

**PROTEZIONE CATODICA  
DELLA RETE IN ACCIAIO  
DI TRASPORTO DEL GAS NATURALE**

**PRIMA EDIZIONE**

**APCE**

ASSOCIAZIONE PER LA PROTEZIONE DALLE CORROSIONI ELETTROLITICHE

**UNI**

**UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione**

Via Sannio 2 - 20137 Milano

Tel. 02 70024.1 - Fax. 02 70105993

[www.uni.com](http://www.uni.com)

**Autore:**

APCE - Associazione per la Protezione dalle Corrosioni Elettrolitiche

Via del Commercio, 11 - 00154 Roma

Tel. 06 57396337 -Telefax 06 57396338

[www.apce.it](http://www.apce.it)

Revisione del 27.01.2010 – Pubblicato il 3 febbraio 2010

**Questa pubblicazione non è un documento normativo.**

**La responsabilità dei concetti espressi è unicamente degli autori.**

**TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI**

Il documento è sottoposto alla tutela del diritto d'autore secondo la legislazione vigente. UNI intende avvalersi di tutti gli strumenti per tutelare il copyright.

La licenza d'uso del documento vieta (senza il consenso scritto di UNI):

- la modifica, l'adattamento e la riduzione;
- la traduzione;
- il noleggio/affitto;
- la vendita.

Il documento può essere riprodotto o diffuso integralmente con un mezzo qualsiasi a condizione che siano citati il "copyright UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione", l'indirizzo internet [www.uni.com](http://www.uni.com) e gli Autori.

## SOMMARIO

INTRODUZIONE	pag. 4
PREMESSA	pag. 5
1 SCOPO	pag. 6
2 CAMPO DI APPLICAZIONE	pag. 6
3 RIFERIMENTI NORMATIVI E LINEE GUIDA	pag. 6
4 TERMINI E DEFINIZIONI	pag. 7
5 ORGANIZZAZIONE FUNZIONALE DELL'ATTIVITÀ DI PROTEZIONE CATODICA	pag. 9
5.1 Risorse umane	pag.9
5.2 Registrazione dei risultati delle misurazioni di protezione catodica	pag.9
5.3 Analisi delle verifiche e controlli dei sistemi di protezione catodica	pag.10
5.4 Responsabile della protezione catodica	pag.11
5.5 Manuale di manutenzione e programma di controllo	pag.11
6 PROTEZIONE CATODICA DELLE RETI IN ACCIAIO DI TRASPORTO DEL GAS	pag.11
6.1 Numero di sistemi di protezione catodica in cui è stata suddivisa la rete	pag.11
6.2 Numero di posti di misura del potenziale di protezione catodica della condotta	pag.12
6.3 Numero totale dei punti selezionati per la misura del potenziale di protezione catodica della condotta	pag.13
6.3.1 Punti selezionati per la misura del potenziale eseguita non in continuo	pag.14
6.3.2 Punti selezionati per la misura del potenziale eseguita in continuo	pag.14
6.4 Numero totale delle misure di potenziale delle condotte in acciaio effettuate non in continuo	pag.14
6.5 Acciaio protetto e non protetto catodicamente	pag.15
6.6 Conformità delle misurazioni di protezione catodica	pag.15
6.6.1 Conformità delle misure eseguite non in continuo	pag.16
6.6.1.1 Misure con strumenti registratori a carta	pag.16
6.6.1.2 Misure con strumenti registratori a microprocessore	pag.16
6.6.2 Conformità delle misure eseguite in continuo	pag.16
6.6.2.1 Misure eseguite con telesorveglianza	pag.16
6.6.2.2 Misure eseguite con telesegnalazione e telemisura	pag.17
6.7 Cartografia dei vari elementi dei sistemi di protezione catodica	pag.17

## INTRODUZIONE

Le presenti linee guida sono state elaborate dall'A.P.C.E. (Associazione per la Protezione dalle Corrosioni Elettrolitiche - Sede legale c/o Italgas Via del Commercio, 11 - 00154 Roma).

L'A.P.C.E. sin dalla sua costituzione ha perseguito l'obiettivo di promuovere e coordinare iniziative per attuare la collaborazione fra gli utenti del sottosuolo al fine di studiare e risolvere i problemi connessi con la protezione delle strutture metalliche dalle corrosioni elettrolitiche, anche riguardo alle interferenze elettriche che possono sorgere tra le strutture degli utenti del sottosuolo.

Ai sensi della delibera n. ARG/gas 141/09, l'Autorità per l'energia elettrica e il gas ha dato mandato all'Associazione per la protezione dalle corrosioni elettrolitiche (APCE) di individuare una metodologia che consenta di stabilire se le parti di gasdotto siano o meno in protezione catodica ai sensi della normativa tecnica vigente e di elaborare specifiche linee guida relative alla protezione catodica nell'attività di trasporto che prevedano anche la compilazione di un "Rapporto annuale dello stato elettrico della rete di trasporto" in analogia, per quanto applicabile, a quanto predisposto dalla stessa APCE per le reti in acciaio di distribuzione di gas.

## PREMESSA

Le presenti linee guida sono parte di una serie dedicata al servizio di trasporto del gas naturale. Le raccomandazioni contenute in questa e nelle altre linee guida della serie costituiscono i requisiti essenziali per l'effettuazione delle attività trattate per aspetti non coperti o sufficientemente regolati da norme tecniche nazionali o europee.

In caso di contrasto fra una raccomandazione delle presenti linee guida e una prescrizione contenuta in una regola tecnica o norma tecnica, la prescrizione è prevalente sulla raccomandazione.

Le presenti linee guida saranno periodicamente riviste e aggiornate per tener conto dell'evoluzione tecnica e normativa nel loro campo di applicazione.

Nelle presenti linee guida non sono stati considerati gli aspetti relativi alla sicurezza generale degli operatori per i quali si rimanda alle specifiche prescrizioni normative e di legge.

