Rif. SAIPEM 023113-105-LA-E-80503

PROGETTO DEFINITIVO

RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOLCE
1° Tr.: Campofranco - Aragona
DN 300 (12”), DP 24 bar
E OPERE CONNESSE

Relazione Tecnica Attraversamento Ferrovia
“Palermo - Agrigento - Porto Empedocle”
prog. km 113+176
Comune di Aragona (AG)

SAIPEM SPA
Il Progettista
Dott. Ing. A. PARLATO iscritto all'ordine
degli ingegneri della Provincia di Avellino al n. 2095
Tel 0721.1686491 - Fax 0721.1682018
C.F. e P. IVA 00825790157

Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data
1	Aggiornamento AU 327 per prescrizioni VIA	Barbaraci	Olivi	Mattei	Gen. ‘25
0	Emissione per Autorizzazione Unica	Costigliola	Olivi	Mattei	Giu. ‘24

File dati: NQR20133-REL-PERM-E-10503_1

Documento di proprietà **Saipem.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Saipem Classification - General Use

INDICE

1. Scopo 3

2. Geometria dell'attraversamento 4

3. Caratteristiche dell'attraversamento 5

3.1. Caratteristiche tecniche e sistemi di prova della condotta in opera 6

3.2. Tubo di protezione e tubi di sfiato 6

3.3. Valori utilizzati per il calcolo del tubo di protezione 8

3.4. Sezione verticale superiore 10

3.5. Sezione orizzontale mediana 11

3.6. Sezione verticale inferiore 12

3.7. Tabelle riepilogative 13

4. Tubo di sfiato 14

5. Apparecchiature di controllo 14

6. Congegni di intercettazione 14

7. Protezione catodica 14

8. Tubazioni portacavi 14

9. Modalita' esecutive dell'attraversamento 15

10. Allegati 15

11. Cronoprogramma dei lavori 16

12. Piano di manutenzione dell'interferenza 17

Documento di proprietà **Saipem.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Saipem Classification - General Use

1. SCOPO

La relazione tecnica ha lo scopo di descrivere il progetto e le modalità esecutive relative all'attraversamento della Ferrovia "Palermo - Agrigento - Porto Empedocle" con il "RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOLCE" nel comune di Aragona (AG).

Il calcolo di verifica del tubo di protezione viene eseguito in accordo al Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti D.M. n°137 04.04.2014 *"Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto"* di seguito citato brevemente come DM.

La metodologia realizzativa dell'attraversamento prevede l'inserimento, mediante macchina spingitubo, di un tubo di protezione posto in opera per consentire l'attraversamento in sotterraneo della ferrovia da parte della condotta; il tubo di protezione deve quindi essere dimensionato per resistere alle sollecitazioni trasmesse dai carichi statici e mobili.

La relazione è suddivisa nelle seguenti parti: Caratteristiche dell'attraversamento e delle tubazioni; sforzi e momenti come descritti nel Decreto Ministeriale; congegni di intercettazione e tubazioni portacavi.

Nella relazione sono descritti i modelli, le metodologie di calcolo adottate e i risultati ottenuti.

Documento di proprietà **Saipem.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Saipem Classification - General Use

2. GEOMETRIA DELL'ATTRAVERSAMENTO

Per quanto attiene alla configurazione geometrica di progetto, essa è riportata nell'allegato Dis. AT-15E-01121 a cui si rimanda per ogni eventuale approfondimento.

L'attraversamento è stato progettato in accordo alle disposizioni contenute nel DM 04-04-2014.

In merito alla compatibilità con il citato decreto, a scopo illustrativo, si segnalano qui di seguito alcuni dei passaggi salienti.

In linea con quanto prescritto al paragrafo 2.1.1.1 del DM 04-04-2014, la configurazione d'attraversamento prevede una geometria rettilinea con un angolo di incidenza formato con l'asse del binario ferroviario pari a 0.838 radianti (48° 0 ' 46").

