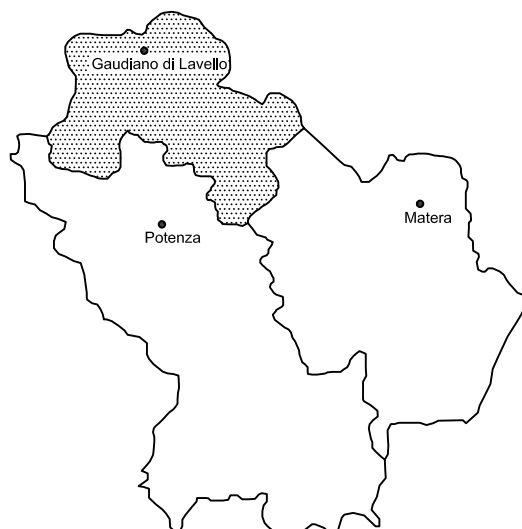




## REGIONE BASILICATA



### COMPLETAMENTO DEI DISTRETTI IRRIGUI IN AGRO DI MONTEMILONE ED INTEGRAZIONE RISORSE IDRICHE

### PROGETTO ESECUTIVO

#### G-ELABORATI AMMINISTRATIVI

**G12**

Disciplinare tecnico protezione catodica

Giugno 2014

IL PROGETTISTA

Prof. Ing. A.F. PICCINNI

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.7288



IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Fileno PENNACCHIO

IL COMMISSARIO STRAORDINARIO

Avv. G. MUSACCHIO

**DISCIPLINARE TECNICO**  
**PER IMPIANTI DI PROTEZIONE CATODICA A CORRENTE**  
**IMPRESSA**

1. NORME TECNICHE VIGENTI .....	2
2. ALIMENTATORE DI PROTEZIONE CATODICA.....	2
2.1. CARATTERISTICHE ELETTRICHE .....	2
2.2. QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI.....	2
3. CAVI ELETTRICI .....	4
4. SISTEMA DI TELECONTROLLO .....	4
4.1. TELELETTURA .....	5
4.2. TELEALLARMI.....	5
4.3. DATA LOGGER .....	5
4.4. TELECOMANDI.....	5
4.5. GESTORE P.M. (POSTI DI MISURA).....	5
5. COLONNINE PER PUNTI DI MISURA E INTERRUZIONE .....	6
6. COLONNINE SEGNACAVO.....	7
7. ELETTRODO DI RIFERIMENTO al rame/solfato di rame .....	7
8. POZZETTO DI ISPEZIONE PER ELETTRODO.....	7
9. DISPERSORE ANODICO.....	7
10. ARMADIO E CARPENTERIA.....	10
11. DISPOSITIVI DI PROTEZIONE ELETTRICA .....	11
12. CONTENITORE PER CONTATORE ENEL COMPLETO DI SUPPORTO.....	12
13. IMPIANTO DI TERRA DI SICUREZZA.....	12
14. GIUNTI DIELETTICI .....	12
15. COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI .....	12
16. PROVE FUNZIONALI E COLLAUDO DEGLI IMPIANTI .....	13

Il presente disciplinare ha per oggetto la realizzazione d'**impianti di protezione catodica a corrente impressa**, comprese le piccole opere murarie e di carpenteria metallica, la fornitura dei materiali ed il loro montaggio e quant'altro occorre per dare perfettamente funzionanti gli impianti.

## **1. NORME TECNICHE VIGENTI**

Per quanto non espressamente previsto dal presente Disciplinare Tecnico, tutti i circuiti elettrici devono rispondere alle vigenti norme CEI e alla vigente legislazione antinfortunistica (legge 12/02/1955; D.P.R. 24/04/1955 n. 547 e successive integrazioni e modifiche), alle norme UNI 11094, UNI EN 12954 ed UNI 9783, nonché a quanto prescritto dall'Area Manutenzione Impianti Centralizzati dell'A.P. s.p.a. per quanto attiene all'installazione d'impianti di protezione catodica.

## **2. ALIMENTATORE DI PROTEZIONE CATODICA**

L'alimentatore deve essere del tipo a **regolazione automatica**, con tre modalità di funzionamento:

- a corrente costante;
- a potenziale costante;
- a potenziale costante con corrente di base.

Il potenziale catodico e la corrente devono essere regolabili con continuità. In ogni caso l'erogazione di corrente non deve superare i **10 Ampere** e la tensione di uscita max a vuoto non deve superare i **50 Volt**.

