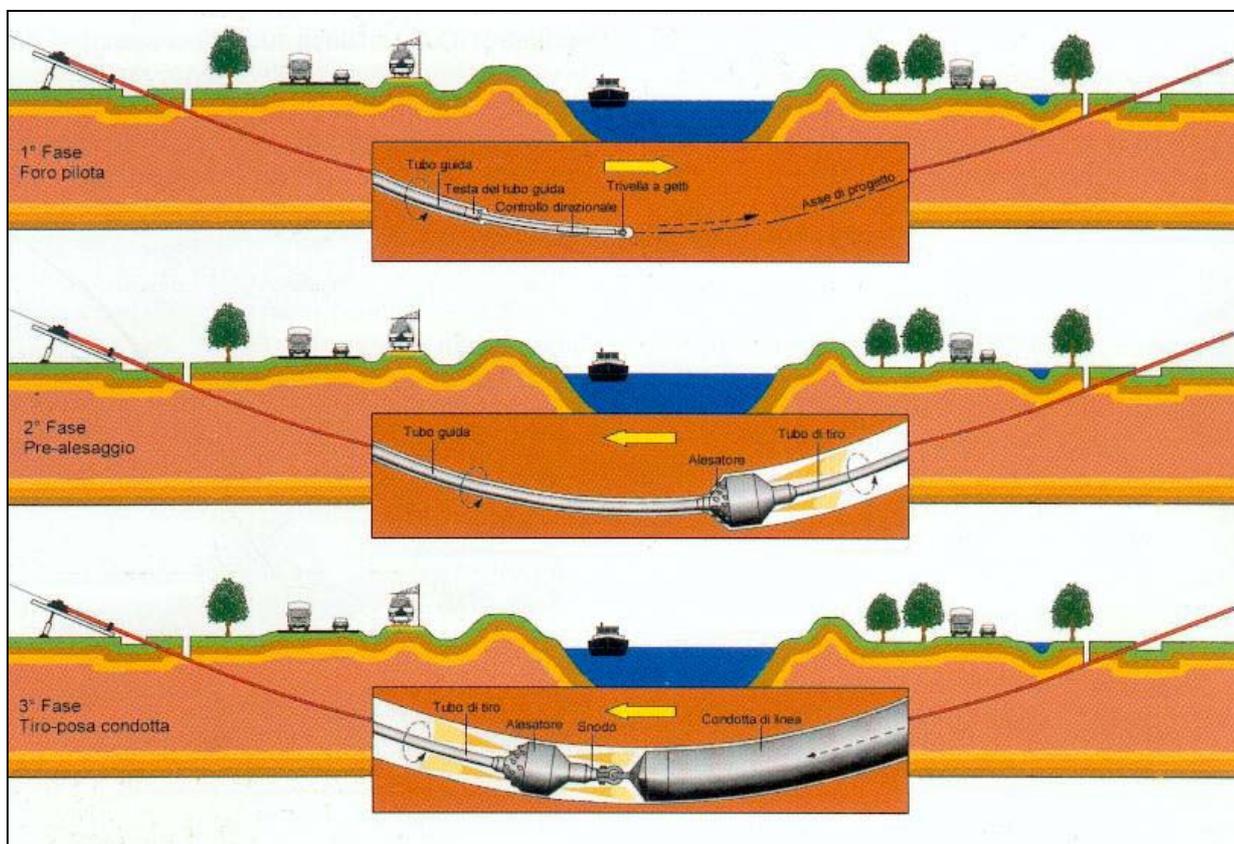
La prima fase consiste nella trivellazione di un foro pilota (di piccolo diametro) lungo un profilo direzionale prestabilito.

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 riportato uno schema grafico illustrativo delle fasi di lavoro.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 29 di 54



*T.O.C.- Fasi di lavoro*

### 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) additivate con polimeri biodegradabili con alto potere coesivo ed alta fluidità con caratteristiche di riduttori di filtrato.

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.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 30 di 54

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.



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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 31 di 54 Rev. 0



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

#### 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".

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 32 di 54

#### 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.



*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.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 33 di 54

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		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 34 di 54

## 5. DESCRIZIONE DELLA TECNICA COSTRUTTIVA DEL MICROTUNNEL

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

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

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

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

### 5.1 Requisiti generali del sistema costruttivo

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

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

- La testa fresante sarà a tenuta idraulica

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

- Stazione di spinta principale e stazioni di spinta intermedie

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

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

- Sistema di controllo dell'avanzamento della trivellazione

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 35 di 54

- Tubi di rivestimento in c.a.

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

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

- Giunti di tenuta idraulica

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

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

- Iniezioni di intasamento "tubo di rivestimento – terreno"

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

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

- Sistema di evacuazione del materiale di scavo (slurry)

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

- Impianto di produzione dei fanghi di perforazione

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 36 di 54 Rev. 0

- Iniezioni di fluidificazione in corso di avanzamento

Le iniezioni di fluidificazione per abbattere le resistenze all'avanzamento dovranno essere effettuate con cadenza, quantità e caratteristiche reologiche della miscela in modo da evitare plasticizzazioni anomale del terreno di trivellazione.

- Sigillatura dei giunti tra i tubi di rivestimento

La sigillatura dei giunti tra i tubi di rivestimento sarà eseguita dall'interno del tunnel successivamente alle operazioni di avanzamento, con malta di cemento ad alta resistenza in modo da ottenere una superficie interna del tunnel perfettamente liscia e priva di risalti con lo scopo di realizzare un'ulteriore garanzia di tenuta dei giunti nei confronti di possibili fenomeni di filtrazione, in aggiunta a quella strutturale del giunto.

- Intasamento interno del tunnel

Terminate le operazioni di varo ed eseguito il collegamento di linea delle condotte, dovrà essere realizzato il riempimento dell'intercapedine tra tubo di linea e tubo di rivestimento tramite idonee miscele, con lo scopo di saturare l'intercapedine stessa e impedire la formazione di flussi idrici all'interno del tubo di rivestimento ed eliminare la camera d'aria altrimenti presente tra tubo di linea e pareti del tunnel. Le miscele impiegate possono essere conglomerati cementizi additivati e/o alleggeriti oppure miscele di tipo bentonitico.