La distanza dell'attraversamento dalle opere d'arte e dagli impianti tecnologici è tale da rispettare i criteri esposti al paragrafo 2.1.1.2.

La profondità minima di interramento della condotta, l'estensione dell'interramento, la profondità minima al disotto del piano del ferro, la copertura minima al di sotto di cunette sono in linea con i dettami elencati al paragrafo 2.1.1.4.

La pendenza del tubo di protezione, pari a 30.6 ‰ in direzione dello spurgo, risulta superiore al valore minimo pari al 2 ‰ come richiesto al paragrafo 2.1.2.6.

La dimensione del tubo di protezione è tale da garantire il rispetto dei requisiti relativi all'intercapedine formata con la condotta di linea espressi al paragrafo 2.4.4.

Le estremità del tubo di protezione rispettano i requisiti di distanze minime (misurate ortogonalmente all'asse del binario) nei confronti del piede rilevato ferroviario, dei binari esterni come indicato al paragrafo 2.4.7.

Si segnala infine che la lista dei requisiti riportata nel presente paragrafo non è esaustiva; per qualsiasi ulteriore dettaglio si rimanda all'elaborato grafico allegato.

Documento di proprietà **Saipem.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Saipem Classification - General Use

3. CARATTERISTICHE DELL'ATTRAVERSAMENTO

L'attraversamento è da classificarsi tra gli attraversamenti interrati di cui al punto 2.1.1 dell'allegato A del DM.

Fluido trasportato	Gas naturale			
Diametro nominale della condotta	DN	=	300(12")	mm
Diametro esterno della condotta	De_c	=	323.9	mm
Diametro interno della condotta	Di_c	=	304.9	mm
Spessore della condotta	s_c	=	9.5	mm
Materiale della condotta	acciaio EN-L360NB			
Carico di snervamento minimo dell'acciaio impiegato per il tubo di linea	σ_c	=	360	N/mm^2
Pressione massima di esercizio	DP	=	24	bar
Pressione di collaudo	Pc	=	36	bar
Diametro nominale tubo di protezione	DN	=	450(18")	mm
Diametro esterno tubo di protezione	De	=	457	mm
Diametro interno tubo di protezione	Di	=	434.8	mm
Spessore del tubo di protezione	s	=	11.1	mm
Materiale del tubo di protezione	acciaio L415MB			
Carico di snervamento minimo dell'acciaio impiegato per il tubo di protezione	σ_p	=	415	N/mm^2
Tipo di ferrovia	Singolo binario			

Documento di proprietà **Saipem.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Saipem Classification - General Use

3.1. Caratteristiche tecniche e sistemi di prova della condotta in opera

La condotta sarà costituita da tubi in acciaio di qualità aventi caratteristiche meccaniche e chimiche rispondenti a quanto richiesto dal D. Lgs. 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 "*.

Lo spessore della condotta interessante l'attraversamento sarà di 9.5 mm, superiore pertanto a quello calcolato con la formula di cui all'art. 2.3.3. dell'Allegato A del DM 04.04.2014 che risulta s=3.6 mm.

$$s = (200 \times S/Ks + pD_e) / (200 \times S/Ks+2p)$$

dove:

s = spessore del tubo in millimetri;

S = carico di snervamento minimo dell'acciaio impiegato, espresso in daN/mm^2;

Ks = coefficiente di sicurezza minimo, rispetto al carico di snervamento, pari a 2,5;

p = pressione massima che può aversi nel più sfavorevole caso espressa in daN/cm^2;

D_e = diametro esterno della condotta espresso in millimetri.

I tubi, che avranno le estremità calibrate e smussate per consentire l'unione mediante saldatura elettrica di testa, saranno rivestiti all'esterno con materiali aventi caratteristiche tali da garantire la buona conservazione.

In conformità alle prescrizioni di cui agli artt. 2.3.6 e 2.3.7 dell' Allegato A del DM, la condotta, prima della messa in esercizio, sarà sottoposta ad una prova idraulica alla pressione di 36 bar pari a 1.5 volte la pressione massima di esercizio.