### **2.1. CARATTERISTICHE ELETTRICHE**

- *Tensione di alimentazione ammessa 220 V +/- 20%, 50 Hz.*
- *Trasformatore di sicurezza.*
- *Dispositivo "SOFTSTART".*
- *Dispositivo per l'inserzione ciclica PAUSA/LAVORO.*
- *La regolazione in uscita sarà a funzionamento elettronico con regolazione SCR e possibilità di controllo dei seguenti quattro parametri:*
  - *Corrente max in uscita da..... 0-10 A*
  - *Corrente min valore di base..... 0-4 A*
  - *Tensione max in uscita..... 0-50 V*
  - *Potenziale tubo/terra..... 0-5 V*
- *Tempo di risposta minore di 1 secondo.*

Per la regolazione dei quattro parametri saranno usati potenziometri del tipo a demoltiplica atti a garantire una risoluzione maggiore dell'1%.

Nel caso di funzionamento a corrente costante, lo scostamento massimo della corrente erogata rispetto al valore prefissato deve essere minore del 10% in valore assoluto.

Nel caso di funzionamento a potenziale costante lo scostamento del potenziale di struttura rispetto al potenziale prefissato deve essere minore di 100 mV in valore assoluto.

L'alimentatore deve essere dotato di **filtro LC** in modo da eliminare le armoniche presenti nel segnale raddrizzato, garantendo il valore efficace del **ripple entro il 2% del valore della componente continua**, e predisposto per l'inserzione di un eventuale filtro elettronico.

### **2.2. QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI**

I materiali e le apparecchiature devono essere conformi alle relative **norme CEI** ed alle tabelle unificate CEI-UNEL, ove queste esistano.

Tutti i materiali riguardanti la parte elettrica ed elettronica devono essere dimensionati per un funzionamento continuo.

Tutti i **materiali isolanti** devono essere del tipo autoestinguente, anigroscopici e resistenti all'invecchiamento.

Il **trasformatore di isolamento** deve essere costruito secondo la norma CEI 96-2 con caratteristiche di sicurezza.

A montaggio avvenuto, le parti sotto tensione, devono essere inaccessibili a contatti accidentali.

Gli **strumenti di misura** (voltometri e amperometri) devono essere muniti di dispositivo di esclusione e montati sul frontale del pannello fisso. La classe di precisione per strumenti analogici deve essere almeno 1,5 secondo la CEI 85-4.

Tutti i circuiti d'ingresso e di uscita devono essere protetti tramite **fusibili** posti sul frontale del pannello di controllo. I fusibili devono essere del tipo a tappo e montati in modo che, a fusibile estratto, la ghiera non risulti in tensione. L'alimentatore, inoltre, deve essere provvisto di interruttore magnetotermico ( $I_n = 10 \text{ A}$ ).

Sempre sul frontale del pannello di controllo, si devono prevedere lampade spia collegate con l'alimentazione c.a. (corrente alternata) e con i canali di uscita c.c. (corrente continua).

Relativamente alla protezione dai sovraccarichi, cortocircuiti e contatti diretti e indiretti, l'alimentatore deve essere conforme a quanto indicato nella norma **CEI 64-8**.

In uscita deve essere montato un dispositivo di protezione sia verso le sovratensioni inverse, sia verso correnti indotte nell'alimentatore.

Tutti gli organi di manovra, di controllo e di regolazione, devono essere disposti sul fronte dell'apparecchiatura in modo da renderli accessibili aprendo lo sportello anteriore.

Al fine di consentire le operazioni di manutenzione e controllo, si deve prevedere un contropannello, in materiale isolante, opportunamente serigrafato, sul quale sono montati:

- morsetti serrafilo di collegamento con l'esterno predisposti per cavi fino a  $25 \text{ mm}^2$ ;
- porta fusibili con fusibili di protezione;
- manopole per la regolazione delle seguenti grandezze:
  - corrente di base;
  - corrente massima;
  - tensione massima;
  - d.d.p. tubo-elettrodo;
- n.1 interruttore ausiliario.

I collegamenti elettrici fra i vari elementi dell'apparecchiatura devono essere eseguiti con cavi rispondenti alle tabelle CEI-UNEL, rivestiti e diversamente colorati, cablati, in modo da poterne seguire facilmente il circuito.

I **morsetti** utilizzati, di sezione adeguata ai conduttori da collegare (par. 3), devono essere provvisti di contrassegni per la loro individuazione secondo la CEI 16-2 e devono assicurare un collegamento stabile ed elettricamente non resistivo.

L'alimentatore deve essere a **raffreddamento naturale in aria** e dimensionato in modo che i vari componenti non superino le temperature ammissibili secondo le norme CEI.

I punti di attraversamento delle lamiere devono essere protetti contro le lesioni mediante boccole di plastica.

I cavi di collegamento fra parti fisse ed apparecchi montati sullo sportello devono essere raggruppati in fasci flessibili ancorati sui due lati, in modo da evitare che i movimenti dello sportello diano luogo ad un deterioramento meccanico dei conduttori.

