



Un'applicazione in una stazione di distribuzione del carburante.

Le verifiche elettriche periodiche

Antonio Cavallaro*, Vincenzo Toscano*, Stefano De Falco**

Le tipologie delle verifiche da condurre sugli impianti sono stabilite dal DPR 462/01; la normativa tecnica a cui riferirsi durante le operazioni di verifica è costituita dalle Norme dei seguenti comitati tecnici CEI:

- CEI 11, Impianti elettrici ad alta tensione e di distribuzione pubblica;
- CEI 31, Materiali antideflagranti;
- CEI 64, Impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione;
- CEI 81, Protezione contro i fulmini.

Con riferimento alla Norma CEI 64-8/6, contenente prescrizioni relative alle verifiche sugli impianti elettrici di bassa tensione, vengono riportate le definizioni fondamentali che sono utili ai fini della comprensione delle operazioni da condurre:

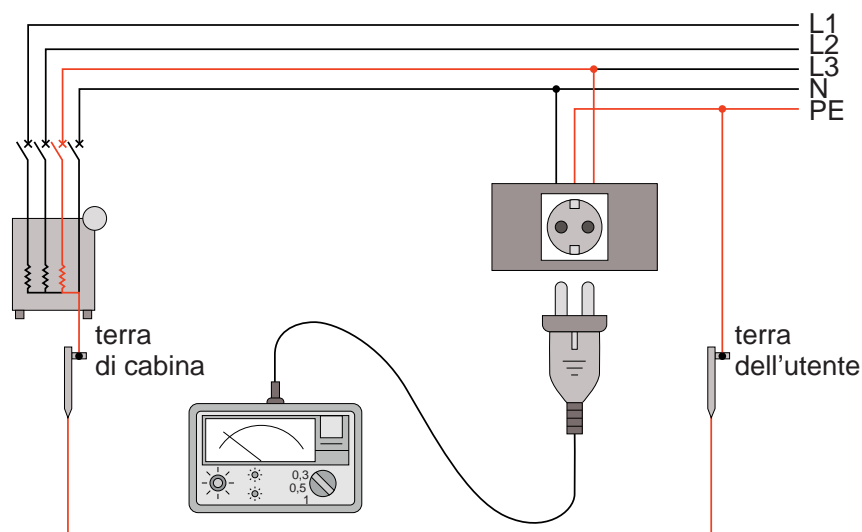
- *Verifica* (CEI 64-8/6 art. 600.1): per verifica si intende l'insieme delle operazioni mediante le quali si accerta la rispondenza alle prescrizioni della presente Norma dell'intero impianto elettrico. La verifica comprende esami a vista e prove strumentali;
- *Esame a vista* (CEI 64-8/6 art. 600.2): per esame a vista si intende l'esame dell'impianto elettrico per accertare che le sue condizioni di realizzazione siano corrette, senza l'effettuazione di prove;
- *Prove* (CEI 64-8/6 art. 600.3): per prova si intende l'effettuazione di misure o di

*ECO s.p.a. (European Certifying Organization), Faenza (Ravenna).

**Dip. di Ingegneria Elettrica Università degli Studi Federico II, Napoli



1 Misura della resistenza di terra



1

altre operazioni sull'impianto elettrico mediante le quali si accerti l'efficienza dello stesso impianto elettrico. La misura comporta l'accertamento di valori mediante appropriati strumenti;
- *Verificatore* (CEI 64-8/6 art. 610.5): la verifica dell'impianto deve essere effettuata da persona esperta, competente in lavori di verifica.

Le prove strumentali da effettuarsi sugli impianti elettrici hanno lo scopo di accertare, quantitativamente, la presenza delle condizioni di sicurezza. Durante le prove devono essere verificati la continuità del conduttore di protezione e dei conduttori equipotenziali principali e supplementari, la resistenza di isolamento dell'impianto elettrico, la protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione e il valore della resistenza di terra.