## 1 SCOPO

Le presenti linee guida forniscono regole comuni e criteri univoci e comparabili relativi all'attuazione, alle misurazioni, alle verifiche e ai controlli della protezione catodica delle reti in acciaio di trasporto del gas naturale.

## 2 CAMPO DI APPLICAZIONE

Le presenti linee guida si applicano alle condotte in acciaio di trasporto del gas naturale incluse le condotte offshore.

La rete di trasporto gas è soggetta a prescrizioni di legge e a norme tecniche, al cui rispetto le imprese di trasporto sono tenute.

## 3 RIFERIMENTI NORMATIVI E LINEE GUIDA

Le norme indicano i requisiti minimi che devono essere rispettati per operare secondo regole di buona tecnica. Rimane nell'ambito della libera scelta dell'impresa di trasporto l'adozione di criteri più cautelativi di quelli richiesti, particolarmente quando questi siano suggeriti dalla propria esperienza, dalla realtà specifica in cui opera, dalla conoscenza dei propri impianti, ecc.

Salvo diversa ed esplicita indicazione, si fa riferimento all'edizione della norma e delle linee guida in vigore all'atto dell'applicazione delle presenti linee guida.

UNI EN 12954	Protezione catodica di strutture metalliche interrate o immerse - Principi generali e applicazione per condotte.
UNI 11094	Protezione catodica di strutture metalliche interrate. Criteri generali per l'attuazione, le verifiche e i controlli ad integrazione di UNI EN 12954 anche in presenza di correnti disperse.
UNI EN 13509	Tecniche di misurazione per la protezione catodica
CEI EN 50162	Protezione contro la corrosione da correnti vaganti causate dai sistemi elettrici a corrente continua
UNI 10166	Protezione catodica di strutture metalliche interrate - Posti di misura.
UNI 10265	Protezione catodica di strutture metalliche interrate - Segni grafici.
UNI EN 15257	Protezione catodica - Livelli di competenza e certificazione del personale
UNI 10950	Protezione catodica di strutture metalliche interrate - Telecontrollo dei sistemi di protezione catodica.
UNI 10428	Protezione catodica di strutture metalliche interrate - Impianti di drenaggio unidirezionali
UNI CEI 8	Dispositivi di protezione catodica - Alimentatore di protezione catodica
UNI EN 14505	Protezione catodica di strutture complesse
UNI EN ISO 8044	Corrosione di metalli e leghe - Termini fondamentali e definizioni.
UNI EN 1594	Trasporto e distribuzione di gas - Condotte per pressione massima di esercizio maggiore di 16 bar - Requisiti funzionali
UNI EN 12007-1	Trasporto e distribuzione di gas - Condotte con pressione massima di esercizio non maggiore di 16 bar - Raccomandazioni funzionali generali

UNI EN 12007-3	Trasporto e distribuzione di gas - Condotte con pressione massima di esercizio non maggiore di 16 bar - Raccomandazioni funzionali specifiche per condotte in acciaio
APCE Linee guida	Metodologia di valutazione dell'efficacia dei sistemi di protezione catodica della rete di trasporto del gas naturale - prima edizione pubblica dall'UNI
APCE Linee guida	Redazione del rapporto annuale dello stato elettrico dei sistemi di protezione catodica della rete di trasporto del gas naturale - prima edizione pubblica dall'UNI

#### 4 TERMINI E DEFINIZIONI

Ai fini della presente linea guida valgono le seguenti definizioni:

**Alimentatore:** apparecchiatura che trasforma la tensione alternata in tensione continua. La tensione continua ottenuta in questo modo viene utilizzata come fonte di energia per i sistemi di protezione catodica a corrente impressa (UNI EN 12954).

**Anodo galvanico:** elettrodo che per azione galvanica fornisce corrente per la protezione catodica (UNI EN 12954).

**Caduta di tensione IR:** caduta di tensione, dovuta a una qualsiasi corrente circolante in un elettrolita come il terreno, tra l'elettrodo di riferimento e il metallo della struttura, secondo la legge di Ohm ( $U=I \times R$ ) (UNI EN 12954).

**Collegamento:** conduttore metallico, di solito di rame, che collega due punti sulla stessa struttura o su strutture diverse, allo scopo di rendere equipotenziali i punti (UNI EN 12954).

**Collegamento unidirezionale o drenaggio unidirezionale:** collegamento che permette la circolazione di corrente in una sola direzione (UNI EN 12954).

Nota. Questo può essere ottenuto con l'uso di dispositivi attivi come relè o dispositivi passivi come diodi.

**Corrente dispersa, corrente vagante:** corrente immessa nell'ambiente da impianti elettrici collegati a terra per esigenze funzionali (per esempio impianti di trazione ferroviaria, impianti di protezione catodica), o da impianti aventi un difetto di isolamento.

**Disegno planimetrico:** disegno in scala opportuna in cui viene rappresentata la struttura protetta, ed i vari elementi degli impianti relativi alla protezione catodica rispettando la loro posizione reciproca. In tali disegni sono rappresentate inoltre le caratteristiche topografiche (UNI 10265).

**Elettrodo di riferimento:** elettrodo che avendo un potenziale stabile e riproducibile, è utilizzato come riferimento nella misurazione dei potenziali di elettrodo (UNI EN ISO 8044).

**Giunto isolante:** componente inserito tra due tratti di condotta per ottenere la discontinuità elettrica, per esempio giunto isolante monoblocco, giunto isolante a flangia (UNI EN 12954).

**Impianto con anodi galvanici:** impianto che comprende i dispositivi e i materiali necessari per consentire la protezione catodica con anodi galvanici. Tali materiali e dispositivi comprenderanno anodi galvanici, cavi e installazioni per le misurazioni (UNI EN 12954).

**Impianto di drenaggio:** impianto che comprende l'apparecchiatura e i materiali necessari per consentire, con vari mezzi, il drenaggio delle correnti disperse dai sistemi interferiti (UNI EN 12954).