La pressione verrà controllata con manometro registratore e il collaudo sarà considerato positivo, e quindi verbalizzato, se la pressione si manterrà costante per due ore dopo raggiunta la stabilizzazione del sistema.

Nel caso di metanodotti in cui il fluido trasportato si trova in stato gassoso e quindi comprimibile, si esclude la possibilità che si verifichi il colpo d'ariete.

3.2. Tubo di protezione e tubi di sfiato

Il tubo di protezione sarà in acciaio di qualità, avrà il diametro interno di 434.8 mm e lo spessore di 11.1 mm; il calcolo dello spessore del tubo di protezione è stato eseguito determinando le sollecitazioni agenti sullo stesso mediante le formule contenute nell' Allegato A del DM.

I carichi gravanti su un tratto del tubo di protezione di un metro sono stati assunti pari a:

- carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili e alla copertura:

$p = \gamma_t \cdot H + \alpha \ (\mathrm{N}/m^2)$ dove:

γ_t = peso specifico del terreno (N/m³);

H = copertura del tubo di protezione in corrispondenza dell'infrastruttura ferroviaria;

α = carico mobile transitante come indicato nell'Allegato A del DM paragrafo 2.4.3 punto B (N/m²):

Documento di proprietà **Saipem.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Saipem Classification - General Use

$$\alpha = 0$$ per attraversamenti di viadotti

$$\alpha = \frac{15000}{2.6 + 1.5 \cdot H}$$ per ferrovie a semplice binario

$$\alpha = \frac{15000}{3.08 + 0.8 \cdot H}$$ per ferrovie a doppio binario

- pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali:

$q = \gamma_t \cdot H \cdot K + \alpha \cdot K \quad (\mathrm{N}/m^2)$ dove:

$$K = K_0 = 1 - sen\varphi$$

è il coefficiente di spinta a riposo del terreno (da assumere nel caso di attraversamento realizzato mediante trivella spingitubo);

$$K = K_a = \frac{1 - sen\varphi}{1 + sen\varphi}$$

è il coefficiente di spinta attiva del terreno (da assumere nel di attraversamento realizzato mediante scavo a cielo aperto);

φ è l'angolo d'attrito del terreno.

- pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali:

$z = \gamma_t \cdot D_e \cdot K \ (\mathrm{N}/m^2)$ dove:

D_e = Diametro esterno del tubo di protezione (m);

K = assume lo stesso significato riportato nell'espressione del calcolo della pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali.

- reazione totale:

$$Q = \gamma_t \cdot H \cdot D_e + \alpha \cdot D_e + peso\ tubo\ protezione \ (\mathrm{N})$$

Con le espressioni di cui sopra si è tenuto conto del peso del terreno sovrastante la tubazione, del carico mobile transitante sul binario ed inoltre della collaborazione offerta dal terreno circostante al tubo, tenuto conto che l'attraversamento viene eseguito mediante trivella spingitubo e pertanto senza disturbare l'equilibrio del terreno immediatamente circostante il tubo di protezione.

Il diametro del tubo di protezione è tale da assicurare un'intercapedine non minore di 20 mm e non maggiore di 50 mm. E' ammesso, per le condotte convoglianti gas metano, che l'intercapedine libera nella parte superiore tra la condotta e il tubo di protezione possa raggiungere il valore di 140 mm.

Al fine di mantenere centrata la condotta nel tubo di protezione, saranno impiegati appositi distanziatori di materiale isolante non deteriorabile che non occuperanno più di un quarto dell'intercapedine in modo da garantire il libero deflusso del fluido in caso di perdite.

Come già discusso al capitolo 2, il tubo di protezione si estenderà da una parte e dall'altra della ferrovia per una lunghezza non inferiore a quella prevista dall'art. 2.4.7 dell' Allegato A del DM e sarà posato con una pendenza uniforme non inferiore al 2‰, le sue estremità saranno chiuse con adeguato sistema che

Documento di proprietà **Saipem.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Saipem Classification - General Use

assicuri la chiusura stagna dell'intercapedine, verrà munito ai due estremi di un tubo di sfiato e, nell'estremità più bassa, di un tubo di spurgo dell'intercapedine.