Le verifiche di sicurezza elettrica sono state svolte presso l'impianto elettrico di un distributore di carburante sito in via Circumvallazione esterna di Napoli, con la collaborazione dell'Ente verificatore ECO s.p.a. (European Certifying

Organization) organismo notificato 0714, di Faenza (Ravenna).

La descrizione dell'impianto

L'impianto preso in considerazione è un impianto in bassa tensione avente un contratto di fornitura con l'Ente di Distribuzione di energia elettrica di 6 kW. La linea elettrica, partente dal contatore, è protetta da un interruttore magnetotermico differenziale quadripolare C63 con corrente differenziale di 500 mA che alimenta il quadro distribuzione generale.

Al quadro di distribuzione generale sono presenti i seguenti interruttori:

- Interruttore generale quadripolare C 25 con $I_{dn} = 500$ mA per l'arrivo al quadro;
- Interruttore generale quadripolare C 25 con $I_{dn} = 300$ mA per il circuito luce al quale seguono cinque interruttori differenziali bipolari per la protezione delle sezioni di utenza così riassumibili:

- illuminazione interna chiosco;
- pali per sostegno illuminazione piazzale;
- linea illuminazione pensilina sovrastante il piazzale;
- illuminazione colonnine di distribuzione carburante;
- insegne pubblicitarie.

- Interruttore generale quadripolare C 25 con $I_{dn} = 300$ mA per i servizi generali al quale seguono interruttori differenziali bipolari per le prese interne ed esterne al chiosco, per il compressore e altre utenze varie;

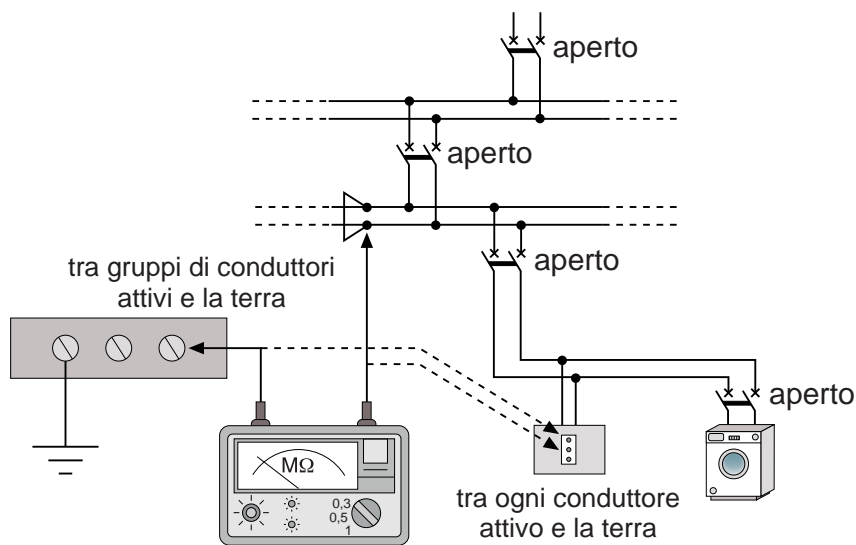
- Interruttore generale quadripolare C 25 con $I_{dn} = 300$ mA per i motori al quale seguono interruttori tripolari per i singoli motori delle colonnine di distribuzione carburante.

Tutte le utenze sono di tipo monofase 230 V fase-neutro a esclusione dei motori delle colonnine di distribuzione che sono trifase 400 V.

I cavi elettrici sono posati in condutture costituite da tubi in PVC interrati del tipo N1VVK 4x6 a norme CEI 2022 II non propagante l'incendio, di varie sezioni e formazione (tripolare, quadripolare). Il conduttore di protezione è incluso nel cavo stesso.