L'alimentatore deve essere dotato di **marcatura CE** e di **targa** marcata in maniera indelebile e leggibile, sulla quale devono essere riportati almeno i seguenti dati:

- nome o marchio di fabbrica del costruttore;
- anno di fabbricazione;

- tipo e numero di matricola;
- corrente nominale;
- tensione e frequenza nominale di alimentazione;
- tensione nominale a vuoto.

L'alimentatore deve essere corredato da una **documentazione** comprendente le caratteristiche tecniche, il rapporto di prova, dichiarazione di conformità alla norma **UNI CEI 8**, lo schema elettrico, le istruzioni per una corretta installazione, messa in esercizio e manutenzione.

### **3. CAVI ELETTRICI**

I cavi da utilizzare per l'impianto elettrico sono **unipolari con guaina** (ad eccezione del cavo di alimentazione bipolare), in rame stagnato, del tipo FG7R 0,6/1 kV.

Si devono impiegare le seguenti sezioni:

- |   |                     |
|---|---------------------|
| - cavo di alimentazione della centralina:     | 2,5 mm <sup>2</sup> |
| - cavo di collegamento al dispersore anodico: | 16 mm <sup>2</sup>  |
| - cavo di iniezione sulla condotta:           | 16 mm <sup>2</sup>  |
| - cavo per presa di potenziale:               | 10 mm <sup>2</sup>  |
| - cavo per elettrodo di riferimento:          | 10 mm <sup>2</sup>  |

Il **conduttore di protezione** deve avere la stessa sezione del conduttore di fase.

I **cavi interrati** devono essere posati **in tubo protettivo** isolante, ad una profondità non inferiore a 0,5 metri dal piano di campagna, e muniti di una protezione meccanica supplementare (lastra o tegolo), che ha anche la funzione di indicarne la presenza. Il rinterro deve essere eseguito curando la buona compattazione degli strati ed il ripristino dello stato dei luoghi.

Durante la posa si deve aver cura di non tendere il cavo per evitare tensioni meccaniche da assestamento del terreno.

I tubi per posa interrata devono essere conformi alla norma CEI 23-46.

Negli incroci e nei parallelismi tra cavi interrati ed altre tubazioni metalliche si deve osservare una distanza di almeno 0,3 m. Nel caso tale distanza non possa essere rispettata, si deve interporre fra cavo e tubazione un elemento separatore non metallico.

I **cavi posati per fissaggio diretto su parete** devono essere muniti di punti di fissaggio mediante idonei collari a distanza non maggiore di 60 cm tra loro.

Tutte le **connessioni** devono essere accessibili per l'ispezione e la manutenzione.

Le giunzioni devono unire cavi delle stesse caratteristiche e dello stesso colore; non si devono adottate in nessun caso giunzioni a torsione oppure semplicemente nastrate; si deve assicurare in ogni caso l'isolamento elettrico delle giunzioni con materiale di potere isolante equivalente a quello dell'involuppo dei conduttori congiunti.

I cavi devono essere in perfette **condizioni di isolamento**.

Ogni rottura, taglio o danneggiamento in genere dell'isolamento, rende il cavo inaccettabile.

### **4. SISTEMA DI TELECONTROLLO**

Ogni stazione di protezione catodica deve essere dotata di un sistema di telecontrollo costituito da un apparato di ridotte dimensioni, compatibile con qualsiasi tipo di alimentatore catodico, e con cinque differenti strumenti in grado di svolgere altrettante distinte mansioni: telelettura, teleallarmi, data-logger, telecomandi, gestore P.M.

L'apparato è gestito da un centro di controllo dotato di un software cartografico in grado di gestire quattro vettori di comunicazione, anche simultaneamente, che sono il GSM, il ponte radio, la linea telefonica commutata o ISDN, e la linea dedicata.

#### **4.1. TELELETTURA**

L'apparato deve consentire il controllo su terminale remoto, sia delle tre grandezze fondamentali dell'alimentatore catodico, ovvero tensione applicata, corrente erogata e d.d.p. , sia di parametri quali la presenza di tensione di alimentazione 220 V, lo stato della batteria tampone interna, il surriscaldamento dell'alimentatore catodico ed inoltre lo stato di start/stand-by dell'alimentatore stesso. Le grandezze ed i parametri citati devono essere trasmessi automaticamente al centro operativo e continuamente aggiornati; tutte le tarature dei fondo scala degli strumenti devono poter essere effettuate via software direttamente dal centro operativo.