**Impianto di protezione catodica:** impianto a corrente impressa o con anodi galvanici (UNI EN 12954).

**Impianto di protezione catodica a corrente impressa:** impianto che comprende l'apparecchiatura e i materiali necessari per consentire la protezione catodica a corrente impressa. Tali materiali e l'apparecchiatura comprendono gli anodi per corrente impressa, i cavi e un generatore di corrente continua (UNI EN 12954).

**Interferenza:** ogni variazione del potenziale struttura-elettrolita causata da sorgenti elettriche esterne (UNI EN 12954).

**Manuale di manutenzione:** documento che fornisce le indicazioni necessarie per una corretta manutenzione dei sistemi di protezione catodica e dei suoi componenti.

**Misura di breve durata:** acquisizione di parametri elettrici effettuata da un operatore dotato di adeguata strumentazione e avente una durata significativa, ma non maggiore di 5 minuti (UNI 11094).

**Misura di potenziale eseguita in continuo:** rilievo della grandezza eseguito attraverso un sistema di telesorveglianza e trasmesso ad un'unità di controllo ed elaborazione.

**Misura di potenziale eseguita non in continuo:** rilievo della grandezza eseguito con operatore per mezzo di strumenti indicatori con una durata del rilievo di alcuni minuti (misura di breve durata) e/o per mezzo di strumenti registratori (misura registrata) con una durata della registrazione scelta in funzione della ciclicità delle variazioni del campo elettrico interferente nell'arco delle ventiquattro ore.

**Posto di misura:** installazione che comprende le attrezzature di misurazione e di verifica della struttura interrata (UNI EN 12954).

Nota. Tali installazioni comprendono il cavo e i collegamenti alla struttura.

**Potenziale di protezione:** potenziale struttura-elettrolita al quale la velocità di corrosione del metallo è considerata accettabile (UNI EN 12954).

**Potenziale struttura-elettrolita o potenziale di elettrodo:** differenza di potenziale tra una struttura ed un determinato elettrodo di riferimento a contatto con l'elettrolita in un punto sufficientemente vicino ma non a contatto con la struttura (UNI EN 12954).

**Programma di controllo:** documento che indica controlli e verifiche da eseguire a cadenze temporali prefissate, al fine di conseguire una corretta gestione dei sistemi di protezione catodica e dei suoi componenti nel corso degli anni.

**Protezione catodica:** protezione elettrochimica ottenuta tramite decremento del potenziale di corrosione fino a un livello in cui la velocità di corrosione del metallo si riduce in modo significativo (UNI EN ISO 8044).

**Punti integrativi:** posti di misura diversi dai punti caratteristici, scelti per un esame più completo ed affidabile dello stato elettrico di protezione della condotta.

**Punti selezionati:** posti di misura scelti per accertare, mediante misurazioni a intervalli prefissati, la funzionalità degli impianti, si dividono in punti caratteristici e punti integrativi.

**Punto caratteristico:** punto di misura individuato secondo UNI EN 12954, che permette di accertare, con sufficiente approssimazione e per semplice confronto tra i suoi parametri elettrici attuali e quelli riportati nello stato elettrico di riferimento, se un sistema di protezione catodica ha mantenuto nel tempo la sua efficienza e la sua efficacia (UNI 11094).

**Rapporto annuale dello stato elettrico dei sistemi di protezione catodica della rete di trasporto:** relazione scritta che sinteticamente espone la valutazione generale dello stato elettrico dei diversi sistemi di protezione catodica che costituiscono la rete di trasporto e, nel caso di anomalie, indica gli interventi programmati per ripristinare o migliorare l'efficacia del o dei sistemi di protezione catodica.

**Resoconto delle misurazioni:** documento su supporto cartaceo e/o elettronico sul quale si riportano i valori dei parametri elettrici rilevati nel corso dei controlli sull'efficienza degli impianti di protezione catodica a corrente impressa, impianti con anodi galvanici, impianti di drenaggio (unidirezionale e misto), impianti di collegamenti con strutture estranee e nelle misurazioni di protezione catodica.

**Stato elettrico:** insieme dei parametri elettrici che caratterizzano le condizioni di una struttura riferite, in particolare, al rischio di sua corrosione e/o alla sua difesa dalla corrosione (UNI 11094).



**Stato elettrico di riferimento:** rappresentazione esauriente della situazione elettrica, relativa a un assetto e a condizioni impiantistiche ben definite del sistema di protezione, da utilizzare come quadro di riferimento nei successivi controlli dello stato elettrico della struttura (UNI 11094).

**Schema elettrico circuitale:** disegno che rappresenta, in forma essenziale e schematica, la struttura protetta, i vari elementi degli impianti relativi alla protezione catodica, e nel quale può non venire rispettata la posizione reciproca dei componenti (UNI 10265).

**Sistema di protezione catodica:** complesso delle installazioni, comprendente gli elementi attivi e passivi, che permette di attuare la protezione catodica (UNI EN 12954).

**Verifica e controllo di un sistema di protezione catodica:** insieme delle azioni volte a mantenere la funzionalità di un sistema di protezione catodica, mediante verifiche e controlli periodici (UNI 11094).

## 5 ORGANIZZAZIONE FUNZIONALE DELL'ATTIVITÀ DI PROTEZIONE CATODICA

Le risorse umane, tecniche e logistiche che costituiscono la struttura operativa della protezione catodica possono appartenere all'impresa di trasporto, a terzi o in parte all'impresa di trasporto e in parte a terzi. La responsabilità dell'attività di protezione catodica ricade in ogni caso sull'impresa di trasporto.

### 5.1 Risorse umane

L'impresa di trasporto deve assicurare che il personale interno addetto alle attività operative di protezione catodica sia adeguatamente addestrato ed istruito per svolgere le mansioni previste fornendo allo stesso le procedure e le istruzioni per lo svolgimento dei compiti.