L'impianto di terra

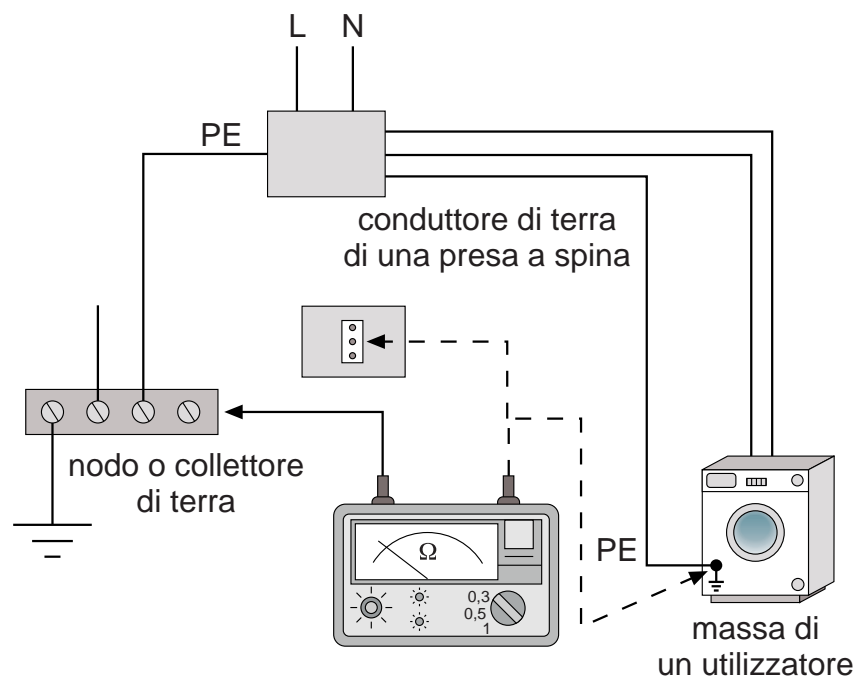
L'impianto di terra del centro di distribuzione carburante è costituito da picchetti di dispersione in acciaio ramato da 25 mm di diametro e lunghezza di 2 m; essi sono tra di loro interconnessi ad



2

Tab. 1 I valori delle misure di resistenza di terra

N. misure	Valore rilevato [Ω]	Corrispondenza con la relazione di verifica
1	2,11	ok
2	2,1	ok
3	2,42	ok
4	2,31	ok
5	2,25	ok
6	2,4	ok



3

anello tramite una corda di rame nudo di sezione 50 mm² interrata a circa 80 cm nel sottosuolo.

I conduttori PE sono costituiti da una corda terminale di sezione 50 mm² isolata in PVC e di colore giallo-verde; i conduttori terminali collegano al dispersore di terra:

- quattro pali di sostegno illuminazione;
- chiosco;
- tubi di sfiato del serbatoio di carburante;
- colonnine di distribuzione carburante.

Allo stesso dispersore sono collegate anche le calate della pensilina metallica (200 m²) sovrastante il piazzale, ai fini della protezione contro le scariche atmosferiche.

L'impianto antideflagrante

L'impianto di distribuzione carburante è classificato con pericolo di esplosione di incendio nell'aree circostanti le colonnine di distribuzione e in prossimità dei pozzetti di carico carburante a causa della presenza dei vapori di benzina altamente infiammabili.

In queste aree la norma prevede che se esiste presenza di impianti elettrici, essi

2 Misura della resistenza di isolamento
3 Prova di continuità dei conduttori PE ed EQ

Tab. 2 I valori delle misure dei tempi di intervento sugli interruttori differenziali		
Interruttore differenziale provato	Tempo di intervento [ms]	Valore della corrente di intervento [mA]
Int. illuminazione interna chiosco	29	21
Int. illuminazione piazzale	27	18
Int. prese interne chiosco	27	19
Int. prese esterne chiosco	18	24
Int. illuminazione pensilina	28	24
Int. illuminazione colonnine di distribuzine	19	22
Int. illuminazione insegne pubblicitarie	26	21
Int. compressore	17	22

devono essere di tipo compatibile con la classificazione delle aree stesse.