## 5.2 Fasi Operative

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

### Fasi Operative:

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

### Impianto cantiere

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

### Esecuzione delle postazioni di estremità

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

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

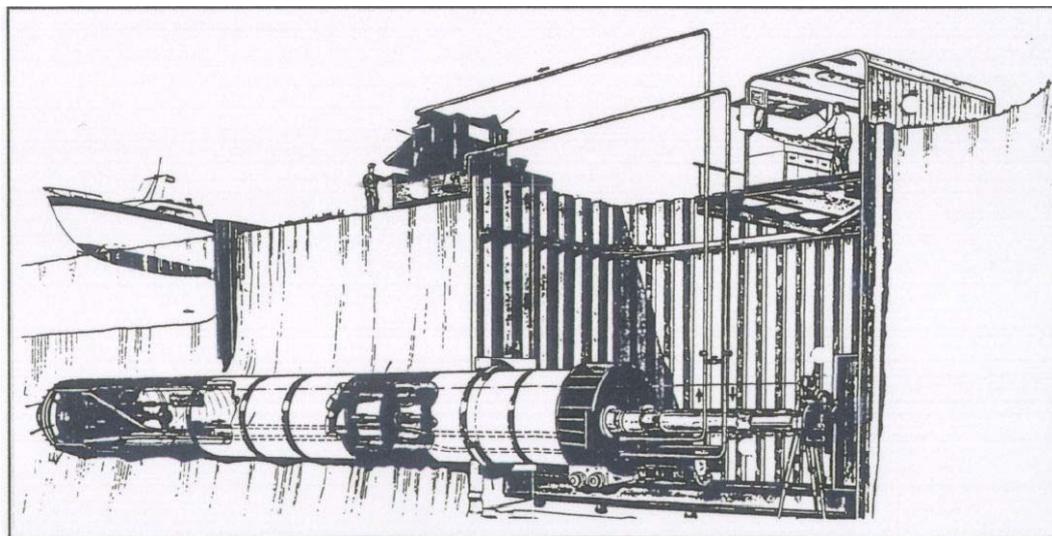
	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> 000	<b>COMMESSA</b> 023081
	<b>LOCALITÀ</b> Regione: Marche	<b>SPC.LA-E-83087</b>		
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto	Fg. 37 di 54	<b>Rev.</b> 0	

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

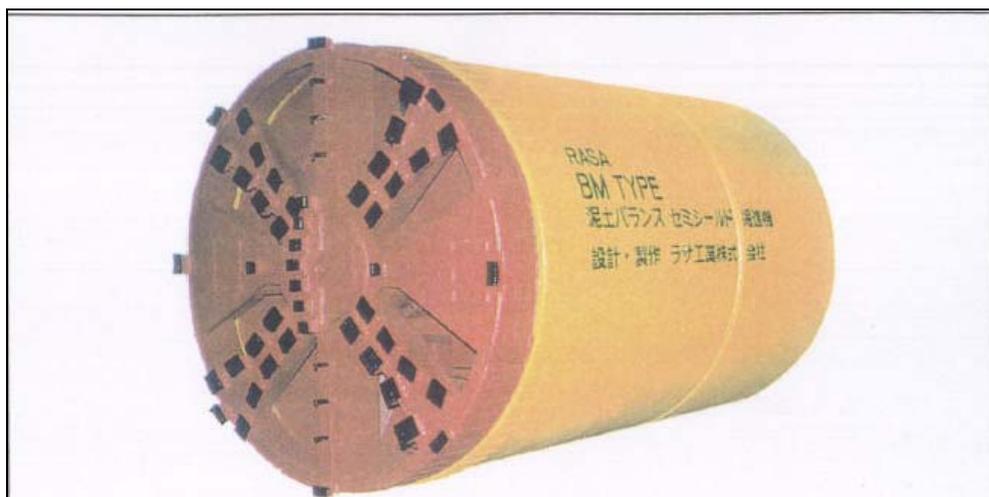
#### Esecuzione della trivellazione

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

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



*Schema del sistema di trivellazione con microtunnel*



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

#### Varo delle condotte

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

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

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

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 38 di 54 Rev. 0

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

- *Varo dell'intera colonna in unica soluzione*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

La condotta sarà protetta con:

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

#### Collaudo idraulico delle condotte

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

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

#### Posa dei cavi

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

#### Ripristini

Al termine delle operazioni di intasamento interno del tunnel e del collegamento di linea (con i tratti già posati a monte e a valle dell'attraversamento), si procederà al ritombamento dei pozzi e allo sgombero delle aree di lavoro e al loro ripristino per la restituzione delle aree alle normali attività agricole.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 39 di 54

## 6. TRIVELLAZIONE CON SPINGITUBO

### 6.1 Modalità costruttive

Tale metodologia costruttiva che consente di attraversare l'infrastruttura evitando di interessarla con scavi a cielo aperto, viene generalmente utilizzata per il superamento di corsi d'acqua di media/piccola grandezza, quando sono presenti difese idrauliche longitudinali (arginature e/o muraglioni spondali) e/o infrastrutture viarie a traffico intenso in adiacenza al corso d'acqua.

Le fasi operative prevedono la messa in opera del tubo di protezione, verniciato sia internamente che esternamente e rivestito con polietilene applicato a caldo in stabilimento dello spessore di 3 mm, mediante le seguenti operazioni:

- scavo del pozzo di spinta, previo presbancamento e accantonamento dell'humus, in prossimità dell'infrastruttura ed installazione di idonei sistemi drenanti atti a mantenere asciutto lo scavo (pompe, well-points ecc.);
- impostazione dei macchinari e misurazioni topografiche atte a verificare il corretto allineamento dell'attraversamento;
- esecuzione della trivellazione mediante l'avanzamento del tubo di protezione, spinto da martinetti idraulici al cui interno agisce solidale la trivella dotata di coclee per lo smarino del materiale di scavo;
- scavo per l'individuazione e messa in luce della "testa di arrivo" del tubo di protezione ed installazione dei sistemi drenanti.

Contemporaneamente all'infissione del tubo di protezione, si procede alla preparazione fuori opera del cosiddetto "sigaro" costituito dal tubo (o tubi) di linea a spessore maggiorato con applicati speciali collari distanziatori in PEAD (polietilene alta densità), che serviranno sia per facilitare le operazioni di inserimento che a garantire nel tempo un adeguato isolamento elettrico della condotta.

Successivamente il "sigaro" viene inserito nel tubo di protezione e collegato ai tratti di linea di monte e di valle già posati.

Una volta completate le operazioni di inserimento, le estremità del tubo di protezione saranno sigillate mediante l'applicazione di fasce termorestringenti.

Ad una o ad ambedue le estremità, a seconda della lunghezza dell'attraversamento e del tipo di servizio da attraversare, al tubo di protezione è collegato uno sfiato realizzato con tubo di acciaio DN 80 (3") spessore 2,90 mm completo di una presa fuga gas e di un apparecchio tagliafiamma.

La presa fuga gas è applicata a 1,50 m circa dal suolo, mentre l'apparecchio tagliafiamma è all'estremità del tubo di sfiato ad un'altezza non inferiore a 2,5 m.