Inoltre deve essere programmato l'aggiornamento tecnico professionale necessario alla corretta esecuzione delle mansioni compreso l'addestramento inerente specifiche metodologie di misurazione, alle apparecchiature e dispositivi e alla strumentazione utilizzata nell'ambito della protezione catodica.

L'impresa di trasporto deve individuare il personale proprio o di terzi da assegnare all'attività di protezione catodica. Il personale deve avere adeguate competenze e sufficiente conoscenza ed esperienza nel settore della protezione catodica. L'impresa di trasporto attribuisce al personale il compito di analisi e di elaborazione dei dati e delle misure elettriche che devono essere eseguite, in accordo alla norma UNI 11094.

Il personale di terzi, in relazione alle attività da eseguire, deve essere qualificato secondo i criteri riportati nella norma UNI EN 15257.

### 5.2 Registrazione dei risultati delle misurazioni di protezione catodica

I risultati delle misure eseguite non in continuo devono essere registrati su un "resoconto delle misurazioni" (UNI EN 12954), redatto, su supporto cartaceo o elettronico, con chiarezza e in modo da evitare interpretazioni errate in cui riportare per ogni misura almeno i seguenti dati:

- il codice univoco con cui l'impresa identifica la rete di trasporto;
- codice univoco del sistema di protezione catodica;
- tipologia del posto di misura distinguendo tra impianto di protezione catodica a corrente impressa, impianto con anodi galvanici, impianto di drenaggio (unidirezionale o misto), posto di misura in corrispondenza di attraversamento o parallelismo con linee ferroviarie (D.M. n. 2445 del 23.02.1971), impianto di collegamento con strutture estranee, punto caratteristico, punti integrativi;
- codice univoco del posto di misura;
- data del rilievo: giorno, mese e anno;

- tipologia di misurazione distinguendo tra misura di breve durata, misura con strumento registratore o misura acquisita mediante sistema di telecontrollo;
- valori dei parametri elettrici misure di breve durata: potenziale on [ $E_{on}$ ] (ad impianti inseriti);
- valori dei parametri elettrici rilevati con strumento registratore distinguendo tra: potenziale on [ $E_{on}$ ] (ad impianti inseriti) -valore minimo, valore massimo ed eventuale valore medio-, potenziale on [ $E_{on}$ ] (ad impianti inseriti) e potenziale off [ $E_{off}$ ] (ad impianti disinseriti), potenziale on [ $E_{on}$ ] e potenziale off [ $E_{off}$ ] su piastrina e potenziale senza caduta di tensione IR [ $E_{IR free}$ ] su sonda di potenziale esterna;
- conforme o non conforme alle norme tecniche vigenti, (vedere punto 6.6);
- elementi identificativi dell'operatore;
- eventuali note.

I resoconti delle misurazioni devono essere conservati per un periodo non minore a cinque anni solari successivi a quello in cui è avvenuta la loro registrazione e in accordo anche alle vigenti disposizioni di legge in materia.

Per le misure eseguite in continuo, i valori rilevati, le anomalie di funzionamento degli impianti, gli scostamenti dai valori di riferimento impostati di ogni posto di misura devono essere opportunamente elaborati e archiviati in conformità alla norma UNI 10950. I dati archiviati per ogni posto di misura devono consentire l'analisi puntuale dell'efficienza ed efficacia dei sistemi di protezione catodica, del periodo di mancato funzionamento del sistema di telecontrollo e del periodo dei valori di non conformità.

Per i sistemi di protezione catodica dotati di telesorveglianza devono essere archiviati, per ogni posto di misura inserito nel sistema stesso, i seguenti dati minimi:

- il codice univoco con cui l'impresa identifica la rete di trasporto;
- codice univoco del sistema di protezione catodica;
- tipologia del posto di misura distinguendo tra impianto di protezione catodica a corrente impressa, impianto con anodi galvanici, impianto di drenaggio (unidirezionale o misto), posto di misura in corrispondenza di attraversamento o parallelismo con linee ferroviarie (D.M. n. 2445 del 23.02.1971), impianto di collegamento con strutture estranee, punto caratteristico;
- tipologia di misurazione nei punti integrativi distinguendo tra misura di breve durata, misura con strumento registratore e eventuali misure acquisite mediante telesegnalazione e telemisura;
- codice univoco del posto di misura;
- data del rilievo: giorno, mese, anno;
- valori dei parametri elettrici rilevati: potenziale on [ $E_{on}$ ] (ad impianti inseriti) -valore minimo, valore massimo e valore medio ed eventuale deviazione standard-;
- conforme o non conforme alle norme tecniche, (vedere punto 6.6); la conformità è giornaliera;
- eventuali note.

I dati provenienti da posti di misura dotati di telesegnalazione e telemisura (UNI 10950), sono da archiviare con medesima procedura in funzione dei parametri trasmessi.

### 5.3 Analisi delle verifiche e controlli dei sistemi di protezione catodica

Il tecnico assegnato alle attività di protezione catodica (o tecnico di terzi qualificato secondo UNI EN 15257) deve interpretare e valutare i risultati delle verifiche funzionali e delle misure di potenziale

confrontandoli con i parametri riportati nello stato elettrico di riferimento o con i criteri di protezione delle norme UNI.

Indicatori di riferimento sono i parametri elettrici rilevati agli impianti di protezione catodica a corrente impressa, impianti di drenaggio (unidirezionale o misto), impianti di collegamento con strutture estranee, posti di misura in corrispondenza di attraversamento o parallelismo con linee ferroviarie (D.M. n. 2445 del 23.02.1971), impianti con anodi galvanici e nei posti di misura, alla messa in servizio e collaudo, oppure i valori delle misurazioni rilevati negli anni precedenti.

A seguito della valutazione e correlazione dei dati e delle misure di cui al punto 6.6, il tecnico deve convalidare ed archiviare i resoconti delle misurazioni dei diversi sistemi di protezione catodica indicando, se necessari, gli interventi e i provvedimenti correttivi da apportare al sistema di protezione catodica.