Nel caso in esame, nei pozzetti di carico carburante non vi era presenza di impianti elettrici attivi, ma solo un collegamento di terra a servizio dell'autobotte di rifornimento per drenare le possibili cariche elettrostatiche ed evitare in tale modo scintillii pericolosi in presenza dei vapori di benzina infiammabili.

La connessione tra l'autobotte e il collegamento di terra del pozzetto si realizza attraverso una speciale pinza, che prima crea il contatto col morsetto di terra e dopo, tramite interruttore incorporato nella pinza stessa, stabilisce la connessione elettrica; questo meccanismo è utile sempre ai fini della sicurezza onde evitare che nell'avvicinare la pinza al morsetto di terra si possano subito avere delle scariche elettrostatiche provenienti dall'autobotte.

La pinza riporta la regolare targa «EX che garantisce l'idoneità di utilizzo in ambienti con pericolo di esplosione.

Nelle colonnine di distribuzione invece sono presenti impianti elettrici formati da:

- cavi di distribuzione;
- scatole di connessione cavi;
- apparecchiature elettriche;
- motori elettrici.

Tutti questi dispositivi sono targati e certificati con la sigla «EX e per tanto idonei per essere utilizzati nell'ambiente specifico.

Essendo comunque la colonnina di distribuzione un prodotto formato dall'assemblaggio di più componenti, ai fini della verifica si è preso atto delle dichiarazioni di conformità di prodotto rilasciate dal costruttore, al quale compete la responsabilità di corretto funzionamento.

Infine, si è verificato anche che tutti i pozzetti passaggio cavi fossero idoneamente riempiti con sabbia allo scopo di evitare il trasferimento dei vapori di benzina infiammabili al quadro attraverso le canalizzazioni.

Gli esami a vista

Il primo approccio all'impianto è avvenuto attraverso gli esami a vista dei quali si riportano di seguito gli esiti:
- L'impianto è risultato conforme alla

documentazione di progetto;

- I componenti sono risultati conformi alle prescrizioni di sicurezza in quanto muniti di:

1) marchi (marchio IMQ o altri marchi della Comunità), attestati di conformità alle Norme, oppure

2) relazioni di conformità rilasciate da enti riconosciuti (per l'Italia IMQ, CESI, IENGF), oppure

3) dichiarazioni di conformità rilasciate dal costruttore;

- I componenti hanno presentato caratteristiche adeguate all'ambiente per costruzione e/o installazione;

- I colori e/o marcature per l'identificazione dei conduttori sono stati rispettati;

- Le connessioni dei conduttori sono risultate idonee;

- Le dimensioni minime dei dispersori, conduttori di terra e di protezione ed equipotenziali principali e supplementari sono risultati conformi alla Norma CEI 64-8.

- Il conduttore di protezione è stato installato per tutte le masse:

a) quattro pali di sostegno illuminazione;

Tab. 3 I valori delle resistenze di isolamento

Parte attiva verificata	Valore dell'isolamento [MΩ]	Conformità alla Norma
La fase dell'interruttore generale di arrivo	13	ok
La fase del circuito di illuminazione interna del chiosco	3,15	ok
La fase del circuito di illuminazione della pensilina esterna	3,42	ok
La fase del circuito di illuminazione del piazzale	4,02	ok
La fase del circuito di illuminazione delle colonnine di distribuzione	6,71	ok
La fase del circuito delle prese esterne al chiosco	3,58	ok
La fase del circuito dei motori delle colonnine di distribuzione	155	ok

- b) struttura metallica della pensilina;
 - c) chiosco;
 - d) tubi di sfiato del serbatoio di carburante;
 - e) colonnine di distribuzione carburante.
- L'impianto di protezione contro i fulmini risponde alla Norma CEI 81-1.

