

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

Provincia di Sondrio

COMMITENTE:

**CONSORZIO DELLA MEDIA VALTELLINA
PER IL TRASPORTO DEL GAS**
Via Nazario Sauro,33 – 23100 Sondrio (SO)

OGGETTO:

**RETE DI TRASPORTO DEL GAS-METANO DI III^A SPECIE
TRA CHIURO E TEGLIO (F.ne Tresenda)
1° LOTTO METANODOTTO DN 350
CHIURO-TIRANO**

1.5

**RELAZIONE PER ATTRAVERSAMENTO
LINEA FERROVIARIA RFI
COLICO - TIRANO
(km 11+689)**



TECNICO PROGETTISTA: DOTT. ING. MARCO RIVA

Sede: Via Tartano, 48 - 23018 TALAMONA (SO) tel./fax 0342-67.30.13

Unità Operativa: Via Vanoni, 98 - 23100 SONDRIO (SO) tel./fax. 0342-01.48.90

P.IVA 00840850143 C.F. RVI MRC 69A28 F7120 e-mail: info@ingmarcoriva.com

Studio
Tecnico
Dott. Ing. Marco Riva

INDICE

1. **PREMESSA**
2. **SCOPO**
3. **CARATTERISTICHE DELL'ATTRAVERSAMENTO**
4. **CARATTERISTICHE TECNICHE E SISTEMI DI PROVA DELLA CONDOTTA**
5. **TUBO DI PROTEZIONE**
 - 5.1 **Calcolo di verifica del Tubo di protezione**
 - 5.1.1 **Dati relativi al Tubo di Protezione**
 - 5.1.2 **Calcolo dei carichi agenti sul T.d.P.**
 - 5.1.2.1 **Definizione dei carichi agenti sul T.d.P.**
 - 5.1.2.2 **Calcola dei carichi agenti sul T.d.P.**
 - 5.1.3 **Verifica delle sollecitazioni**
 - 5.1.3.1 **Calcolo delle sollecitazioni**
 - 5.1.3.2 **Verifica delle sezioni in acciaio**
6. **APPARECCHIATURE DI CONTROLLO E CONGEGNI DI INTERCETTAZIONE**
7. **PROTEZIONE CATODICA**
8. **DESCRIZIONE DELLE FASI E TEMPISTICHE DEI LAVORI**
9. **CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI**
10. **ALLEGATO 1:**

Formule per il calcolo dei tubi di protezione interrati (D.M. 2445 del 23.02.1971)
11. **ALLEGATO 2:**

Tav. 4.6 Particolare attraversamento SS.38 dello Stelvio e linea ferroviaria RFI Sondrio-Tirano

1 PREMESSA

Il Consorzio della Media Valtellina per il Trasporto del gas intende procedere alla realizzazione del metanodotto DN 14" (350) di 3^a specie Chiuro – Tirano.

Esso rappresenta la prosecuzione del tratto Berbenno di Valtellina – Chiuro, che ricadono nel territorio della C. M. Valtellina di Sondrio.

Tale metanodotto rientra in un quadro generale di metanizzazione della Valtellina, che approvvigionandosi al punto di arrivo del gasdotto Snam Rete Gas a Berbenno di Valtellina prevede il trasporto del metano fino all'alta valle.

Per questo motivo il metanodotto in progetto sarà dimensionato per poter sopperire, oltre ai bisogni dei comuni ricadenti nella comunità Montana Valtellina di Tirano, anche di quelli dell'alta valle.

Il progetto del tronco prevede come punto di inizio l'allacciamento con il metanodotto Berbenno di Valtellina – Chiuro presso il confine della Comunità Montana Valtellina di Tirano a Chiuro e come punto di arrivo l'area industriale di Tirano, attraversando i territori dei comuni di Teglio, Castello dell'Acqua, Bianzone, Villa di Tirano e Tirano.

Il tracciato del tronco di metanodotto in oggetto si sviluppa lungo il fondo valle del fiume Adda, seguendo un percorso parallelo al fiume che attraversa in due punti.

Lungo il suo percorso il metanodotto attraversa la linea ferroviaria RFI Sondrio - Tirano al Km 11+689.

La presente relazione si riferisce, appunto, all'attraversamento della linea ferroviaria RFI **Sondrio – Tirano al Km 11 + 689** in Comune di Teglio (Sondrio).

2 SCOPO

Scopo della presente relazione è quello di illustrare le caratteristiche tecniche e le modalità esecutive relativamente all'attraversamento della linea ferroviaria RFI **Sondrio-Tirano al km 11 + 689.**

Per il calcolo di verifica della stabilità della condotta e del tubo di protezione al di sotto della linea ferroviaria si sono utilizzate le "Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti gas e liquidi con ferrovie ed altre linee di trasporto" approvate con D.M. 2445 del 23.02.1971 e pubblicato nel B.U. n.8 del 23 Aprile 1971 e nel supplemento ordinario alla G.U. - n.132 del 26.02.1971 e le precisazioni dell'Azienda Autonoma Ferrovie dello Stato — Circolare n.216/n.6 del Servizio Lavori e Costruzione e Circolare n. 173/508 - 604. del Servizio Impianti Elettrici del 5 maggio 1972.

L'attraversamento verrà realizzato mediante trivella spingi tubo in accordo al disegno di progetto.

3 CARATTERISTICHE DELL'ATTRAVERSAMENTO

L'attraversamento è da classificare tra gli attraversamenti interrati di cui al punto 2.1.1 del D.M. 2445 del 23.02.1971.