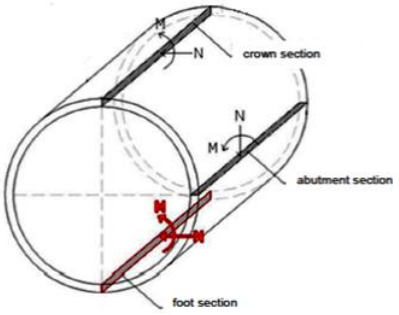
N.B.:Per la presenza di tubazioni portacavi saldate al tubo di protezione la sollecitazione massima viene maggiorata di 1.5 volte.

3.3. Valori utilizzati per il calcolo del tubo di protezione

diametro esterno	De	=	457	mm
spessore	s	=	11.1	mm
raggio medio	r	=	223.0	mm
altezza rinterro	H	=	2.61	m
peso specifico medio acciaio	γ_a	=	77000	N/m³
massa lineica	μ	=	122.05	kg/m
peso specifico medio terreno	γ_t	=	18000	N/m³
carico mobile transitante	α	=	23024	N/m²
carico verticale uniforme	p	=	70004	N/m²
carico laterale uniforme	q	=	35002	N/m²
carico laterale variabile	z	=	4113	N/m²
reazione radiale totale	Q	=	33189	N/m²
modulo resistente	W	=	20535	mm³
area resistente	A	=	11100	mm²

Per la stima delle spinte è stato considerato un terreno ideale avente angolo di attrito pari a 30°. Nel caso in cui il valore dell'angolo di attrito in sito fosse inferiore a quello adottato, aumenterebbero le spinte laterali e dunque l'effetto benefico di confinamento sulla condotta. Al contrario, se il valore dell'angolo di attrito in sito fosse superiore a quello adottato, l'effetto benefico di confinamento sulla condotta sarebbe ridotto. Tuttavia, si ritiene che il metodo di stima delle spinte proposto nonché il valore di angolo di attrito assunto siano ragionevolmente conservativi; inoltre, la robustezza del coefficiente di sicurezza finale offre sufficienti garanzie nei confronti di possibili deviazioni da queste condizioni ideali.

Si precisa che per il calcolo di W e A si fa riferimento a una sezione longitudinale di tubazione di lunghezza pari a 1 m, da cui $W = (s^2/6)\cdot 1000$ mm e $A = s\cdot 1000$ mm.

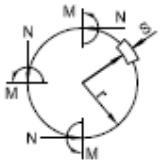
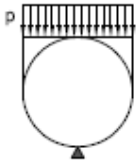
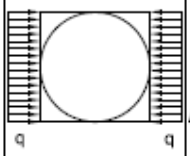
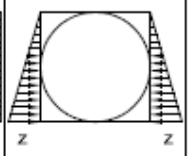


Di seguito vengono riportati gli sforzi assiali ed i momenti flettenti calcolati su tre sezioni del tubo di protezione: verticale superiore, orizzontale mediana e verticale inferiore utilizzando i 5 schemi di carico previsti dal DM:

Documento di proprietà **Saipem.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Saipem Classification - General Use

- Schema A: peso proprio della tubazione
- Schema B: carico orizzontale uniforme
- Schema C: carico laterale uniforme
- Schema D: carico laterale variabile
- Schema E: reazione radiale totale