Identica procedura deve essere adottata per le misurazioni provenienti dal sistema di telesorveglianza, telesegnalazione e telemisura. In relazione al sistema di acquisizione, elaborazione, visualizzazione ed archiviazione delle misurazioni di controllo, il tecnico assegnato alle attività di protezione catodica deve analizzare e valutare le elaborazioni dei valori rilevati e controllare eventuali cambiamenti di stato o anomalie di funzionamento degli impianti di protezione catodica e scostamenti dai valori di riferimento previsti.

#### **5.4 Responsabile della protezione catodica**

L'impresa di trasporto deve designare in forma scritta un responsabile di protezione catodica per area geografica definita, cui assegnare la responsabilità, diretta o funzionale, della gestione della protezione catodica e la funzione di convalidare e firmare il rapporto annuale dello stato elettrico dei sistemi di protezione catodica della rete di trasporto.

Il responsabile di protezione catodica deve essere una persona interna all'impresa di trasporto, fermo restando l'eventuale collaborazione tecnica richiesta a persone terze.

#### **5.5 Manuale di manutenzione e programma di controllo**

L'impresa di trasporto deve predisporre il manuale di manutenzione ed il programma di controllo dei sistemi di protezione catodica indicando le relative frequenze e verificarne la corretta applicazione.

Il manuale di manutenzione si configura come strumento di supporto all'esecuzione delle attività di controllo e verifiche di protezione catodica previste e programmate nel programma di controllo, e fornisce agli operatori le indicazioni necessarie per l'esecuzione di una corretta manutenzione dei sistemi di protezione catodica.

Il programma di controllo deve contenere tutte le informazioni di tipo tecnico necessarie per la programmazione nel tempo dei controlli periodici di esercizio dei sistemi di protezione catodica.

### **6 PROTEZIONE CATODICA DELLE RETI IN ACCIAIO DI TRASPORTO DEL GAS**

Nel seguito si riportano i soli dati e le informazioni concernenti la protezione catodica delle reti di acciaio o ad aspetti a questa legata.

L'obbligo di registrazione e comunicazione dei dati e delle informazioni relativi alla protezione catodica per area geografica definita della rete di trasporto del gas, riguardano:

#### **6.1 Numero di sistemi di protezione catodica in cui è stata suddivisa la rete**

Un sistema di protezione catodica è costituito dagli impianti di protezione catodica (alimentatori, anodi galvanici), dagli impianti di drenaggio (unidirezionale o misto), dagli impianti di collegamento con

strutture estranee, dai posti di misura e da ogni altro accessorio, installati in una o più parti di rete, protetta in modo elettricamente indipendente da altre.

Lo studio dei campi elettrici presenti nel terreno e una corretta progettazione devono permettere di suddividere la rete di trasporto mediante l'inserimento di giunti isolanti in più parti i cui insiemi costituiscono i sistemi di protezione catodica.

Altri giunti isolanti devono essere inseriti sia in punti particolari lungo la rete d'acciaio del trasporto sia in corrispondenza di tutte le utenze (CEI EN 50162) per separare elettricamente la stessa da ogni struttura estranea che non dovrà essere interessata dal sistema di protezione catodica (ad esempio giunti isolanti terminali, giunti di separazione di parti aeree, ecc.).

Da un punto di vista pratico si può indicare che, ciascuna parte di rete appartenente a un sistema di protezione catodica dovrebbe essere indicativamente, salvo casi particolari, di circa trenta chilometri.

Questa suddivisione della rete di trasporto in più sistemi di protezione catodica consente un più efficace controllo delle correnti in circolazione sulle condotte, limita l'interferenza delle correnti disperse su parti di rete non eccessivamente estese, consente un miglior esercizio delle stesse, nel caso di anomalie che dovessero verificarsi in fase di gestione e riduce la possibilità di provocare interferenze su altre strutture interrate nelle vicinanze.

Da quanto esposto è necessario che l'impresa di trasporto determini, per le condotte di acciaio, i sistemi di protezione catodica in cui è stata suddivisa la rete di trasporto del gas, assegnando a ciascun sistema un codice di identificazione.

Determinato il numero dei sistemi di protezione catodica gli stessi sono da suddividere in:

- sistemi sottoposti a protezione catodica efficace, distinguendo tra rete sottoposta e non sottoposta a telecontrollo del grado di protezione catodica;
- sistemi non sottoposti a protezione catodica efficace.

Qualora si disponga di condotte di acciaio protette con impianti con anodi galvanici, è necessario determinare la/le relative parti di rete cui è stata applicata tale tipologia di protezione catodica, che costituisce il sistema di protezione catodica cui deve essere assegnato un codice di identificazione.

## **6.2 Numero di posti di misura del potenziale di protezione catodica della condotta**

Per la verifica dello stato elettrico di protezione delle condotte di acciaio interrate, le norme UNI prescrivono l'installazione di posti di misura. Le stesse norme indicano le posizioni significative della rete dove è prevista la loro collocazione e la spaziatura che deve essere assicurata tra due posti di misura successivi, precisando che nel caso di condotte estese in lunghezza è sufficiente disporre di posti di misura a intervalli minori di tre chilometri mentre in aree urbanizzate, la spaziatura deve essere minore di un chilometro.

La norma UNI 10166 stabilisce che il posto di misura deve essere essenzialmente composto da una custodia, una morsettiera, uno o più cavi di collegamento alla o alle strutture e uno o più cavi di collegamento al o agli elettrodi di riferimento fissi, quando previsti.

I posti di misura devono permettere una connessione meccanicamente stabile, elettricamente non resistiva, l'eventuale corretta collocazione dell'elettrodo di riferimento portatile quando non presente l'elettrodo di riferimento fisso e, ove necessario, consentire il posizionamento di strumenti per l'esecuzione di misure registrate per periodi maggiori di ventiquattro ore.