- Fluido trasportato		Gas metano
- Pressione massima d'esercizio (pressione max. che può aversi nel più sfavorevole caso)	12 bar	$p_e = 12,24 \text{ kg/cm}^2$
- Diametro est. della condotta		$D_e = 355,6 \text{ mm (14")}$
- Diametro int. della condotta		$D_i = 342,8 \text{ mm}$
- Spessore della condotta		$s = 6,4 \text{ mm}$
- Pressione di collaudo	18 bar	$p_c = 18,36 \text{ kg/cm}^2$
- Qualità acciaio condotta		API 5L-X52
- Carico di snerv. min. acciaio cond.		$S = 36,58 \text{ kg/mm}^2 (358,7 \text{ N/mm}^2)$
- Diametro est. tubo di protezione		$D_e = 457,0 \text{ mm (DN18")}$
- Diametro int. tubo di protezione		$D_i = 438,0 \text{ mm}$
- Spessore del tubo di protezione		$s = 9,5 \text{ mm}$
- Qualità acciaio tubo di protezione		API 5L X52
- Carico di snerv. min. acciaio tubo protezione		$S = 36,58 \text{ kg/mm}^2 (358,7 \text{ N/mm}^2)$
- Profondità min. interrimento dal piano del ferro		$H = 3,90 \text{ m}$

Il tracciato dell'attraversamento è rettilineo e forma con l'asse dei binari un angolo di 1.55 Rad (88° 48' 30").

L'attraversamento sarà eseguito mediante trivella spingitubo.

La profondità di interrimento è rispondente a quanto prescritto nell'art. 2.1.1.4. del D.M. 23.02.1971.

4 CARATTERISTICHE TECNICHE E SISTEMI DI PROVA DELLA CONDOTTA

La condotta sarà costituita da tubi in acciaio di qualità API 5L-X52.

In accordo a quanto previsto al punto 2.3.3 del D.M. 23.02.1971 lo spessore minimo della condotta in corrispondenza dell'attraversamento deve essere calcolato con la formula seguente:

$$s = \frac{200 \cdot S / K_t + p D_e}{200 \cdot S / K_t + 2p}$$

nella quale:

- s = spessore del tubo in mm
- S = carico di snervamento dell'acciaio in kg/mm²
- K_t = coeff. di sicurezza min., rispetto al carico di snervamento, pari a 2,5
- p = pressione massima nel più sfavorevole caso espressa in kg/cm²
- D_e = diametro est. della condotta espresso in mm

Da tale formula risulta che lo spessore minimo da adottare è 2.5 mm.

Nel nostro caso si adotta invece, per il tratto di condotta relativo all'attraversamento uno spessore pari a 6.4 mm, maggiore pertanto a quello calcolato con la formula di cui sopra e, soprattutto, maggiore rispetto a quello minimo (= 4 mm) prescritto nel paragrafo 2.3.4 del D.M. 23.02.1971.

Il coefficiente di sicurezza rispetto al carico di snervamento risulta perciò pari a 2,56.

I tubi avranno le estremità calibrate e smussate a 30 gradi per consentire l'unione di testa mediante saldatura elettrica ad arco.

Le saldature, relativamente all'attraversamento, verranno tutte radiografate e saranno dotate della relativa documentazione di accettabilità, così come previsto dal D.M. 23.02.1971.

La condotta sarà rivestita esternamente con polietilene ad alta densità (conforme alla norma UNI 9099), triplo strato, applicato per restrizione, avente caratteristiche tali da garantire la buona conservazione.

I giunti di saldatura saranno rivestiti in cantiere mediante fasce termorestringenti costituite da compound poliolefinico reticolato per radiazione elettronica, dotate di mastice ad altissime caratteristiche di adesività e resistenza dielettrica.

La condotta, prima della messa in esercizio, sarà sottoposta ad una prova idraulica alla pressione $p_c = 18,36 \text{ kg/cm}^2$ (18 bar) pari a 1,5 volte la pressione di esercizio $p = 12,24 \text{ kg/cm}^2$ (12 bar).

La pressione di collaudo verrà controllata con manometro registratore.

Il collaudo sarà considerato positivo e quindi verbalizzato se la pressione si manterrà costante per 2 ore dopo aver raggiunta la stabilità termica e meccanica del sistema.

5. TUBO DI PROTEZIONE

Il tubo di protezione, in acciaio di qualità API 5L X52 avente diametro DN 450 mm (18") e spessore 9.5 mm verrà infisso mediante trivella spingitubo ai di sotto del rilevato della linea ferroviaria RFI **SONDRIO - TIRANO al Km 11 + 689.**

Al fine di mantenere centrata la condotta nel tubo di protezione saranno impiegati appositi distanziatori in materiale isolante non deteriorabile.

Tali distanziatori, che non occuperanno più di un quarto della sezione dell'intercapedine, saranno in numero tale da garantire che i due tubi non vengano a contatto e saranno posti in modo da consentire il libera deflusso dei liquidi.

Il diametro interno del tubo di protezione ($D_i = 438,0$ mm) è tale da assicurare una intercapedine con il tubo di linea ($D_e 355,6$ mm) di ca. 41 mm, ovvero superiore al minimo prescritto di 20 mm ed inferiore al massimo consentito di 50 mm.

Il tubo di protezione verrà posato con una pendenza uniforme minima del due per mille nella direzione dello spurgo e terminerà, da ciascun lato dei binari ad una distanza non inferiore ai 10 m dalla rotaia più vicina.