#### **4.2. TELEALLARMI**

Anche se non collegato al centro operativo, l'apparato deve continuare a monitorare tutte le grandezze precedentemente citate, ed in caso di superamento delle soglie minime o massime impostate per uno o più valori, deve effettuare automaticamente una chiamata al centro operativo inviando un allarme indicante lo stato di tutti i parametri. L'apparato deve effettuare una seconda chiamata automatica di cessato allarme, nel momento in cui i valori monitorati rientrano nelle soglie prestabilite. Tali soglie di allarme, unitamente ai ritardi di chiamata ed al numero di tentativi di aggancio linea, devono essere impostabili sul software del centro operativo, che deve consentire di riprogrammare la EPROM dell'apparato, con i nuovi valori, attraverso il vettore di comunicazione.

#### **4.3. DATA LOGGER**

L'apparato deve anche essere un potente strumento registratore in grado di effettuare campionamenti a medio e lungo termine; si devono poter impostare dal software del centro operativo tutti i parametri della registrazione da effettuare e, una volta terminata, scaricare i dati, sempre tramite vettore di comunicazione. L'apparato deve essere in grado di effettuare registrazioni della durata anche di 365 giorni e deve consentire l'acquisizione di una o più parti dei campionamenti anche durante lo svolgersi della registrazione stessa. Tutti i campionamenti memorizzati devono poter essere gestiti in un apposito file in formato ASCII.

#### **4.4. TELECOMANDI**

L'apparato, se abbinato ad un alimentatore catodico digitale o ad una scheda elettronica di regolazione per alimentatori analogici, deve essere in grado di effettuare a distanza, tramite software, una vasta gamma di telecomandi, permettendo all'operatore, attraverso una semplice maschera video raffigurante i comandi dell'alimentatore, di effettuare le seguenti operazioni: regolare il valore di corrente erogata; regolare il valore di d.d.p. impostata; regolare la corrente di base; commutare il funzionamento dell'alimentatore da C.C. (corrente costante) a C.V. (potenziale costante) e viceversa; effettuare un test macchina; spegnere/accendere l'alimentatore.

#### **4.5. GESTORE P.M. (POSTI DI MISURA)**

L'apparato deve essere in grado di gestire eventualmente appositi dispositivi (P.M.), alloggiati in semplici cassette a piantana, comunicanti, attraverso un trasmettitore, lo stato della protezione catodica presente a fondo rete o in punti significativi della stessa. L'apparato deve quindi avere la funzione di convogliare i dati disponibili dei vari P.M. e trasmettere il tutto al centro operativo attraverso il suo vettore di comunicazione.

#### **4.6. CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'APPARATO**

<b>PARAMETRI</b>	<b>CARATTERISTICHE</b>
Alimentazione principale	Rete 110 – 220 V a.c., 50/60 Hz, assorb. max = 110 mA
Alimentazione con batteria tampone interna	Batteria al Pb-gel da 12 V e 2,2 Ah, tempo di mantenimento solo apparato = 13 ore, apparato + GSM = 6 ore con possibilità di mantenimento in tampone con pannello solare esterno
Condizioni operative ambientali	- 10 <sup>0</sup> C / + 50 <sup>0</sup> C, umidità 90 %
Vettori di comunicazione	GSM, Radio, Linea commutata, Linea dedicata, Linea ISDN
Velocità di trasmissione	Da 1200 a 9600 Baud in funzione del vettore impiegato
Parametri di trasmissione settabili	Vettore di comunicazione, Header identificativo, PTT ON, PTT OFF
Numero di ingressi analogici optoisolati	3 con DC/DC coverter e tre diversi range per d.d.p., Vcc, Icc: d.d.p. max = 12,5 V, Vcc max = 250 V, Icc max = 100 mA
Numero di ingressi digitali	4 ingressi di stato logico (ON/OFF) optoisolato (isolamento > 500 V)
Numero di uscite digitali	1 uscita ON/OFF ad impulso con rating 1 A / 24 V 7 uscite ON/OFF ad impulso con rating 20 mA / 15 V
Protezioni linea alimentaz. 220 V	2 fusibili da 200 mA 5x20 + soppressori a variatore per sovratensioni da 420 Vms. Filtro EMI su alimentazione con attenuazione 40 dB
Protezioni sulle linee di misure analogiche	Soppressori a varistore da 170 V e scaricatori a gas da 90 V con presenza di tre filtri RLC per disturbi esterni
Ingombri massimi contenitore senza vettore	PVC IP 65 h 250 x L 330 x p 150 mm

#### **5. COLONNINE PER PUNTI DI MISURA E INTERRUZIONE**

Lo stato elettrico delle tubazioni deve essere controllabile tramite apposite colonnine dislocate in punti significativi lungo la condotta.

Ogni posto di misura è costituito da una cassetta per protezione catodica in vetroresina, modello Conchiglia SCF2/3TL, o equivalente, completa di sostegno tubolare lungo 1446 mm e di morsettiera nodale MM416 di giunzione per cavi (4x16 mm<sup>2</sup>).