L'impresa di trasporto dovrà assegnare ai posti di misura, che abbiano le caratteristiche previste dalla sopraindicata norma, un codice univoco considerando che anche gli impianti di protezione catodica a corrente impressa, gli impianti con anodi galvanici, gli impianti di drenaggio (unidirezionale o misto) e i collegamenti elettrici tra strutture estranee sono considerati dei posti di misura.

### 6.3 Numero totale dei punti selezionati per la misura del potenziale di protezione catodica della condotta

Nel rispetto delle disposizioni di legge (D.M. 2445 del 23.02.1971) e delle norme UNI, verifiche e controlli devono essere eseguiti sui sistemi di protezione catodica per assicurare il corretto e costante funzionamento delle apparecchiature e degli accessori di linea e il mantenimento nel tempo del potenziale di protezione.

I punti selezionati per la misura del potenziale sono i posti di misura dove si eseguono:

- i controlli dell'efficienza degli impianti di protezione catodica (alimentatori e anodi galvanici), degli impianti di drenaggio (unidirezionale o misto), degli impianti di collegamento tra strutture estranee, ecc.;
- le misure di potenziale struttura-elettrolita e della corrente (punti caratteristici e punti integrativi).

Per associare il posto di misura al relativo sistema di protezione catodica, i punti selezionati per la misura del potenziale devono essere determinati per ciascun sistema di protezione catodica nel modo seguente:

#### a) Impianti e dispositivi di protezione catodica

Misurazioni di potenziale a intervalli periodici devono essere eseguite sugli impianti di protezione catodica a corrente impressa, sugli impianti di drenaggio (unidirezionale o misto), sugli impianti con anodi galvanici e sugli impianti di collegamenti elettrici tra strutture estranee per accertare la funzionalità degli stessi.

#### b) Punti caratteristici

Misurazioni di potenziale a intervalli periodici devono essere eseguite nei punti caratteristici per accertare se gli stessi, siano ancora idonei, a causa di mutate condizioni elettriche o ambientali avvenute nel tempo, a consentire la valutazione generale dell'efficacia della protezione catodica.

Per ciascun sistema di protezione catodica, devono essere individuati, in accordo alla norma UNI 11094 e ai successivi punti 6.3.1 e 6.3.2, uno o più punti caratteristici nei quali eseguire la misura del potenziale.

L'individuazione dei punti caratteristici è il risultato dell'analisi dello stato elettrico di ciascun sistema di protezione catodica da parte di personale specializzato. Questa analisi assume una rilevanza particolare quando i sistemi sono interessati da correnti disperse.

#### c) Punti integrativi

Nel caso di misure eseguite non in continuo le norme UNI prescrivono, in aggiunta alle misurazioni sopraindicate, l'esecuzione di ulteriori misure del potenziale, a intervalli periodici, preferibilmente in tutti i posti di misura di ciascun sistema di protezione catodica per consentire la valutazione dettagliata ed esauriente dello stato elettrico della condotta.

Pertanto il totale dei punti selezionati annualmente per ogni sistema di protezione catodica sarà costituito dalla somma del numero degli impianti di protezione catodica (alimentatori, anodi galvanici), dal numero degli impianti di drenaggio (unidirezionale o misto), dal numero degli impianti di collegamento con strutture estranee, dal numero dei posti di misura da controllare per disposizioni di legge, dai giunti isolanti terminali e di linea aperti, dal punto caratteristico previsto dalla norma UNI 11094 e dal numero dei punti integrativi controllati nell'anno di riferimento.

Una volta determinato per ciascun sistema di protezione catodica il numero dei punti selezionati per la misura del potenziale, gli stessi sono da suddividere in:

- punti nei quali la misura è effettuata in continuo e trasmessa mediante telecontrollo;

- punti nei quali la misura non è effettuata in continuo.

### 6.3.1 Punti selezionati per la misura del potenziale eseguita non in continuo

In questo ambito rientrano gli impianti di protezione catodica a corrente impressa, gli impianti con anodi galvanici, gli impianti di drenaggio (unidirezionale o misto), i collegamenti elettrici con strutture estranee, i giunti isolanti terminali e di linea aperti ed almeno un punto caratteristico da controllare periodicamente con misure registrate.

Altri posti di misura da controllare periodicamente sono quelli in corrispondenza di attraversamenti o parallelismi con linee ferroviarie secondo quanto disposto dalla legislazione vigente.

Le misurazioni sui punti integrativi sono da eseguire preferibilmente su tutti i posti di misura facenti parte di uno stesso sistema di protezione catodica come previsto in UNI EN 12954 e con i metodi di misurazione della UNI EN 13509. Queste permettono di confermare i punti caratteristici o individuarne altri.

In presenza di correnti disperse le misure del potenziale on (ad impianti inseriti) devono essere eseguite con strumenti registratori con le frequenze di cui in UNI EN 12954 e UNI 11094. La durata della registrazione deve essere scelta in funzione della ciclicità delle variazioni del campo elettrico interferente (UNI EN 13509), ma non minore di venti ore.

Le misure del potenziale on [ $E_{on}$ ] (ad impianti inseriti) e potenziale off [ $E_{off}$ ] (ad impianti disinseriti), del potenziale on [ $E_{on}$ ] e potenziale off [ $E_{off}$ ] su piastrina e potenziale senza caduta di tensione IR [ $E_{IR free}$ ] su sonda di potenziale esterna devono essere eseguite con strumenti registratori.

### 6.3.2 Punti selezionati per la misura del potenziale eseguita in continuo

Quando il controllo viene eseguito mediante un sistema di telesorveglianza il numero minimo dei posti di misura da prevedere sono gli impianti di protezione catodica a corrente impressa, gli impianti di drenaggio (unidirezionali o misti), i posti di misura in corrispondenza di attraversamenti o parallelismi con linee ferroviarie (D.M. n. 2445 del 23.02.1971), i collegamenti con strutture estranee e i punti caratteristici.