	A	B	C	D	E
	PESO PROPRIO	CARICO RIPARTITO SUPERIORE	CARICO RIPARTITO LATERALE	CARICO TRIANGOLARE LATERALE	REAZIONE RADIALE COSTANTE SETTORE $2\varphi_0 = 60°$
SCHEMA					
SEZIONE VERTICALE SUPERIORE	$M = \frac{1}{2}\gamma_t s r^2$ $N = -\frac{1}{2}\gamma_t s r$	$M = (\frac{4}{3\pi} - \frac{1}{8}) p r^2 = 0{,}29941\, p r^2$ $N = -\frac{1}{3\pi} p r = -0{,}10610\, p r$	$M = -\frac{1}{4} q r^2$ $N = q r$	$M = -\frac{5}{48} z r^2 = -0{,}10417\, z r^2$ $N = \frac{5}{16} z r = 0{,}31250\, z r$	Q = (reazione totale) $M = -0{,}0073038\, Q r$ $N = 0{,}014817\, Q$
SEZIONE ORIZZONTALE MEDIANA	$M = -\frac{\pi-2}{2}\gamma_t s r^2 = -0{,}57080\, \gamma_t s r^2$ $N = \frac{\pi}{2}\gamma_t s r = 1{,}57080\, \gamma_t s r$	$M = (\frac{1}{\pi} - \frac{5}{8}) p r^2 = -0{,}30669\, p r^2$ $N = p r$	$M = \frac{1}{4} q r^2 =$ $N = 0$	$M = \frac{1}{8} z r^2 = 0{,}125\, z r^2$ $N = 0$	$M = 0{,}0075118\, Q r$ $N = 0$
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 = carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso della massicciata
q = pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali
z = pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali
r = raggio medio della tubazione

s = spessore della tubazione
γ_t = peso specifico del materiale costituente la tubazione
Q = reazione radiale totale

Documento di proprietà **Saipem.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Saipem Classification - General Use

3.4. Sezione verticale superiore

Schema A

M = $\frac{1}{2} \cdot \gamma_a \cdot s \cdot r^2$ = 21.24 Nm

N = $-\frac{1}{2} \cdot \gamma_a \cdot s \cdot r$ = -95.28 N

Schema B

M = $0.29941 \cdot p \cdot r^2$ = 1041.84 Nm

N = $-0.10610 \cdot p \cdot r$ = -1655.94 N

Schema C

M = $-\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$ = -434.96 Nm

N = $q \cdot r$ = 7803.67 N

Schema D

M = $-0.10417 \cdot z \cdot r^2$ = -21.30 Nm

N = $-0.31250 \cdot z \cdot r$ = 286.56 N

Schema E

M =$-0.0073038 \cdot Q \cdot r$ = -54.04 Nm

N = $0.014817 \cdot Q$ = 491.76 N

TOTALE

Mt = 552.79 Nm

Nt = 6830.78 N

$\sigma_{Mt} = \frac{Mt * 1000}{W} =$ 26.92N/mm²

$\sigma_{Nt} = \frac{Nt}{A} =$ 0.62N/mm²

$\sigma_t = |\sigma_{Mt}| + |\sigma_{Nt}| =$ **27.53N/mm²**

Documento di proprietà **Saipem.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Saipem Classification - General Use

3.5. Sezione orizzontale mediana

Schema A

M = $-0.5708 \cdot \gamma_a \cdot s \cdot r^2$ = -24.25 Nm

N = $1.5708 \cdot \gamma_a \cdot s \cdot r$ = 299.32 N

Schema B

M = $-0.30669 \cdot p \cdot r^2$ = -1067.18 Nm

N = $p \cdot r$ = 15607.35 N

Schema C

M = $\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$ = 434.96 Nm

N= 0.0

Schema D

M = $\frac{1}{8} \cdot z \cdot r^2$ = 25.56 Nm

N = 0.0

Schema E

M = $0.0075118 \cdot Q \cdot r$ = 55.58 Nm

N = 0.0

TOTALE

Mt = -575.33 Nm

Nt = 15906.67 N

$\sigma_{Mt} = \frac{Mt * 1000}{W}$ = -28.02 N/mm²

$\sigma_{Nt} = \frac{Nt}{A}$ = 1.43 N/mm²

$\sigma_t = |\sigma_{Mt}| + |\sigma_{Nt}|$ = **29.45 N/mm²**

Documento di proprietà **Saipem.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Saipem Classification - General Use

