

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 005
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-E-0035	
	PROGETTO Bretella In Comune Di FOGGIA (BRETELLA 1) DN 100 (4"), DP 75 bar	Pagina 1 di 18	Rev. 0

Rif.TFM: 110009-5E-RT-E-5035

REGIONE PUGLIA

GASDOTTO:

BRETELLA IN COMUNE DI FOGGIA (BRETELLA 1)
DN 100 (4"), DP 75 bar

ATTRAVERSAMENTO in T.O.C.:

Torrente Celone

in Comune di Foggia (FG)

RELAZIONE TECNICA - ILLUSTRATIVA

0	Emissione per Enti a seguito del Dec. MiTE_VA del 27/05/2022	F. Domanico	G. Aiudi	H.D. Aiudi	23/11/2022
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 005
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-E-0035	
	PROGETTO Bretella In Comune Di FOGGIA (BRETELLA 1) DN 100 (4"), DP 75 bar	Pagina 2 di 18	Rev. 0

Rif.TFM: 110009-5E-RT-E-5035

INDICE

1	GENERALITÀ	3
1.1	SCOPO	3
1.2	ELABORATI DI RIFERIMENTO.....	3
1.3	DEFINIZIONI	3
1.4	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
2	UBICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO E DESCRIZIONE STATO DI FATTO.....	5
2.1	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	5
2.2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO DEL TRACCIATO	5
2.3	UBICAZIONE AREA DI INTERVENTO	7
3	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	8
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	9
4.1	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE	9
4.2	CARATTERISTICHE MECCANICHE.....	9
5	VERIFICA DELLO SPESSORE DEL TUBO DI LINEA DN 300 (12").....	10
6	CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE CONDOTTE IN OPERA	12
6.1	TUBO DI LINEA DN 100 (4")	12
6.2	PROTEZIONE CATODICA	12
7	GEOMETRIA E MODALITÀ ESECUTIVE.....	13
7.1	GEOMETRIA DELL'ATTRAVERSAMENTO.....	13
7.2	MODALITÀ ESECUTIVE DELLA POSA DEL GASDOTTO IN PROGETTO	13
7.2.1	<i>Descrizione generale metodologia T.O.C.</i>	13
8	INTERVENTI DI RIPRISTINO POST - OPERAM.....	17
9	CONCLUSIONI.....	18

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 005
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-E-0035	
	PROGETTO Bretella In Comune Di FOGGIA (BRETELLA 1) DN 100 (4"), DP 75 bar	Pagina 3 di 18	Rev. 0

Rif.TFM: 110009-5E-RT-E-5035

1 GENERALITÀ

1.1 Scopo

Nella presente relazione sono illustrate le caratteristiche dei materiali e le modalità esecutive dell'attraversamento del Torrente Celone, da parte del Gasdotto Bretella In Comune di Foggia (BRETELLA 1) DN 100 (4"), DP 75 bar.

L'attraversamento è situato, secondo l'Ufficio Agenzia delle Entrate Servizi Catastali, nel territorio comunale del Comune di Foggia inquadrato nei fogli 26, 28 rispettivamente ai mappali 96 e 623.

L'attraversamento verrà realizzato in trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.).

1.2 Elaborati di riferimento

- Dis. 005-AP-E-1235 Attraversamento in T.O.C. Torrente Celone Prog.4+791

1.3 Definizioni

Condotte di 1° specie: condotte con pressione massima di esercizio superiore a 24 bar;

Profondità di interramento: distanza compresa tra la generatrice superiore del tubo e la superficie del terreno (piano campagna);

T.O.C.: trivellazione orizzontale controllata finalizzata alla posa della tubazione interrata senza necessità di esecuzione di scavo a cielo aperto;

Diametro nominale (DN): unità di misura convenzionale in mm, che definisce la sezione della tubazione e degli apparati;

Pressione massima di esercizio (MOP): massima pressione relativa alla quale un sistema può essere fatto funzionare in modo continuo nelle condizioni di normale esercizio;

Pressione di progetto (DP): pressione relativa alla quale si riferiscono i calcoli di progetto. La pressione di progetto (DP) deve essere uguale o superiore alla pressione massima di esercizio (MOP) prevista.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 005
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-E-0035	
	PROGETTO Bretella In Comune Di FOGGIA (BRETELLA 1) DN 100 (4"), DP 75 bar	Pagina 4 di 18	Rev. 0

Rif.TFM: 110009-5E-RT-E-5035

1.4 Normativa di Riferimento

Per la definizione del tracciato di progetto sono state prese in considerazione le norme e disposizioni di legge vigenti al momento dello studio tra cui le principali:

- *D.M. 17.04.2008* del Ministero dello Sviluppo Economico – Regola Tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e degli impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8.
- *D.M. 17.01.2018* “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni”.
- *CSSLP Circolare 21/01/2019, n. 7* “Circolare Applicativa - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.”
- *D.Lgs. 81/08* – Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- *Specifiche SGI.*
- Norme CEI / UNI / EN.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 005
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-E-0035	
	PROGETTO Bretella In Comune Di FOGGIA (BRETELLA 1) DN 100 (4"), DP 75 bar	Pagina 5 di 18	Rev. 0

