

Oggetto: Lavori BT fuori tensione**Ambito di applicazione:** e-distribuzione**INDICE**

1.	OBIETTIVO E AMBITO DI APPLICAZIONE	2
2.	GESTIONE VERSIONI DEL DOCUMENTO.....	2
3.	UNITÀ RESPONSABILE DEL DOCUMENTO.....	2
4.	RIFERIMENTI.....	3
5.	ALLOCAZIONE NELLA TASSONOMIA DEI PROCESSI.....	4
6.	DEFINIZIONI ED ACRONIMI	4
7.	DESCRIZIONE DEL PROCESSO	6
7.1	FATTORI DI RISCHIO/MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE.....	6
7.2	ESECUZIONE DELLA MESSA A TERRA ED IN CORTOCIRCUITO DELLE PARTI ATTIVE SEZIONATE O ADOZIONE DI MISURE EQUIVALENTI.....	7
7.3	FATTORI DI RISCHIO: TENSIONE TRASFERITA A SEGUITO DI GUASTO	8
7.3.1.	<i>Guasto MT – Neutro intenzionalmente a terra in Cabina Secondaria (CS).....</i>	8
7.3.2.	<i>Guasto su altra linea BT (indipendentemente dal collegamento del neutro a terra in CS o fuori CS)</i>	9
7.4	LAVORI SU LINEE AEREE BT IN CONDUTTORI NUDI	14
7.4.1.	<i>NORME GENERALI</i>	14
7.4.2.	<i>CASO 1 – CONDUTTORI NUDI - CONTINUITA' DEI CONDUTTORI</i>	14
7.4.3.	<i>CASO 2 - CONDUTTORI NUDI – IMPOSSIBILITA' A REALIZZARE LA CALATA</i>	15
7.5	LAVORI SU LINEE BT IN CAVO AEREO E INTERRATO	18
7.5.1.	<i>NORME GENERALI</i>	18
7.5.2.	<i>CASO 3 – LINEE IN CAVO AEREO – CONTINUITÀ ELETTRICA DEI CONDUTTORI</i>	19
7.5.3.	<i>CASO 4 – LINEE IN CAVO AEREO – REALIZZAZIONE CORTOCIRCUITO E IMPOSSIBILITÀ DI REALIZZARE LA CALATA A TERRA.....</i>	20
7.5.4.	<i>CASO 5 – LINEE IN CAVO INTERRATO.....</i>	22
7.5.5.	<i>CASO 6 – LAVORO SU CASSETTA DI SEZIONAMENTO/POZZETTO</i>	25
7.6	LAVORI BT IN CABINA SECONDARIA/PTP/SA IN CP	27
7.6.1.	<i>NORME GENERALI</i>	27
7.6.2.	<i>CASO 7 – LAVORO SU LINEE IN CAVO IN CS A VALLE QUADRO BT.....</i>	28
7.6.3.	<i>LAVORO SU LINEE IN CAVO A VALLE QUADRO BT CON NEUTRO CONNESSO ALLA MAGLIA DI TERRA DI CS.....</i>	29
7.6.4.	<i>LAVORO SU LINEE IN CAVO A VALLE QUADRO BT CON NEUTRO DI FUNZIONAMENTO INTENZIONALMENTE SEPARATO DALL'IMPIANTO DI TERRA DI CS.....</i>	30
7.6.5.	<i>CASO 8 – SOSTITUZIONE QUADRO BT.....</i>	31
7.6.6.	<i>CASO 9 – SOSTITUZIONE DI UN SOLO INTERRUTTORE BT.....</i>	33
7.6.7.	<i>LAVORI BT IN CABINA PRIMARIA.....</i>	37

LA RESPONSABILE
SALUTE, SICUREZZA E AMBIENTE
Luisa GENNARINI

Oggetto: Lavori BT fuori tensione**Ambito di applicazione:** e-distribuzione

1. OBIETTIVO E AMBITO DI APPLICAZIONE

L'Istruzione Operativa è relativa ai lavori fuori tensione in bassa tensione così come previsto dal documento aziendale Prescrizioni Integrative per la Prevenzione del Rischio Elettrico IO n. 3405; scopo del documento è illustrare le azioni da compiere nelle diverse situazioni impiantistiche per l'applicazione della 4^a prescrizione fondamentale: messa in cortocircuito e a terra delle parti attive sezionate e realizzazione della condizione di equipotenzialità del posto di lavoro.

Non è possibile trattare tutti i casi di lavori BT fuori tensione che si possono presentare nella realtà impiantistica, tuttavia, con l'esposizione di alcuni casi esemplificativi e l'adozione dei criteri essenziali per attuare la suddetta prescrizione (equipotenzialità del posto di lavoro o, in alternativa, utilizzo di specifici DPI), si ritiene siano forniti gli elementi necessari e sufficienti per affrontare anche situazioni diverse.

In particolare, vengono trattati gli aspetti relativi al rischio elettrico per effetto di tensioni trasferite a seguito di possibili guasti MT o BT, in Cabina Secondaria o su altre linee BT non oggetto di lavori; la trattazione di questi aspetti è fondamentale per la comprensione delle motivazioni per cui si devono attuare anche misure di contenimento di eventuali potenziali trasferiti.

Per completezza si deve tenere conto della condizione del neutro in relazione alle condizioni di esercizio delle singole linee BT (neutro sezionabile o non sezionabile, ecc.) e delle condizioni di possibile interconnessione o dipendenza tra il neutro di linee diverse.

A seguire sono trattati:

- lavori su linee aeree BT in conduttori nudi
- lavori su linee BT in cavo aereo e interrato
- lavori BT in cabina secondaria/PTP

A conclusione dei diversi paragrafi vengono presentate le tabelle di sintesi riportanti le regole da applicare, con obbligo di priorità d'applicazione nell'ordine indicato (NB: la regola successiva si può applicare laddove non esistono le condizioni per realizzare la regola che precede).

2. GESTIONE VERSIONI DEL DOCUMENTO

Versione	Data	Descrizione della revisione
1	[09/12/2020]	Prima emissione

3. UNITÀ RESPONSABILE DEL DOCUMENTO

Responsabile dell'elaborazione del documento:

- e-distribuzione: Salute, Sicurezza e Ambiente.

Responsabile dell'autorizzazione del documento:

- e-distribuzione: Esercizio e Manutenzione;

Oggetto: Lavori BT fuori tensione

Ambito di applicazione: e-distribuzione

-
- e-distribuzione: Personale e Organizzazione;
 - e-distribuzione: Qualità;
 - e-distribuzione: Aree Territoriali Nord Ovest, Nord, Centro Nord, Lazio-Sicilia, Adriatica e Sud.

4. RIFERIMENTI

- Codice Etico;
- Piano di Tolleranza Zero alla Corruzione (TZC);
- Modello di organizzazione e gestione D.Lgs. 231/2001;
- Policy n. 1 “Gestione dei dati e delle informazioni in e-distribuzione”;
- Policy n. 2 “Codice di comportamento per il personale di e-distribuzione adottato ai sensi del Testo Integrato Unbundling Funzionale (TIUF) emanato dall’AEEGSI (Delibera 296/2015/R/Com)”;
- Organizational Procedure n. 551 “Process-related organizational documents governance”;
- Human Rights Policy;
- D. Lgs. n. 81 del 09/04/2008 e s.m.i “Attuazione dell’articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”;
- DM 449 del 21 marzo 1988 e s.m.i.: “Approvazione nelle norme tecniche per la progettazione, l’esecuzione e l’esercizio delle linee elettriche aeree esterne”;
- Norma CEI EN 50110-1:2014-01 Esercizio degli impianti elettrici;
- Norma CEI EN CEI EN 61936-1:2014-09 - Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a.;
- Norma CEI EN 50522:2011-07 - Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.;
- Norma CEI 11-27:2014-01 - Lavori su impianti elettrici;
- Norma CEI 11-15:2011-09 – Esecuzione di lavori sotto tensione su impianti elettrici di Categoria II e III in corrente alternata;
- Norma CEI 11-1:1999-01 – Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- Norma CEI 11-48:2014-01 – Esercizio degli Impianti Elettrici – Parte 1 Prescrizioni Generali.
- Procedura Organizzativa n.987: Sistema per la gestione e il miglioramento della sicurezza e salute dei lavoratori in e-distribuzione S.p.A.;
- Stop Work Policy di Enel;

Oggetto: Lavori BT fuori tensione**Ambito di applicazione:** e-distribuzione

- Procedura Organizzativa n. 1565: Prescrizioni Generali di Sicurezza per il Rischio Elettrico;
- Istruzione Operativa n. 3405: Prescrizioni Integrative per la Prevenzione del Rischio Elettrico.

5. ALLOCAZIONE NELLA TASSONOMIA DEI PROCESSI

Value Chain / Area: HSEQ

Macro Process: Health and Safety

6. DEFINIZIONI ED ACRONIMI

Termine	Descrizione
Elettrocuzione	condizione di contatto tra corpo umano ed elementi in tensione con attraversamento del corpo da parte della corrente elettrica
Arco elettrico	scarica elettrica in aria che può provocare ustioni, lesioni agli organi della vista e dell'udito
MAT	messa a terra
Cortocircuito	Sovracorrente che si verifica in seguito a un guasto di impedenza trascurabile fra due punti fra i quali esiste tensione in condizioni ordinarie di esercizio.
ddp	Differenza di potenziale
U_E (Tensione totale di terra di un impianto di terra)	Tensione che si stabilisce durante un guasto a terra tra l'impianto di terra e la terra di riferimento.
CS	Cabina Secondaria La CS è un'area elettrica chiusa alimentata in MT, e può essere una cabina di trasformazione MT/BT o, in mancanza di un proprio impianto di distribuzione BT, una cabina di consegna MT o una cabina di sezionamento MT. Il confine dell'impianto elettrico di una cabina o secondaria, rispetto a ciascuna linea, è costituito dai codoli lato linea, questi inclusi, dell'apparecchiatura che realizza il sezionamento di linea.
PTP (Posto di Trasformazione su Palo)	È un impianto di trasformazione MT/BT costituito da un trasformatore, installato su un sostegno, oltre che da eventuali apparecchiature di sezionamento ed apparecchiature di protezione (installate sullo stesso sostegno).
DPI (Dispositivo di Protezione Individuale)	Qualsiasi attrezzatura destinata ad essere indossata e tenuta dal lavoratore allo scopo di proteggerlo contro uno o più rischi suscettibili di minacciarne la sicurezza o la salute durante il lavoro, nonché ogni complemento o accessorio destinato a tale scopo
BT (Bassa Tensione)	Tensione maggiore di 50 V fino a 1.000 V compreso se in corrente alternata o maggiore di 120 V fino a 1.500 V compreso se in corrente continua.