3.6. Sezione verticale inferiore

Schema A

M = $\frac{3}{2} \cdot \gamma_a \cdot s \cdot r^2$ = 63.73 Nm

N = $\frac{1}{2} \cdot \gamma_a \cdot s \cdot r$ = 95.28 N

Schema B

M = $0.58721 \cdot p \cdot r^2$ = 2043.29 Nm

N = $0.10610 \cdot p \cdot r$ = 1655.94 N

Schema C

M = $-\frac{1}{4} \cdot q \cdot r^2$ = -434.96 Nm

N = $q \cdot r$ = 7803.67 N

Schema D

M = $-0.14583 \cdot z \cdot r^2$ = -29.81 Nm

N = $0.68750 \cdot z \cdot r$ = 630.43 N

Schema E

M = $0.11165 \cdot Q \cdot r$ = -826.15 Nm

N = $0.11916 \cdot Q$ = 3954.80 N

TOTALE

Mt = 816.09 Nm

Nt = 14140.13 N

$\sigma_{Mt} = \frac{Mt * 1000}{W}$ = 39.74 N/mm²

$\sigma_{Nt} = \frac{Nt}{A}$ = 1.27 N/mm²

$\sigma_t = |\sigma_{Mt}| + |\sigma_{Nt}|$ = **41.02 N/mm²**

Documento di proprietà **Saipem.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Saipem Classification - General Use

3.7. Tabelle riepilogative

SEZIONI		SCHEMI DI CARICO Valori di M (Nm) – Valori di N (N)					
		A	B	C	D	E	Totale
Verticale Superiore	M	21.24	1041.84	-434.96	-21.30	-54.04	552.79
	N	-95.28	-1655.94	7803.67	286.56	491.76	6830.78
Orizzontale Mediana	M	-24.25	-1067.18	434.96	25.56	55.58	-575.33
	N	299.32	15607.35	0.00	0.00	0.00	15906.67
Verticale Inferiore	M	63.73	2043.29	-434.96	-29.81	-826.15	816.09
	N	95.28	1655.94	7803.67	630.43	3954.80	14140.13

SEZIONI	SOLLECITAZIONI UNITARIE Valori di (N/mm²)				
	σ_{Mt}	σ_{Nt}	σ_t	Modulo Resistente	Area Resistente
Verticale Superiore	26.92	0.62	27.53	20535	11100
Orizzontale Mediana	-28.02	1.43	29.45		
Verticale Inferiore	39.74	1.27	41.02		

σ massima = **61.52N/mm²**
(maggiorata per la presenza delle tubazioni portacavi)

σ ammissibile = 415 / 2 = **207.50 N/mm²**

coefficiente di sicurezza Ks = 415 / 61.52 = **6.75**

coefficiente di sicurezza ammissibile Ks_{amm} = **2**

Documento di proprietà **Saipem.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Saipem Classification - General Use

4. TUBO DI SFIATO

Le estremità del tubo di protezione saranno chiuse con adeguato sistema che assicuri la chiusura stagna dell'intercapedine e verrà munito, ai due estremi di un tubo di sfiato (secondo quanto prescritto nell'art. 2.4.9 del D.M.). Nell'estremità più bassa, verrà inserito un tubo di spurgo dell'intercapedine (secondo quanto prescritto nell'art. 2.4.11 del D.M.).

I tubi di sfiato saranno portati a giorno ad una distanza non inferiore a 20 m della più vicina rotaia (secondo quanto prescritto nell'art. 2.4.10 del D.M.).

5. APPARECCHIATURE DI CONTROLLO

Le prese per manometro, le prese per il controllo dello stato elettrico della condotta e del tubo di protezione, il terminale del tubo di spurgo dell'intercapedine fra il tubo di protezione e la condotta saranno ubicati come indicato nell'allegato disegno numero AT-15E-01121 in accordo al punto 2.5.1 dell'Allegato A del DM.