In corrispondenza degli sfiati sono posizionati piantane alle cui estremità sono sistemate delle cassette con punti di misura della protezione catodica.

### 6.2 Ripristini

Non è prevista alcuna opera di ripristino in quanto, effettuando tutte le fasi lavorative dall'esterno dell'alveo, non si prevedono interferenze dei lavori con l'assetto idraulico del corso d'acqua. Le postazioni di spinta e di recupero verranno rinterrate con il materiale di scavo precedentemente accantonato, le aree saranno riprofilate e sarà ripristinato lo strato superficiale di terreno secondo la configurazione morfologica originaria.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 40 di 54

## 7. ATTRAVERSAMENTI CON SCAVI A CIELO APERTO

### 7.1 Premessa

Le caratteristiche morfologiche ed idrauliche dei corsi d'acqua attraversati dalla pipeline con la metodologia dello scavo a cielo aperto, non saranno in nessun caso modificate. Inoltre, durante il periodo dei lavori, verrà garantito il regolare deflusso delle acque mediante l'adozione degli adeguati accorgimenti operativi (quali realizzazione di by-pass mediante la posa di tomboni e/o la realizzazione di ture in terra o in sacchetti di sabbia, per la parzializzazione della sezione d'alveo).

Dall'esame degli elaborati grafici di progetto (richiamati nelle Tab.1.3/B e Tab.1.3/C), risulta possibile individuare la configurazione d'alveo di ciascun corso d'acqua in corrispondenza della sezione di attraversamento, nonché la geometria di posa in subalveo e la profondità di interrimento della condotta.

Si sottolinea e si ribadisce che non sono previsti interventi di rettificazione d'alveo e/o interventi di tombature.

### 7.2 Generalità sul metodo

La metodologia consiste sostanzialmente nello scavo di una trincea lungo il profilo di attraversamento fino al raggiungimento delle quote di posa, nel successivo alloggiamento della condotta in fondo-scavo ed infine nel rinterro degli scavi per il ripristino morfologico dell'area.

Nel caso degli attraversamenti in esame, la posa della condotta nello scavo può essere effettuata con diverse sequenze:

- *Posa nello scavo asciutto*: Realizzazione di una pista di lavoro adiacente alla trincea asciutta, saldature delle barre per formare una colonna continua posizionata sulla pista e al bordo della trincea, posa della colonna in fondo-scavo con l'utilizzo per gli spostamenti laterali di side-boom disposti in fila.
- *Posa del cavallotto*: Assemblaggio fuori-opera della colonna (barre rettilinee e curve), posa della colonna sollevandola e posizionandola in fondo scavo. Il sistema viene generalmente utilizzato per attraversamenti di modesta ampiezza; in presenza di acqua la colonna viene appesantita.

In attraversamenti che non necessitano dell'applicazione di differenti metodologie, la posa della condotta mediante scavi e successivi rinterri è il sistema più frequentemente utilizzato. Ciò in considerazione della sua versatilità costruttiva, della semplicità nell'organizzazione delle fasi di lavoro e della possibilità di adattare la geometria della condotta a quella della sezione di attraversamento. Inoltre, ostacoli incontrati nelle fasi di scavo, o variazioni di progetto in corso d'opera, generalmente non sono tali da inficiarne la corretta esecuzione o la fattibilità.

Il sistema è soprattutto caratterizzato dalla adattabilità delle metodologie costruttive alle specifiche condizioni del singolo corso d'acqua; soprattutto nell'utilizzo dei mezzi operanti e nelle sequenze delle fasi di scavo, posa e rinterro della condotta.

Una buona prevedibilità nella programmazione dei lavori è da ricondurre all'assenza di tecnologie complesse, alla facilità di accesso in qualsiasi punto dello scavo con le macchine per il movimento-terra, alla facilità nel rimuovere ostacoli imprevisti incontrati negli scavi ed infine alla semplicità nel ripristinare con i rinterri, la morfologia originaria dei luoghi.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 41 di 54  Rev. <b>0</b>

In relazione alle specifiche caratteristiche idrauliche del corso d'acqua, la sequenza operativa dei lavori può essere articolata con uno dei seguenti modi:

- *Lavori in continuità con quelli di linea.* Nell'attraversamento di corsi d'acqua "non particolarmente significativi" (in relazione all'aspetto idraulico, alla morfologia dei terreni e a rischi di tipo operativo), i lavori di scavo, posa e rinterro della condotta vengono effettuati in continuità con quelli lungo la linea. In genere si tratta di torrenti, o canali, caratterizzati da modesti valori di portata che pertanto non necessitano di una specifica struttura di cantiere.
- *Lavori per "fasi chiuse".* Nell'attraversamento di corsi d'acqua importanti si procede, nell'ambito di uno specifico cantiere, completando ogni fase prima dell'inizio della successiva: viene inizialmente effettuato lo scavo lungo tutto l'attraversamento e si procede, per "fasi chiuse" con la posa della condotta ed infine con i rinterri. Questa sequenza viene adottata ogni qualvolta è possibile garantire lo smaltimento di un'eventuale portata di piena che dovesse verificarsi durante la costruzione, dal momento che consente di ottimizzare l'organizzazione di cantiere e di ridurre i tempi esecutivi.

Comunque, a prescindere dalle metodologie adottate, il sistema con scavi a cielo aperto consente una spiccata adattabilità della configurazione geometrica di progetto essendo possibile una buona sovrapposizione tra il profilo della condotta e quello della sezione di attraversamento.

La configurazione geometrica ottimale, quella che consente di ottenere le coperture di progetto (profondità di posa in alveo e sulle sponde) con volumi di scavo minimi, viene definita in base alle caratteristiche morfologiche dell'area di attraversamento (pendenza delle sponde, larghezza dell'alveo ecc..) e a quelle strutturali della condotta (raggi di curvatura ammissibili).

### 7.3 Metodologie esecutive per lo scavo

Dal punto di vista esecutivo la realizzazione degli scavi è la fase più impegnativa che richiede, per gli attraversamenti più importanti, tempi piuttosto lunghi.

I principali elementi progettuali che devono essere preliminarmente definiti sono: le dimensioni delle sezioni di scavo, il tipo di mezzi da utilizzare e infine il periodo di esecuzione e le modalità operative nel loro insieme.

#### Dimensionamento dello scavo

Le dimensioni delle sezioni di scavo progettualmente vengono definite in base al diametro della condotta, alla profondità di posa, alle caratteristiche geotecniche del terreno, alla presenza di acqua ed infine in relazione al sistema di posa adottato.

Per profondità limitate entro i 5 - 6 metri, gli scavi a sezione obbligata sono in genere di sezione trapezia con angolo di inclinazione delle pareti inferiore all'angolo di attrito interno del terreno.