Le estremità del tubo di protezione verranno chiuse con idonei tappi costituiti da fasce termorestringenti (costituite da compound poliolefinico reticolato per radiazione elettronica, dotate di mastice ad altissime caratteristiche di adesività e resistenza dielettrica) tali da assicurare la perfetta tenuta stagna della intercapedine tra i due tubi.

Il tubo di protezione sarà munito di due tubi di sfiato aventi il diametro interno non inferiore a 50 mm e spessore minimo di 3 mm e saranno protette dalla corrosione mediante idoneo rivestimento.

Entrambi i suddetti tubi di sfiato verranno portati all'esterno ad una distanza non inferiore a 20 m dalla rotaia più vicina, e saranno muniti di una presa per l'applicazione di un segnalatore di gas. All'estremità superiore termineranno con un idoneo dispositivo tagliafiamma.

L'altezza minima degli sfiati dal piano campagna sarà di 2,50 m.

Il tubo di protezione sarà inoltre dotato di apposito tubo di spurgo della intercapedine collocato in prossimità della estremità più bassa del tubo stesso, terminante in apposito pozzetto dotato di una idonea chiusura di sicurezza.

5.1 CALCOLO DI VERIFICA DEL TUBO DI PROTEZIONE

Il calcolo di verifica della stabilità del tubo di protezione al di sotto della linea ferroviaria RFI **COLICO - TIRANO al km 11 + 689** è stato eseguito sulla base di quanto indicato e prescritto nel citato D.M. 23.02.1971 pubblicato nel Supplemento Ordinario della G.U. n.132 del 26.02.1971 e del quale si è mantenuta la simbologia.

5.1.1 DATI RELATIVI AL TUBO DI PROTEZIONE.

- | | |
|---|---|
| - Diametro esterno | De= 457,0 mm |
| - Diametro interno | Di = 438,0 mm |
| - Spessore | s = 9.5 mm |
| - Diametro medio | Dm = 447.5 mm |
| - Qualità acciaio | API 5L X52 |
| - Tensione di snervamento | Reh= 36,58 kg/mm ² (358,7 N/mm ²) |
| - Tensione ammissibile acciaio | $\sigma_{amm} = 18,29 \text{ kg/mm}^2$ |
| - Distanza tra il piano del ferro e la generatrice superiore del T.d.P. | H = 3,90 m |

5.1.2 CALCOLO DEI CARICHI AGENTI SUL TUBO DI PROTEZIONE

5.1.2.1 Definizione dei carichi agenti sul tubo di protezione

A) **Peso proprio della tubazione**

Viene ricavato assumendo per le tubazioni il peso Specifico di 7.850 kg/m³.

B) **Carico ripartito superiore**

Carico verticale dovuto al peso proprio del terreno. Si assume pari al peso del terrapieno sovrastante la tubazione, ottenuto come prodotto del peso specifico del terreno per la distanza tra generatrice superiore del tubo ed il piano viabile.

Carico verticale dovuto al carico mobile transitante sul binario.

Vengono utilizzate le formule indicate nel D.M. del 23.02.1971 e riportate qui' di seguito:

$$P = \frac{13.200}{2,60 + 2H} \quad (\text{kg/m}^2 \text{ per ferrovie a semplice binario})$$

dove H e' la distanza minima tra il piano inferiore delle traverse e la generatrice superiore del tubo di protezione espressa in metri.

C) **Carico ripartito laterale**

La pressione laterale uniformemente ripartita nel caso di tubi di acciaio infissi nel terreno mediante trivellazione o mediante spingitubo possono essere così calcolate;

$$q = \gamma_t \cdot h \cdot K + \frac{13.200}{2.60 + 2H} \cdot K' \quad (\text{kg/m}^2 \text{ per ferrovie a semplice binario})$$

dove:

- γ_t = peso specifico terreno sovrastante
- H = altezza misurata come al punto B)
- K = coeff. di spinta passiva terreno (si assume = 1)
- $K' = \text{tg}^2 (45^\circ - \varphi/2)$ è il coeff. di spinta attiva del terreno, il cui angolo di attrito φ ha valore=30 gradi.

D) Carico triangolare laterale

Corrisponde alla parte triangolare del diagramma di spinta orizzontale, causata dal peso proprio del terreno lungo l'altezza del tubo camicia.

Il coefficiente di spinta passiva e' pari a quello precedentemente indicato.

E) Reazione radiale - Settore 60 gradi.

Considera l'effetto dell'appoggio della tubazione sul terreno, su di un settore con angolo al centro di 60 gradi.

Il carico Q e' pari alla somma del peso proprio con tutti i carichi verticali agenti sulla tubazione.