Oggetto: Lavori BT fuori tensione**Ambito di applicazione:** e-distribuzione

PI (Piano di Intervento per lavori fuori tensione)	Documento su cui sono riportate tutte le informazioni circa le misure di sicurezza e le modalità di intervento, le attrezzature da utilizzarsi e i DPI da adottarsi, per il controllo del rischio elettrico
PdL (Piano di Lavoro per lavori fuori tensione) [Riferimento: Norma CEI 11-27 2014/01 ed. 4]	Documento su cui sono riportate le operazioni da eseguirsi sull'impianto per dar corso ai lavori, e le altre informazioni riguardo all'assetto che deve essere mantenuto durante i lavori.

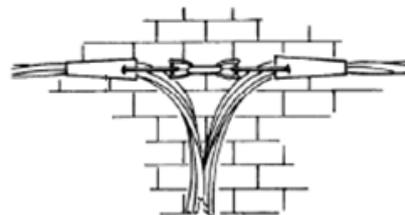
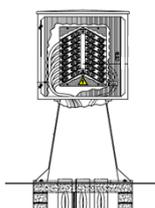
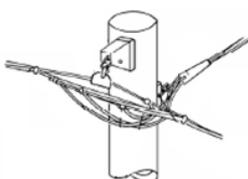
Oggetto: Lavori BT fuori tensione

Ambito di applicazione: e-distribuzione

7. DESCRIZIONE DEL PROCESSO

7.1 FATTORI DI RISCHIO/MISURE DI PREVENZIONE E PROTEZIONE

Fattori di rischio	Misure di prevenzione e protezione da applicare per la tutela dei lavoratori
<p>Nello svolgimento di attività lavorative su impianti elettrici di e-distribuzione, il rischio elettrico non controllato si può manifestare come:</p> <ul style="list-style-type: none"> • elettrocuzione (corrente elettrica che attraversa il corpo umano); • arco elettrico (scarica elettrica in aria che può provocare ustioni, lesioni agli organi della vista, dell'udito); in conseguenza del verificarsi dei seguenti eventi: • contatti diretti con parti attive in tensione, oggetto o meno dei lavori; • mancati sezionamenti, errori di manovra, mancata individuazione anche di un solo punto di alimentazione; • rialimentazioni impreviste o non autorizzate; • induzioni elettromagnetiche da parallelismi (linee aeree); • trasferimenti di potenziale (a seguito di guasto), che possono interessare parti attive, schermi dei cavi, impianti di terra o masse (vedi approfondimento); • cortocircuiti o attacchi/distacchi di carichi elettrici (che causano un arco elettrico). 	<p>Applicazione delle procedure previste dal documento PRE al punto '6.4.2 Lavori fuori tensione' e al punto '6.1.8. Utilizzo dei DPI nello svolgimento di attività su impianti elettrici'</p> <p>In particolare, applicazione delle 5 prescrizioni fondamentali:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) sezionare l'elemento d'impianto elettrico su cui si opera da tutte le fonti di possibile alimentazione; 2) adottare provvedimenti atti ad impedire la richiusura intempestiva dei dispositivi di sezionamento; ed apporre cartelli monitori; 3) verificare che l'elemento d'impianto elettrico sia fuori tensione; 4) mettere a terra ed in cortocircuito l'elemento di impianto oggetto dei lavori da tutti i lati del posto di lavoro e realizzare la condizione di equipotenzialità del posto di lavoro; 5) attuare specifiche precauzioni aggiuntive, se in prossimità del posto di lavoro vi fossero parti attive di impianto elettrico che non possono essere messe fuori tensione. <p>Il presente documento illustra le modalità di applicazione della 4^a prescrizione fondamentale anche in relazione al contenimento di eventuali potenziali trasferiti. Si tiene conto della condizione del neutro in relazione alle condizioni di esercizio delle singole linee BT (neutro sezionabile o non sezionabile, ecc.) e delle condizioni di possibile interconnessione o dipendenza tra il neutro di linee diverse (vedi APPROFONDIMENTO TENSIONE TRASFERITA)</p>



Oggetto: Lavori BT fuori tensione

Ambito di applicazione: e-distribuzione

7.2 ESECUZIONE DELLA MESSA A TERRA ED IN CORTOCIRCUITO DELLE PARTI ATTIVE SEZIONATE O ADOZIONE DI MISURE EQUIVALENTI

Le misure da adottare in ordine di priorità decrescente sono le seguenti:

1. La misura che deve essere adottata, ogniqualvolta sia possibile, consiste nell'esecuzione della messa a terra ed in cortocircuito dei conduttori sul posto di lavoro da tutti i lati.
2. Se non vi è interruzione di alcun conduttore durante i lavori, è possibile installare un solo dispositivo di messa a terra e in cortocircuito.
3. In quei casi in cui non risultasse fisicamente possibile realizzare la calata (ad esempio presenza di pavimentazione nei centri storici), è sufficiente realizzare il cortocircuito ed è possibile utilizzare il collegamento di messa a terra di funzionamento del neutro lungo la linea come "calata", ma con modalità diverse in base allo stato del neutro (sezionato/non sezionato).
4. Soltanto se le condizioni impiantistiche non consentono l'applicazione delle misure sopra evidenziate (messa a terra ed in cortocircuito dei conduttori sul posto di lavoro da tutti i lati oppure realizzazione del cortocircuito dei conduttori e utilizzo della messa a terra di funzionamento del neutro come calata) la misura equivalente da adottarsi consiste nell'utilizzo da parte degli operatori che entrano in contatto con le parti attive di uno o più dei seguenti dispositivi di protezione:
 - teli isolanti (installati con l'utilizzo dei DPI per i lavori sotto tensione BT);
 - cappucci isolanti o altri idonei sistemi (installati con l'utilizzo dei DPI per i lavori sotto tensione BT);
 - adozione dei DPI per i lavori sotto tensione BT: guanti isolanti (eventualmente protetti da guanti da lavoro), elmetto isolante con visiera e vestiario resistente all'arco elettrico.

Gli operatori in questi casi non devono necessariamente essere in possesso dell'idoneità e dell'autorizzazione previste per i lavori sotto tensione.

È importante evidenziare che la condizione di messa in cortocircuito, al neutro ed a terra non è condizione sufficiente per garantire l'equipotenzialità sul posto di lavoro, pertanto devono essere presi ulteriori provvedimenti per la tutela dal rischio elettrico.

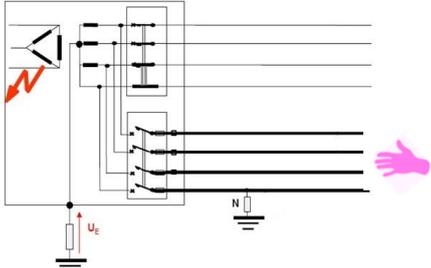
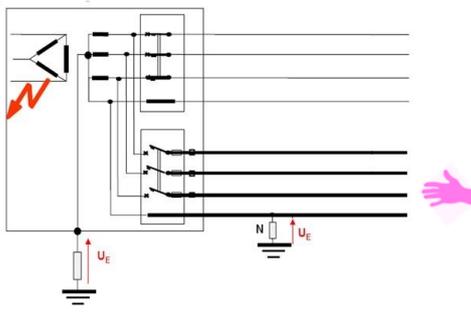
A seguire viene pertanto approfondito il tema della tensione trasferita (a seguito di guasto) con l'indicazione dei provvedimenti atti a garantire il mantenimento dell'equipotenzialità sul posto di lavoro.

Oggetto: Lavori BT fuori tensione**Ambito di applicazione:** e-distribuzione

7.3 FATTORI DI RISCHIO: TENSIONE TRASFERITA A SEGUITO DI GUASTO

Lavorando su linee BT le differenze di potenziale sul posto di lavoro si possono manifestare per tensione trasferita sul neutro a seguito di guasto, in particolare per guasti MT o BT. Si possono presentare i seguenti casi:

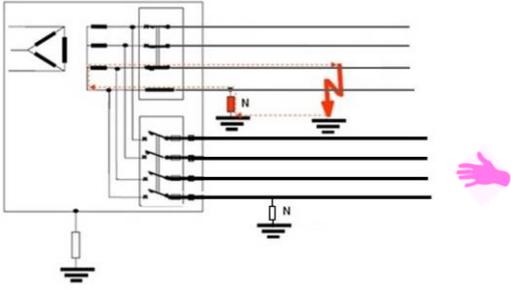
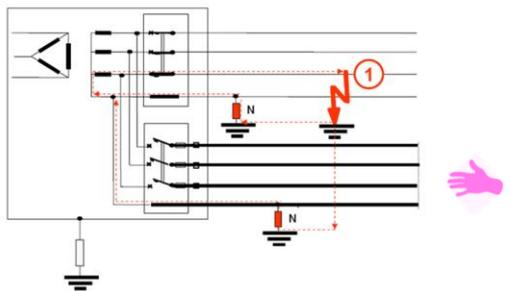
7.3.1. Guasto MT – Neutro intenzionalmente a terra in Cabina Secondaria (CS)

 <p>Fig. 1</p>	<p>Fig. 1: Interruttore BT con <u>neutro sezionato</u> il potenziale U_E (tensione totale di terra) non viene trasferito al neutro della linea BT sezionata.</p>
 <p>Fig. 2</p>	<p>Fig. 2: Interruttore BT con <u>neutro non sezionato</u> (continuo) il potenziale U_E (tensione totale di terra) si trasferisce sul neutro della linea BT attraverso il neutro continuo.</p>

Oggetto: Lavori BT fuori tensione

Ambito di applicazione: e-distribuzione

7.3.2. Guasto su altra linea BT (indipendentemente dal collegamento del neutro a terra in CS o fuori CS)

 <p style="text-align: center;">Fig. 3</p>	<p>Fig. 3: Interruttore BT con <u>neutro sezionato</u> il potenziale del guasto non viene trasferito al neutro delle linee BT.</p>
 <p style="text-align: center;">Fig. 4</p>	<p>Fig. 4: Interruttore BT con <u>neutro non sezionato</u> (continuo)</p> <p>la corrente di guasto può circolare anche attraverso la messa a terra del neutro della linea oggetto dei lavori, determinando un potenziale sul neutro.</p>

Lavorando all'interno di CS le differenze di potenziale si possono manifestare per tensione trasferita sul neutro a seguito di guasto, in particolare per guasti MT o BT.