Anche la presenza di acqua nello scavo comporta, in genere, un incremento dei volumi di scavo in conseguenza alla minore inclinazione delle pareti. In questo caso, essendo necessario "varare" la condotta, la sezione di scavo è generalmente di forma trapezia.

### 7.4 Metodologie esecutive e sequenze operative per la posa

La posa della condotta è la fase successiva a quella di scavo. Anche in questo caso non sono disponibili metodologie esecutive standard dal momento che i sistemi

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 42 di 54	<b>Rev.</b> <b>0</b>

adottati, come la sequenza stessa dei lavori, devono adeguarsi di volta in volta alle caratteristiche idrauliche del corso d'acqua, a quelle morfologiche della sezione di attraversamento (larghezza, inclinazione e altezza delle sponde) e alla valutazione dei rischi derivanti dal verificarsi di eventuali piene.

Le metodologie di posa, di seguito sinteticamente descritte, sono quelle che meglio si adattano al corso d'acqua in esame e sono da adattare in base alla quantità di acqua presente e in relazione all'organizzazione generale dei lavori lungo la linea.

#### Posa della colonna pre-assemblata

Per l'intero tratto di attraversamento la condotta viene preassemblata fuori-opera secondo il profilo di progetto, viene poi sollevata per mezzo di side-boom, quindi posata nel fondo-scavo e infine rinterrata. In questo caso, come in quelli che seguono, l'attraversamento viene considerato un "tratto particolare" da costruire a parte essendo le procedure e tempi di esecuzione a se stanti rispetto ai lavori di linea.

La sequenza delle fasi prevede:

- *L'assemblaggio della colonna fuori-opera (saldatura, precollaudo idraulico, fasciatura).* Con il precollaudo idraulico viene verificata la tenuta della condotta pre-assemblata alle pressioni di progetto per tempi più brevi, in genere un paio d'ore, rispetto a quelli del successivo collaudo idraulico vero e proprio.
- *Scavo, posa, rinterro, collaudo idraulico e ripristini (morfologici e vegetazionale).*

In genere sono condizioni corrispondenti ad attraversamenti di corsi d'acqua secondari caratterizzati da modeste entità di portata e assenza di particolari criticità idrauliche.

#### Posa dalla pista di lavoro

Le procedure di posa sono analoghe a quelle previste per la "posa di linea"; solo che, essendo i lavori realizzati nell'ambito di un cantiere appositamente allestito, modalità, sequenze operative e tempi esecutivi sono slegati dai lavori di linea ed adattati alla particolarità dell'attraversamento.

La sequenza di lavoro più utilizzata prevede:

- *L'assemblaggio di più colonne fuori-opera;*
- *Eventuali scavi di pre-sbancamento;*
- *Scavi a sezione obbligata per l'alloggiamento della condotta;*
- *Posa nello scavo delle colonne;*
- *Saldatura, fasciatura;*
- *Rinterro, collaudo idraulico e ripristini (morfologici e vegetazionale).*

### **7.5 Interventi di Ripristino finale**

Dopo la posa della condotta si eseguiranno interventi mirati al ripristino dell'attuale configurazione morfologica-idraulica della sezione di attraversamento.

Le principali fasi del lavoro di ripristino, relativamente agli attraversamenti realizzati con scavo a cielo aperto possono essere così riassunte:

- Rinterro degli scavi, con materiale precedentemente scavato;
- Ripresa, stendimento e riprofilatura dello strato superficiale di terreno accantonato ed eventuale realizzazione di opere di contenimento sulle sponde e/o di presidio idraulico dell'alveo, secondo le indicazioni progettuali;
- Inerbimento con idrosemina ed eventuale messa a dimora di vegetazione arbustiva ed arborea.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 43 di 54 Rev. 0

## 8. COPERTURE IN ALVEO ED OPERE DI RIPRISTINO

### 8.1 Coperture di progetto

Nelle tabelle seguenti sono riportati i valori di copertura in subalveo previsti per ciascuno degli attraversamenti in esame.

Per un esame di dettaglio della configurazione geometrica della condotta nell'ambito di ciascun attraversamento, si rimanda alla visione degli elaborati grafici di progetto richiamati nelle Tab.1.3/B e Tab.1.3/C.

Tab.8.1/A: Coperture minime in alveo – Linea principale

Corso d'acqua	Tronco	Vertici/Picchetti di riferimento	Metodologia di Attraversamento	Copertura min. (m)
Fiume Chienti	2	P45-P46	Microtunnel	18.30
Fiume Ete Morto	2	P76-V77	Microtunnel	5.90
Fosso di Cerreto d'Ete (Catastale)	2	V79-P80	Cielo aperto	2.75
Compluvio (Fosso)	2	P92-P93	Cielo aperto	2.35
Fosso Castellano	2	V123-P124	Cielo aperto	2.00
Fosso	2	P150	Cielo aperto	2.00
Fosso	2	P172-P173	Cielo aperto	3.00
Fosso della Commenda	2	P181	Cielo aperto	2.00
Fosso	2	P195-P196	Cielo aperto	4.00
Fosso	2	P206	Cielo aperto	2.00
Fosso	2	P220	Cielo aperto	2.00
Fosso del Molino	2	P223	Cielo aperto	2.50
Canale intubato DN400	2	P233-P234	con tubo di protezione da mettere in opera con trivella spingitubo	1.00
Fiume Tenna	3	Pe-P1	T.O.C. per cavo telecomando su tratto in esercizio DN200 (8")	11.50
Fosso	3	P8	T.O.C.	5.25
Fosso	3	P24	T.O.C.	8.60
Fosso delle Paludi	3	P28	Cielo aperto	2.00

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 44 di 54

<b>Corso d'acqua</b>	<b>Tronco</b>	<b>Vertici/Picchetti di riferimento</b>	<b>Metodologia di Attraversamento</b>	<b>Copertura min. (m)</b>
Fosso delle Paludi (Fiancheggiamento)	3	V34	Cielo aperto	2.83
Fosso delle Paludi	3	V36-P37	Cielo aperto	3.50
Fosso di Valle Oscura	3	P56-V57	Cielo aperto	2.00
Fosso di Valle Oscura (Fiancheggiamento)	3	V58	Cielo aperto	1.80
Fosso di Valle (Fiancheggiamento)	3	P61-V62	Cielo aperto	1.50
Fosso di Valle Oscura	3	P68-P70	T.O.C.	8.90
Fosso S.Petronilla (Petronillo)	3	P89-V90	Microtunnel	3.25
Fosso S.Petronilla (Fiancheggiamento)	3	P91-V92	Cielo aperto	1.85
Fosso delle Moje (Moglie)	3	P121	Cielo aperto	1.50
Fiume Ete Vivo	3	P150-P151	Microtunnel	11.70
Fosso	3	P151	Microtunnel	11.70
Fosso della Torre	3	P186-V187	Cielo aperto	2.00
Fosso Cugnolo	3	V219-V220	Cielo aperto	2.00
Fosso Cugnolo	3	V220B-V221	Cielo aperto	3.20
Fosso catastale	3	P236-P237	Cielo aperto	2.00
Vallone San Biagio	3	P244	Cielo aperto	2.00
Fosso di San Biagio	3	P249-P250	Cielo aperto	2.50
Fosso delle Piene	4	P7	Cielo aperto	2.35
Fosso Storto	4	P41	Cielo aperto	2.00
Canale in CLS	4	P45	Cielo aperto	2.00
Fiume Aso	4	P48-P52	Cielo aperto	5.05
Canale in CLS	4	P56	Cielo aperto	2.05
Tombino collegamento fosso	4	V63	Cielo aperto	2.00
Canale in cls	4	V83	Microtunnel	4.50

