

# PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

*Provincia di Sondrio*

## COMMITTENTE:

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<sup>^</sup> SPECIE  
TRA CHIURO E TEGLIO (F.ne Tresenda)  
1° LOTTO METANODOTTO DN 350  
CHIURO-TIRANO

1.8

FILOSOFIA E REQUISITI BASE  
DEL SISTEMA DI PROTEZIONE CATODICA



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 F712O e-mail: info@ingmarcoriva.com

**Studio**  
**Tecnico**  
Dott. Ing. Marco Riva

## INDICE

<b>1</b>	<b>SCOPO</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO</b>	<b>4</b>
2.1	NORME E STANDARDS	4
2.2	DISEGNI E DOCUMENTI DI PROGETTO	4
<b>3</b>	<b>DATI DI BASE</b>	<b>5</b>
3.1	Strutture da Proteggere	5
3.2	Limiti di Batteria	5
3.3	Resistività del terreno	5
3.4	Vita di Progetto	5
3.5	Densità di Corrente di Protezione	5
3.6	Potenziale di Protezione	6
3.7	Resistenza di isolamento	6
3.8	Resistività specifica acciaio	6
3.9	Fornitura Energia Elettrica	6
<b>4</b>	<b>REQUISITI DEL SISTEMA DI PROTEZIONE CATODICA</b>	<b>7</b>
4.1	Configurazione del Sistema di Protezione Catodica	7
4.2	Alimentatori di Protezione Catodica	7
4.3	Dispensori Anodici	7
4.4	Giunti isolanti	8
4.5	Punti Di Misura	8
4.6	Cavi elettrici di collegamento	9
4.7	Sistema di Protezione Catodica Temporaneo	9
4.8	Avviamento del sistema di protezione catodica e controlli periodici	9
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA DI CALCOLO</b>	<b>10</b>
5.1	Corrente Richiesta	10
5.2	Determinazione della Costante di Attenuazione.	10
5.3	Potenziale della Condotta	11
5.4	Dimensionamento del Dispensore a Pozzo Profondo	12
<b>6</b>	<b>CONSISTENZA DELL'IMPIANTO</b>	<b>15</b>
6.1	Stazioni di Protezione Catodica	15
6.2	Punti di Misura	15
<b>7</b>	<b>DISEGNI TIPICI INSTALLAZIONE SISTEMA DI PROTEZIONE CATODICA</b>	<b>17</b>

## 1 SCOPO

Il presente documento illustra le metodologie di dimensionamento del sistema di protezione catodica relativo al Metanodotto Chiuro-Teglio (F.ne Tresenda) DN 350 (14") e ne fornisce i requisiti minimi dei materiali.

Si riporta qui di seguito la descrizione dettagliata dei componenti del sistema di protezione catodica.

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

L'impianto è realizzato in accordo con quanto stabilito nei documenti di seguito riportati.

### 2.1 NORME E STANDARDS

UNI 9783	Protezione catodica di strutture metalliche interrato. Interferenze elettriche tra strutture metalliche interrato.
UNI 10166	Protezione catodica di strutture metalliche interrato. Posti di misura.
UNI 10167	Protezione catodica delle strutture metalliche interrato – Custodie per dispositivi e posti di misura
UNI 10285	Giunti isolanti monoblocco $80 \leq DN \leq 600$ - PN 16
UNI 10428	Protezione catodica di condutture metalliche interrato. Impianti di drenaggio unidirezionale.
UNI 10835	Protezione catodica di strutture metalliche interrato - Anodi e dispersori per impianti a corrente impressa - Criteri di progettazione e installazione
UNI 11094	Protezione catodica di strutture metalliche interrato - Criteri generali per l'attuazione, le verifiche e i controlli ad integrazione della UNI EN 12954 anche in presenza di correnti disperse
UNI EN 12954	Protezione catodica di strutture metalliche interrato o immerse. Principi generali e applicazione per condotte
UNI EN 13509	Tecniche di misurazione per la protezione catodica
UNI CEI 8	Alimentatore di protezione catodica