Nella parte inferiore la colonnina deve essere ancorata al basamento in calcestruzzo delle dimensioni 300\*300\*300 mm, interrato in modo che la base si trovi alla profondità di 500 mm dal piano di campagna.

## **6. COLONNINE SEGNACAVO**

Il percorso dei cavi interrati deve essere segnalato con apposite colonnine poste in opera ad ogni vertice e comunque ad una distanza non superiore a 50 metri l'una dall'altra.

Su di esse deve essere impresso il logo dell'Azienda.

## **7. ELETTRODO DI RIFERIMENTO al rame/solfato di rame**

L'elettrodo di riferimento al Cu/CuSO<sub>4</sub> è costituito da un contenitore poroso, del diametro di 150 mm e altezza 300 mm, contenente la soluzione di solfato di rame al 99.98% di purezza, nella quale è immersa la spirale in tondo di rame (superficie di contatto  $\cong 943 \text{ cm}^2$ ). Completano l'elettrodo il tappo di resina epossidica, il cavo elettrico FG7R (1x10 mm<sup>2</sup>) e il connettore di giunzione spirale-cavo.

## **8. POZZETTO DI ISPEZIONE PER ELETTRODO**

La testata dell'elettrodo di riferimento di cui sopra, deve essere ispezionabile; pertanto l'elettrodo deve essere alloggiato in pozzetto di calcestruzzo di dimensioni esterne 500x500x500 mm, spessore 50 mm, completo di coperchio in calcestruzzo con maniglia di presa e tubi pressacavo.

La parete di fondo deve avere un foro centrale del diametro di 150 mm per l'installazione dell'elettrodo.

## **9. DISPERSORE ANODICO**

Il dispersore deve essere del tipo **profondo con letto di posa continuo**.

L'elemento dispersore, costituito da un anodo al titanio inserito in tubo camicia di acciaio e dallo stesso tubo camicia, deve avere le seguenti caratteristiche:

a) – **anodo di titanio attivato** in superficie con ossidi metallici misti, di forma cilindrica, diametro 25 mm, lunghezza 1000 mm, peso 0.90 kg, completo di 90 m di cavo 6 AWG (16 mm<sup>2</sup>), isolamento Kynar-fluoropolymer; l'anodo al titanio deve essere posizionato alla profondità di 80 m dal piano di campagna ed il suo inserimento nel pozzo trivellato deve essere agevolato da una idonea zavorra di circa 10 kg. A corredo dell'anodo e per il controllo della posa del backfill, devono essere realizzate **n° 2 sonde** nel seguente modo:

- 1) ogni sonda deve essere composta da una barretta (piena) della lunghezza di 5 cm, di rame nudo tondo del diametro 8 mm;
- 2) all'estremità verrà saldata per ogni barretta una matassa di cordina unipolare del diametro di 1,5 mm rivestita (una di colore bianco, l'altra di colore nero);



3) il punto di saldatura, per una lunghezza di 3 cm a monte e valle, deve essere isolato con idoneo canotto tubolare termorestringente.

Così composte, le due sonde devono essere fissate al cavo portante dell'anodo di titanio con idonee fascette di plastica, in modo da posizionare la cordina bianca a 75 metri dal piano di campagna e la sonda con la cordina di colore nero a 40 metri. Gli estremi delle due cordine saranno portati nella palina insieme ai cavi del dispersore e dell'alimentatore.

b) – **tubo di acciaio** nudo  $\phi$  150 mm, lunghezza 50 m, spessore 4 mm, da posarsi da -40 m a -90 m dal piano di campagna, con sovrapposto, per saldatura su apposito pezzo di riduzione, un tubo di acciaio da 4", spessore 4 mm, filettato, corredato di manicotti per giunzione filettata ed isolato mediante rivestimento esterno di polietilene applicato per estrusione secondo UNI 9099, lunghezza 40 m, da posarsi da 0 a -40 m dal piano di campagna. La continuità elettrica deve essere assicurata eseguendo saldature sulle stesse giunzioni.

La saldatura della riduzione sul tubo camicia deve essere protetta con manicotto isolante termorestringente lungo 250 mm. Sempre con manicotti termorestringenti, deve essere garantita la continuità del rivestimento in corrispondenza delle giunzioni tra i tubi da 4".

Sul tubo camicia di acciaio nudo devono essere realizzate n° 60 sfinestrature a V di 20 mm di altezza e 80 mm di larghezza, a coppie diametralmente opposte, a partire da 10 m dal fondo del pozzo: le tre coppie più profonde devono essere realizzate a distanze reciproche di 50 cm, le rimanenti a distanze reciproche di 100 cm.

Per i primi 3 m del pozzo a partire dal piano di campagna deve essere posato un **tubo camicia di polietilene alta densità** del DN 280, spessore 8,7 mm.