Lavorando in CS ci si trova ad avere i piedi sulla "terra" della cabina, le mani invece "toccano" la parte d'impianto (fasi e neutro) su cui si lavora (con Messa a terra e in cortocircuito da tutti i lati del posto di lavoro).

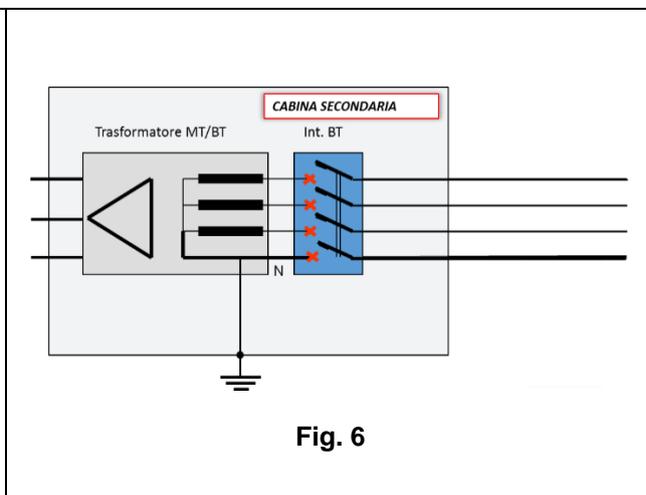
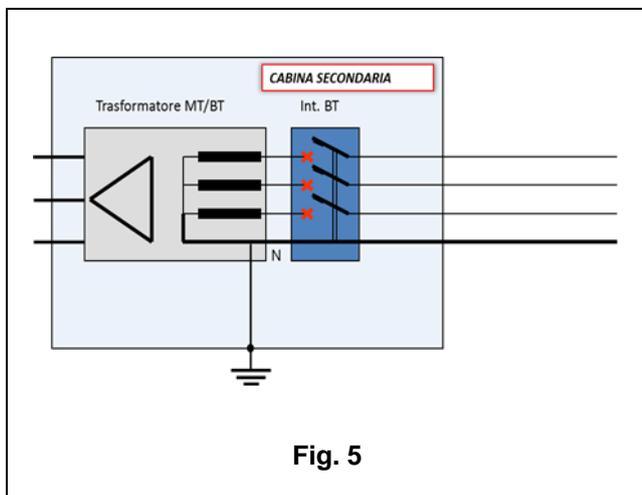
Deve essere sempre chiaro all'operatore se il **potenziale a cui si trovano le mani è lo stesso o è diverso rispetto al potenziale a cui si trovano i piedi.**

Se i due potenziali sono diversi devono essere applicate misure per l'equipotenzialità.

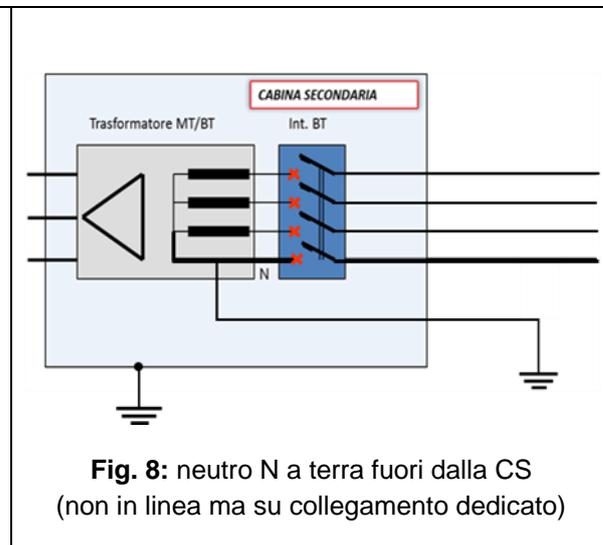
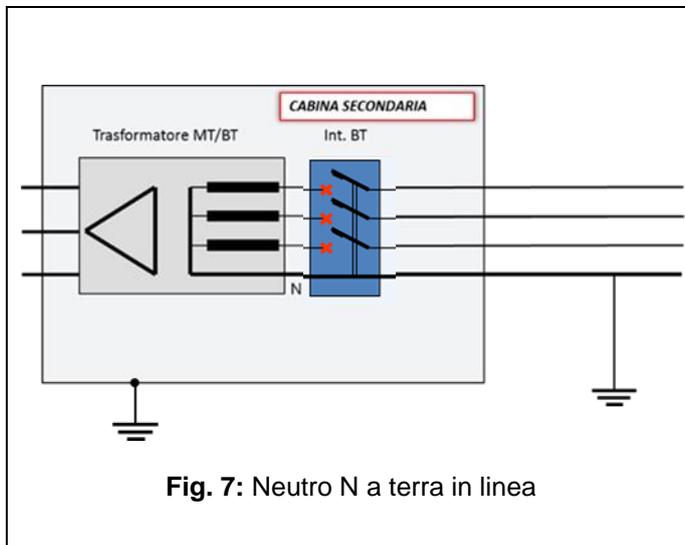
Costruttivamente una CS può avere il neutro connesso alla maglia di terra di CS (Fig. 5 e Fig. 6)

Oggetto: Lavori BT fuori tensione

Ambito di applicazione: e-distribuzione



oppure il neutro è intenzionalmente separato dall'impianto di terra di CS, attraverso il collegamento funzionale a terra fuori dalla CS (in linea oppure con collegamento dedicato). Si vedano Fig.7 e Fig.8.



In caso di guasto MT si eleva il potenziale di terra in CS. Per evitare il rischio dovuto a differenze di potenziale deve sempre essere realizzata la condizione di equipotenzialità sul posto di lavoro o in maniera diretta con un collegamento fisico oppure attraverso la misura sostitutiva dell'equipotenzialità, che consiste nell'utilizzo dei guanti isolanti.

Nella Fig. 9, con neutro connesso alla maglia di terra di CS, realizzando MAT e in CC di fatto si ottiene l'equipotenzialità. Questo vale sia nel caso di neutro continuo che di neutro sezionato.

Oggetto: Lavori BT fuori tensione

Ambito di applicazione: e-distribuzione

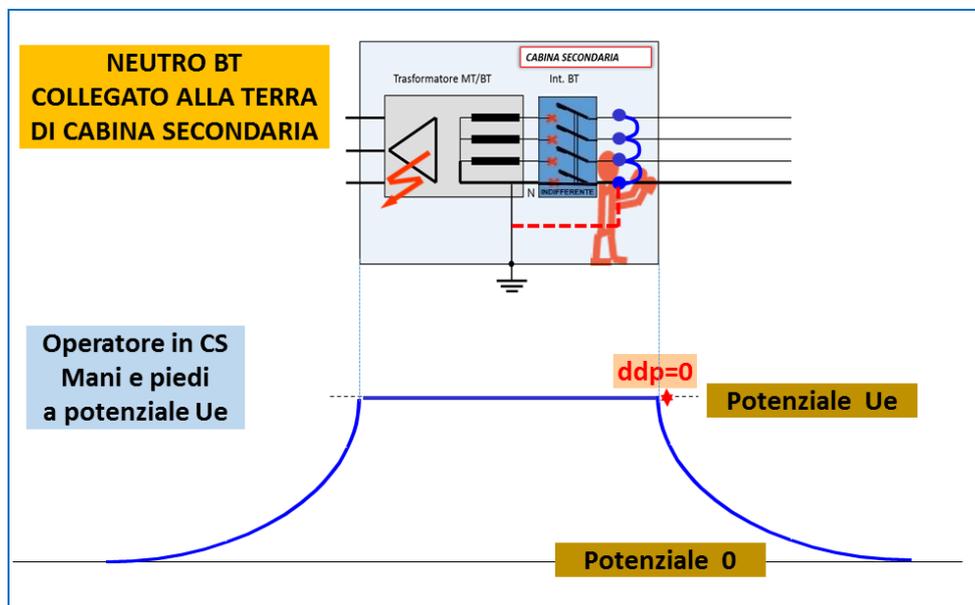


Fig. 9

Nelle successive Fig. 10 e Fig. 11 si rappresentano i due casi di neutro BT messo a terra esternamente alla CS, come da rappresentazione delle Fig. 7 e Fig. 8. Il potenziale di terra lontano dalla CS è pari convenzionalmente nullo; quando a causa del guasto MT si eleva il potenziale di terra della CS, non potendo mettere a terra il dispositivo di cortocircuito per non esportare tensioni pericolose sul neutro, tra mano che tocca il potenziale esterno e piede sul potenziale interno (più elevato) si trova la differenza di potenziale relativa ai due punti.