### 2.2 DISEGNI E DOCUMENTI DI PROGETTO

1.1	Relazione Tecnica di Progetto
4.2	Metanodotto Chiuro-Teglio DN350 – Tracciato di progetto
4.3	Metanodotto Chiuro-Teglio DN350 – Planimetria catastale

### 3 DATI DI BASE

#### 3.1 Strutture da Proteggere

Le caratteristiche della condotta da proteggere sono qui di seguito riportate:

Condotta	DN	Diametro esterno (mm)	Spessore nominale (mm)	Lunghezza (m)	Materiale	Rivestiment o esterno
Metanodotto Chiuro-Teglio	14"	355.6	6.4	8373	API 5L X52	Polietilene estruso triplo strato spessore 3 mm

#### 3.2 Limiti di Batteria

I limiti di batteria del sistema a protezione catodica sono così definiti:

- Giunti isolanti posti all'inizio ed alla fine del Metanodotto Chiuro-Teglio DN 350 (14")

#### 3.3 Resistività del terreno

In assenza di misure eseguite in questa fase, si assume un valore medio della resistività del terreno pari a 100 ohm·m.

Ai fini del dimensionamento del dispersore, si assume un valore medio della resistività del terreno pari a 50 ohm·m, considerando la morfologia del terreno attraversato e che il dispersore sarà del tipo profondo.

#### 3.4 Vita di Progetto

Il sistema di protezione catodica e dei relativi componenti sarà progettato allo scopo di garantire una vita minima di protezione pari a 30 anni.

#### 3.5 Densità di Corrente di Protezione

In considerazione della tipologia di rivestimento esterno (polietilene estruso triplo strato) la densità media di corrente di protezione, usata per il dimensionamento del sistema di protezione catodica, sarà pari a 0.05 mA/m<sup>2</sup>, in accordo a valori di assorbimento riscontrati su metanodotti simili esistenti.

### **3.6 Potenziale di Protezione**

In accordo a quanto definito nella relazione tecnica di progetto, il potenziale di protezione della condotta dovrà essere più negativo o uguale a  $-1$  V.

Al fine di evitare problemi di infragilimento da idrogeno su acciai al alto snervamento, il potenziale di polarizzazione non dovrà essere più negativo di  $-1.2$  V rispetto all'elettrodo di riferimento Cu-CuSO<sub>4</sub> saturo.

### **3.7 Resistenza di isolamento**

Per scopi di dimensionamento del sistema di protezione catodica ed in considerazione delle caratteristiche della condotta, i valori di potenziale di protezione, densità di corrente, caratteristiche del terreno attraversato, il valore di resistenza di isolamento del rivestimento esterno in polietilene sarà di 12000 Ohm·m<sup>2</sup>.

### **3.8 Resistività specifica acciaio**

Il valore di resistenza specifica dell'acciaio è assunto pari a  $0.18 \cdot 10^{-6}$  (Ohm.m).

### **3.9 Fornitura Energia Elettrica**

Per l'alimentazione del sistema di protezione catodica, dovrà essere disponibile la fornitura di energia elettrica all'inizio ed alla fine della condotta.

## 4 REQUISITI DEL SISTEMA DI PROTEZIONE CATODICA

### 4.1 Configurazione del Sistema di Protezione Catodica

Il sistema di protezione catodica sarà del tipo a corrente impressa e costituito da 2 stazioni, la prima installata all'inizio della condotta la seconda al termine della condotta. Con riferimento alla prima stazione si utilizzerà quella di fine rete Berbenno di Valtellina – Chiuro già presente sul metanodotto in esercizio.

Ogni stazione di protezione catodica sarà costituita da :

- Un alimentatore (trasformatore/raddrizzatore)
- Un dispersore anodico di corrente
- Cavi di collegamento

Lungo il tracciato, allo scopo di monitorare lo stato di protezione della condotta, verranno installati punti di misura.

Le caratteristiche principali dei vari componenti il sistema di protezione catodica sono descritte nei prossimi paragrafi.

### 4.2 Alimentatori di Protezione Catodica

Gli alimentatori di protezione catodica dovranno essere in accordo ai requisiti della norma UNI CEI 8.

Dovranno essere idonei per installazione in contenitori in accordo alla norma UNI 10167.