6. CONGEGNI DI INTERCETTAZIONE

Le camerette, contenenti ciascuna una valvola con sistema automatico che permette l'immediata attivazione degli organi di intercettazione in caso di avaria, saranno costruite rispettivamente a 54.20 m a monte ed a 326.95 m a valle dell'attraversamento ed avranno una distanza di 383.16 m tra loro misurata sull'asse della condotta.

7. PROTEZIONE CATODICA

La condotta sarà interamente protetta catodicamente, quindi non è necessaria l'installazione dei giunti isolanti.

8. TUBAZIONI PORTACAVI

Con la condotta sarà eseguita la messa in opera di due tubazioni portacavi DN 100 (4") di diametro 114.3 mm e spessore minimo di 4.0 mm (Diametro interno Di pari a 106.30 mm) in acciaio Fe 33 (UNI 7287/74 o 7288/74) grezzo internamente e rivestito esternamente con polietilene tipo pesante spessore minimo 1,2 mm e da saldare con processo di saldatura tipo TIG. Il carico unitario minimo di snervamento del materiale impiegato per tubi portacavi è pari a 185 N/mm^2.

I lavori verranno eseguiti contemporaneamente a quelli del metanodotto e le tubazioni portacavi saranno saldate al tubo di protezione nella posizione indicata nel disegno allegato.

La saldatura longitudinale del tubo portacavi al tubo di protezione verrà eseguita a tratti alterni, con la lunghezza del tratto saldato pari almeno al 30% della lunghezza totale del tubo di protezione.

La lunghezza massima di ogni tratto non saldato sarà di 3 m.

La lunghezza del singolo cordone di saldatura sarà non minore di 25 mm.

All'interno dei tubi portacavi sono installati n.3 tubi in PEAD DN 50 PN16, due dei quali verranno lasciati vuoti. All'interno del terzo tubo in PEAD verrà alloggiato un cavo in fibra ottica completamente dielettrico con 24 fibre De 14mm utilizzato esclusivamente per attività di telecontrollo del metanodotto.

Documento di proprietà **Saipem.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Saipem Classification - General Use

9. MODALITA' ESECUTIVE DELL'ATTRAVERSAMENTO

L'attraversamento sarà realizzato con un piccolo cantiere operante contemporaneamente a quello principale di linea.

L'attraversamento sarà eseguito mediante trivella spingitubo secondo le seguenti fasi operative:

a. Ricerca ed eventuale bonifica ordigni bellici;

b. Apertura pista di scavo;

c. Trasporto a piè d'opera delle attrezzature, delle barre di tubo di linea e di tubo di protezione necessarie;

d. Esecuzione degli scavi e delle eventuali relative opere provvisionali di stabilizzazione nonché delle protezioni necessarie all'alloggiamento della trivella (buca di spinta) ed alla sua fuoriuscita (buca di ricezione);

e. Predisposizioni di eventuali opere di sostegno provvisorie, di presidio idraulico e/o drenaggio (in caso di presenza di falda superficiale);

f. Messa in opera mediante trivella spingitubo del tubo di protezione DN 450 (18") e due tubazioni DN 100 (4");

g. Preparazione, fuori opera, della colonna d'attraversamento (sigaro) costituita dalle barre di tubo di linea DN 300 (12") saldate di testa, controllo delle saldature con metodo non distruttivo e successivo precollaudo idraulico;

h. Infilaggio del "sigaro" all'interno del tubo di protezione e successivo collegamento ai tratti di linea a monte e a valle dell'attraversamento;

i. Posizionamento dei tubi di sfiato;

j. Rinterro e ripristino dell'area interessata dai lavori alla situazione originaria.

Si evidenzia che in nessuna circostanza i lavori di costruzione del metanodotto e delle opere annesse arrecheranno turbativa all'esercizio della ferrovia attraversata o conseguenze avverse alle relative strutture di pertinenza.

10. ALLEGATI

Disegno n° AT-15E-01121

Documento di proprietà **Saipem.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Saipem Classification - General Use

11. CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI

In base alle modalità costruttive previste per la realizzazione dell'attraversamento in oggetto, i tempi per la sua costruzione sono stati stimati in 23 giorni lavorativi.