Intorno a ciascun anodo deve essere realizzato un **backfill in coke di petrolio calcinato** con le caratteristiche elencate in tabella 1.

Il backfill deve essere realizzato con circa 1600 kg di carbone di petrolio calcinato, miscelato con acqua in proporzioni tali da ottenere il giusto valore di densità e viscosità per l'iniezione a pressione, con idonea attrezzatura, in tutto il tubo camicia (50 m), in modo da garantire la completa immersione del dispersore nell'elettrolita così formato.

**Tabella 1: coke di petrolio calcinato**

- composizione: zolfo.....	0,7-1%
cenere.....	0,6-2%
azoto.....	1,0% max
sostanze volatili.....	0,8% max
umidità.....	0,5% max
carboni .....	rimanente a 100
- densità specifica.....	2,1 g/cm <sup>3</sup>
- densità in mucchio.....	700-900 kg/m <sup>3</sup>
- granulometria:	
dimensione granuli	concentrazione
diametro (mm)	%
3-4	1
2-3	35-40
1-2	50-55
< 1	4-6

In presenza di falde acquifere, la Direzione dei lavori può richiedere di non realizzare le sfinestrature sui tubi di acciaio e di utilizzare **bentonite granulare sigillante**, in luogo del coke di petrolio calcinato, per il suo elevato potere sigillante e la completa assenza di polveri e fattori inquinanti. La composizione della bentonite da utilizzare è riportata in tabella 2.

**Tabella 2: bentonite granulare sigillante**

Composizione: SiO <sub>2</sub> .....	60,76%
TiO <sub>2</sub> .....	0,23%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	13,42%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1,83%
MnO.....	0,07%
CaO.....	3,93%
MgO.....	0,99%
Na <sub>2</sub> O.....	1,60%
K <sub>2</sub> O.....	0,40%
Perdita per calcinazione.....	16,99%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....	assente

I dispersori devono essere ubicati a distanza di almeno 2 m dalla condotta e, comunque, secondo le indicazioni progettuali e le disposizioni impartite dalla Direzione dei lavori in fase di esecuzione dell'opera.

I dispersori devono essere posati in foro trivellato, del diametro di 220 mm, mediante perforazione a rotazione e distruzione di nucleo.

Sul tubo di acciaio da 4'' deve essere saldato un cavo unipolare di sezione 16 mm<sup>2</sup>.

I cavi del tubo e dell'anodo di titanio, unitamente ai cavi delle sonde di misura, devono essere attestati sulla morsettiera di una colonnina infissa accanto al boccapozzo di testata. Il cavo dell'anodo di titanio deve essere fissato meccanicamente attorno ad una barra piena di acciaio zincato, di diametro non inferiore a 20 mm, saldata sull'estremità del tubo da 4'' in posizione trasversale.

Sul boccapozzo deve essere installato un pozzetto in cemento prefabbricato avente le dimensioni interne minime di 600x600x600 mm e spessore 60 mm, da posare su massetto in calcestruzzo avente dimensioni 1000x1000x100 mm.

Il pozzetto deve essere corredato di telaio e chiusino in grigliato tipo carrabile autovettura.

## 10. ARMADIO E CARPENTERIA

L'alimentatore, l'apparato di telecontrollo e i dispositivi di protezione elettrica devono essere contenuti in un **armadio per esterni in SMC** (vetroresina), modello Conchiglia CVHP/T, o equivalente, con grado di protezione IP44 secondo CEI EN 60529, di colore grigio RAL 7040 con verniciatura SNAM, avente dimensioni nominali in millimetri 640(B) x 1365(H) x 375(P), con porta incernierata, completa di serratura tipo cremonese, agibile con chiave di sicurezza a cifratura unica (cod.21).

L'armadio deve essere corredato di:

- zoccolo alto 366 mm dello stesso colore e verniciatura dell'armadio (tipo Conchiglia ZVHP);
- setto inferiore completo di passacavi conici (SI/CVHP);
- n. 4 bocchette di aerazione applicate a X, due su ogni lato (EA/BAF/140);
- piastra di fondo in acciaio prezinco di spessore 2 mm (PCV/P);
- n. 2 guide portaripiani 242x168 mm (GL/CVL);
- n. 1 custodia portaschede (PSK/A4);
- n. 1 cassetta stagna tipo GW40028, grado di protezione IP55, con dispositivi di protezione elettrica e da sovratensione per linee di alimentazione in c.a. 220 V, secondo quanto prescritto al punto 11 del presente Disciplinare;

- n°1 cassetta stagna tipo GW44209, grado di protezione IP56, con dispositivi di protezione da sovratensione sulle uscite in c.c. dell'alimentatore, secondo quanto prescritto al punto 11 del presente Disciplinare.