5.1.2.2 Calcolo dei carichi agenti sul Tubo di Protezione

Assunto che:

- Peso Specifico terreno = γ_t = 2.000 kg/m³
- Peso Specifico acciaio = γ_a = 7.850 kg/m³

utilizzando le formule per il calcolo indicate nel D.M. 23.02.71 (vediasi tabella allegata), risulta che le diverse sollecitazioni sono:

A) **Peso proprio tubazione**

- 1) Tubo di linea DN 350 (14'') sp. = 6,4 mm:

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = \frac{\pi \cdot (35,56^2 - 34,28^2)}{4} = 70,21 \text{ cm}^2$$

$$W_1 = A_1 \cdot \gamma_a = 70,21 \text{ cm}^2 \cdot 7,85 \cdot 10^{-3} \text{ kg/cm}^3 = 0,5511 \text{ kg/cm}$$

- 2) Tubo di protezione DN 450 (18'') sp. = 9,5 mm:

$$A = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} = \frac{\pi \cdot (45,72^2 - 43,82^2)}{4} = 133,62 \text{ cm}^2$$

$$W_2 = A_2 \cdot \gamma_a = 133,62 \text{ cm}^2 \cdot 7,85 \cdot 10^{-3} \text{ kg/cm}^3 = 1,0489 \text{ kg/cm}$$

$$W_1 + W_2 = \underline{\underline{1,6000 \text{ kg/cm}}}$$

B) **Carico ripartito superiore**

- Peso proprio terreno:
 $2 \cdot 10^{-3} \text{ kg/cm}^3 \cdot 390 \text{ cm} = 0,7800 \text{ kg/cm}^2$

- Carico mobile transitante:

$$P = \frac{13200}{2,60 + 2 \cdot 3,90} = 1269 \text{ kg/m}^2 = 0,1269 \text{ kg/cm}^2$$

- Carico totale: **0,9069 kg/cm²**

C) Carico ripartito laterale

$$q = P_{\text{terr}} * K + \text{Carico mob} * K' =$$
$$= 0,7800 \text{ kg/cm}^2 * 1 * 0,1269 \text{ kg/cm}^2 * \text{tg}^2 (45^\circ - 30^\circ / 2) = \underline{\underline{0,8223 \text{ kg/cm}^2}}$$

D) Carico triangolare laterale

$$Z = K * \gamma_t * D = 1 * 2 * 10^{-3} \text{ kg/cm}^3 * 45,72 \text{ cm} = \underline{\underline{0,0914 \text{ kg/cm}^2}}$$

E) Reazione radiale - Tubo vuoto - Settore 60 gradi

Somma Q di tutti i carichi verticali agenti sulla tubazione:

- Peso Tubo di protezione W_2	1,0489 kg/cm
- Peso condotta contenuta compreso liquido convogliato (acqua collaudo) $W_1 + \gamma_{\text{acqua}} * (\pi D_{\text{int}}^2 / 4)$ $= 0,5511 \text{ kg/cm} + 1 * 10^{-3} \text{ kg/cm}^3 * \pi * 34,28^2 / 4 =$ $= 0,5511 + 0,9229 =$	1,4740 kg/cm
- Carico indotto dal carico ripartito $P_{\text{tot Sup.}} * D_{\text{est guaina}}$ $= 0,9069 \text{ kg/cm}^2 * 45,72 \text{ cm} =$	41,4635 kg/cm
Carico totale	<u><u>43,9864 kg/cm</u></u>

Pertanto, riportando tali dati e relative condizioni di carico nelle formule per il calcolo dei tubi di protezione interrati indicate dal D.M. 23.02.1971 pubblicato sulla G.U. n.132 del 26.05.1971, si ottengono i valori delle sollecitazioni corrispondenti ai momenti flettenti ed alle tensioni normali per ciascuna sezione.

Si riportano di seguito i risultati ottenuti.

5.1.3 VERIFICA DELLE SOLLECITAZIONI

5.1.3.1 Calcolo delle sollecitazioni

Si assume:

r	=	228,5	mm	(raggio esterno della tubazione)
s	=	9,5	mm	(spessore della tubazione)
π	=	3,1415726		(Pi greco)

A) Peso proprio

$$\gamma_T = \text{Peso specifico acciaio} = 7.850 \text{ kg/m}^3$$

Sezione (gradi)	Momento (kgcm/cm)	Sforzo Normale (kg/cm)
0°	$(\gamma_T \cdot s \cdot r^2)/2 = 1,9468$	$-(\gamma_T \cdot s \cdot r)/2 = -0,0852$
90°	$-(\pi-2)(\gamma_T \cdot s \cdot r^2)/2 = -2,2225$	$\pi(\gamma_T \cdot s \cdot r^2)/2 = 0,2676$
180°	$3(\gamma_T \cdot s \cdot r^2)/2 = 5,8404$	$(\gamma_T \cdot s \cdot r)/2 = 0,0852$

B) Carico ripartito superiore

$$P = \text{Carico ripartito superiore} = 0,9069 \text{ kg/cm}^2$$

Sezione (gradi)	Momento (kgcm/cm)	Sforzo Normale (kg/cm)
0°	$[4/(3\pi) - 1/8] P \cdot r^2 = 141,7760$	$-(P \cdot r)/(3\pi) = -2,1987$
90°	$[1/\pi - 5/8] P \cdot r^2 = -145,2217$	$(P \cdot r) = 20,7226$
180°	$[2/(3\pi) + 3/8] P \cdot r^2 = 278,0499$	$(P \cdot r)/(3\pi) = 2,1987$

C) Carico ripartito laterale

$$q = \text{Carico ripartito laterale} = 0,8223 \text{ kg/cm}$$

Sezione (gradi)	Momento (kgcm/cm)	Sforzo Normale (kg/cm)
0	$-(q \cdot r^2)/4 = -107,3353$	$q \cdot r = 18,7895$
90	$(q \cdot r^2)/4 = 107,3353$	$0 = 0,00$
180	$-(q \cdot r^2)/4 = -107,3353$	$q \cdot r = 18,7895$