Rif.TFM: 110009-5E-RT-E-5035

2 UBICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO E DESCRIZIONE STATO DI FATTO

2.1 Descrizione del progetto

Il progetto denominato "Bretella In Comune Di Foggia (BRETELLA 1) DN 100 (4"), DP 75 bar" rientra nel più ampio intervento relativo al "Gasdotto Lucera – San Paolo di Civitate DN 300 (12"), DP 75 bar" e opere connesse, con lo scopo di rafforzare la sicurezza delle forniture nell'area del foggiano e rispondere alle richieste di nuove immissioni di Biometano e di nuovi prelievi.

I tracciati in progetto, che si compongono di quattro tratti principali e di tre bretelle secondarie, si estendono per un totale di circa 92 Km interamente nel territorio della provincia di Foggia, interessando i comuni di Lucera, Foggia, San Severo, Apricena e San Paolo di Civitate.

Alla luce dell'attuale rete Nazionale e Regionale dei gasdotti ed in accordo con le esigenze di gestione e sviluppo della rete SGI, la progettazione ha dovuto tenere conto di alcuni punti fissi, quali i terminali di partenza e di arrivo ed altri nodi legati all'ubicazione dei futuri punti di riconsegna di gas a potenziali utenti: tali punti sono localizzazioni fisiche e/o geografiche per i quali il progetto e tutte le possibili alternative individuate devono inderogabilmente transitare.

La definizione dei tracciati è stata, inoltre, condizionata dalla morfologia del territorio e dalla presenza di parchi eolici esistenti e in progetto (considerati quelli per cui è in corso la Valutazione di Impatto Ambientale), in particolare evitando di ricadere all'interno del raggio di pericolo di gittata degli elementi rotanti.

I territori attraversati sono generalmente pianeggianti con zone collinari nel solo tratto finale di San Paolo di Civitate. Il contesto in cui si inseriscono le opere è scarsamente antropizzato e caratterizzato da vaste aree agricole: rispetto ai maggiori centri abitati più prossimi ai tracciati, le opere passano poi in zone periferiche.

2.2 Inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico del tracciato

Di seguito viene descritta la caratterizzazione dell'assetto geologico, geomorfologico ed idrogeologico di massima dell'area interessata dal tracciato del gasdotto in progetto.

Dal punto di vista geologico l'area in esame ricade nel Tavoliere di Puglia, il quale presenta un territorio per la maggior parte pianeggiante con larga estensione di forme collinari, mentre marginalmente risulta la presenza di rilievi montuosi rilegati alla zona del Gargano e del Subappennino dauno.

Il Tavoliere di Puglia rappresenta il settore settentrionale della Fossa Bradanica, limitato ad ovest dal Subappennino dauno e ad est dal Promontorio del Gargano.

Il basamento del Tavoliere è costituito da un potente spessore di sedimenti carbonatici prevalentemente di piattaforma di età mesozoica su cui localmente, in affioramento, trasgrediscono depositi calcarenitici paleogenici (Calcareniti di Peschici).

La pianura alluvionale è solcata da numerosi corsi d'acqua i cui fondovalle sono colmati da limi argillosi frammisti a sabbie e ghiaie. Si tratta di depositi d'alveo attuali e recenti, olocenici, che presentano spessori ed estensioni maggiori lungo i corsi d'acqua a regime

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 005
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-E-0035	
	PROGETTO Bretella In Comune Di FOGGIA (BRETELLA 1) DN 100 (4"), DP 75 bar	Pagina 6 di 18	Rev. 0

Rif.TFM: 110009-5E-RT-E-5035

perenne (Fiume Ofanto, Fiume Fortore e Torrente Candelaro) e ridotti ad una stretta fascia lungo l'alveo, nei canali e nei torrenti a regime stagionale.

La morfologia, associata ai litotipi affioranti, presenta sia superfici sub-pianeggianti e sia, nel tratto terminale del "Gasdotto Lucera-San Paolo di Civitate" tratto Apricena-San Paolo di Civitate (Tratto 4), versanti da moderatamente acclivi ad acclivi, degradanti verso il fondovalle del Fiume Fortore.

La natura dei sedimenti fa sì che, in determinate condizioni, tali depositi possano muoversi verso il basso generando movimenti gravitativi lungo i versanti.

Per ovviare a tali criticità, il progetto dell'opera dovrà prevedere una serie di accorgimenti e soluzioni mirate al consolidamento dei versanti con opere di drenaggio per l'allontanamento delle acque superficiali per evitare l'imbibizione della coltre alterata e degradata.

I casi di maggiore criticità evidenziano, per lo più, movimenti franosi di scivolamento traslazionale o rotazionale e fenomeni erosivi superficiali laminari; da notare anche alcune aree caratterizzate da erosioni spondali.

Laddove non è possibile proteggere la condotta con opere ingegneristiche puntuali, si è ricorso all'inserimento di opere trenchless.