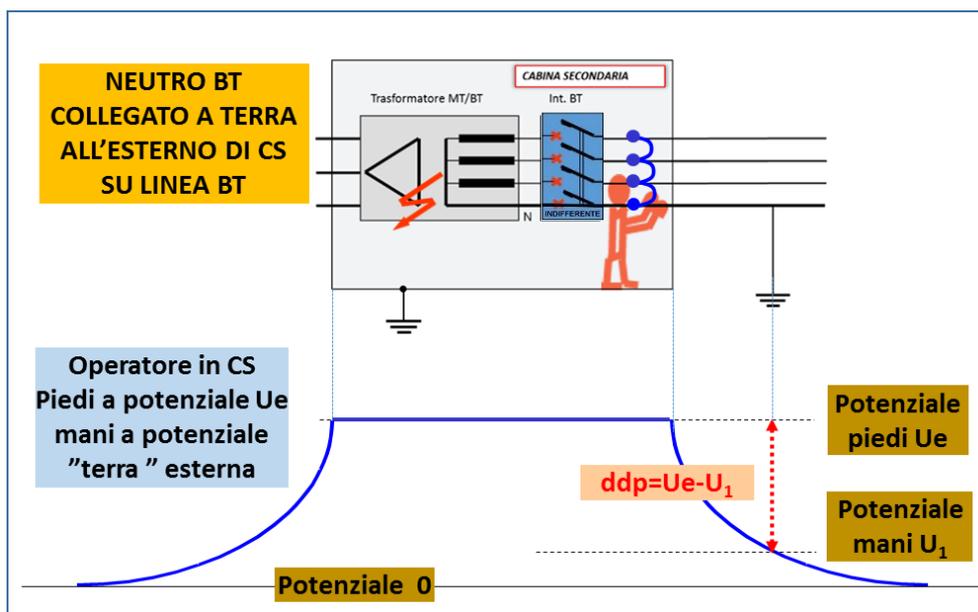
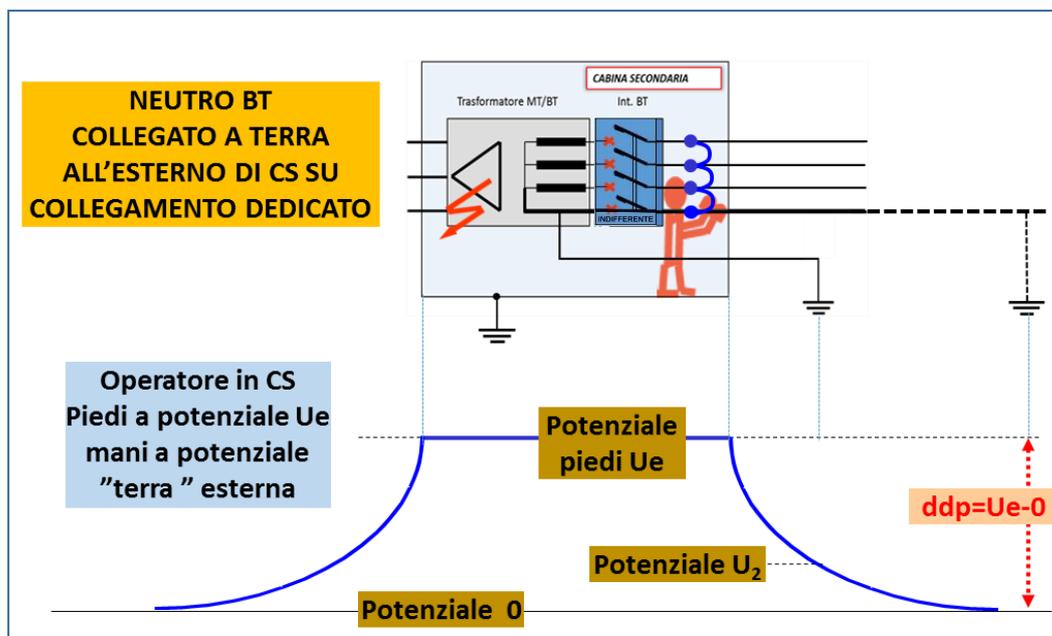


Fig. 10

Oggetto: Lavori BT fuori tensione**Ambito di applicazione:** e-distribuzione**Fig. 11**

Per lavori BT in Cabina Secondaria, è consentito realizzare la messa a terra del neutro con collegamento all'impianto di terra della CS se la tensione totale di terra U_E della specifica CS su cui si lavora risulta inferiore a 250V¹;

Questa misura determina la condizione di equipotenzialità dell'impianto elettrico BT in CS per lavori senza necessità di ricorrere a misure sostitutive quale l'uso di guanti isolanti. Schemi rappresentati nelle Fig. 12 e 13, in cui sono schematicamente rappresentati anche gli andamenti del potenziale.

¹ In questi casi normalmente il collegamento a terra del neutro è già costruttivamente realizzato, in coerenza a quanto stabilito dalla norma CEI EN 50522 "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a." che consente il collegamento a terra del centro stella del TR per U_E fino a 250V

Oggetto: Lavori BT fuori tensione

Ambito di applicazione: e-distribuzione

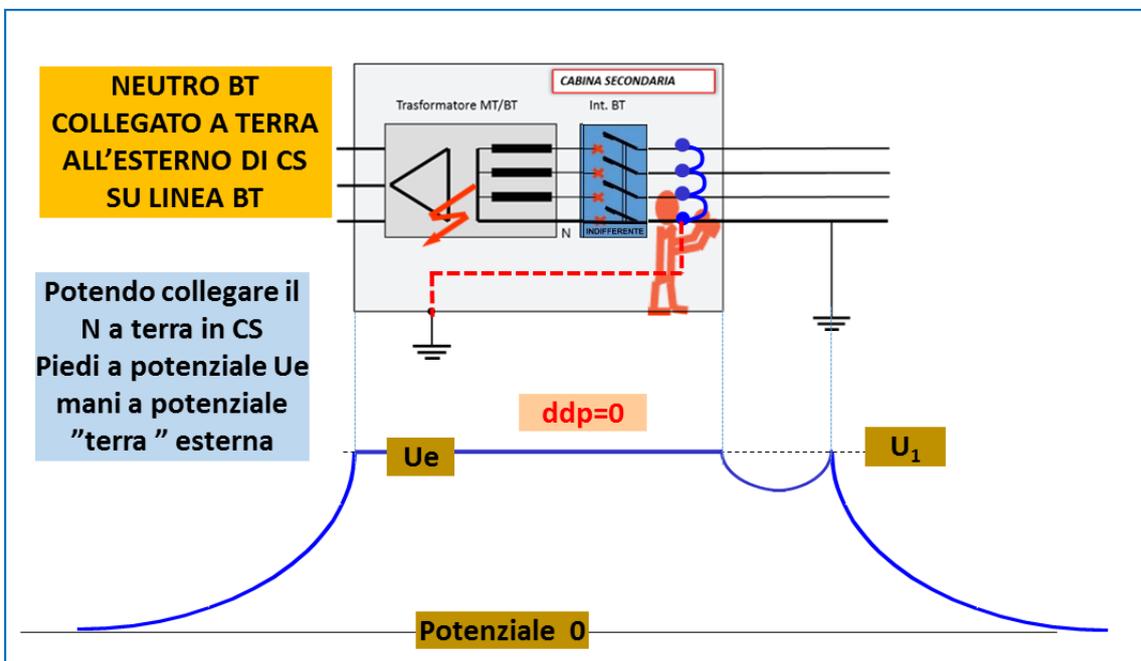


Fig. 12

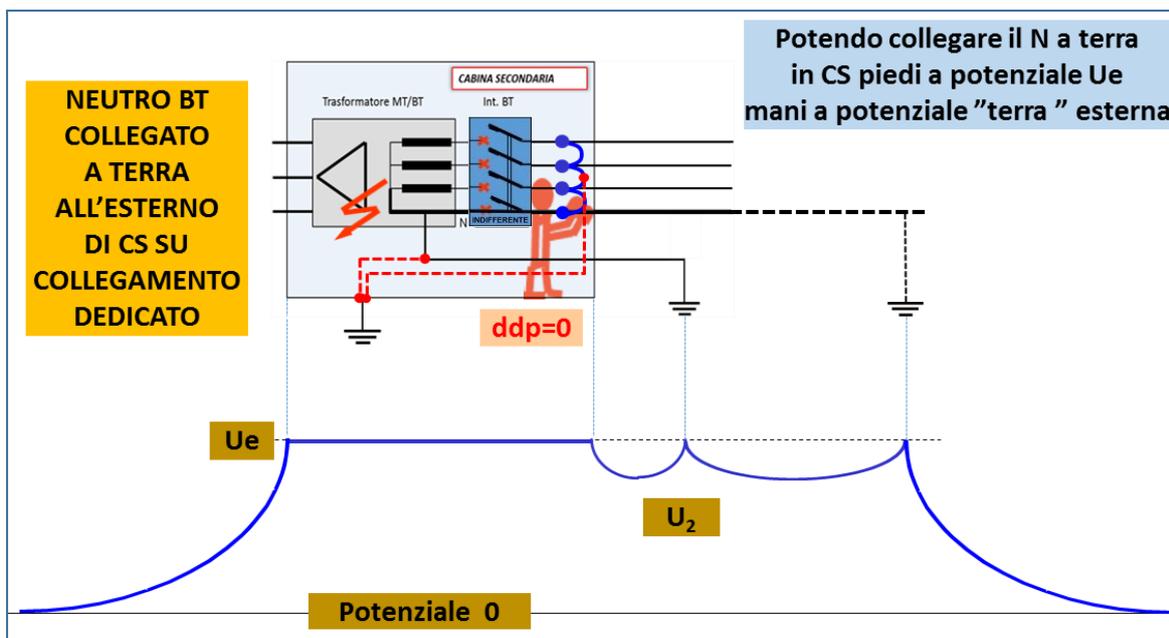


Fig. 13

Oggetto: Lavori BT fuori tensione**Ambito di applicazione:** e-distribuzione

7.4 LAVORI SU LINEE AEREE BT IN CONDUTTORI NUDI

7.4.1. NORME GENERALI

Per eseguire un lavoro fuori tensione, l'identificazione della parte d'impianto oggetto del lavoro è la premessa indispensabile per intraprendere le azioni atte a conseguire e mantenere le condizioni di sicurezza per l'esecuzione del lavoro stesso.

La presente istruzione definisce in particolare le modalità per la realizzazione della messa in cortocircuito ed a terra e in equipotenzialità su linee BT in conduttori nudi, tenendo presente che:

- si deve verificare che le masse con cui si potrebbe venire a contatto durante i lavori (es. cassette metalliche sui sostegni, paline, ecc.) non siano in tensione, assicurando che le modalità operative poste in essere durante i lavori non alterino la condizione rilevata di assenza di tensione;
- nel lavoro sulle linee aeree con tensione nominale fino a 1000 V in c.a., tutti i conduttori devono essere messi a terra il più vicino possibile al posto di lavoro compreso il conduttore di neutro nonché i conduttori di controllo e commutazione, per esempio sulle linee aeree promiscue dell'illuminazione stradale. In ogni caso, tutti i conduttori sopra specificati devono risultare messi a terra e in cortocircuito.