D) Carico triangolare laterale

Z = Carico triangolare laterale 0,0914

Sezione (gradi)	Momento (kgcm/cm)	Sforzo Normale (kg/cm)
0°	$-(5 \cdot Z \cdot r^2)/48 = -4,9712$	$(5 \cdot Z \cdot r)/16 = 0,6526$
90°	$(Z \cdot r^2)/8 = 5,9652$	0 = 0,00
180°	$-(7 \cdot Z \cdot r^2)/48 = -6,9593$	$(11 \cdot Z \cdot r)/16 = 1,4358$

E) Reazione radiale Costante -Settore 60 gradi

Q = Reazione radiale 43,9864 kg/cm

Sezione (gradi)	Momento (kgcm/cm)	Sforzo Normale (kg/cm)
0°	$-0,0073038 \cdot Q \cdot r = -7,3410$	$-0,014817 \cdot Q = -0,6517$
90°	$0,0075118 \cdot Q \cdot r = 7,5500$	0 = 0,00
180°	$-0,11165 \cdot Q \cdot r = -112,2182$	$0,11916 \cdot Q = 5,2414$

SOMMA DELLE SOLLECITAZIONI (A+B+C+D+E)

Sezione (gradi)	Momento (kgcm/cm)	Sforzo Normale (kg/cm)
0°	24,0753	16,5065
90°	-26,5937	20,9902
180°	57,3775	27,7506

5.1.3.2 Verifica delle sezioni in acciaio

La massima tensione viene calcolata con la formula:

$$\sigma = \frac{M}{W} \pm \frac{N}{A}$$

dove:

$$W = \text{modulo di resistenza sezione } (1 \times 0,95^2) / 6 = 0,15041 \text{ cm}^3$$

$$A = \text{sezione } (1 \times 0,95) = 0,9500 \text{ cm}^2$$

riferite ad un concio elementare di 1 cm di lunghezza di parete del tubo.

Sezione (gradi)	Momento Flettente (kgcm/cm)	Sforzo Normale (kg/cm)	tensione σ (kg/cm ²)	tensione amm. σ_{amm} (kg/cm ²)
0°	24,0753	16,5065	177,44	< 1.829,00
90°	-26,5937	20,9902	-198,90	< 1.829,00
180°	57,3775	27,7506	410,68	< 1.829,00

Ne risulta che le tensioni calcolate sono tutte inferiori rispetto alla tensione ammissibile (= 1.829,00 kg/cm²) così come prescritto dal D.M. 23.02.1971.

6. APPARECCHIATURE DI CONTROLLO E CONGEGNI DI INTERCETTAZIONE

A monte ed a valle dell' attraversamento, in corrispondenza delle estremità del tubo di protezione verranno realizzate delle prese agibili per il controllo periodico dello stato elettrico della condotta e del tubo di protezione.

La condotta sarà intercettabile a monte ed a valle dell'attraversamento.

Gli organi di intercettazione saranno ubicati in posizione facilmente accessibile in maniera da garantire un rapido intervento per intercettare il flusso in caso di necessità.

La distanza tra gli organi di intercettazione sarà inferiore a 1.000 m misurati sull'asse della condotta.

Gli organi di intercettazione verranno installati in apposite camerette alloggiate:

- a monte, dentro un pozzetto in c.a. interrato.
- a valle, all'interno di un area recintata.

All'interno delle camerette saranno pure installate le prese manometriche richieste dalle norme ministeriali.

Ciascuna cameretta, inoltre, si troverà ad una distanza non inferiore ai 20 m dalla rotaia più vicina, in accordo a quanto prescritto al punto 2.5.2 del D.M. N.2445 - 23.02.1971.

7. PROTEZIONE CATODICA

La condotta sarà interamente protetta catodicamente con un sistema a corrente impressa.

In corrispondenza degli attraversamenti non sono previsti dei giunti isolanti; sono invece previste delle prese di potenziale lungo la condotta ed in corrispondenza delle estremità del tubo di protezione per il controllo dello stato di protezione del tubo.

8. DESCRIZIONE DELLE FASI E TEMPISTICHE DEI LAVORI

La data presunta dell'inizio dei lavori di realizzazione dell'attraversamento è prevista per il mese di ottobre 2013 e in particolare consistono nelle seguenti fasi lavorative:

1. indagini geognostiche e sondaggi dell'area interessata dai lavori;
2. controllo dell'asse picchettato e la ricostruzione dello stesso nei tratti mancanti secondo la tavola di progetto;
3. ricerca e posizionamento delle tubazioni interrate drenanti prima dell'esecuzione dello scavo;
4. individuazione e scoprimento delle tubazioni interrate drenanti, anche con scavi a mano, prima e/o durante l'esecuzione degli scavi, per evitare la loro rottura in tale fase;
5. segnalazione tempestiva per iscritto al Committente dei servizi interrati (acquedotti, tubazioni, fognature, cavi elettrici e telefonici, ecc.) individuati prima dello scavo o rinvenuti nello stesso e non indicati nel progetto; l'Appaltatore dovrà richiedere le modalità di esecuzione per ciascun caso;
6. delimitazione di tutte le aree di lavoro mediante opportuna transennatura ed installazione di segnaletica stradale adeguata, impianti semaforici inclusi;
7. taglio di pavimentazione bitumata con fresa con disco fino a cm 15 di spessore lungo i bordi dello scavo da eseguire;