Per quanto riguarda gli attraversamenti fluviali si evidenzia che, nel caso in cui i corsi d'acqua vengano intercettati a cielo aperto, si prevede un accurato e ponderato approfondimento della posa della condotta.

Infine, gli attraversamenti dei corsi d'acqua e la percorrenza di alcuni tratti in alveo potrebbero necessitare opere di sistemazione idraulica.

Il territorio interessato dal progetto in oggetto è compreso nel complesso idrogeologico del Tavoliere, il quale comprendente le acque circolanti nella copertura plio-pleistocenica della piana del Tavoliere di Puglia e del margine settentrionale delle Murge.

In particolare, l'area di nostro interesse ricade all'interno dell'acquifero poroso superficiale del Tavoliere, che risiede nei depositi marini e alluvionali quaternari, che nell'area del Tavoliere ricoprono con continuità le argille grigio-azzurre plio-pleistoceniche. L'estesa falda idrica, frazionata su più livelli, si rinviene a modeste profondità, variabili da zona a zona.

Tale complesso presenta una struttura piuttosto eterogenea, essendo costituita da un'alternanza di strati ghiaiosi, sabbiosi, argillosi e limo-argillosi. Tuttavia, i caratteri della circolazione idrica sono riconducibili ad un'unica falda, in cui i diversi livelli sono in connessione idraulica tra loro, e si rinviene a modeste profondità.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 005
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-E-0035	
	PROGETTO Bretella In Comune Di FOGGIA (BRETELLA 1) DN 100 (4"), DP 75 bar	Pagina 7 di 18	Rev. 0

Rif.TFM: 110009-5E-RT-E-5035

2.3 Ubicazione area di intervento

L'attraversamento in oggetto sarà situato nella Regione Puglia, nel Comune di Foggia.

In questa zona, il tracciato attraversa superfici adibite ad uso seminativo che presentano pericolosità idraulica alta (P3). Nel territorio si ha una prevalenza di depositi alluvionali attuali (Olocene). La falda rilevata in alcuni pozzi, nei pressi dell'attraversamento in oggetto, si attesta a una profondità di circa 4-5 m dal piano campagna.

In corrispondenza dell'attraversamento, il canale presenta un'ampiezza di circa 22,5 metri e profondità di circa 4,0 metri.

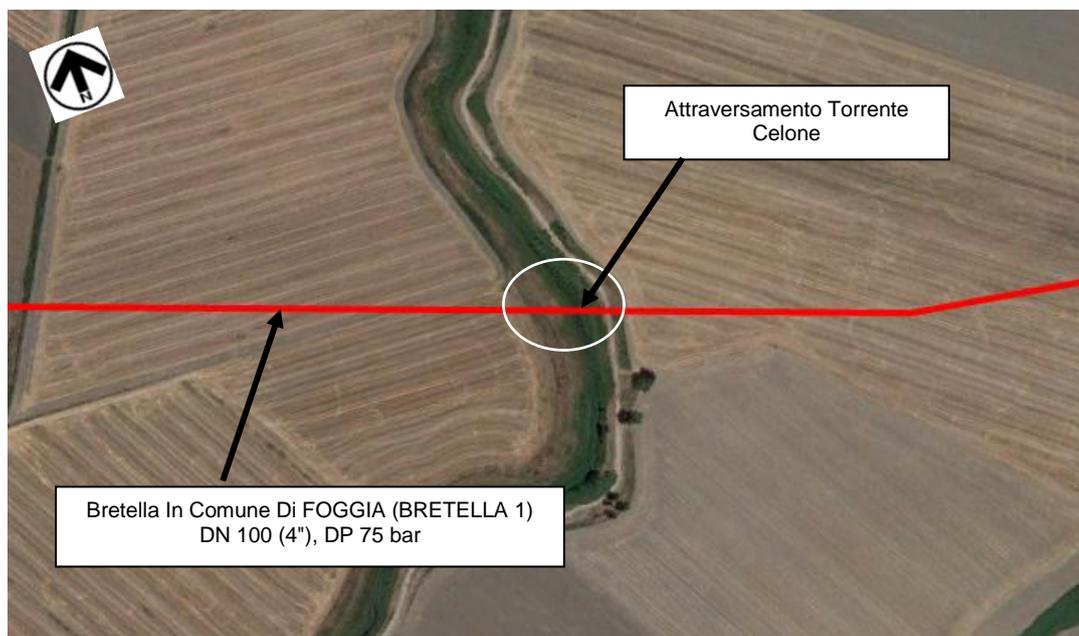


Figura 2.3: Stralcio con foto aerea dell'ubicazione dell'attraversamento del Torrente Celone con il gasdotto in progetto (in rosso)

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 005
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-E-0035	
	PROGETTO Bretella In Comune Di FOGGIA (BRETELLA 1) DN 100 (4"), DP 75 bar	Pagina 8 di 18	Rev. 0

Rif.TFM: 110009-5E-RT-E-5035

3 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Si riporta di seguito la documentazione fotografica relativa all' attraversamento oggetto di studio.