Il numero minimo dei punti caratteristici di un sistema di protezione catodica di condotte di trasporto gas dotato di telesorveglianza è specificato nella norma UNI 11094.

Se viene controllato con telesorveglianza solo il numero minimo di punti caratteristici sopra indicato, possono essere previste misure di breve durata periodiche per integrare i dati ottenuti automaticamente.

In un sistema di telesorveglianza (UNI 10950) le misurazioni sono da considerare in continuo solo se, nell'anno di riferimento, le stesse siano trasmesse per un periodo uguale o maggiore a trecento giorni anche non consecutivi. In caso contrario le misurazioni di potenziale acquisite possono essere considerate come misure eseguite non in continuo, vedi punto 6.6.2.1.

L'impresa di trasporto deve provvedere alle verifiche e controlli direttamente in loco, con i criteri di cui in UNI EN 12954 e UNI 11094, nel caso in cui si verifichino periodi uguali o maggiori a trenta giorni consecutivi di assenza di trasmissione dei dati relativi ai parametri di funzionamento degli impianti di protezione catodica a corrente impressa, impianto di drenaggio (unidirezionale o misto), posto di misura in corrispondenza di attraversamento o parallelismo con linea ferroviaria, impianto di collegamento elettrici con strutture estranee e dell'eventuale punto caratteristico.

## 6.4 Numero totale delle misure di potenziale delle condotte in acciaio eseguite non in continuo

Le frequenze prescritte dalle norme devono essere considerate come intervalli massimi per le verifiche e controlli poiché le stesse sono riferite a condotte interrate non interferite da correnti disperse. Se richiesto dalle condizioni di esercizio o dall'intensità delle correnti disperse le norme stabiliscono che la

frequenza dei controlli deve essere intensificata. In questo caso è compito delle imprese di trasporto stabilire le idonee frequenze dei controlli in funzione di fattori specifici della rete protetta e di fattori esterni al sistema di protezione catodica, secondo quanto indicato in UNI 11094.

Pertanto ogni impresa di trasporto deve indicare nel manuale di manutenzione e nel programma di controllo dei sistemi di protezione catodica le frequenze adottate.

Nel rispetto delle disposizioni di legge e delle norme tecniche deve essere conteggiato per ogni punto selezionato per la misura del potenziale, di cui al punto 6.3 precedente, il numero di volte nell'arco dell'anno in cui è stato eseguito in loco il rilievo del potenziale (misura breve durata o misura registrata) per determinare il numero totale delle misure di potenziale effettuate non in continuo.

## 6.5 Acciaio protetto e non protetto catodicamente

Per le reti in acciaio di trasporto del gas naturale costruite nel rispetto del decreto del Ministro dell'interno 24 novembre 1984 "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8" e successive modifiche, l'art. 2.6.1 disponeva che le condotte interrate dovevano essere dotate di rivestimento e di protezione catodica. Un successivo capoverso recitava: la protezione catodica può non essere applicata a tratti di condotta di lunghezza limitata, forniti di efficiente rivestimento e separati elettricamente dal resto della condotta mediante giunti isolanti. Il significato di "lunghezza limitata" implica un valore che condiziona la sua estensione entro un ambito determinato. A tale riguardo la lunghezza del tratto di condotta non deve essere maggiore di 12 m.

Con l'entrata in vigore del Decreto del Ministro dello sviluppo economico 17 aprile 2008 "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", non sono più applicabili le prescrizioni di cui alla parte prima e quarta del decreto del Ministro dell'interno 24 novembre 1984 per quanto inerente agli impianti di trasporto.

Il D.M. del 17 aprile 2008, all'art. 2.12 Progettazione della protezione contro la corrosione, prescrive che i tubi e tutte le strutture metalliche interrate devono essere opportunamente protetti mediante sistemi integrati di rivestimento isolante e protezione catodica. Le strutture posate fuori terra soggette a condizioni di aggressività ambientale devono essere opportunamente trattate con appositi cicli di pitturazione. Il sistema di protezione catodica deve essere progettato e realizzato in accordo con la norma UNI EN 1594 per condotte con MOP > 16 bar e con la norma UNI EN 12007-1 per componenti destinati a condotte con MOP inferiore o uguale a 16, al fine di garantire il mantenimento della condotta nelle condizioni di immunità dalla corrosione.

L'impresa di trasporto, nell'anno di riferimento, deve registrare e riportare nel Rapporto annuale dello stato elettrico di protezione catodica dell'impianto di trasporto, la lunghezza della rete (comprensiva degli allacciamenti), misurata in chilometri, suddividendo tra condotte:

- sottoposte a protezione catodica con impianti a corrente impressa;
- sottoposte a protezione catodica con impianti con anodi galvanici;
- offshore sottoposte a protezione catodica con anodi galvanici;
- non protette catodicamente in accordo al D.M. 24 novembre 1984;
- non protette catodicamente.

## 6.6 Conformità delle misurazioni di protezione catodica

In merito alla conformità o meno dei valori di potenziale alle norme tecniche vigenti, le norme UNI riportano i valori cui deve essere portato e mantenuto nel tempo l'acciaio per rendere trascurabile o annullare i fenomeni di corrosione. Il valore del potenziale di protezione dell'acciaio è di -0,85 V (terreni aerobici) e -0,95 V (terreni anaerobici) riferiti all'elettrodo rame-solfato di rame saturo, norma UNI EN

12954. Per elettrodi di riferimento differenti come ad esempio l'elettrodo di zinco puro in apposito letto di posa (bentonite e gesso), il valore del potenziale di protezione dell'acciaio è rispettivamente di +0,25 V e +0,15 V. Nel caso dell'elettrodo di titanio attivato in malta alcalina, il valore del potenziale di protezione dell'acciaio è rispettivamente di - 0,75 V e -0,85 V.