Le borchie per il fissaggio delle guide portaripiani devono essere posizionate alle seguenti altezze, misurate in millimetri a partire dalla base della portiera: 98,5 – 339,5 – 496,5 – 653,5 – 810,5.

L'armadio deve essere contenuto in una **gabbia di protezione metallica monolitica**, realizzata in grigliato modello Orsogril "STEROPE/2", o equivalente, con zincatura a caldo secondo norme UNI 14.07.000.0, copertura in lamiera pressopiegata a punta di diamante, completa di portina incernierata e ganci portalucchetto con foro di diametro 10 mm, a quattro montanti angolari per il fissaggio a pavimento con viti Fischer, avente le seguenti dimensioni:

- larghezza 1000 mm;
- profondità 700 mm;
- altezza 2000 mm;
- maglia 63x132 mm;
- piatto 25x2 mm;
- tondo 5 mm (diametro);
- angolare 50x50x5 mm;
- copertura 2 mm (spessore).

Il perimetro della porta deve avere sezione quadrata di dimensioni 25x25 mm.

L'armadio e l'eventuale gabbia di protezione devono essere fissati su **basamento in cls**, armato con rete doppia, delle dimensioni 1500x1500x350 mm.

## **11. DISPOSITIVI DI PROTEZIONE ELETTRICA**

I dispositivi di protezione elettrica e da sovratensione sulla linea di alimentazione in c.a. 220 V devono essere montati in cassetta stagna GW40028 GEWISS, o similare, grado di protezione IP55, e comprendono:

- n° 1 interruttore magnetotermico differenziale, tipo A, 2 poli, corrente nominale 16 A, corrente differenziale d'intervento  $I_{diff}$  0,030 A, potere d'interruzione nominale 6 kA (CEI EN 60898);
- n° 1 scaricatore di sovratensione bipolare, in classe di protezione II secondo norma IEC 61 643-1, max. tensione d'esercizio 275 Vac / 350 Vdc, corrente nominale impulsiva (8/20) 15 kA, tensione residua 1,2 / 2 kV, segnalazione fine vita di tipo ottico;
- n° 1 presa SCHUKO con spinotto di terra e alveoli schermati, corrente nominale 16 A, tensione nominale 230 Vac;
- n° 2 prese di corrente 2 x 6A+ T di cui una protetta con fusibile da 4 A;
- morsettiere e materiali di cablaggio.

I dispositivi di protezione elettrica e da sovratensione sulle uscite in c.c. dell'alimentatore devono essere montati in cassetta stagna GW44209 GEWISS, o similare, grado di protezione IP56, e comprendono:

- n° 1 induttanza di filtro, di valore pari a 0,2 mH, corrente nominale 10 A, collegata, secondo elaborati grafici di progetto, sull'uscita in corrente continua dell'alimentatore, polo negativo;
- n° 1 induttanza di filtro, di valore pari a 1 mH, corrente nominale 0,5 A, collegata, secondo elaborati grafici di progetto, sul morsetto di misura per l'elettrodo di riferimento;
- n° 2 scaricatori di sovratensione, con tensione di isolamento 75 Vdc, corrente nominale impulsiva 4,5 kA, collegati in modo differenziale, rispettivamente, tra i morsetti di uscita e tra i morsetti di misura dell'alimentatore;
- morsettiere e materiali di cablaggio.

## **12. CONTENITORE PER CONTATORE ENEL COMPLETO DI SUPPORTO**

Per le stazioni di protezione catodica nelle quali l'alimentazione è derivata direttamente dal contatore Enel, questo deve essere alloggiato in un contenitore da esterno, modello Conchiglia CPMI/ST, o similare, completo di supporto tubolare da fissare al basamento in cls della stazione; i cavi in entrata e in uscita dal contenitore devono essere posati in tubi protettivi isolanti.

## **13. IMPIANTO DI TERRA DI SICUREZZA**

Ciascuna stazione di protezione catodica deve essere dotata di messa a terra di sicurezza.

Il dispersore di terra deve essere composto da almeno due picchetti in profilato di acciaio zincato a caldo, con le seguenti dimensioni minime: dimensione trasversale 50 mm, spessore 5 mm, lunghezza 1 m. La distanza di interrimento tra i picchetti deve essere di almeno 2 metri.

I due dispersori devono essere alloggiati ciascuno in apposito anello prefabbricato in cls, completo di coperchio, di dimensioni 40x40x40 cm, e devono essere collegati con corda di rame nuda da 35 mm<sup>2</sup> (filo elementare  $\Phi$  1,8 mm).

## **14. GIUNTI DIELETRICI**

I giunti dielettrici devono essere del tipo monolitico (a bicchiere prefabbricato), con ambedue le estremità predisposte per saldatura di testa. Nel caso di inserzione tra un tubo di acciaio e uno di ghisa, si scelgono giunti con un'estremità predisposta per saldatura e l'altra munita di flangia, da inserire in abbinamento con pezzi speciali di ghisa.