Gli alimentatori dovranno essere del tipo automatico a corrente e potenziale costante.

Gli alimentatori dovranno essere dimensionati per la massima corrente calcolata ed un margine minimo del 50%. La massima tensione in uscita in CC dovrà essere di 50V ed avere un rating minimo 50V/8A.

L'installazione dovrà avvenire in accordo a quanto definito nell'allegato 8.

### 4.3 Dispersori Anodici

I dispersori anodici, dimensionati sulla base dei requisiti della norma UNI 10835, saranno del tipo a pozzo profondo e costituiti da barre tonde in acciaio. I dispersori saranno dimensionati per una durata di almeno 30 anni e saranno installati in accordo all'elaborato n. 5.1 ed in accordo ai minimi requisiti riportati nella seguente tabella dimensionale:

TABELLA DIMENSIONALE DEL LETTO ANODICO							
TIPO DI ANODO	No. DI ANODI	PROFONDITA' TOTALE (DT)	SEZIONE ATTIVA (DA)	SEZIONE INATTIVA (DP)	TUBO CASING PLASTICO (DPC)	SPAZIATURA ANODI (SA)	DISTANZA DAL FONDO (SE)
Acciaio	10			40 m	10 m		1 m

La resistenza verso terra deve essere la più bassa possibile (< 5 ohm). La spaziatura degli anodi e la profondità totale del letto anodico saranno definite durante la fase di dettaglio sulla base delle misure di resistività che dovranno essere eseguite in tale fase.

Il letto anodico sarà posato in corrispondenza della fascia di servitù.

#### **4.4 Giunti isolanti**

Allo scopo di separare sistemi di protezione catodica esistenti da quello oggetto della presenta specifica, dovranno essere installati giunti isolanti monoblocco all'inizio ed al termine della condotta.

I giunti isolanti, che dovranno rispettare i requisiti della norma UNI 10285, saranno costruiti con lo stesso grado del materiale del tubo (grado X52) ed avranno uno spessore al codolo tale da poter essere saldato al tubo di linea adiacente.

In aggiunta, ad ogni punto di intercettazione con derivazione (PID), dovrà essere installato un giunto isolante sulla derivazione.

#### **4.5 Punti Di Misura**

I punti di misura, che dovranno rispettare i requisiti della norma UNI 10166, dovranno essere installati lungo il tracciato della condotta e saranno dei seguenti tipi (vd. elaborati progettuali 5 disegni di protezione catodica):

- P01: Presa di potenziale su ponti con tubo staffato (elaborato 5.10)
- P02: Presa di potenziale presso PIL interrato (elaborato 5.11)
- P03: Presa di potenziale presso terminali tubi guaina (elaborato 5.14)
- P04: Presa di potenziale presso giunti isolanti (elaborato 5.15)
- P05: Presa di potenziale semplice, spaziate almeno 1 km, se non già presenti altri tipi di punti di misura (elaborato 5.16)
- P06: Presa di potenziale PID interrato con derivazione (elaborato 5.17)
- P07: Presa di potenziale presso PIL aereo (elaborato 5.18)

Si vedano in merito i seguenti elaborati:

- Elaborato 5.5: dettagli di PC degli incroci con altre condotte interrate;
- Elaborato 5.6: dettagli di PC per punti di misura semplici e per attraversamenti stradali;
- Elaborato 5.7: dettagli di PC per messa a terra di linea;
- Elaborato 5.8: dettagli di PC per punti di misura ai giunti isolanti;
- Elaborato 5.9: schema Impianto di Protezione Catodica;

Tutte le connessioni dei cavi alla condotta saranno effettuate in accordo ai requisiti dell'elaborato progettuale tav. 5.2.

I punti di misura saranno installati in zone facilmente accessibili, fuori dalle aree pericolose, e possibilmente in combinazione dei punti di segnalazione del gasdotto.



#### **4.6 Cavi elettrici di collegamento**

I cavi elettrici facenti parte del sistema di protezione catodica devono avere requisiti di resistenza agli agenti corrosivi del terreno ed un buon isolamento elettrico.