Di seguito viene riportato un diagramma illustrativo dei tempi di avanzamento dei lavori in relazione alle fasi esecutive.

NQ /R20133/R-L01 - COD. TEC. 9114232

CLIENTE snam — PROGETTISTA SAIPEM

Cronoprogramma dei lavori di posa del met. Derivazione per Porto Empedocle DN 300 (12") - DP 24 bar e opere connesse in corrispondenza dell'attraversamento ferroviario "Palermo - Agrigento - Porto Empedocle" alla progr. km 113+176 (Comune di Aragona)

N.	Descrizione Attività	Durata gg.	DURATA (gg lavorativi dall'inizio dei lavori)																													
			SETTIMANA 1					SETTIMANA 2					SETTIMANA 3					SETTIMANA 4					SETTIMANA 5					SETTIMANA 6				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	Picchettamento - Taglio Piante	1																														
2	Apertura pista/scotico	2																														
3	Bonifica da Ordigni Bellici	4																														
4	Impianto cantiere	2																														
5	Scavo e allestimento delle buche per trivellazione	5																														
6	Trivellazione con spingitubo del T.P.	4																														
7	Prefabbricazione della condotta (sigaro) collaudo idraulico infilaggio nel T.P. e collegamenti alla linea	5																														
8	Rinterro	2																														
9	Ripristini morfologici	1																														
10	Espianto cantiere	3																														

Documento di proprietà **Saipem.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Saipem Classification - General Use

12. PIANO DI MANUTENZIONE DELL'INTERFERENZA

In linea con quanto previsto al punto 5.5 del D.M. 17.04.2008 del Ministero dello Sviluppo Economico – la scrivente Società per far fronte ad interventi di emergenza dovuti ad anomalie o guasti in qualsiasi punto della rete, in qualunque ora del giorno e della notte e per tutti i giorni dell'anno, adotta un dispositivo organizzativo/logistico che codifica i criteri per la predisposizione delle diverse figure professionali sempre reperibili a turnazione sia a livello locale che centrale, definisce le linee guida dell'intervento operativo delle stesse, nonché le procedure per il reperimento di attrezzature e materiali occorrenti a tal fine, in modo da facilitare la rapidità e l'efficacia dell'intervento medesimo.

Al fine di permettere la ricezione di segnalazioni di anomalie da parte di Terzi, è stato predisposto e pubblicato sul sito internet di Snam Rete Gas (www.snamretegas.it) il numero verde di PRONTO INTERVENTO 800.970.911, attivo h 24 per tutti i giorni dell'anno, cui risponde il Dispacciamento di S. Donato Milanese, l'unità operativa di Snam Rete Gas, sempre presidiata, che gestisce e monitora continuamente il sistema di trasporto del gas. Tutte le chiamate a questo numero vengono registrate.

Inoltre, al fine di consentire sempre la ricezione di segnalazioni di anomalie, le chiamate di Terzi indirizzate alle unità periferiche al di fuori del normale orario di lavoro, vengono automaticamente commutate verso il Dispacciamento, che provvede all'attivazione del personale reperibile ed assicura le opportune azioni di coordinamento e di supporto dell'intervento stesso.

Coerentemente con quanto previsto al punto 6 "Ispezione e Manutenzione" del richiamato Decreto Ministeriale, Snam Rete Gas attua, su tutta la propria rete, ivi compreso l'impianto di cui alla presente relazione, un piano di ispezione e manutenzione con registrazione degli esiti nel proprio sistema informativo, al fine di garantire l'affidabilità e l'esercizio in sicurezza dei metanodotti e dei suoi impianti. Assicura inoltre, tutte le necessarie attività di manutenzione straordinaria, correttiva e on-condition, tracciando le stesse nei propri sistemi informativi o nella documentazione cartacea.

Documento di proprietà **Saipem.** La Società tutelerà i propri diritti in sede civile e penale a termini di legge.

Saipem Classification - General Use