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 45 di 54

<b>Corso d'acqua</b>	<b>Tronco</b>	<b>Vertici/Picchetti di riferimento</b>	<b>Metodologia di Attraversamento</b>	<b>Copertura min. (m)</b>
Fosso di Campofilone	4	V101-V102	Cielo aperto	2.00
Rio Canale - SP n°128 (non chilometrata)	4	V125-V126	Cielo aperto + tubo di protezione da mettere in opera con trivella spingitubo	2.55

*Tab.8.1/B: Coperture minime in alveo – Allacciamenti*

<b>Corso d'acqua</b>	<b>Tronco</b>	<b>Vertici/Picchetti di riferimento</b>	<b>Metodologia di Attraversamento</b>	<b>Copertura min. (m)</b>
Fosso di Valle del Profico (Fiancheggiamento)	2	V28-V29	Cielo aperto	1.50
Fosso di Valle del Profico	2	V32-V33	Cielo aperto	2.00
Fiume Ete Vivo	3	P11-V12	T.O.C. per cavi telecomando	7.05
Fiume Ete Vivo (Fiancheggiamento)	3	P28-P29	Cielo aperto	1.50
Fiume Ete Vivo (Fiancheggiamento)	3	V38-P39	Cielo aperto	1.50
Fiume Ete Vivo (Fiancheggiamento)	3	V5-P6	Cielo aperto	1.50

Dall'esame delle tabelle precedenti si può rilevare che i valori di copertura in alveo della condotta in ciascun ambito d'attraversamento sono tali da garantire un'adeguata sicurezza della pipeline nei confronti dei potenziali fenomeni di erosione al fondo, per tutto il periodo di esercizio.

In particolare, relativamente ai corsi d'acqua previsti in trenchless con le tecniche del Microtunnel e della TOC, si prevede il raggiungimento di profondità molto elevate.

Per gli altri corsi d'acqua la profondità di copertura in alveo è stata valutata in funzione delle caratteristiche connesse alle dinamiche idrauliche di ciascun contesto e tenendo in considerazione dell'eventuale realizzazione di opere di protezione del fondo alveo (si veda il paragrafo seguente).

Copertura inferiore a 1,5 m è stata prevista esclusivamente in un attraversamento mediante spingitubo. In detto caso si tratta di canale intubato il cui alveo nella sezione d'interferenza risulta rivestito in cemento armato, e pertanto le potenzialità di erosione al fondo sono nulle.

## 8.2 Caratteristiche delle opere di ripristino

Nelle tabelle seguenti sono riportati gli elenchi dei corsi d'acqua con indicazione delle eventuali opere di ripristino e/o di presidio idraulico. Per l'esame di dettaglio sulle

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 46 di 54	<b>Rev.</b> <b>0</b>

caratteristiche tipologiche e dimensionali delle opere in progetto si rimanda alla visione degli elaborati grafici richiamati nelle Tab.1.3/B e Tab.1.3/C.

*Tab.8.2/A: Elenco opere di ripristino – Linea principale*

<b>Corso d'acqua</b>	<b>Tronco</b>	<b>Vertici/Picchetti di riferimento</b>	<b>Metodologia di Attraversamento</b>	<b>Opere di Ripristino e/o di presidio idraulico</b>
Fiume Chienti	2	P45-P46	Microtunnel	/
Fiume Ete Morto	2	P76-V77	Microtunnel	/
Fosso di Cerreto d'Ete (Catastale)	2	V79-P80	Cielo aperto	Ricostruzione alveo con massi
Compluvio (Fosso)	2	P92-P93	Cielo aperto	Ricostruzione alveo con massi e delle sponde con muro cellulare a doppia parete in legname e pietrame
Fosso Castellano	2	V123-P124	Cielo aperto	Ricostruzione alveo con gabbioni e materassini metallici
Fosso	2	P150	Cielo aperto	Ricostruzione alveo con massi
Fosso	2	P172-P173	Cielo aperto	Ricostruzione alveo con massi + muro cellulare a doppia parete in legname e pietrame in sponda sx e palizzata in legname in sponda dx
Fosso della Commenda	2	P181	Cielo aperto	Ricostruzione alveo con massi
Fosso	2	P195-P196	Cielo aperto	Ricostruzione alveo con massi e delle sponde con muri cellulari a doppia parete in legname e pietrame
Fosso	2	P206	Cielo aperto	Ricostruzione alveo con massi
Fosso	2	P220	Cielo aperto	Ricostruzione alveo con massi
Fosso del Molino	2	P223	Cielo aperto	Canaletta in legname con opera trasversale e pietrame e ricostruzione alveo con massi
Canale intubato DN400	2	P233-P234	con tubo di protezione da mettere in opera con trivella spingitubo	/
Fiume Tenna	3	Pe-P1	T.O.C. per cavo telecomando su	/