Di conseguenza la misura di tutela che deve essere adottata consiste nell'esecuzione della messa a terra e in cortocircuito dei conduttori (compreso il neutro) con dispositivi mobili sul posto di lavoro da tutti i lati (es. Fig. 14).

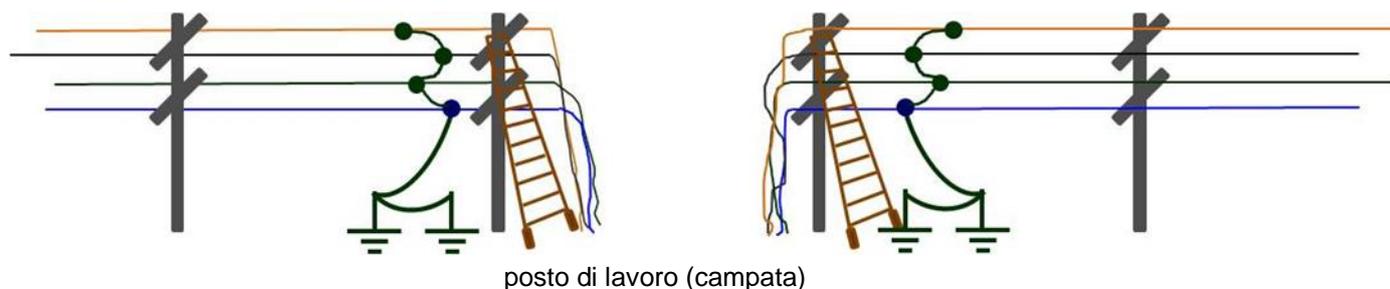


Fig. 14: esempio di linea aerea in conduttori nudi

Tutte le volte che sia fisicamente possibile, deve essere realizzata coi dispositivi mobili anche la calata di messa a terra dei conduttori, indipendentemente dalla messa a terra di funzionamento del neutro lungo la linea.

7.4.2. CASO 1 – CONDUTTORI NUDI - CONTINUITA' DEI CONDUTTORI

Se non vi è interruzione di alcun conduttore durante i lavori è possibile installare un solo dispositivo di messa a terra e in cortocircuito (es. Fig. 15).

Oggetto: Lavori BT fuori tensione

Ambito di applicazione: e-distribuzione

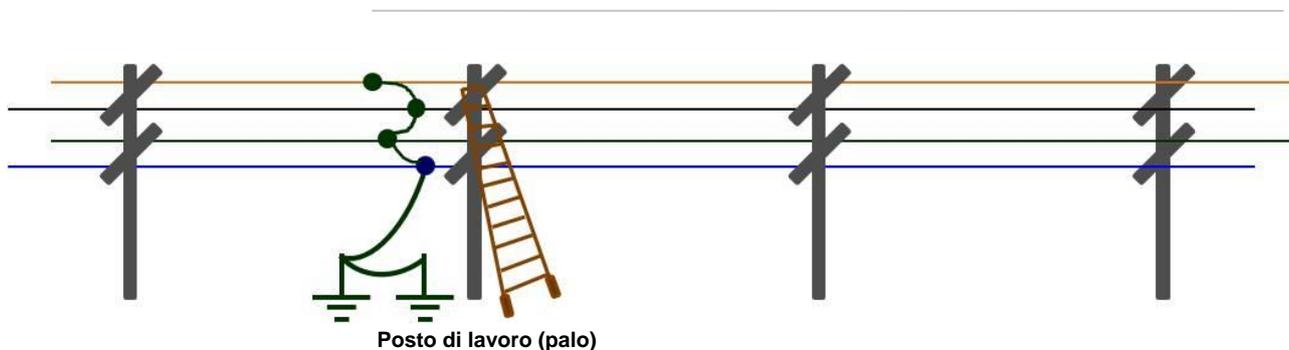


Fig. 15: esempio di linea aerea in conduttori nudi

La messa a terra e in cortocircuito di tutti i conduttori compreso il neutro è realizzata sul sostegno dove si lavora.

L'addetto che accede al sostegno con la scala assume il potenziale di quel punto e quindi non sono necessarie altre misure di protezione riferite al trasferimento di potenziali, né in caso di neutro sezionato né in caso di neutro non sezionato.

7.4.3. CASO 2 - CONDUTTORI NUDI – IMPOSSIBILITA' A REALIZZARE LA CALATA

In quei casi in cui non risultasse fisicamente possibile realizzare la calata (ad esempio presenza di pavimentazione nei centri storici), è possibile utilizzare il collegamento di messa a terra di funzionamento del neutro lungo la linea.

Devono però essere considerate alcune misure aggiuntive per il contenimento di eventuali potenziali trasferiti a seguito di guasto.

- A. in caso di neutro di funzionamento messo a terra sul posto di lavoro non sono necessarie altre misure; il posto di lavoro risulta con messa a terra, in cortocircuito ed in equipotenzialità sia nel caso di neutro sezionato che di neutro non sezionato (Fig. 16).

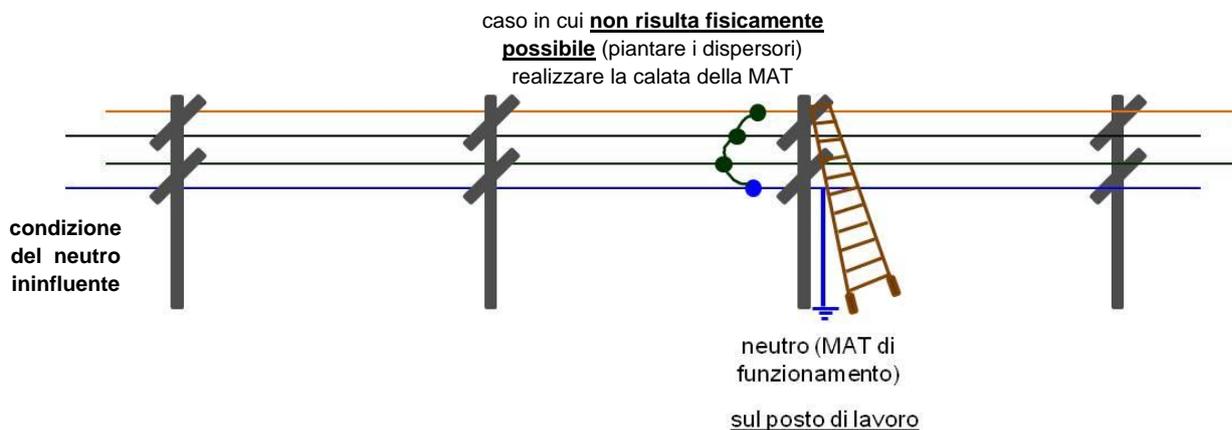


Fig. 16: posto di lavoro e messa a terra di funzionamento coincidenti

Oggetto: Lavori BT fuori tensione

Ambito di applicazione: e-distribuzione

B. In caso di neutro di funzionamento messo a terra nel tratto in cui si lavora:

1. con neutro sezionato, non sono necessarie altre misure; il posto di lavoro risulta con messa a terra e in cortocircuito; il sezionamento del neutro impedisce il trasferimento di potenziali pericolosi in caso di guasto su altre linee BT o in CS, pertanto il posto di lavoro risulta di fatto "equipotenziale" (Fig. 17).

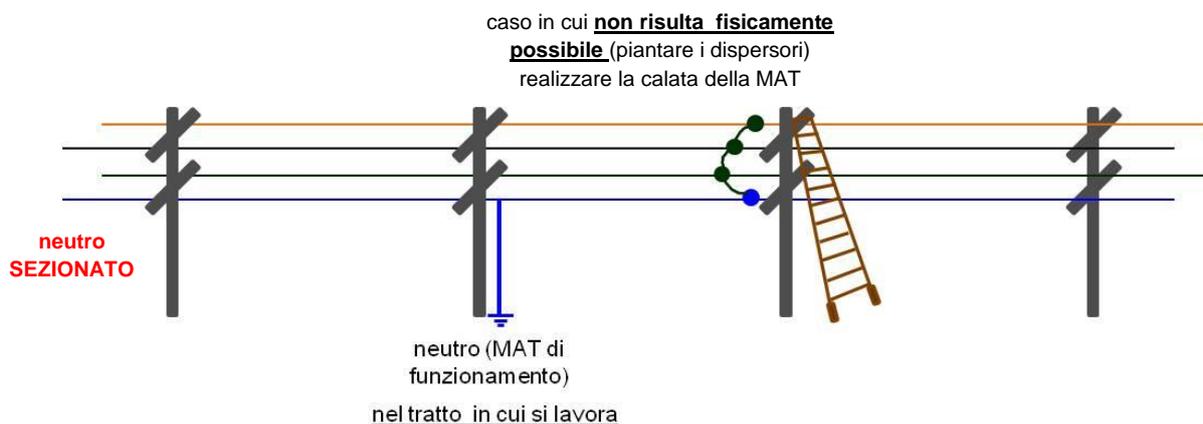


Fig. 17: posto di lavoro e messa a terra di funzionamento distanti.

con neutro non sezionato (continuo) non è sufficiente la messa a terra di funzionamento nel tratto in cui si lavora (Fig. 18).

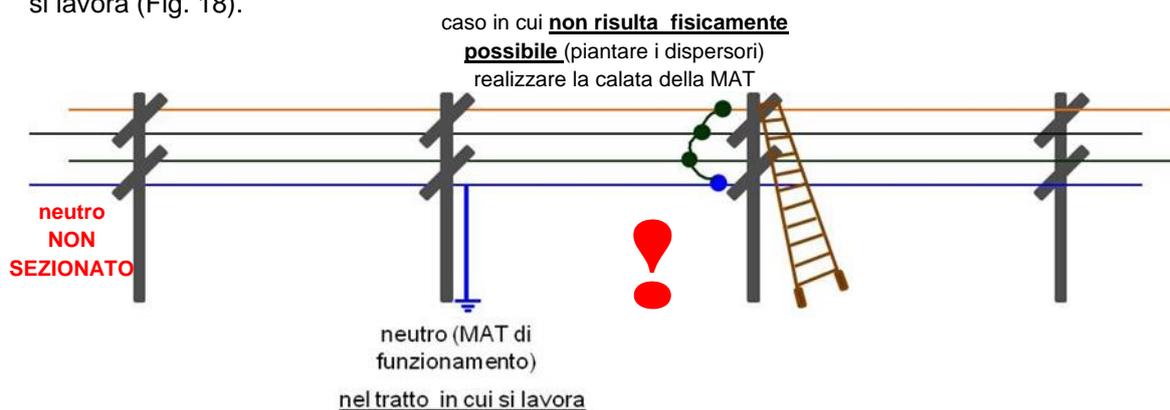


Fig. 18: posto di lavoro e messa a terra di funzionamento distanti

Il neutro non sezionato consente il trasferimento di potenziali pericolosi in caso di guasto su altre linee BT o in CS.