8. eventuale installazione di n° 2 attrezzature speciali tipo Well-Point orizzontale per il prosciugamento dello scavo, con inserimento della tubazione di scarico nei tombotti esistenti;
9. demolizione di pavimentazione bituminosa eseguita con mezzi meccanici, compreso l'allontanamento del materiale non utilizzabile, fino ad un massimo di cm 15 di spessore, compreso il trasporto, lo scarico del materiale alle pubbliche discariche e il relativo corrispettivo per diritto di discarica scavo della trincea, eseguita a mano o con l'ausilio di mezzi meccanici, anche in presenza di acqua, compresa la demolizioni di trovanti di dimensioni fino a 0,5 mc/cad., rocce tenere, da effettuarsi per una profondità fino a 20 cm al di sotto del fondo scavo;
10. scavo a sezione obbligata eseguito su Strada Statale a macchina anche oltre i 2 m, anche in presenza di acqua compresa la regolarizzazione del fondo, la formazione delle nicchie per l'esecuzione dei giunti, il trasporto e il conferimento alle pubbliche discariche con relativo corrispettivo per diritto di discarica del materiale eccedente e/o la sua sistemazione in loco;
11. realizzazione della fossa di spinta compresa di platea in c.a. e parete reggispingita per l'alloggiamento della presso-trivella, dei martinetti oleodinamici e dei tubi da infiggere e della fossa di ricezione della condotta;
12. fornitura e posa di sabbia lavata e vagliata per formazione di letto di posa della condotta;
13. montaggio e posa in opera della condotta con installazione del tubo guaina in acciaio mediante spingitubo in acciaio DN 450
14. sfilamento, saldatura, collaudo elettrico e pre-collaudo idraulico, posa condotta in acciaio reti 3° specie D.M. 24/11/84 compresi: accatastamento tubi, ripresa, accoppiamento, pulizia e scovolatura, taglio tubi e intestatura, preparazione testate, fornitura e posa curve necessarie, saldatura e posa pezzi speciali (esclusi giunti dielettrici, valvole di intercettazione e TEE), riduzioni, fondelli, sifoni e inserimento tappi ad espansione prima della sospensione lavori, fornitura materiali ed esecuzione rivestimento di saldature e flangiature, di tratti di tubo lesionati e di tutti i pezzi speciali, con rivestimento esterno mediante guaine termorestringenti e/o nastri e mastici a freddo di polietilene, posa tubazioni nello scavo e sistemazione tubi a livelletta, ricerca ed eliminazione delle cause che

- determinano un isolamento elettrico insufficiente, costruzione di sovrappassi e/o sottopassi per superamento di ostacoli o servizi, posa in opera tubi di PVC per protezione da servizi esistenti nel sottosulo – DN 350
15. realizzazione dell'impianto di protezione catodica del metanodotto; è da ritenersi inclusa anche la fornitura e posa dei giunti dielettrici
 16. fornitura e posa in opera di sfiato fino a 8 m di lunghezza complessiva (interrato e fuori terra), compresi lo scavo ed il reinterro, la fornitura e la posa del calcestruzzo e di ogni altro materiale di consumo, l'esecuzione delle sagomature dei tubi, delle saldature e delle protezioni descritte nei particolari costruttivi, del cappello terminale di sfiato, nonché della verniciatura finale – DN 2"
 17. fornitura e posa in opera di cartello segnalatore di attraversamento fluviale/ferroviario, costituito da tubolare in acciaio DN 80, spessore 4,0 mm, Fe 430, sabbiato e verniciato con antiruggine e smalto giallo, sagomato ad "U", lunghezza circa 1300 mm, con idonei ancoraggi ai plinti di fondazione; cartello bifacciale in lamiera di alluminio, spessore 20/10, preverniciato a polveri, serigrafato, dimensioni 700x1300 mm, con scritte a colori come indicato dalla D.L.; sono inclusi lo scavo, l'esecuzione del plinto di fondazione in calcestruzzo, il reinterro, le verniciature e ogni ulteriore onere per dare il lavoro compiuto reinterro di scavi con materiale esistente in sito, eseguito con mezzi meccanici;
 18. fornitura di palina segnalatrice di tubazione metanodotto, costituito da tronchetto di tubazione in acciaio DN 50, spessore 3,6 mm, Fe 330, sabbiato e verniciato, H=2350 mm, con idonei ancoraggi al plinto di fondazione, targhetta bifacciale in lamiera di alluminio, spessore 20/10, preverniciata a polveri, serigrafata a forma di rettangoli, con scritte a colori come prescritto dalla D.L.;
 19. fornitura e posa in opera di conglomerato bituminoso per fondazione o strato di base, sabbio-ghiaioso (bynder), con bitume con penetrazione 80-100, steso con vibrofinitrice e rullato con rullo di peso adeguato, steso a più strati di spessore non superiore a cm. 6, compresa una mano di emulsione per l'attacco alla massicciata – spessore compreso: 10 cm;
 20. tappeti di usura in conglomerato bituminoso con bitume penetrazione 80/100, al 5%-6% del peso dell'inerte, confezionato con graniglia e sabbia, compreso materiali, stendimento con vibrofinitrice e rullatura con rullo di peso adeguato,

spessore finito mm 30 con graniglia in pezzatura fino a mm 18, comprensivo di eventuali ricariche necessarie ad ottenere lo spessore richiesto;

21. ripristino della sede stradale, pulizia e formazione delle strisce continue, rettilinee e curve, con vernice bianca, di linee di arresto, zebraure, isole spartitraffico, fasce pedonali, cordonature, frecce direzionali, lettere e numeri.