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 47 di 54

<b>Corso d'acqua</b>	<b>Tronco</b>	<b>Vertici/Picchetti di riferimento</b>	<b>Metodologia di Attraversamento</b>	<b>Opere di Ripristino e/o di presidio idraulico</b>
			tratto in eserciz. DN200(8")	
Fosso	3	P8	T.O.C.	/
Fosso	3	P24	T.O.C.	/
Fosso delle Paludi	3	P28	Cielo aperto	Ricostruzione alveo con massi
Fosso delle Paludi (Fiancheggiamento)	3	V34	Cielo aperto	Ripristino morfologico
Fosso delle Paludi	3	V36-P37	Cielo aperto	Muro cellulare a doppia parete in legname e pietrame in sponda dx + n.1 palizzata in legname in sponda sx + ricostruzione alveo con massi
Fosso di Valle Oscura	3	P56-V57	Cielo aperto	Canaletta in legname + ricostruzione alveo con massi
Fosso di Valle Oscura (Fiancheggiamento)	3	V58	Cielo aperto	Ripristino morfologico
Fosso di Valle (Fiancheggiamento)	3	P61-V62	Cielo aperto	Ripristino morfologico
Fosso di Valle Oscura	3	P68-P70	T.O.C.	/
Fosso S.Petronilla (Petronillo)	3	P89-V90	Microtunnel	Canaletta in legname
Fosso S.Petronilla (Fiancheggiamento)	3	P91-V92	Cielo aperto	Ripristino morfologico
Fosso delle Moje (Moglie)	3	P121	Cielo aperto	Ricostruzione alveo con massi
Fiume Ete Vivo	3	P150-P151	Microtunnel	/
Fosso	3	P151	Microtunnel	/
Fosso della Torre	3	P186-V187	Cielo aperto	Ricostruzione alveo con massi
Fosso Cugnolo	3	V219-V220	Cielo aperto	Ricostruzione alveo con massi
Fosso Cugnolo	3	V220B-V221	Cielo aperto	Ricostruzioni spondali con rivestimento in massi
Fosso catastale	3	P236-P237	Cielo aperto	Ricostruzione alveo con massi
Vallone San Biagio	3	P244	Cielo aperto	Ricostruzione alveo con massi

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 48 di 54

<b>Corso d'acqua</b>	<b>Tronco</b>	<b>Vertici/Picchetti di riferimento</b>	<b>Metodologia di Attraversamento</b>	<b>Opere di Ripristino e/o di presidio idraulico</b>
Fosso di San Biagio	3	P249-P250	Cielo aperto	Ricostruzione alveo con massi
Fosso delle Piene	4	P7	Cielo aperto	Ricostruzione spondale e dell'alveo con rivestimento in massi
Fosso Storto	4	P41	Cielo aperto	Ricostruzione alveo con massi
Canale in CLS	4	P45	Cielo aperto	Ripristino morfologico
Fiume Aso	4	P48-P52	Cielo aperto	Ripristino scogliera come preesistente. Protezione condotta in gunite e alveo con massi
Canale in CLS	4	P56	Cielo aperto	Ripristino morfologico
Tombino collegamento fosso	4	V63	Cielo aperto	Ripristino morfologico
Canale in cls	4	V83	Microtunnel	/
Fosso di Campofilone	4	V101-V102	Cielo aperto	Ricostruzioni spondali con rivestimento in massi + soglia trasversale in massi
Rio Canale - SP n°128 (non chilometrata)	4	V125-V126	Cielo aperto + tubo di protezione da mettere in opera con trivella spingitubo	Ricostruzioni spondali con rivestimento in massi e terra rinforzata + soglia trasversale in massi

Tab.8.2/B: Elenco opere di ripristino – Allacciamenti

<b>Corso d'acqua</b>	<b>Tronco</b>	<b>Vertici/Picchetti di riferimento</b>	<b>Metodologia di Attraversamento</b>	<b>Opere di Ripristino e/o di presidio idraulico</b>
Fosso di Valle del Profico (Fiancheggiamento)	2	V28-V29	Cielo aperto	Ripristino morfologico
Fosso di Valle del Profico	2	V32-V33	Cielo aperto	Ricostruzione alveo con massi
Fiume Ete Vivo	3	P11-V12	T.O.C. per cavi telecomando	/
Fiume Ete Vivo (Fiancheggiamento)	3	P28-P29	Cielo aperto	Ripristino morfologico
Fiume Ete Vivo (Fiancheggiamento)	3	V38-P39	Cielo aperto	Ripristino morfologico
Fiume Ete Vivo (Fiancheggiamento)	3	V5-P6	Cielo aperto	Ripristino morfologico

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 49 di 54	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Come si evince dalle tabelle precedenti, nella scelta delle caratteristiche tipologiche delle opere si è preferito utilizzare esclusivamente materiali naturali, quali elementi lapidei e/o opere in legname, che meglio si inseriscono nel contesto naturale degli attraversamenti fluviali e/o comunque prevedendo opere in continuazioni tipologica con manufatti già esistenti nell'ambito d'intervento.

Ovviamente le opere di ripristino e/o di presidio idraulico non sono state previste in corrispondenza dei corsi d'acqua che verranno attraversati in trivellazione (mediante spingitubo, TOC o Microtunnel).

In alcuni casi, in considerazione del contesto morfologico ed idraulico, si è ritenuto di prevedere esclusivamente il ripristino morfologico della configurazione d'alveo senza la necessità di realizzare opere di presidio idraulico.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 50 di 54

## 9. ANALISI DELLE INTERFERENZE CON LE DINAMICHE FLUVIALI

In merito all'analisi delle interferenze del metanodotto in progetto con le dinamiche fluviali per ciascun ambito d'attraversamento, si possono esprimere le seguenti considerazioni:

1. *Modifiche indotte sul profilo involuppo di piena*  
Non generando alterazioni dell'assetto morfologico (tubazione completamente interrata con ripristino definitivo dei terreni allo stato preesistente), non sarà determinato dalla costruzione della pipeline nessun effetto di variazione dei livelli idrici e quindi del profilo d'involuppo di piena.
2. *Riduzione della capacità d'invaso dell'alveo*  
La condotta in progetto, essendo completamente interrata, non crea alcun ostacolo all'azione di laminazione delle piene, né contrazioni areali delle fasce d'esondazione e pertanto non sottrae capacità d'invaso.
3. *Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico ed altimetrico dell'alveo*  
L'opera in progetto non induce alcuna modifica all'assetto morfologico dell'alveo, sia dal punto di vista planimetrico che altimetrico, essendo questa localizzata in subalveo ad una profondità superiore ad ogni prevedibile fenomeno d'approfondimento, e garantendo il ripristino delle preesistenti caratteristiche idrauliche della sezione di deflusso.
4. *Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale*  
Essendo l'opera del tutto interrata non saranno indotti effetti particolarmente impattanti con il contesto naturale della regione fluviale che possano pregiudicare in maniera "irreversibile" l'attuale assetto paesaggistico. Condizioni d'impatto sono limitate alle sole fasi di costruzione e per questo destinate a scomparire nel tempo, con la ricostituzione delle componenti naturalistiche ed ambientali.

Inoltre, relativamente agli attraversamenti previsti in trivellazione non saranno introdotte alterazioni al contesto della regione fluviale, neanche nella fase costruttiva.

	<b>PROGETTISTA</b>		<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>	
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 51 di 54	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 10. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Gli attraversamenti in esame, progettati conformemente a quanto previsto nella normativa vigente, non inducono in ciascun ambito d'attraversamento alcuna modifica significativa all'assetto morfologico dell'alveo.