La pressione nominale di ogni giunto non deve essere inferiore alla pressione di esercizio nel punto di installazione. Per modeste pressioni di esercizio si può scegliere un giunto PN 10.

I giunti isolanti devono essere contenuti in manufatti edilizi accessibili e drenati dalle acque di infiltrazione. Ove non fosse possibile realizzare tali condizioni e nel caso si rendesse necessario interrare i giunti, i tratti di struttura a monte e a valle degli stessi devono essere rivestiti adeguatamente, verificando che durante la posa il rivestimento non sia stato danneggiato.

I giunti isolanti su condotte parallele vicine devono essere installati in modo da risultare allineati.

Il costruttore deve presentare la documentazione inerente le prove di collaudo dei giunti, dalla quale deve risultare che i giunti sono conformi alle seguenti prescrizioni minime:

- tensione d'isolamento in ambiente secco: 2,5 kV per un minuto;
- resistenza d'isolamento in aria a giunto asciutto: 5 M $\Omega$ ;
- resistenza d'isolamento del giunto pieno d'acqua, a pressione atmosferica, superiore a 100  $\Omega$  (valore valido per diametri nominali superiori a 400 mm).

## **15. COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI**

Il punto di iniezione e presa di potenziale deve essere realizzato mediante saldatura elettrica di una vite a testa esagonale (in acciaio inox tipo UNI 5739 M10 – H7 – I 30 per chiave n° 17, corredata di n° 2 dadi e n° 2 rondelle) sulla generatrice superiore della condotta, con posa in opera di due cavi unipolari, tipo FG7R 0,6/1 kV, di sezioni 16 mm<sup>2</sup> (per l'iniezione) e 10 mm<sup>2</sup> (per la misura del

potenziale), interrati in tubo guaina flessibile DN 40 mm del tipo pesante. Si deve provvedere al rivestimento del punto di saldatura mediante l'applicazione di una guaina termorestringente.

I giunti di dilatazione, le flange e qualunque altra giunzione che possa ridurre la **conduttività longitudinale della condotta**, devono essere cortocircuitati con cavo unipolare FG7R 0,6/1 kV di sezione adeguata.

## **16. PROVE FUNZIONALI E COLLAUDO DEGLI IMPIANTI**

Dopo le prove funzionali da effettuarsi al termine della realizzazione di ciascun impianto, e trascorso il tempo necessario (3÷5 giorni) per permettere il raggiungimento della polarizzazione di regime, sarà effettuato il collaudo di ogni parte dell'impianto stesso.

Sarà effettuata, a cura e spese della ditta appaltatrice e per la durata di una settimana, una serie di rilevazioni e registrazioni eseguendo le seguenti misure:

- attivazione dell'alimentatore catodico e misura della tensione massima a vuoto e della corrente massima in cortocircuito;
- misure registrate in contemporanea, in corrispondenza di ogni alimentatore catodico, di tensione impressa, corrente erogata e potenziale di struttura;
- misura della resistenza di terra del dispersore anodico;
- misura della resistenza di terra dell'impianto di terra di sicurezza;
- misura dei tempi e delle correnti d'intervento degli interruttori differenziali, valutate a 0° e 180°;
- misura della resistenza d'isolamento dei cavi elettrici della linea di alimentazione.

Sarà facoltà della stazione appaltante eseguire ogni altra prova che riterrà opportuna per verificare l'efficienza dell'impianto di protezione o dell'intero sistema.

Ultimate le prove di funzionamento, deve essere redatta una relazione tecnica contenente:

- valori numerici e tracciati delle misure di cui sopra;
- planimetria dell'impianto di protezione catodica, con l'indicazione del percorso dei cavi elettrici interrati ed il posizionamento delle apparecchiature;
- le certificazioni di qualità di alimentatori, armadi, dispositivi di protezione elettrica; i certificati della composizione degli anodi acquistati, rilasciata dal fabbricante con i numeri di identificazione; la certificazione dell'analisi chimica e delle caratteristiche del coke di petrolio calcinato e della bentonite granulare sigillante; la documentazione inerente le prove di collaudo dei giunti dielettrici; (tutte le certificazioni, in ogni caso, devono essere presentate alla D.L. prima dell'esecuzione dei lavori);
- dichiarazione di conformità ai sensi della legge 46/90, dell'intero impianto elettrico.
- rapporto di verifica dell'impianto di terra;
- manuali d'uso, in lingua italiana, di ciascuna apparecchiatura.

Tale relazione costituirà parte integrante del verbale di collaudo, che deve essere sottoscritto dal Direttore dei lavori e dal Responsabile tecnico della Ditta appaltatrice.