Sondrio, febbraio 2013

IL TECNICO

Dott. Ing. Marco Riva



9. CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI

FASI LAVORATIVE	GIORNI (3 SETTIMANE)																											
	LU	MA	ME	GI	VE	SA	DO	LU	MA	ME	GI	VE	SA	DO	LU	MA	ME	GI	VE	SA	DO							
FASE 1 - Indagini geognostiche e sondaggi dell'area interessata dai lavori.	■																											
FASE 2 - Controllo dell'asse picchettato e la ricostruzione dello stesso nei tratti mancanti secondo la tavola di progetto.	■																											
FASE 3 - Ricerca e posizionamento delle tubazioni interrato drenanti prima dell'esecuzione dello scavo.		■																										
FASE 4 - Individuazione e scoprimento delle tubazioni interrato drenanti, anche con scavi a mano, prima e/o durante l'esecuzione degli scavi, per evitare la loro rottura in tale fase.		■	■																									
FASE 5 - Segnalazione tempestiva per iscritto al Committente dei servizi interrati (acquedotti, tubazioni, fognature, cavi elettrici e telefonici, ecc.) individuati prima dello scavo o rinvenuti nello stesso e non indicati nel progetto; l'Appaltatore dovrà richiedere le modalità di esecuzione per ciascun caso.		■	■																									
FASE 6 - Delimitazione di tutte le aree di lavoro mediante opportuna transennatura ed installazione di segnaletica stradale adeguata, impianti semaforici inclusi.		■	■																									
FASE 7 - Taglio di pavimentazione bitumata con fresa con disco fino a cm 15 di spessore lungo i bordi dello scavo da eseguire.			■																									
FASE 8 - Eventuale installazione di n° 2 attrezzature speciali tipo Well-Point orizzontale per il prosciugamento dello scavo, con inserimento della tubazione di scarico nei tombotti esistenti.				■	■	■																						
FASE 9 - Demolizione di pavimentazione bituminosa eseguita con mezzi meccanici, compreso l'allontanamento del materiale non utilizzabile, fino ad un massimo di cm 15 di spessore, compreso il trasporto, lo scarico del materiale alle pubbliche discariche e il relativo corrispettivo per diritto di discarica scavo della trincea, eseguita a mano o con l'ausilio di mezzi meccanici, anche in presenza di acqua, compresa la demolizione di trovanti di dimensioni fino a 0,5 mc/cad., rocce tenere, da effettuarsi per una profondità fino a 20 cm al di sotto del fondo scavo.												■																
FASE 10 - Scavo a sezione obbligata eseguito su Strada Statale a macchina anche oltre i 2 m, anche in presenza di acqua compresa la regolarizzazione del fondo, la formazione delle nicchie per l'esecuzione dei giunti, il trasporto e il conferimento alle pubbliche discariche con relativo corrispettivo per diritto di discarica del materiale eccedente e/o la sua sistemazione in loco.												■																
FASE 11 - Realizzazione della fossa di spinta compresa di platea in c.a. e parete reggisplinta per l'alloggiamento della presso-trivella, dei martinetti oleodinamici e dei tubi da infiggere e della fossa di ricezione della condotta.												■	■															
FASE 12 - Fornitura e posa di sabbia lavata e vagliata per formazione di letto di posa della condotta.																												
FASE 13 - Montaggio e posa in opera della condotta con installazione del tubo guaina in acciaio mediante spingitubo in acciaio DN 450.																												
FASE 14 - Sfilamento, saldatura, collaudo elettrico e pre-collaudo idraulico, posa condotta in acciaio reti 3° specie D.M. 24/11/84 compresi: accatastamento tubi, ripresa, accoppiamento, pulizia e scovolatura, taglio tubi e intestatura, preparazione testate, fornitura e posa curve necessarie, saldatura e posa pezzi speciali (esclusi giunti dielettrici, valvole di intercettazione e TEE), riduzioni, fondelli, sifoni e inserimento tappi ad espansione prima della sospensione lavori, fornitura materiali ed esecuzione rivestimento di saldature e flangiate, di tratti di tubo lesionati e di tutti i pezzi speciali, con rivestimento esterno mediante guaine termorestringenti e/o nastri e mastici a freddo di polietilene, posa tubazioni nello scavo e sistemazione tubi a livelletta, ricerca ed eliminazione delle cause che determinano un isolamento elettrico insufficiente, costruzione di sovrappassi e/o sottopassi per superamento di ostacoli o servizi, posa in opera tubi di PVC per protezione da servizi esistenti nel sottosulo – DN 350.																												
FASE 15 - Realizzazione dell'impianto di protezione catodica del metanodotto; è da ritenersi inclusa anche la fornitura e posa dei giunti dielettrici.																												
FASE 16 - Fornitura e posa in opera di sfiato fino a 8 m di lunghezza complessiva (interrato e fuori terra), compresi lo scavo ed il reinterro, la fornitura e la posa del calcestruzzo e di ogni altro materiale di consumo, l'esecuzione delle sagomature dei tubi, delle saldature e delle protezioni descritte nei particolari costruttivi, del cappello terminale di sfiato, nonché della verniciatura finale – DN 2".																												
FASE 17 - Fornitura e posa in opera di cartello segnalatore di attraversamento fluviale/ferroviario, costituito da tubolare in acciaio DN 80, spessore 4,0 mm, Fe 430, sabbiato e verniciato con antiruggine e smalto giallo, sagomato ad "U", lunghezza circa 1300 mm, con idonei ancoraggi ai plinti di fondazione; cartello bifacciale in lamiera di alluminio, spessore 20/10, preverniciato a polveri, serigrafato, dimensioni 700x1300 mm, con scritte a colori come indicato dalla D.L.; sono inclusi lo scavo, l'esecuzione del plinto di fondazione in calcestruzzo, il reinterro, le verniciature e ogni ulteriore onere per dare il lavoro compiuto reinterro di scavi con materiale esistente in sito, eseguito con mezzi meccanici.																												
FASE 18 - Fornitura di palina segnalatrice di tubazione metanodotto, costituito da tronchetto di tubazione in acciaio DN 50, spessore 3,6 mm, Fe 330, sabbiato e verniciato, H=2350 mm, con idonei ancoraggi al plinto di fondazione, targhetta bifacciale in lamiera di alluminio, spessore 20/10, preverniciata a polveri, serigrafata a forma di rettangoli, con scritte a colori come prescritto dalla D.L.																												
FASE 19 - Fornitura e posa in opera di conglomerato bituminoso per fondazione o strato di base, sabbio-ghiaioso (bynder), con bitume con penetrazione 80-100, steso con vibrofinitrice e rullato con rullo di peso adeguato, steso a più strati di spessore non superiore a cm. 6, compresa una mano di emulsione per l'attacco alla massicciata – spessore compreso: 10 cm.																												
FASE 20 - Tappeti di usura in conglomerato bituminoso con bitume penetrazione 80/100, al 5%-6% del peso dell'inerte, confezionato con graniglia e sabbia, compreso materiali, stendimento con vibrofinitrice e rullatura con rullo di peso adeguato, spessore finito mm 30 con graniglia in pezzatura fino a mm 18, comprensivo di eventuali ricariche necessarie ad ottenere lo spessore richiesto.																												
FASE 21 - Ripristino della sede stradale, pulizia e formazione delle strisce continue, rettilinee e curve, con vernice bianca, di linee di arresto, zebraure, isole spartitraffico, fasce pedonali, cordonature, frecce direzionali, lettere e numeri.																												