Nella pratica corrente essendo l'elettrodo di riferimento posto sulla superficie del terreno, il valore di potenziale rilevato è comprensivo della caduta di tensione presente fra il metallo della condotta e l'elettrodo di riferimento. Le cadute di tensione nel terreno possono assumere valori molto variabili, da pochi millivolt sino ad alcuni volt, in relazione all'intensità delle correnti presenti e alla resistività dell'ambiente. Le cadute di tensione derivanti dalle correnti che circolano nel terreno (corrente di protezione e correnti disperse) possono essere minimizzate solo nel caso in cui si possa posizionare l'elettrodo di riferimento nelle immediate vicinanze del metallo della condotta a diretto contatto con il terreno.

La norma UNI EN 13509 specifica i diversi metodi di misurazione del potenziale della condotta in acciaio e riporta le modalità di esecuzione sia in assenza sia in presenza di campi elettrici variabili esterni.

In considerazione di quanto sopraddetto, il tecnico assegnato alla protezione catodica, in relazione alla tipologia di misura eseguita (breve durata, registrata e telecontrollata), dovrà valutare i valori rilevati o acquisiti mediante le diverse tipologie di misurazione e riportare sul resoconto delle misurazioni, di cui al punto 5.2, la dicitura "conforme o non conforme alle norme vigenti".

Inoltre, in relazione all'assetto elettrico di ciascun sistema di protezione catodica, i valori di potenziale di una singola misura o di più misure (breve durata, registrata e telesorvegliata) elaborati e correlati fra loro permetteranno di valutare l'efficienza e l'efficacia della protezione catodica.

## **6.6.1 Conformità delle misure eseguite non in continuo**

### **6.6.1.1 Misure con strumenti registratori a carta**

Nelle misure di potenziale eseguite con strumenti registratori a carta, eventuali fenomeni che possono portare il potenziale a valori più positivi di quelli definiti al punto 6.6, devono essere valutati nella loro durata determinando il tempo complessivo in cui tali fenomeni si sono manifestati nell'arco delle ventiquattro ore. La misura di potenziale registrata è considerata conforme se nelle ventiquattro ore il tempo totale di permanenza di questi valori è uguale o minore a sessanta minuti per ciascun posto di misura.

### **6.6.1.2 Misure con strumenti registratori a microprocessore**

Nelle misure di potenziale eseguite con strumenti registratori a microprocessore è opportuno che i valori siano acquisiti con un tempo di campionamento minore o uguale a un secondo.

I valori di potenziale più positivi di quelli definiti al punto 6.6, devono essere conteggiati nella loro durata determinando il tempo complessivo in cui tali fenomeni si sono manifestati nell'arco delle ventiquattro ore. La misura di potenziale registrata è considerata conforme se nelle ventiquattro ore il tempo totale di permanenza di questi valori è uguale o minore a 3600 s (tremilaseicento) per ciascun posto di misura.

## **6.6.2 Conformità delle misure eseguite in continuo**

### **6.6.2.1 Misure eseguite con telesorveglianza**

I valori della misura di potenziale è opportuno che siano acquisiti con un tempo di campionamento minore o uguale a un secondo, norma UNI 10950.

I valori di potenziale più positivi di quelli definiti al punto 6.6, devono essere conteggiati nella loro durata determinando il tempo complessivo in cui tali fenomeni si sono manifestati nell'arco delle ventiquattro



ore. Le misure del potenziale giornaliero possono essere considerate conformi se il tempo totale di permanenza di questi valori è uguale o minore a 3600 s (tremilaseicento), per ciascun posto di misura.

Accertata la conformità della trasmissione del sistema di telesorveglianza (punto 6.3.2), la misura del punto è da considerare conforme se, nell'anno di riferimento, esprima i valori di potenziale, come definiti al punto 6.6, per un periodo di tempo maggiore o uguale a trecento giorni.

Nel caso le misurazioni telesorvegliate siano acquisite per un periodo minore di trecento giorni/anno, le misure di potenziale giornaliere ricevute possono essere conteggiate come registrazioni conformi eseguite con strumenti registratori (vedi punto 6.3.2), nel limite di una registrazione mensile se nel mese sono presenti misure conformi che dimostrino l'efficiente ed efficace funzionamento del sistema di protezione catodica.

#### **6.6.2.2 Misure eseguite con telesegnalazione e telemisura**

La misurazione trasmessa da un posto di misura dotato di telesegnalazione e telemisura, è considerata conforme se, nell'anno di riferimento, esprime i valori di potenziale, come definiti al punto 6.6, per un periodo di tempo maggiore o uguale a trecento giorni.

I valori di potenziale più positivi di quelli definiti al punto 6.6 o dello stato elettrico di riferimento e relativi aggiornamenti, devono essere valutati come segue:

- calcolare la media giornaliera del potenziale per l'anno di riferimento;
- confrontare ciascuno singolo valore della media giornaliera con il valore del potenziale definito al punto 6.6 e contare tutti i valori più positivi di tale potenziale;
- se il numero totale dei valori conteggiati è uguale o minore a 60, la misurazione del potenziale trasmessa può essere considerata conforme.

### **6.7 Cartografia dei vari elementi dei sistemi di protezione catodica**

È necessario disporre di disegni planimetrici e/o di eventuali schemi elettrici circuitali della rete di trasporto in acciaio in accordo alla norma UNI 10265.

Tutti gli elementi riguardanti i sistemi di protezione catodica (giunti isolanti, posti di misura, impianti di protezione catodica a corrente impressa, impianti con anodi galvanici, impianti di drenaggio (unidirezionale o misto), collegamenti elettrici con strutture estranee) devono essere identificati con codici univoci.

I codici identificativi assegnati a tutti gli elementi riguardanti i sistemi di protezione catodica devono permettere in particolare di associare la posizione del posto di misura ai valori delle misurazioni eseguite e di rintracciare gli stessi posti di misura in maniera univoca all'interno di ogni sistema di protezione catodica.