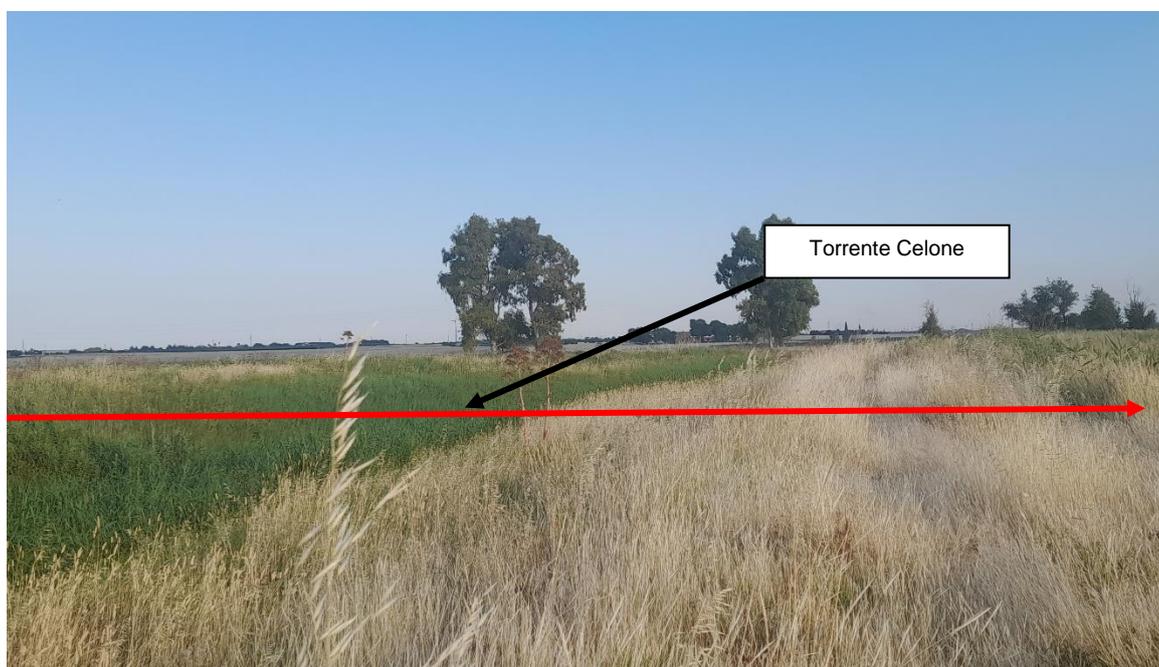


Figura 3.1: Attraversamento Torrente Celone

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 005
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-E-0035	
	PROGETTO Bretella In Comune Di FOGGIA (BRETELLA 1) DN 100 (4"), DP 75 bar	Pagina 9 di 18	Rev. 0

Rif.TFM: 110009-5E-RT-E-5035

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

L' attraversamento verrà realizzato mediante T.O.C. e la tubazione è costituita da acciaio di qualità aventi le caratteristiche meccaniche e chimiche rispondenti a quanto richiesto dal *D.M.17/04/2008*.

Di seguito vengono riportate le caratteristiche geometriche e meccaniche dei vari tipi di condotta utilizzate nell'attraversamento.

4.1 Caratteristiche geometriche

a. Tubo di linea a spessore maggiorato DN 100 (4")

diametro esterno	De	=	114,3 mm
spessore	t	=	5,20 mm
diametro interno	Di	=	103,90 mm
peso per unità di lunghezza	p	=	13,99 kg/m

b. Trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.)

lunghezza trivellazione	L	=	151.20 m
distanza orizzontale	L ₁	=	148.40 m
profondità minima rispetto al corso d'acqua	H ₁	=	10.00 m

- Primo tratto rettilineo (senso gas)

angolo di uscita	α	=	14° 48'
lunghezza	L	=	10.70 m
distanza orizzontale	L ₁	=	9.73 m

- Tratto curvilineo

lunghezza (sviluppo)	L	=	132.70 m
lunghezza orizzontale	L ₁	=	131.18 m
raggio	R	=	250.00 m

- Secondo tratto rettilineo (senso gas)

Angolo di ingresso	α	=	15° 36'
lunghezza trivellazione	L	=	7.80 mm
distanza orizzontale	L ₁	=	7.54 mm

4.2 Caratteristiche meccaniche

a. Tubo di linea a spessore maggiorato DN 100 (4")

tipo di acciaio	<i>L360 MB</i>
carico unitario di snervamento minimo garantito	<i>R_{t0.5} = 360 Mpa</i>

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 005
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-E-0035	
	PROGETTO Bretella In Comune Di FOGGIA (BRETELLA 1) DN 100 (4"), DP 75 bar	Pagina 10 di 18	Rev. 0

Rif.TFM: 110009-5E-RT-E-5035

5 VERIFICA DELLO SPESSORE DEL TUBO DI LINEA DN 100 (4")

In riferimento al DM 17/04/08, lo spessore nominale del tubo di linea minimo t_{min} , al netto delle tolleranze negative di fabbricazione, deve risultare non inferiore al valore determinato con la seguente espressione:

$$t \geq t_{min1} = \frac{(DP \cdot D_e)}{(20 \cdot s_p)}$$

con:

- t : spessore della condotta in [mm];
- t_{min1} : spessore minimo della condotta [mm];
- D_e : diametro esterno della condotta [mm];
- DP : pressione di progetto [bar];
- s_p : sollecitazione circonferenziale ammissibile [MPa] $\leq f \cdot R_{t0,5}$;
- f : grado di utilizzazione;
- $R_{t0,5}$: carico unitario di snervamento minimo garantito, [MPa];

Secondo il DM 17/04/08 le condotte per il trasporto di gas naturale si classificano in funzione della MOP, pressione massima di esercizio:

- 1^a specie con MOP > 24 bar;
- 2^a specie con 12 < MOP ≤ 24 bar;
- 3^a specie con 5 < MOP ≤ 12 bar;
- 4^a specie con 1.5 < MOP ≤ 5 bar;
- 5^a specie con 0.5 < MOP ≤ 1.5 bar;
- 6^a specie con 0.04 < MOP ≤ 0.5 bar;
- 7^a specie con MOP ≤ 0.04 bar.

Il gasdotto in oggetto ha una pressione DP pari a 75 bar, pertanto si classifica di 1^a specie e si definisce il grado di utilizzazione f per le tubazioni di linea pari a **0.57** massimo utilizzabile (*punto 2.1 DM 17/04/08*).

Deve comunque essere garantito uno spessore minimo t_{min2} , come specificato nel punto 2.1 del DM 17/04/08, pari a:

- 1,8 mm per diametri esterni fino a 30 mm;
- 2,3 mm per diametri esterni oltre 30 mm e fino a 65 mm;
- 2,6 mm per diametri esterni oltre 65 mm e fino a 160 mm;
- 3,5 mm per diametri esterni oltre 160 mm e fino a 325 mm;
- 4,5 mm per diametri esterni oltre 325 mm e fino a 450 mm;
- 1% del diametro esterno per diametri esterni oltre i 450 mm.

Il gasdotto in progetto prevede l'utilizzo di una condotta DN 100, quindi si considera $t_{min2} = \mathbf{2,60\ mm}$, come minimo di legge.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 005
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-E-0035	
	PROGETTO Bretella In Comune Di FOGGIA (BRETELLA 1) DN 100 (4"), DP 75 bar	Pagina 11 di 18	Rev. 0

Rif.TFM: 110009-5E-RT-E-5035

Qualora per impedimenti di natura topografica o geologica non fosse possibile osservare la distanza di legge tra la condotta e i centri urbani, secondo quanto riportato nel punto 2.5 del DM 17/04/08, è consentito garantire una distanza minore, purché si impieghino tubi il cui spessore venga calcolato in base alla pressione massima di esercizio aumentata del 25%, come illustrato nella seguente relazione:

$$t \geq t_{min1} = \frac{(1,25 \cdot DP \cdot D_e)}{(20 \cdot s_p)}$$

Il valore utilizzabile per lo spessore della condotta deve essere maggiore del massimo, tra lo spessore minimo di legge (t_{min2}), e quello calcolato (t_{min1}).

A seguire si riportano nelle Tabelle 5.a e 5.b i risultati dei calcoli sopra esposti per il caso in oggetto congiuntamente con la verifica dello spessore selezionato.

VERIFICA SPESSORE TUBO DI LINEA								
DN [mm]	D_e [mm]	t [mm]	tipo di acciaio	DP [bar]	$R_{t0,5}$ [Mpa]	$s_p = f \cdot R_{t0,5}$ [MPa]	t_{min1} [mm]	t_{min2} [mm]
100	114,3	5,2	L360	75	360,0	205,2	2,08	2,60
$t > t_{min}$ VERIFICATO								

Tabella 5.a. Verifica dello spessore di linea secondo il D.M. 17/04/2008 (fattore di utilizzazione $f=0.57$)

VERIFICA SPESSORE DI LINEA MAGGIORATO SECONDO IL D.M. 17/04/2008								
DN [mm]	D_e [mm]	t [mm]	tipo di acciaio	DP [bar]	$R_{t0,5}$ [Mpa]	$s_p = f \cdot R_{t0,5}$ [MPa]	t_{min1} [mm]	t_{min2} [mm]
100	114,3	5,2	L360	75	360,0	205,2	2,611	2,6
$t > t_{min}$ VERIFICATO								

Tabella 5.b. Verifica dello spessore di linea con un incremento del 25% della pressione di progetto secondo il D.M.17/04/2008 (fattore di utilizzazione $f=0.57$)

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 005
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-E-0035	
	PROGETTO Bretella In Comune Di FOGGIA (BRETILLA 1) DN 100 (4"), DP 75 bar	Pagina 12 di 18	Rev. 0

Rif.TFM: 110009-5E-RT-E-5035

6 CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE CONDOTTE IN OPERA

6.1 Tubo di Linea DN 100 (4")

La condotta è costituita da tubi DN 100 (4") in acciaio *EN L360 MB* di spessore maggiorato pari a 5,2 mm. Le estremità sono calibrate e smussate tali da consentire l'unione mediante saldatura elettrica di testa ad arco sommerso.