Relativamente ai corsi d'acqua attraversati in trivellazione, i lavori di posa di linea non costituiranno alcuna interferenza al regime naturale di deflusso idraulico.

Per i corsi d'acqua attraversati con scavi a cielo aperto, la realizzazione della pipeline non modificherà le caratteristiche morfologiche e idrauliche dei corsi d'acqua. Nella fase esecutiva dei lavori verrà comunque garantito il normale deflusso delle acque, con condizioni d'impatto limitate alle sole fasi di costruzione e per questo destinate a scomparire nel tempo.

Al termine dei lavori verrà eseguito il ripristino morfologico e vegetazionale dei vari ambiti interessati dai lavori, nonché si procederà con la ricostruzione delle opere eventualmente demolite.

Le geometrie di attraversamento della condotta sono state previste adottando valori elevati di copertura in subalveo e quindi prudenziali nei confronti di eventuali fenomeni erosivi di fondo alveo.

Si evidenzia che nei casi in cui è stato previsto il ripristino mediante l'ausilio di opere di presidio, nella scelta delle caratteristiche tipologiche dei materiali si è preferito utilizzare esclusivamente materiali naturali, quali elementi lapidei e/o opere in legname, che meglio si inseriscono nel contesto naturale degli attraversamenti fluviali e/o comunque prevedendo opere in continuazioni tipologica con manufatti già esistenti nell'ambito d'intervento.

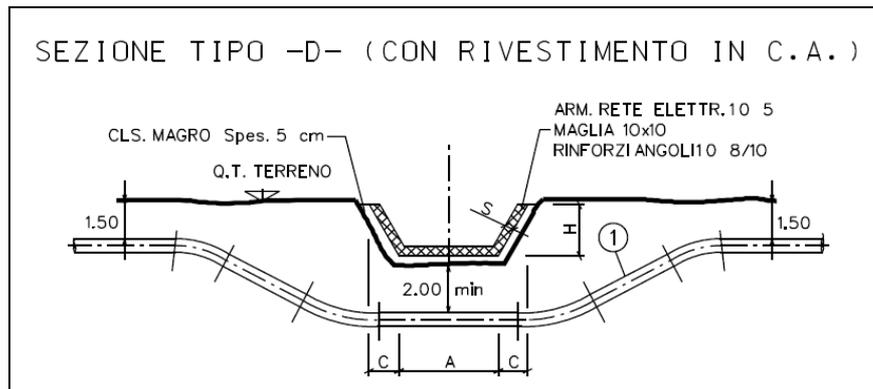
Pertanto, si può affermare che le tecniche operative previste e le geometrie di attraversamento garantiscono i necessari livelli di sicurezza sia del gasdotto che dei contesti fluviali, sia durante le fasi di realizzazione sia a lungo termine.

	PROGETTISTA		UNITÀ 000	COMMESSA 023081
	LOCALITÀ	Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	PROGETTO	Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 52 di 54