Un eventuale innalzamento del potenziale del neutro per guasto (vedi par. 7.3 con l'approfondimento sulla tensione trasferita) può determinare una tensione tra i conduttori (a terra in un punto distante tramite la messa a terra di funzionamento del neutro) e il sostegno su cui si lavora.

Oggetto: Lavori BT fuori tensione**Ambito di applicazione:** e-distribuzione

Non potendo utilizzare i DPI guanti isolanti come misura alternativa (poiché la parte non protetta risulterebbe troppo estesa), si dovrà ricreare la condizione di cui al sopra citato caso B1, realizzando il sezionamento del neutro, vale a dire lo scollegamento fisico e l'isolamento del neutro in un punto accessibile dell'impianto.

In questo caso per le operazioni di sconnessione e isolamento del neutro dovrà essere utilizzata integralmente la metodologia dei lavori BT sotto tensione.

Si suggerisce pertanto di effettuare l'eventuale scollegamento presso l'interruttore BT.

È fondamentale effettuare il ricollegamento del neutro a fine lavori, per evitare danni agli impianti dei Clienti BT.

Nel caso di utilizzo di autocestello per lavori su linea BT in conduttori nudi ci si deve comportare nello stesso modo che con l'accesso con scala.

Riassumendo quindi si devono applicare le seguenti regole, con priorità all'ordine indicato.

(nota bene: la regola successiva si applica se non ci sono le condizioni per realizzare la regola che precede).

TABELLA 1: SINTESI REGOLE LINEE AEREE IN CONDUTTORI NUDI

1	Esecuzione della MaT e in corto circuito dei conduttori sul posto di lavoro, da tutti i lati
	Se non vi è interruzione dei conduttori durante i lavori è possibile installare un solo dispositivo di messa a terra e in corto circuito.
	Tutte le volte che sia fisicamente possibile, deve essere realizzata coi dispositivi mobili anche la calata di messa a terra dei conduttori indipendentemente dalla messa a terra di funzionamento del neutro lungo la linea (se non è possibile applicare il punto 2)
2	In quei casi in cui non risultasse fisicamente possibile realizzare la calata (ad esempio presenza di pavimentazione nei centri storici) è possibile utilizzare il collegamento di messa a terra di funzionamento del neutro lungo la linea
	Con neutro non sezionato: realizzare lo scollegamento fisico e l'isolamento del neutro applicando la metodologia dei lavori BT ST

Oggetto: Lavori BT fuori tensione**Ambito di applicazione:** e-distribuzione

7.5 LAVORI SU LINEE BT IN CAVO AEREO E INTERRATO

7.5.1. NORME GENERALI

Nel presente capitolo si definiscono le modalità per la realizzazione della messa a terra e in cortocircuito su linee BT in cavo aereo e interrato, tenendo presente che:

- si deve verificare che le masse con cui si potrebbe venire a contatto durante i lavori (es. funi di sospensione, cassette metalliche, paline, ecc.) non siano in tensione, assicurando che le modalità operative poste in essere durante i lavori non alterino la condizione rilevata di assenza di tensione;
- nel lavoro sulle linee in cavo aereo o interrato con tensione nominale fino a 1000 V in c.a., tutti i conduttori devono essere messi a terra il più vicino possibile al posto di lavoro compreso il conduttore di neutro.

Di conseguenza la misura di tutela che deve essere adottata consiste nell'esecuzione della messa a terra e in cortocircuito dei conduttori (compreso il neutro) con dispositivi mobili, previa installazione dei morsetti a perforazione d'isolante² o appositi adattatori, sul posto di lavoro o sui punti accessibili vicini al posto di lavoro, quanto più ragionevolmente e praticamente possibile, da tutti i lati.

Tutte le volte che sia fisicamente possibile, deve essere realizzata coi dispositivi mobili anche la calata di messa a terra dei conduttori (Fig. 19), indipendentemente dalla messa a terra di funzionamento del neutro lungo la linea.

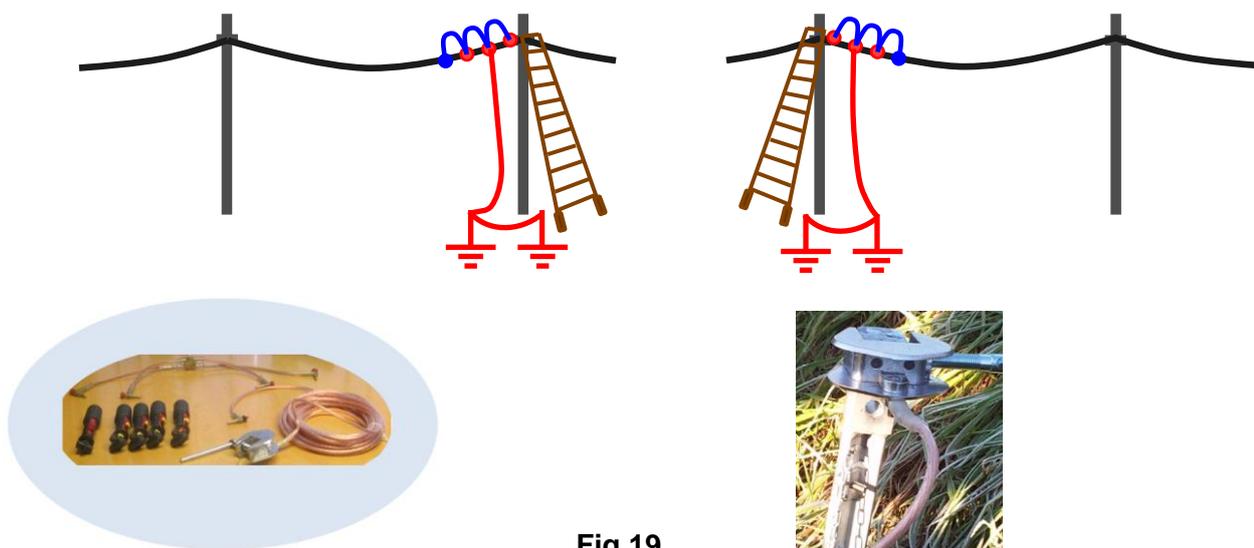


Fig.19

² L'installazione di morsetti a perforazione d'isolante su un cavo interrato a neutro concentrico deve essere preceduta dall'operazione di spellatura del cavo, eseguita secondo la descrizione delle fasi operative riportata nella scheda EM/LST C 3.1.4 (punti da 7 a 10)

Oggetto: Lavori BT fuori tensione**Ambito di applicazione:** e-distribuzione

In quei casi in cui non risultasse fisicamente possibile realizzare la calata (per impossibilità di piantare i dispersori dei dispositivi di messa a terra ad es. in presenza di pavimentazione nei centri storici), è possibile utilizzare il collegamento di messa a terra di funzionamento del neutro lungo la linea.

In aggiunta, solo con neutro non sezionato, è necessario utilizzare i guanti isolanti come misura sostitutiva dell'equipotenzialità.

Soltanto nel caso in cui le condizioni impiantistiche non consentono l'applicazione delle misure sopra evidenziate (messa a terra ed in cortocircuito dei conduttori sul posto di lavoro da tutti i lati oppure realizzazione del cortocircuito dei conduttori e utilizzo della messa a terra di funzionamento del neutro come calata lungo la linea), la misura equivalente da adottarsi consiste nell'utilizzo da parte degli operatori che entrano in contatto con le parti attive, dei DPI per i lavori sotto tensione BT: guanti isolanti (eventualmente protetti da guanti da lavoro), elmetto isolante con visiera e vestiario resistente all'arco elettrico.

Cappucci isolanti o altri idonei sistemi e teli isolanti (installati con l'utilizzo dei DPI per i lavori sotto tensione BT) devono essere usati a completamento delle misure per il controllo del rischio di arco elettrico ed elettrocuzione in particolare per le parti attive mobili.

I DPI devono essere utilizzati fintanto che restano accessibili le parti attive.

Gli operatori in questi casi non devono necessariamente essere in possesso dell'idoneità e dell'autorizzazione previste per i lavori sotto tensione.

7.5.2. CASO 3 – LINEE IN CAVO AEREO – CONTINUITÀ ELETTRICA DEI CONDUTTORI

Se non vi è interruzione di tutti i conduttori durante i lavori, è accettabile installare un solo dispositivo di messa a terra e in cortocircuito (Fig. 20), in quanto il cavo deve essere sempre messo in cortocircuito e al neutro agli estremi.

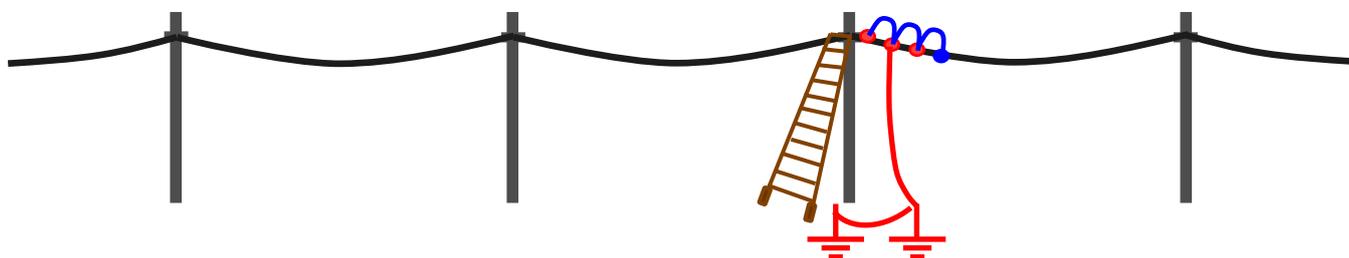


Fig. 20: Posto di lavoro (palo) con messa a terra locale unica data la continuità dei conduttori

Oggetto: Lavori BT fuori tensione

Ambito di applicazione: e-distribuzione



Foto 1: esempio di messa a terra e in cortocircuito di tutti i conduttori compreso il neutro realizzata sul sostegno dove si lavora.