La presenza di falle nell'isolante mette il conduttore di rame a contatto con il terreno divenendo anche esso anodo con conseguente rapido consumo del materiale fino all'interruzione del collegamento.

Il collegamento del cavo elettrico agli anodi deve avvenire con particolare cura in quanto si rischia di compromettere il funzionamento dell'anodo stesso.

L'isolamento del cavo elettrico deve essere tale da resistere alle condizioni aggressive del letto di posa. Per il progetto in oggetto dovrà essere previsto l'utilizzo di cavi con isolamento in gomma etilenpropilenica (mescola G7) e guaina esterna in PVC.

#### **4.7 Sistema di Protezione Catodica Temporaneo**

Se i lavori si dovessero protrarre oltre a quanto previsto e le misure effettuate evidenziassero l'insufficienza degli anodi di magnesio installati dovrà essere previsto un sistema di protezione catodica temporaneo composto da:

- Generatori portatili per alimentazione in corrente continua
- Profilati di acciaio come anodi a corrente impressa.

Dovranno essere posati gli anodi di magnesio previsti negli elaborati per una temporanea protezione catodica.

Ogni mese dovranno essere eseguite misure di potenziale lungo il tracciato atte a verificare l'efficienza del sistema temporaneo.

#### **4.8 Avviamento del sistema di protezione catodica e controlli periodici**

Al termine della costruzione del sistema di protezione catodica permanente, dovranno essere eseguite le attività di messa in esercizio del sistema in accordo ad una procedura approvata dalla Committente. Particolare attenzione dovrà essere posta alla valutazione e risoluzione di possibili interferenze elettriche in corrispondenza di attraversamenti ferroviari elettrificati.

Durante l'esercizio della condotta, dovranno essere eseguite periodicamente misure elettriche per verificare l'efficienza del sistema di protezione catodica.

Le misure dovranno essere eseguite in accordo ai requisiti della norma UNI EN 13509 e UNI 11094.

## 5 METODOLOGIA DI CALCOLO

Le dimensioni della condotta suggeriscono il dimensionamento utilizzando il metodo denominato "dell'attenuazione".

Di seguito è riportata la metodologia da seguire.

### 5.1 Corrente Richiesta

La corrente totale richiesta è determinata da:

$$I_r = \left( \frac{i}{1000} \right) * (\pi * D * L_p) \quad [\text{Eq.1}]$$

dove:

$I_r$  = Corrente totale richiesta (A)

$i$  = Densità di corrente di protezione (mA/m<sup>2</sup>)

$D$  = Diametro esterno della condotta (m)

$L_p$  = Lunghezza della condotta (m).

La corrente così determinata sarà aumentata di almeno il 30% per assicurare una disponibilità di riserva di corrente al sistema di protezione catodica.

### 5.2 Determinazione della Costante di Attenuazione.

Per la valutazione del sistema di protezione catodica, bisogna determinare due parametri, definiti rispettivamente Resistenza caratteristica ( $R_k$ ) e Costante di attenuazione ( $\alpha$ ), come segue:

$$R_l = \frac{(R_s * 1000)}{[\pi * (D - s) * s]} \quad [\text{Eq.2}]$$

Dove :

$R_l$  = Resistenza longitudinale (Ohm/km)

$R_s$  = Resistività specifica dell'acciaio (Ohm.m) =  $0.18 \cdot 10^{-6}$

$s$  = Spessore della condotta (m).

$$R_t = \frac{R_l}{(\pi * D * 1000)} \quad [\text{Eq.3}]$$

Dove :

$R_t$  = Resistenza trasversale (Ohm.km);

$R_i$  = Resistenza di isolamento (Ohm.m<sup>2</sup>).

$$\alpha = \sqrt{\frac{R_i}{R_t}} \quad [\text{Eq.4}]$$

dove:

$\alpha$  = Costante di attenuazione (km<sup>-1</sup>).