I tubi sono rivestiti esternamente da una pellicola in polietilene dello spessore di 1,80 mm avente funzione di protezione passiva onde garantire il completo isolamento elettrico e l'integrità dell'acciaio nel tempo, insieme all'impianto di protezione catodica attiva.

6.2 Protezione Catodica

La condotta, onde evitare la corrosione dell'acciaio, avrà una protezione attiva (catodica) costituita da un sistema a corrente elettrica impressa.

Sono inoltre previsti periodici controlli dello stato elettrico del sistema mediante prese di potenziale predisposte in prossimità dell'attraversamento.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 005
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-E-0035	
	PROGETTO Bretella In Comune Di FOGGIA (BRETELLA 1) DN 100 (4"), DP 75 bar	Pagina 13 di 18	Rev. 0

Rif.TFM: 110009-5E-RT-E-5035

7 GEOMETRIA E MODALITÀ ESECUTIVE

7.1 Geometria dell'attraversamento

La geometria dell'attraversamento è conforme a quanto previsto nel D.M.17/04/2008 ed è indicata nel seguente allegato:

- Dis. 005-AP-E-1235 Attraversamento in T.O.C. Torrente Celone Prog.4+791

Il tubo di linea verrà posto ad una profondità di interrimento, riferita all'alveo del corso d'acqua, pari a 10,00 m (superiore alla minima profondità prescritta per legge).

7.2 Modalità esecutive della posa del gasdotto in progetto

Le modalità esecutive dell'attraversamento sono descritte nel paragrafo successivo e sarà realizzato in T.O.C..

La profondità di interrimento minima prevista viene valutata in base alla morfologia dell'alveo.

Le coperture della T.O.C. rispetto al piano campagna sono da considerarsi valori minimi da rispettare durante l'esecuzione della trivellazione controllata, la geometria finale esecutiva sarà verificata e stabilita dalla ditta esecutrice sulla base di dettagliate indagini geognostiche e dallo stato dei luoghi al momento della realizzazione dell'opera (come ad esempio la presenza di aree allagate, altezza della falda, ecc..).

L'utilizzo della tecnica T.O.C. ha come vantaggio quello di poter mantenere la viabilità dell'infrastruttura da attraversare e di evitare possibili cedimenti della sede stradale.

Il corso d'acqua non verrà interessata dai lavori, la profondità minima della tubazione del fondo alveo sarà di almeno 10,00 m e non saranno necessarie opere di ripristino.

Nell'elaborato grafico di dettaglio Dis. 005-AP-E-1235, oltre alla geometria dell'attraversamento, sono riportate le seguenti informazioni di progetto:

- diametro interno e/o esterno, spessore e tipo di acciaio della condotta di linea;
- lunghezza complessiva della T.O.C. e lunghezze parziali dei tratti rettilinei e curvilinei
- angoli di ingresso e uscita e raggio di curvatura;
- copertura minima dal piano campagna;
- dimensioni indicative dell'area per la catenaria di varo.

7.2.1 Descrizione generale metodologia T.O.C.

Il procedimento della Trivellazione Orizzontale Controllata è un miglioramento della tecnologia e dei metodi sviluppati per la perforazione direzionale di pozzi petroliferi.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 005
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-E-0035	
	PROGETTO Bretella In Comune Di FOGGIA (BRETILLA 1) DN 100 (4"), DP 75 bar	Pagina 14 di 18	Rev. 0

Rif.TFM: 110009-5E-RT-E-5035

Il procedimento impiegato nella maggioranza degli attraversamenti mediante Trivellazione Orizzontale Controllata è a due fasi. La prima consiste nella trivellazione di un foro pilota di piccolo diametro lungo un profilo direzionale prestabilito.

La seconda implica l'allargamento di questo foro pilota fino ad un diametro tale da permettere l'alloggiamento, tramite il tiro-posa, del servizio da porre in opera.

1. Esecuzione del foro pilota e controllo direzionale

Il foro pilota viene realizzato facendo avanzare la batteria di aste pilota 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 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.

La lancia a getti di fango bentonitico, consiste in una asta che presenta una deviazione di circa 1° e dispone di due ugelli, uno centrale rispetto alla testa e l'altro, eccentrico, in asse con la deviazione.

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. Queste letture, unite ai dati relativi alla lunghezza delle aste di trivellazione già installate, saranno utilizzate per calcolare le coordinate orizzontali e verticali dell'estremità di testa rapportate al punto di inizio della trivellazione.