L'addetto che accede al sostegno con la scala assume il potenziale di quel punto e quindi non sono necessarie altre misure di protezione riferite al trasferimento di potenziali, né in caso di neutro sezionato né in caso di neutro non sezionato.

7.5.3. CASO 4 – LINEE IN CAVO AEREO – REALIZZAZIONE CORTOCIRCUITO E IMPOSSIBILITÀ DI REALIZZARE LA CALATA A TERRA

In quei casi in cui non risultasse fisicamente possibile realizzare la calata (ad esempio presenza di pavimentazione nei centri storici), è possibile utilizzare il collegamento di messa a terra di funzionamento del neutro lungo la linea.

Devono però essere considerate alcune misure aggiuntive per il contenimento di eventuali potenziali trasferiti a seguito di guasto.

- A. in caso di **neutro di funzionamento** messo a terra sul posto di lavoro non sono necessarie altre misure;
il posto di lavoro risulta con messa a terra, in cortocircuito ed in equipotenzialità sia nel caso di neutro sezionato che di neutro non sezionato (Fig. 21).

Oggetto: Lavori BT fuori tensione

Ambito di applicazione: e-distribuzione

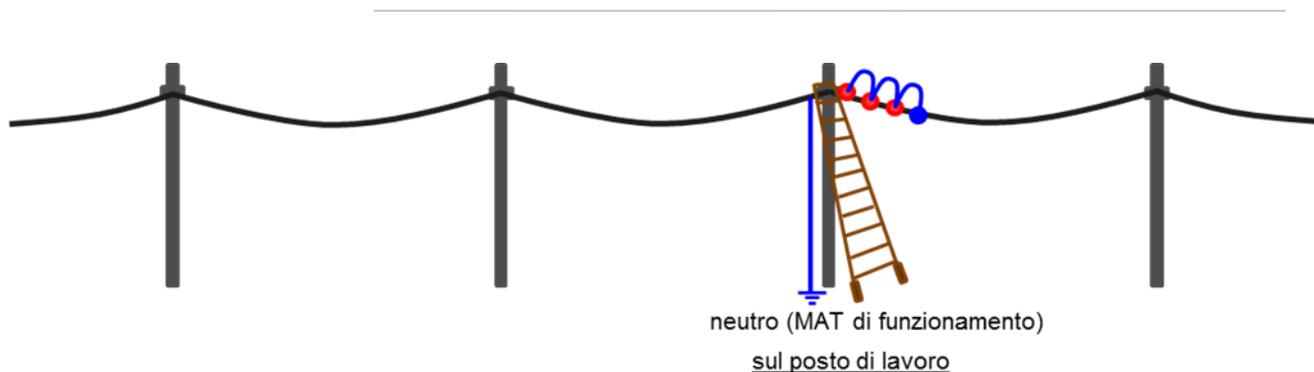


Fig. 21: posto di lavoro e messa a terra di funzionamento coincidenti

B. in caso di neutro di funzionamento messo a terra nel tratto in cui si lavora:

1. con neutro sezionato, non sono necessarie altre misure;

il posto di lavoro risulta con messa a terra e in cortocircuito; il sezionamento del neutro impedisce il trasferimento di potenziali pericolosi in caso di guasto su altre linee BT o in CS, pertanto il posto di lavoro risulta di fatto “equipotenziale” (Fig. 22).

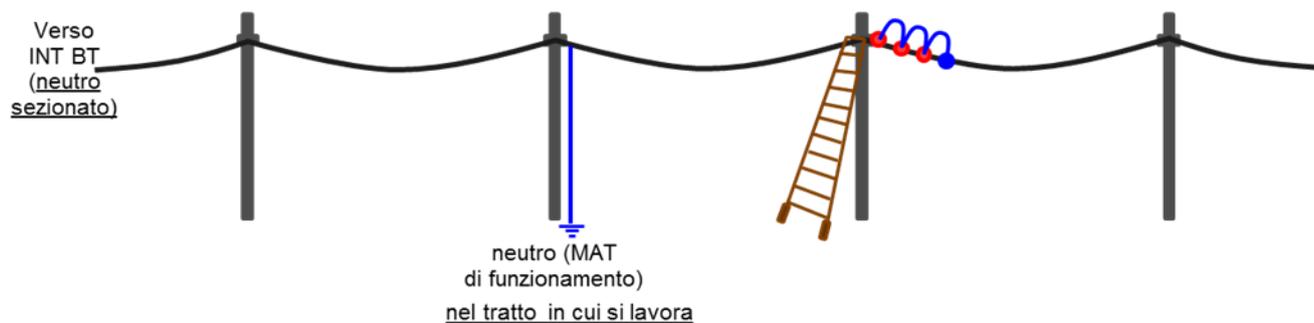


Fig. 22: posto di lavoro e messa a terra di funzionamento distanti

2. con neutro non sezionato non è sufficiente la messa a terra di funzionamento nel tratto in cui si lavora (Fig. 23).

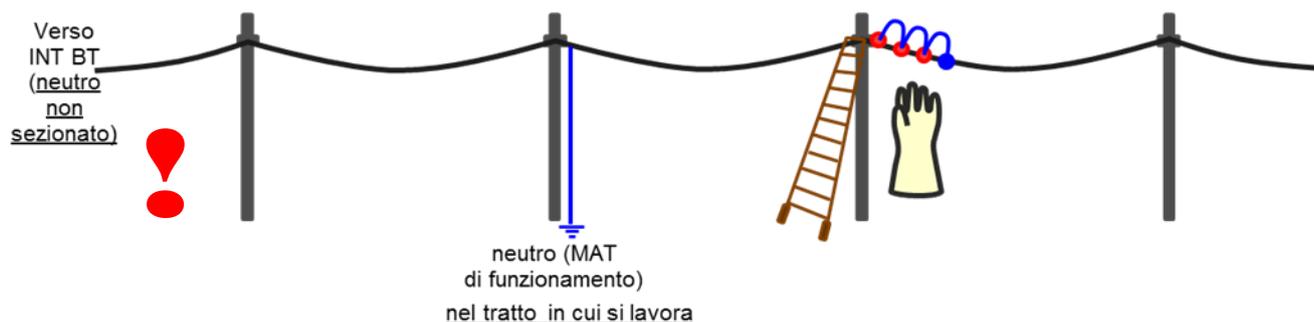


Fig. 23: posto di lavoro e messa a terra di funzionamento distanti

Oggetto: Lavori BT fuori tensione**Ambito di applicazione:** e-distribuzione

Il neutro non sezionato consente il trasferimento di potenziali pericolosi in caso di guasto su altre linee BT o in CS.

Un eventuale innalzamento del potenziale del neutro per guasto (vedi par. 7.3 con approfondimento su tensione trasferita) è pericoloso per l'operatore perché la linea su cui opera è messa a terra in un punto distante tramite la messa a terra di funzionamento del neutro, mentre il sostegno su cui si trova è a terra con potenziale diverso.

La misura alternativa da utilizzare in questo caso sono i DPI guanti isolanti.

Anche nel caso di lavori che prevedono l'interruzione dei conduttori, nella situazione in cui il neutro in CS sia non sezionato, occorre realizzare il cortocircuito ed al neutro da tutti i lati del posto di lavoro ed utilizzare sempre i guanti isolanti (Fig. 24).

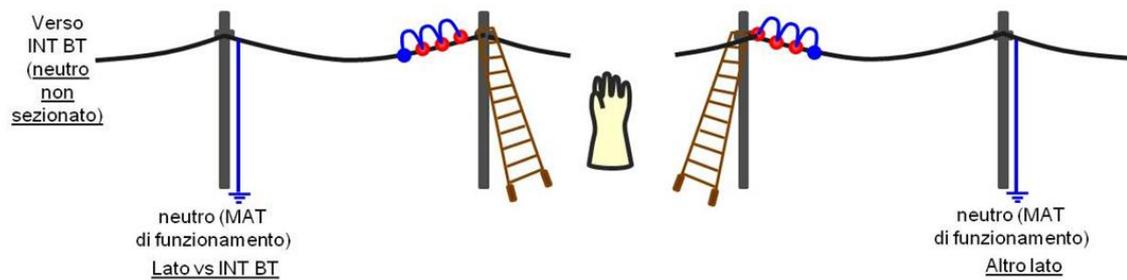


Fig. 24: interruzione dei conduttori con neutro non sezionato e messa a terra di funzionamento distanti

Nel caso di utilizzo di autocestello per lavori su linea BT in cavo aereo ci si comporta nello stesso modo che con l'accesso con scala.

7.5.4. CASO 5 – LINEE IN CAVO INTERRATO

Per le linee in cavo interrato valgono tutte le regole fin qui espresse per il cavo aereo.

Si ribadisce che la misura di tutela che deve essere adottata consiste nell'esecuzione della messa a terra e in cortocircuito dei conduttori (compreso il neutro) con dispositivi mobili, eventualmente previa installazione dei morsetti a perforazione d'isolante o appositi adattatori o punti fissi predisposti, sul posto di lavoro o sui punti accessibili vicini al posto di lavoro, quanto più ragionevolmente e praticamente possibile, da tutti i lati (ad esempio nelle cassette di derivazione).

Se non vi è interruzione di tutti i conduttori durante i lavori, è accettabile installare un solo dispositivo di messa a terra e in cortocircuito, in quanto il cavo deve essere sempre messo in cortocircuito e al neutro agli estremi.