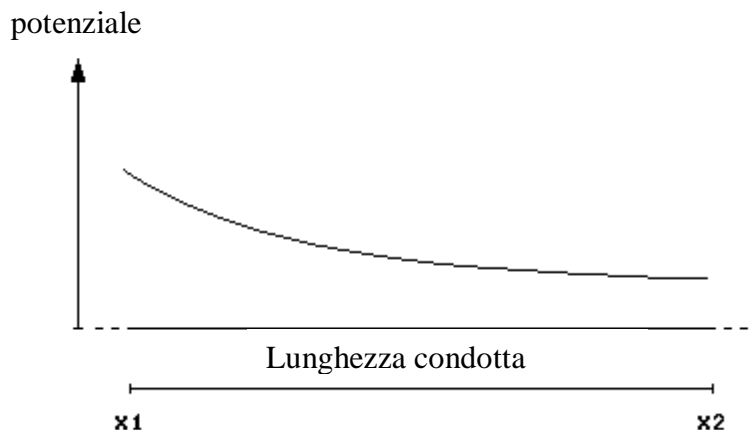
$$R_k = \sqrt{R_l * R_t} \quad [\text{Eq.5}]$$

dove:

$R_k$  = Resistenza caratteristica della condotta (Ohm).

### 5.3 Potenziale della Condotta

L'abbattimento del potenziale di protezione lungo una sezione di condotta è mostrato nella seguente figura:



L'incremento di potenziale e la corrente necessaria per proteggere la condotta sono definite dalle seguenti equazioni:

$$E_{x1} = E_{x2} * \cosh[\alpha * (x2 - x1)] + R_k * I_{x2} * \sinh[\alpha * (x2 - x1)] \quad [\text{Eq.6}]$$

$$I_{x1} = I_{x2} * \cosh[\alpha * (x2 - x1)] + \frac{E_{x2} * \sinh[\alpha * (x2 - x1)]}{R_k} \quad [\text{Eq.7}]$$

dove:

- Ex1 = incremento in potenziale al punto di drenaggio "x1" (V)
- Ex2 = incremento in potenziale al punto "x2" (V)
- Ix1 = corrente drenata al punto "x1" (A)
- Ix2 = corrente al punto "x2" (A)
- $\alpha$  = Costante di attenuazione della condotta (1/km)
- R<sub>k</sub> = Resistenza caratteristica della condotta (Ohm).

Il potenziale tubo-terra sarà uguale agli incrementi di potenziale calcolati, aumentati del potenziale naturale della condotta nel terreno, assunto pari a - 0.5 V.

## 5.4 Dimensionamento del Dispersore a Pozzo Profondo

### 5.4.1 Quantità degli anodi

Il peso minimo di materiale anodico da installare sarà determinato da:

$$W = \frac{Y * C * I}{U} \quad [\text{Eq.8}]$$

dove:

- W = Massa anodica richiesta (kg)
- Y = Vita di progetto (anni)
- U = Fattore di Utilizzazione degli anodi
- C = Velocità di consume degli anodi (kg/A.anno)
- I = Corrente nominale in uscita del T/R (A).

La massa anodica richiesta sarà quindi maggiorata del 25%.

Il numero minimo di anodi da installare sarà determinato da:

$$N = \frac{W + 25\%}{W_a} \quad [\text{Eq.9}]$$

dove :

- N = Numero di anodi
- W<sub>a</sub> = Peso netto anodo (kg)

La lunghezza della parte attiva del dispersore sarà determinato come segue:

$$DA = \{(N * L_a) + [(N - 1) * SA] + 2 \cdot SE\} \quad [Eq.10]$$

dove:

- DA = Lunghezza parte attiva del dispersore (m)
- L<sub>a</sub> = Lunghezza del singolo anodo (m)
- SA = Spaziatura tra gli anodi (m)
- SE = Distanza degli anodi dalle estremità del dispersore.

#### 5.4.2 Resistenza del dispersore

Conseguentemente al rating del T/R, il dispersore dovrà essere dimensionato in modo tale da definire la massima resistenza ammissibile utilizzando la formula di Dwight per pozzi profondi:

$$R_a = \frac{R_0}{2 * \pi * DA} * \left( \ln \frac{8 * DA}{d} - 1 \right) \quad [Eq.11]$$

dove:

- R<sub>a</sub> = Resistenza del dispersore (Ohm)
- R<sub>0</sub> = Resistività del terreno (Ohm.m)
- DA = Lunghezza parte attiva del dispersore (m)
- d = Diametro del dispersore (m).