Di norma le misurazioni della posizione saranno eseguite ad ogni giunto del tubo pilota (circa 9-10 metri) e riportate sul disegno di progetto del profilo, in modo da avere un riscontro immediato delle eventuali deviazioni. Qualora si evidenziassero delle discordanze, l'asta pilota verrà ritirata per una lunghezza tale da permettere la correzione necessaria. Periodicamente durante la trivellazione del foro pilota, un tubo guida verrà fatto ruotare ed avanzare in modo concentrico sopra l'asta di perforazione pilota. Il tubo guida eviterà il bloccaggio dell'asta pilota, ridurrà gli attriti permettendo di orientare senza difficoltà l'asta di perforazione, e faciliterà il trasposto verso la superficie dei materiali di scavo. Esso, inoltre, manterrà aperto il foro, nel caso di necessità di ritiro dell'asta pilota.

Il foro pilota sarà completato quando sia l'asta pilota che il tubo guida fuoriusciranno alla superficie sul lato opposto al rig. L'asta pilota è quindi ritirata, lasciando il tubo guida lungo il profilo di progetto.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 005
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-E-0035	
	PROGETTO Bretella In Comune Di FOGGIA (BRETELLA 1) DN 100 (4"), DP 75 bar	Pagina 15 di 18	Rev. 0

Rif.TFM: 110009-5E-RT-E-5035

2. 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 ulteriore alesaggio.

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.

3. Attrezzatura di perforazione e di tiro-posa

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".

Nel seguito si riporta una descrizione sommaria delle attrezzature comunemente utilizzate:

- **Rig**: è costituito da una torre di perforazione posta su di un piano inclinato (slittone). Su di esso, trasla il carrello di perforazione completo con il motore idraulico che permette la rotazione del mandrino. Le aste di perforazione vengono installate sul mandrino e il loro montaggio e smontaggio viene eseguito con morse idrauliche.
- **Cabina di comando**: all'interno si trovano tutti i dispositivi per manovrare il rig e le altre attrezzature.
- **Unità generatore di energia**: è necessaria al funzionamento dell'impianto è generalmente costituita da una serie di motori elettrici o a scoppio che producono energia idraulica. Questa energia viene trasmessa al rig tramite la cabina di comando e serve per la traslazione del carrello e la perforazione del carrello.
- **Unità fanghi**: questa unità è costituita da una vasca, in cui vengono preparati i fanghi bentonitici per mezzo di una tramoggia venturi e di miscelatori; tramite pompe sommerse comandate dall'operatore i fanghi vengono immessi nel circuito. Gli stessi fanghi possono essere riciclati per una successiva utilizzazione grazie ad appositi filtri. La raccolta della bentonite sarà realizzata mediante scavo nel terreno di vasche opportunamente impermeabilizzate.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 005
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-E-0035	
	PROGETTO Bretella In Comune Di FOGGIA (BRETELLA 1) DN 100 (4"), DP 75 bar	Pagina 16 di 18	Rev. 0

Rif.TFM: 110009-5E-RT-E-5035

- Unità approvvigionamento idrico: È costituita generalmente da una pompa sommersa ubicata nel corso d'acqua da attraversare. Tramite dei tubi flessibili (manichette) invia l'acqua necessaria alla preparazione dei fanghi alla vasca di miscelazione.
- Trivella: Per la trivellazione del foro pilota vengono utilizzate due tipi di trivelle, una a getti ed una a motore a fanghi. La trivella a getti è sostanzialmente un'asta di trivellazione con due fori sulla testa, uno centrale e l'altro eccentrico. La bentonite in pressione, fuoriuscendo dai fori esercita un'azione di scavo nel terreno. La trivella con motore a fanghi è costituita da una turbina, azionata dai fanghi in pressione, che imprime una rotazione ad uno scalpello posto sulla testa; i fanghi fuoriescono poi da un foro posto sullo scalpello. Gli scalpelli possono essere di diversi tipi a seconda delle condizioni di terreno incontrate. Questa trivella si completa con la scarpa direzionale, che è un ringrosso eccentrico dell'asta di perforazione posizionato a circa 1 metro dalla testa.
- Aste pilota: quelle comunemente usate sono normali aste di trivellazione da 2" 7/8. A seconda del sistema direzionale impiegato le aste possono essere dotate di giunti conici o cilindrici. Le aste di trivellazione ubicate proprio dietro la trivella sono in materiale amagnetico per non influenzare il sistema di controllo direzionale; queste aste sono fragili e si richiede molta cautela nel maneggiarle. In alcuni tipi di terreno è necessario l'utilizzo di un'asta pilota più resistente e sul mercato sono disponibili aste per tubo pilota da circa 5" 13/7 e oltre. Questi ultimi possono essere impiegati per la trivellazione di terreni molto compatti e di roccia tenera.
- Tube guida: è costituito da aste di perforazione standard da 5" che soddisfano la maggioranza delle esigenze di tiro. In caso necessiti uno sforzo di tiro superiore alla norma, vengono utilizzate, nelle fasi più critiche aste rinforzate. Nel caso le aste sopra descritte non sopportino lo sforzo di tiro oppure servano grosse quantità di bentonite, si possono utilizzare aste da 7" o più.
- Attrezzature alesaggio e tiro-posa: queste attrezzature cambiano da ditta a ditta in base alle esperienze degli operatori, ai brevetti che le tutelano e ai terreni da attraversare.
- Alesatore: l'alesatore classico è formato da una corona dentata su cui sono posti da sei a nove ugelli per l'uscita dei fanghi e una quantità variabile di taglienti. Detti taglienti generalmente sono posizionati a gruppi di 3 o 5 e possono avere diverse caratteristiche meccaniche.
- Fresa a barilotto: La fresa a barilotto o barrel reamer è costituita da un cilindro bombato e dentato alle estremità completo con i soliti ugelli. Questo alesatore è molto utile se usato in coppia con il precedente, perché permette di mantenere sempre centrata la fresa rispetto al foro.
- Snodo: lo snodo/swivel è indispensabile per evitare che la condotta ruoti durante l'operazione di tiro-posa. Viene interposto tra la fresa e la condotta. Generalmente è costituito da un reggispira autolubrificante con un cuscinetto in teflon o rulli. È