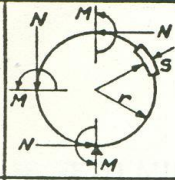
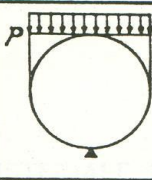
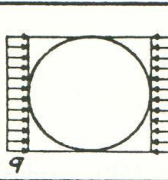
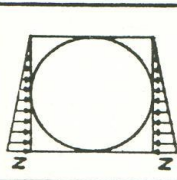

10. ALLEGATO 1

Formule per il calcolo dei tubi di protezione interrati (D.M. 2445 del 23.02.1971).

14 Supplemento ordinario alla GAZZETTA UFFICIALE n. 132 del 26 maggio 1971

TABELLA ALLEGATA

FORMULE PER IL CALCOLO DEI TUBI DI PROTEZIONE INTERRATI

	A	B	C	D	E
	PESO PROPRIO	CARICO RIPARTITO SUPERIORE	CARICO RIPARTITO LATERALE	CARICO TRIANGOLARE LATERALE	REAZIONE RADIALE COSTANTE SETTORE 2Q=60°
SCHEMA					
SEZIONE VERTICALE SUPERIORE	$M = \frac{1}{2} \gamma_t s r^2$ $N = \frac{1}{2} \gamma_t s r$	$M = (\frac{4}{3\pi} - \frac{1}{8}) p r^2 = 0,29941 p r^2$ $N = -\frac{1}{3\pi} p r = -0,10610 p r$	$M = -\frac{1}{4} q r^2$ $N = q r$	$M = -\frac{5}{48} z r^2 = -0,10417 z r^2$ $N = \frac{5}{16} z r = 0,31250 z r$	$M = -0,073038 Q r$ $N = 0,014817 Q$ <i>(Q = reazione totale)</i>
SEZIONE ORIZZONTALE MEDIA	$M = -\frac{\pi-2}{2} \gamma_t s r^2 = -0,57080 \gamma_t s r^2$ $N = \frac{\pi}{2} \gamma_t s r = 1,57080 \gamma_t s r$	$M = (\frac{1}{\pi} - \frac{5}{8}) p r^2 = -0,30669 p r^2$ $N = p r$	$M = \frac{1}{4} q r^2$ $N = 0$	$M = \frac{1}{8} z r^2 = 0,125 z r^2$ $N = 0$	$M = 0,0075118 Q r$ $N = 0$
SEZIONE VERTICALE INFERIORE	$M = \frac{3}{2} \gamma_t s r^2$ $N = \frac{1}{2} \gamma_t s r$	$M = (\frac{2}{3\pi} + \frac{3}{8}) p r^2 = 0,58721 p r^2$ $N = \frac{1}{3\pi} p r = 0,10610 p r$	$M = -\frac{1}{4} q r^2$ $N = q r$	$M = -\frac{7}{48} z r^2 = -0,14583 z r^2$ $N = \frac{11}{16} z r = 0,68750 z r$	$M = -0,11165 Q r$ $N = 0,11916 Q$

M - momento flettente.
N - sforzo assiale.
p - carica uniformemente ripartita, dovuta ai carichi mobili ed al peso della massicciata.
q - pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali.
z - " variabile " " " " "
r - raggio medio della tubazione.

S - spessore della tubazione.
 γ_t - peso specifico del materiale costituente la tubazione.

(4685)

ANTONIO SESSA, direttore
ACHILLE DE ROGATIS, redattore

(1651388) - Roma - Istituto Poligrafico dello Stato - G. C.