Dopo aver ricavato R<sub>a</sub> si calcola la resistenza totale R<sub>t</sub>:

$$R_t = R_N + R_c \quad [Eq.12]$$

ove R<sub>c</sub> è la resistenza del cavo dal raddrizzatore al dispersore, calcolata come:

$$R_c = \rho \cdot \frac{l}{S} \quad [Eq.13]$$

Qui di seguito vengo riportati alcuni valori di resistenza specifica dei cavi in funzione della loro sezione:

Sezione cavo	Resistenza specifica $\frac{\rho}{S}$
(mm <sup>2</sup> )	(Ω/km)
10	2,33
16	1,47
25	0,927
35	0,668
70	0,342

L'intera resistenza del circuito anodico dovrà essere minore della resistenza massima ammissibile data da:

$$R_{\max} = \frac{V_{\text{out}} - \psi}{I_{\text{out}}} \quad [\text{Eq.14}]$$

dove:

$R_{\max}$  = Resistenza massima ammissibile (Ohm)

$V_{\text{out}}$  = Voltaggio nominale del T/R in CC (V); 50V max.

$\psi$  = valore della sovratensione che sulla superficie anodica in seguito alla presenza delle reazioni di ossido riduzione. Generalmente viene scelta pari a 3V.

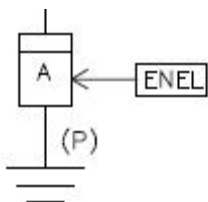
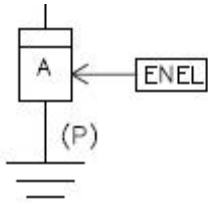
$I_{\text{out}}$  = Massima corrente erogabile dal T/R (A).

## 6 CONSISTENZA DELL'IMPIANTO

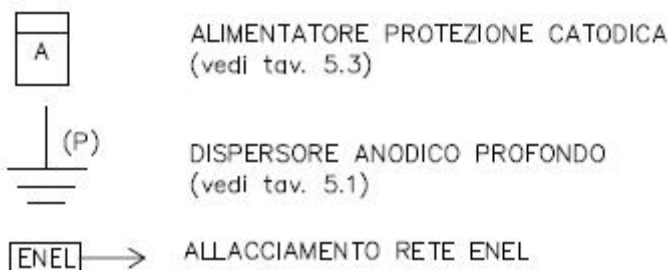
In accordo ai requisiti di progetto ed alla metodologia riportati precedentemente, l'impianto di protezione catodica del metanodotto Chiuro-Teglio 14" risulta essere principalmente costituito dai componenti di cui ai seguenti paragrafi.

### 6.1 Stazioni di Protezione Catodica

Saranno previste due stazioni di protezione catodica:

Progr. Km	Descrizione	Consistenza
0+000		<ul style="list-style-type: none"><li>No. 1 T/R 50V/8A</li><li>Dispersore a pozzo profondo costituito da 40 metri barra Fe <math>\phi</math> 80mm</li></ul>
8+373		<ul style="list-style-type: none"><li>No. 1 T/R 50V/8°</li><li>Dispersore a pozzo profondo costituito da 40 metri barra Fe <math>\phi</math> 80mm</li></ul>

I componenti delle stazioni di protezione catodica sono definiti agli elaborati 5.1 e 5.3.



### 6.2 Punti di Misura

I componenti dei punti di misura sono definiti nei tipici di cui agli elaborati allegati 5.10, 5.11, 5.14, 5.15, 5.16, 5.17, 5.18.