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 005
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-E-0035	
	PROGETTO Bretella In Comune Di FOGGIA (BRETELLA 1) DN 100 (4"), DP 75 bar	Pagina 17 di 18	Rev. 0

Rif.TFM: 110009-5E-RT-E-5035

indispensabile mantenere integro questo snodo per evitare il bloccaggio della condotta durante il tiro-posa.

4. Montaggio Della Condotta

Sulla sponda opposta a quella 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).

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.

8 **INTERVENTI DI RIPRISTINO post - operam**

L'attraversamento in oggetto, è progettato conformemente a quanto previsto nel D.M.17/04/2008, in particolare, per quanto concerne la scelta progettuale dei materiali delle condotte e delle modalità di posa in opera della condotta, è tale da garantire la massima sicurezza del gasdotto nelle fasi di costruzione e di esercizio.

In particolare, la realizzazione dell'attraversamento del Canale Celone da parte del gasdotto non altera il libero deflusso delle acque in quanto realizzato mediante trivellazione orizzontale controllata. A lavori ultimati, l'opera risulterà completamente interrata e l'area dei lavori a monte e valle dell'attraversamento verrà interamente ripristinata come da condizioni ante-operam.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5721	UNITÀ 005
	LOCALITÀ REGIONE PUGLIA	SPC. RT-E-0035	
	PROGETTO Bretella In Comune Di FOGGIA (BRETELLA 1) DN 100 (4"), DP 75 bar	Pagina 18 di 18	Rev. 0

Rif.TFM: 110009-5E-RT-E-5035

9 CONCLUSIONI

Il tracciato della “Bretella In Comune Di Foggia (BRETELLA 1) DN 100 (4”), DP 75 bar”, che consiste nella realizzazione di un’infrastruttura di pubblica utilità (trasporto gas naturale), non costituisce pericolo per le persone e i beni.

In particolare, l’attraversamento del Torrente Celone in oggetto, progettato conformemente a quanto previsto nel D.M.17/04/2008 in particolare per quanto concerne la scelta progettuale dei materiali delle condotte e delle modalità di posa in opera della condotta, non determina un aumento dei rischi e della pericolosità idraulica e non costituisce ostacolo al deflusso delle acque né in fase di cantierizzazione né una volta messo in opera il gasdotto, in quanto:

- non sono previste modifiche indotte sull’assetto morfologico planimetrico e altimetrico dell’alveo in quanto l’attraversamento sarà effettuato in tecnica trenchless (T.O.C.);
- l’opera risulterà completamente interrata ed i luoghi interessati da attività di scavo (per postazioni di ingresso e uscita perforazione) verranno ripristinati alla originaria morfologia, pertanto non si hanno restrizioni della fascia di laminazione esistente e non si ha una riduzione della capacità di invaso dell’alveo.

La profondità di interramento minima prevista viene valutata in modo tale da garantire la sicurezza della condotta anche in caso di erosione del fondo alveo.

Durante le operazioni di messa opera non verrà intercettata la falda profonda che risulta collocata a profondità maggiore di 20 m.

Dall’ultima campagna eseguita nel mese di Marzo 2021, la falda superficiale (con basse potenzialità, in quanto legata agli afflussi meteorici), misurata nei pozzi limitrofi all’attraversamento in oggetto, risulta collocata ad una profondità di circa 4-5 metri, inferiore a quella della TOC. Le tecniche di perforazione previste non andranno comunque a creare un disequilibrio idrogeologico tale da alterare le condizioni attuali della falda superficiale, in quanto, il metodo di perforazione prevedrà l’utilizzo di miscele bentonitiche (fango di perforazione) additivate con polimeri biodegradabili, con alto potere coesivo ed alta fluidità, che verranno pompate a pressione prestabilita direttamente nella camera di scavo. La pressione di mandata del fluido determinerà la contropressione che bilancerà sia eventuali spinte del terreno, che il battente idraulico della falda. La miscela bentonitica formerà un sottile pannello (filter cake), che garantirà una protezione nei confronti di eventuali intrusioni d’acqua. Il “filter cake” assicura infatti l’impermeabilità e la stabilità del terreno circostante nei terreni sottofalda.