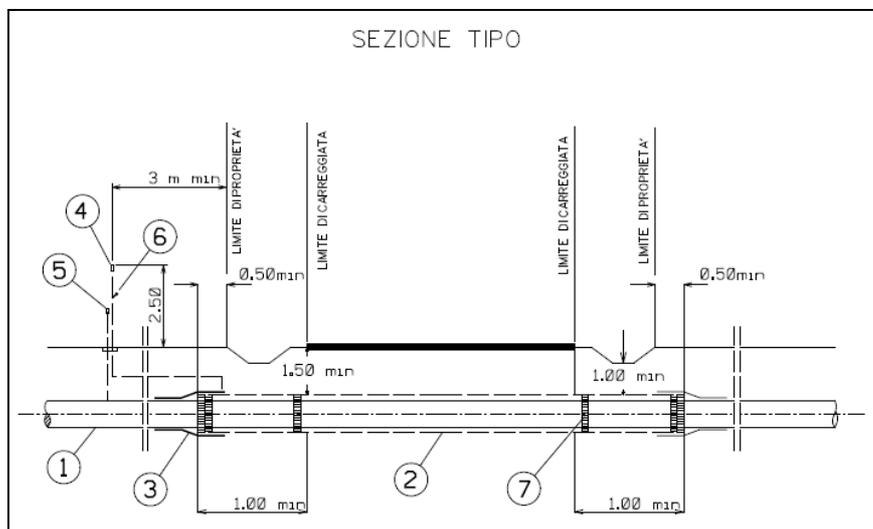
**APPENDICE 1: ATTRAVERSAMENTI CORSI D'ACQUA MINORI - SEZIONI TIPO**



Estratto da disegno standard LC-D-81468, LC-D-81566 e LC-D-81665



Estratto da disegno standard LC-D-81666



Estratto da disegno standard LC-D-81466



PROGETTISTA



UNITÀ  
000

COMMESSA  
023081

LOCALITÀ

Regione: Marche

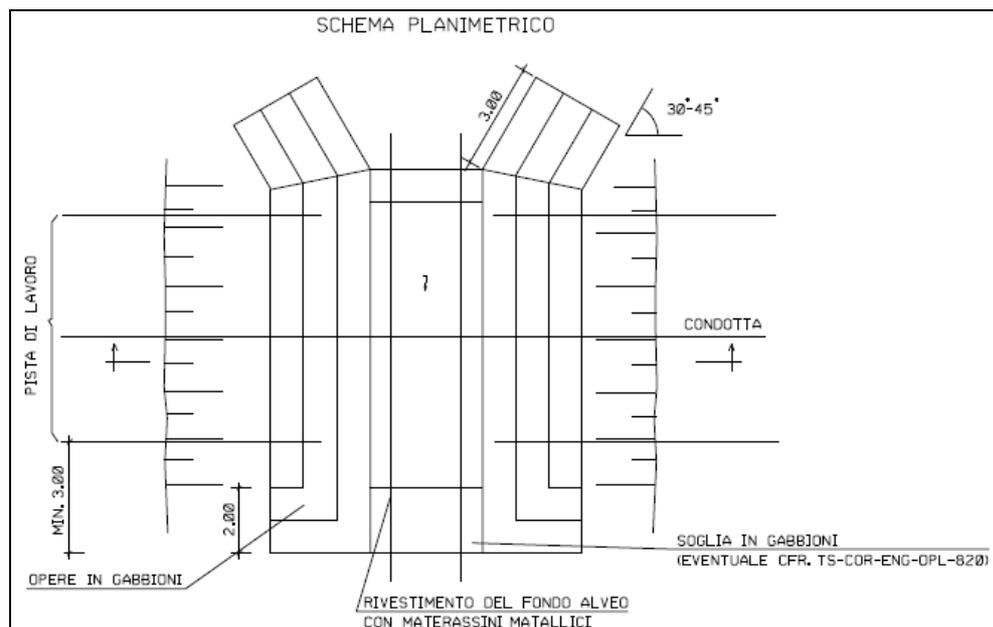
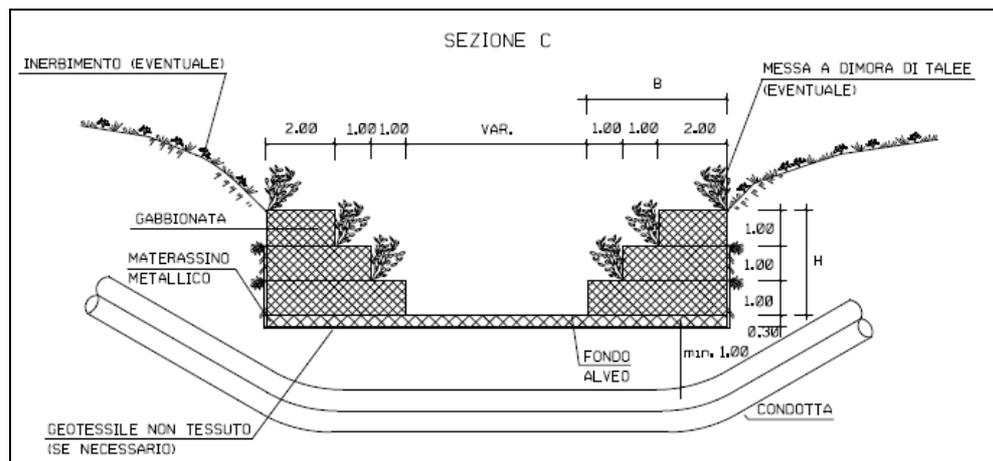
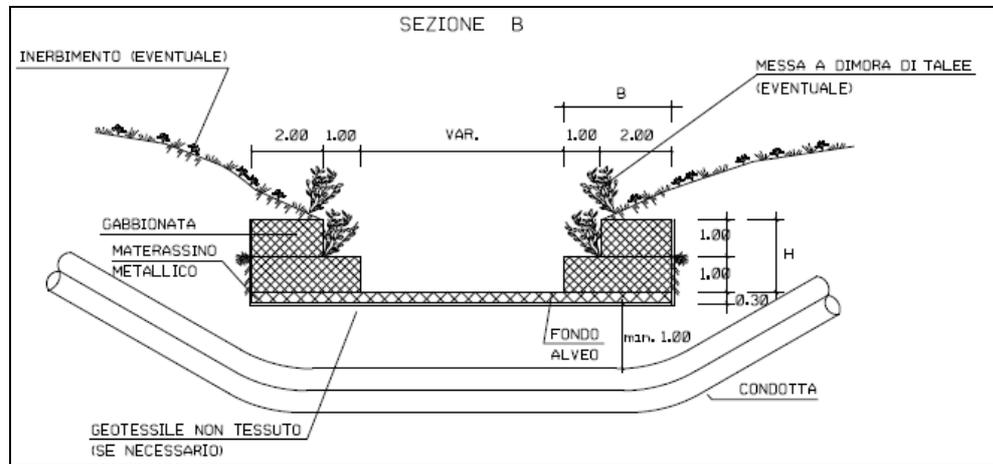
SPC.LA-E-83087

PROGETTO

Rif. Met. Ravenna-Chieti  
Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto

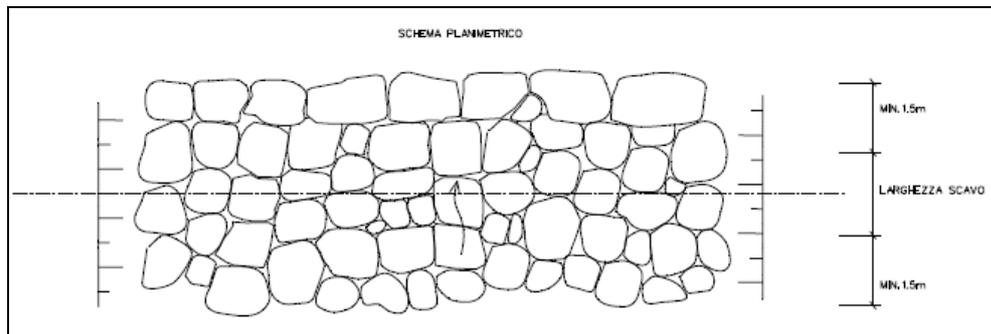
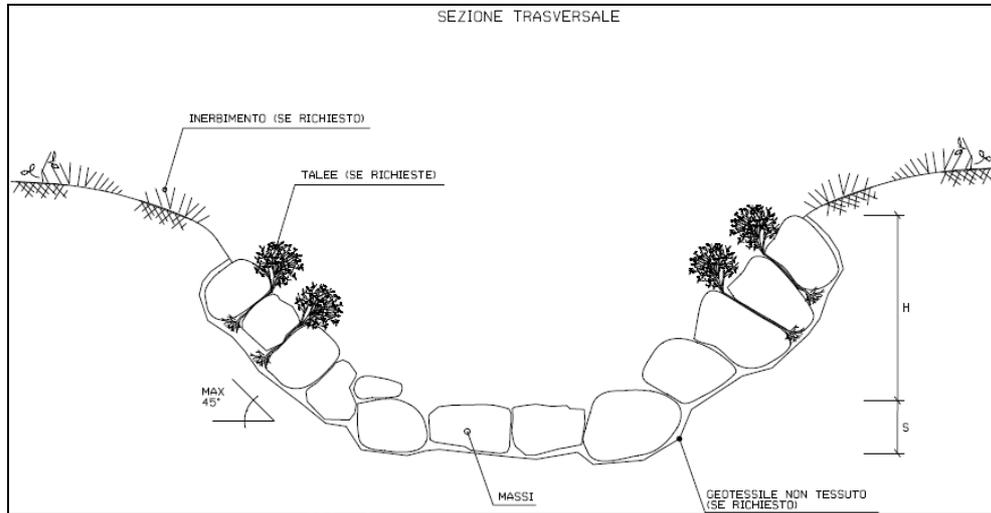
Fg. 53 di 54

Rev.  
0



Estratti da disegno standard LC-D-80033

	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>UNITÀ</b> <b>000</b>	<b>COMMESSA</b> <b>023081</b>
	<b>LOCALITÀ</b> Regione: Marche		<b>SPC.LA-E-83087</b>
	<b>PROGETTO</b> Rif. Met. Ravenna-Chieti Tratto Recanati-San Benedetto del Tronto		Fg. 54 di 54



Estratti da disegno standard LC-D-80034