- P01: Presa di potenziale su ponti con tubo staffato (elaborato 5.10)
- P02: Presa di potenziale presso PIL interrato (elaborato 5.11)
- P03: Presa di potenziale presso terminali tubi guaina (elaborato 5.14)
- P04: Presa di potenziale presso giunti isolanti (elaborato 5.15)
- P05: Presa di potenziale semplice (elaborato 5.16)
- P06: Presa di potenziale PID interrato con derivazione (elaborato 5.17)
- P07: Presa di potenziale presso PIL aereo (elaborato 5.18)

## 6.2.1 Punti di Misura agli Attraversamenti

### a) Attraversamenti con Tubo di Protezione

Progr. Km	Descrizione	Tubo Guaina ( API 5L X52)	tipo punto di misura
0+000	Strada Comunale via Fraccia a Chiuro	DN450 (18") - Sp 9,5mm	n°1 P04
1+223	SS38 + Linea Ferroviaria RFI Sondrio-Tirano	DN450 (18") - Sp 9,5mm	n°2 P03
3+020	Strada Comunale S.Giacomo	DN450 (18") - Sp 9,5mm	n°2 P03
8+296	SS39 per Aprica	DN450 (18") - Sp 9,5mm	n°2 P03

### b) Attraversamenti fluviali in subalveo

Progr. Km	Descrizione	Tubo Guaina ( API 5L X52)	tipo punto di misura
0+090	Torrente Rio Rogna	DN450 (18") - Sp 9,5mm	n°2 P03
0+690	Torrente Valle S. Giovanni	DN450 (18") - Sp 9,5mm	n°2 P03

### c) Attraversamenti fluviali in subalveo con appesantimento in cls

Progr. Km	Descrizione	Tubo Guaina ( API 5L X52)	tipo punto di misura
2+239	Trivellazione argine F. Adda (lato monte)	DN450 (18") - Sp 9,5mm	n°2 P03
2+836	Torrente Malgina	DN450 (18") - Sp 9,5mm	n°2 P03
4+320	Torrente Margatta	DN450 (18") - Sp 9,5mm	n°2 P03
6+365	Torrente Bondone	DN450 (18") - Sp 9,5mm	n°2 P03
7+252	Canale irrigazione	DN450 (18") - Sp 9,5mm	n°2 P03

### d) Attraversamenti fluviali aerei

Progr. Km	Descrizione	Tubo Guaina ( API 5L X52)	tipo punto di misura
7+096	Torrente Rio Pradello	DN450 (18") - Sp 9,5mm	n°2 P01
8+038	Torrente Caronella	DN450 (18") - Sp 9,5mm	n°2 P01

## 6.2.2 Punti di Misura in corrispondenza degli impianti di linea

Progr. Km	Impianto	Derivazione	tipo punto di misura
0+910	PID N°1 interrata	NIGOLA	P06
1+432	PIL N°1		P07
3+107	PIL N°2 interrata		P02
3+540	Stacco di DERIVAZIONE DN4"	SAN GIACOMO	P04
4+947	PIL N°3		P07
6+901	PIL N°4		P07
7+924	Stacco di DERIVAZIONE DN4"	TRESEDA	P04
8+351	PIL N°5		P07



### 6.2.3 Punti di Misura Semplici alle Progressive Chilometriche

Progr. Km	tipo punto di misura
5+656	P05

## 7 DISEGNI TIPICI INSTALLAZIONE SISTEMA DI PROTEZIONE CATODICA

5.1	Tipico per dispersore anodico profondo
5.2	Dettagli per la connessione del cavo di PC mediante saldobrasatura capillare
5.3	Installazione unità T/R
5.4	Dettagli di PC negli attraversamenti ferroviari
5.5	Dettagli di PC degli incroci con altre condotte interrate
5.6	Dettagli di PC per punti di misura semplici e per attraversamenti stradali
5.7	Dettagli di PC per messa a terra di linea
5.8	Dettagli di PC per punti di misura ai giunti isolanti
5.9	Schema Impianto di Protezione Catodica
5.10	Schema posto di misura con accessori su giunto lato ponte
5.11	Schema posto di misura con accessori su valvola interposta a due giunti
5.12	Schema posto di misura con accessori su punto intermedio parallelismo FS
5.13	Schema posto di misura in corrispondenza piccoli ponti
5.14	Presa di potenziale presso terminali tubi guaina
5.15	Presa di potenziale presso giunti isolanti
5.16	Presa di potenziale semplice
5.17	Presa di potenziale presso PID interrato
5.18	Presa di potenziale presso PIL aereo

Sondrio, febbraio 2013

### IL TECNICO

Dott. Ing. Marco Riva