Le prove strumentali

Misura della resistenza di terra

Dato che il piazzale del centro di distribuzione carburante prevedeva il piano di calpestio pavimentato, per non effettuare delle prove invasive e distruttive del suolo, si è scelto di non usare il tradizionale metodo voltamperometrico attraverso l'infilazione di sonde nel terreno ma di effettuare la misura con un misuratore di resistenza (multimetro) come illustrato in figura 1.

Il metodo consiste nell'iniettare la corrente di prova nel neutro della rete; tale corrente si disperde fino al centro stella del secondario del trasformatore e si richiude a "terra".

La misura comprende, oltre alla resistenza di terra dell'impianto, quella della resistenza equivalente secondaria del trasformatore e della resistenza delle linee;

queste ultime due sono generalmente trascurabili rispetto alla prima.

Questo sistema di misura alternativo, previsto anche dalla norma CEI 64-8/6, fornisce sempre un valore a vantaggio della sicurezza in quanto la resistenza misurata è sempre maggiore della RT.

La relazione che la misura della resistenza di terra deve verificare è:

$$R_T \leq U_L / I_a$$

Dove:

U_L è la tensione di contatto limite ammessa per il tempo di 5 s (50 V).

I_a è la corrente di intervento del dispositivo di protezione.

Come corrente di intervento dei dispositivi di protezione, al fine di garantire la condizione di massima sicurezza, occorre prendere in considerazione il valore di corrente più elevato tra tutti i dispositivi di protezioni presenti ($I_a = 500$ mA).

Va verificato che la misura della resistenza di terra sia inferiore a:

$$R_T \leq 50 / 0,5 = 100 \Omega$$

La tabella 1 riporta le misure effettuate. L'impianto risulta quindi idoneo al

funzionamento, per quanto concerne alla resistenza di terra, come da verifica.

Prova di funzionamento

degli interruttori differenziali

Tale prova consiste nel provocare una corrente di dispersione pari proprio alla I_{dn} dell'interruttore in esame e accertarsi che esso intervenga.

Sono state effettuate verifiche di tale genere sulla maggior parte degli interruttori differenziali bipolari del quadro generale in bassa tensione con $I_{dn} = 30$ mA.

La corrente di prova per far scattare l'interruttore è stata fornita dallo strumento di misura stesso, con valori via via crescenti fino a raggiungere la I_{dn} dell'interruttore stesso.

I risultati delle prove sono riportati in tabella 2.

L'impianto è risultato idoneo al funzionamento, per quanto concerne la prova degli interruttori differenziali, come da verifica.

Misura della resistenza d'isolamento

Bisogna verificare che la resistenza d'isolamento delle parti attive di ciascun tronco di circuito compreso tra due interruttori sia adeguata ai valori prescritti dalla Norma CEI 64-8.

Con una tensione di prova di 500 V in c.c. bisogna avere un valore dell'isolamento $\geq 0,5$ MΩ.

Tab. 4 I risultati delle prove di continuità

Collegamenti PE ed EQ verificati	Continuità accertata
Prese esterne e interne al chiosco	si
Massa del chiosco	si
Sostegno dell'illuminazione del piazzale	si
Tubi di sfiato dei serbatoi	no



La resistenza deve essere misurata a impianto sezionato tra ogni coppia di conduttori attivi e la terra e utilizzatori scollegati, come riportato in figura 2. In tabella 3 sono riportate le misure effettuate:

L'impianto risulta idoneo al funzionamento, per quanto concerne la prova della resistenza d'isolamento, come da verifica.

Prova di continuità dei conduttori PE ed EQ
Tale prova non serve a misurare la resistenza, ma solo a valutare l'esistenza

o meno della continuità elettrica, ovvero accertare l'integrità elettrica dei circuiti di protezione.

La prova va eseguita con impianto in tensione; tale prova viene fatta a campione provando una percentuale non inferiore al 20% dei collegamenti.

Affinché la prova sia valida, lo strumento deve erogare una corrente di prova non inferiore a 0,2 A con tensione a vuoto tra i 4 e i 24 V.

Uno schema è riportato in figura 3.

In tabella 4 sono riportati gli esiti delle prove effettuate.

L'impianto è risultato idoneo al funzionamento, per quanto concerne la prova di continuità dei PE ed EQ, come da verifica. Prova di polarità degli interruttori del quadro generale.

Occorre verificare che ogni interruttore sia correttamente collegato al conduttore di fase.

Tramite un semplice voltmetro collegato tra la fase dell'interruttore e la terra dell'impianto si verifica la presenza di tensione con la giusta polarità.

Gli interruttori del quadro sono stati verificati tutti con esito positivo.

LA STRUMENTAZIONE USATA

Per l'esecuzione di tutte le prove è stato usato uno strumento multifunzione Max Test modello HT 2038 matricola 96110619 di HT Italia munito di certificato di calibrazione n. 03/0943.

Riportate di seguito ci sono le specifiche generali dello strumento:

Registratore mono/trifase:

Grandezze registrabili:

- tensioni di fase e concatenate;
- correnti di fase, corrente sul neutro;
- potenze attive, Reattive, Apparenti, di fase e totale;
- energia attiva (Classe 2 EN61036);
- energia reattiva (Classe 3 IEC1268);
- fattore di potenza e cos. di fase e totale;
- armoniche di tensione e corrente (DC,1,2,...49);
- anomalie di tensione (buchi, picchi);
- registrazioni predefinite (EN 50160, Anomalie Tensione, Armoniche, Avvio Macchine, Potenza & Energia);
- numero max grandezze selezionabili: 63 oppure 3 Aux (par. ambientali e/o correnti disperse);
- periodo di integrazione: 5 ÷ 3600 s;
- autonomia di registrazione: >30gg con periodo di integrazione di 15 minuti;
- Capacità di memoria: 2 Mbyte;

Display e memoria

Caratteristiche: Modulo grafico a matrice di punti retroilluminato

Risoluzione: 128x128 pixels

Area visibile: 73x73 mm

Memoria: 999 misure

Alimentazione:

Batterie: 6 batterie 1,5 V tipo LR6-AA-AM3-MN 1500

Alimentatore esterno: Codice A0050 (solo funzioni Aux e Analyzer)

Caratteristiche meccaniche:

Dimensioni: 225 (L)x165(La)x105(H) mm

Peso (batterie incluse): circa 1,7 kg

Condizioni ambientali di utilizzo:

Temperatura di riferimento: 23 °C ± 5 °C

Temperatura di utilizzo: 0 ÷ 40°C

Umidità relativa ammessa: < 80% UR

Temperatura di magazzino: -10 ÷ 60 °C

Umidità di magazzino: < 80% UR

Normative di riferimento per misure di verifica:

Prova di continuità: CEI 64-8 612.2

Resistenza di isolamento: CEI 64-8 612.3

Resistenza di terra: CEI 64-8 612.6.2

Impedenza anello di guasto: CEI 64-8 612.6.3

Verifica interruttori differenziali: CEI 64-8 612.9 e app.D

Verifica isolamento su quadri elettrici: EN60439-1 (CEI 17/13)

Normative di riferimento per misure di potenza e energia:

Caratteristiche tensione fornita da rete pubblica: EN50160

Contatori elettrici statici di energia attiva CA EN61036 (Classe 2)

Contatori elettrici statici di energia reattiva CA IEC1268 (Classe 3)

Normative di riferimento generali:

Sicurezza strumenti di misura: EN 61010-1 + A2(1997)

Norme di prodotto: IEC61557-1, 2, 3, 4, 5, 6

Isolamento: classe 2 (doppio isolamento)

Grado di inquinamento: 2

Categoria di sovratensione: CAT II 600V CA/350V CA (verso terra)

CAT III 600V CA/300V CA (verso terra)

Utilizzo: uso interno; altitudine max: 200 0m

EMC: EN61326-1 (1998) + A1 (1999)

Lo strumento è conforme ai requisiti delle direttive europee per la marcatura CE.