Con neutro di funzionamento messo a terra nel tratto in cui si lavora:

1. con **neutro sezionato**, non sono necessarie altre misure; il posto di lavoro risulta con messa a terra e in cortocircuito da tutti i lati; il sezionamento del neutro impedisce il trasferimento di potenziali pericolosi in caso di guasto su altre linee BT o in CS, pertanto il posto di lavoro risulta di fatto "equipotenziale" (Fig. 25 e Fig. 26)

Oggetto: Lavori BT fuori tensione

Ambito di applicazione: e-distribuzione

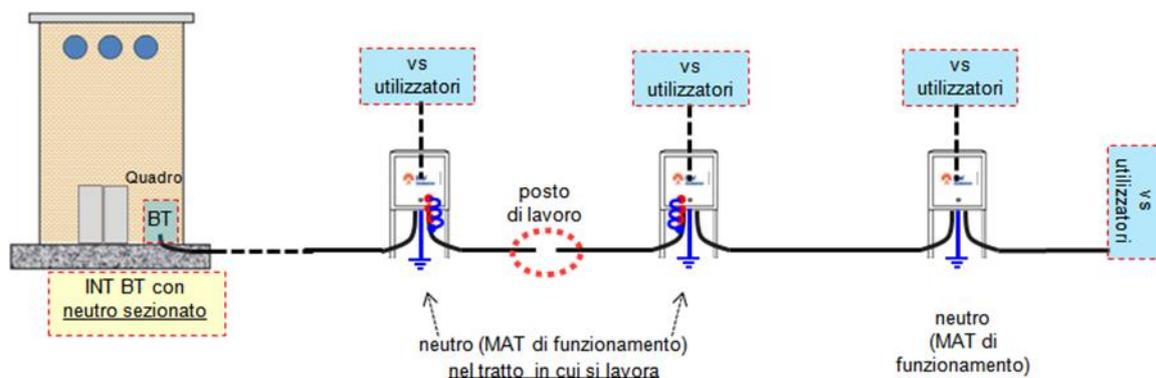


Fig. 25: impianto con messe a terra di funzionamento ed in cortocircuito nelle cassette di sezionamento

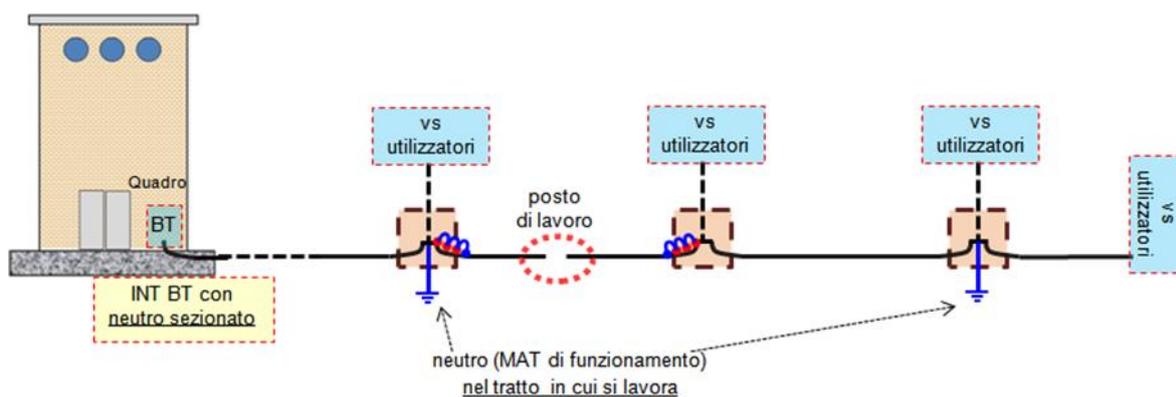


Fig. 26: impianto con messe a terra di funzionamento ed in cortocircuito nei pozzetti

Caso particolare: il tratto di destra rispetto al posto di lavoro non risulta a terra ma solo in cortocircuito pertanto è necessario l'uso dei guanti isolanti (Fig. 27).

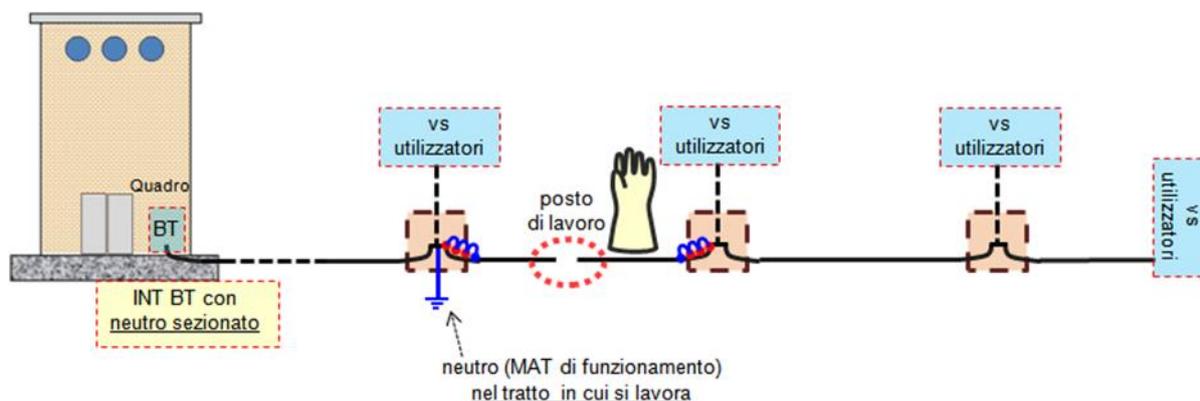


Fig. 27: impianto con messa a terra di funzionamento da un solo lato; in cortocircuito nei pozzetti

Oggetto: Lavori BT fuori tensione

Ambito di applicazione: e-distribuzione

- con **neutro non sezionato** non è sufficiente la messa a terra di funzionamento nel tratto in cui si lavora.
Si devono applicare gli stessi principi già espressi per il caso del cavo aereo – punto 2 (Fig. 28 e Fig.29).

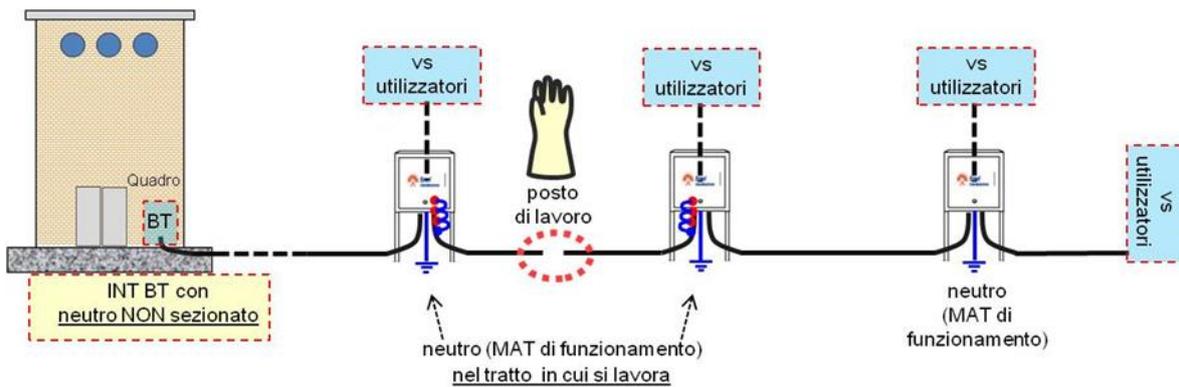


Fig. 28: impianto con messa a terra di funzionamento agli estremi del cavo ed in cortocircuito nelle cassette stradali

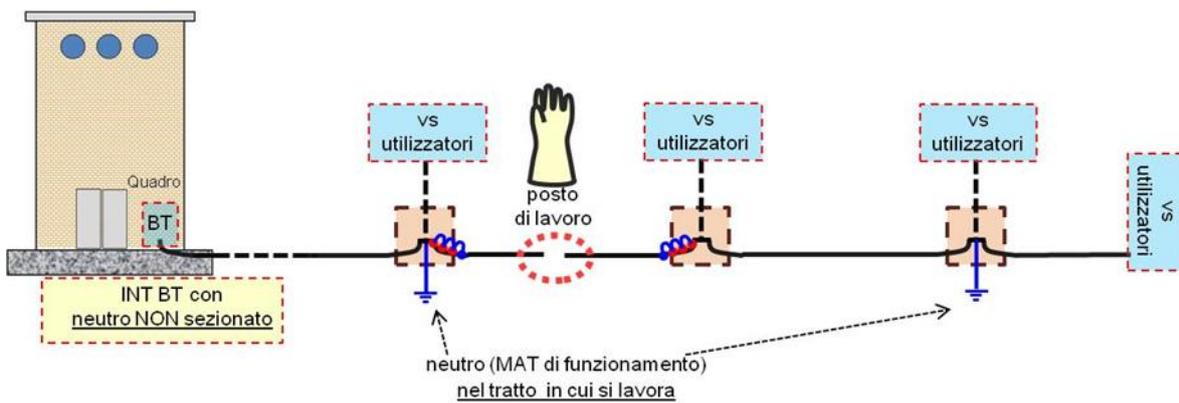


Fig. 29: impianto con messa a terra di funzionamento nel tratto in cui si lavora ed in cortocircuito nei pozzetti

Oggetto: Lavori BT fuori tensione

Ambito di applicazione: e-distribuzione

7.5.5. CASO 6 – LAVORO SU CASSETTA DI SEZIONAMENTO/POZZETTO

Per sconnettere/connettere una derivazione (vs utilizzatori) si applica il principio generale: realizzazione della messa a terra ed in cortocircuito da tutti i lati del posto di lavoro, tutte le volte che sia possibile.

La MAT di funzionamento del neutro nella cassetta di sezionamento (o pozzetto) può sostituire “la calata” a terra; in questo caso la messa a terra ed in cortocircuito sul posto di lavoro rende ininfluente la condizione del neutro sezionato o non sezionato lato interruttore BT.

La sconnessione della derivazione realizza un'interruzione della continuità dei conduttori sul posto di lavoro, i collegamenti MAT e in cortocircuito devono essere effettuati su ciascun tronco interrotto.

La realizzazione della messa a terra ed in cortocircuito lato utilizzatori è indispensabile a garanzia della sicurezza degli operatori a fronte del rischio che l'impianto sia rimesso in tensione, anche inconsapevolmente, lato clienti da gruppi elettrogeni, ecc. (Fig. 30)

Nel caso in cui dal lato derivazione (vs utilizzatori) non si possa realizzare la messa a terra e in cortocircuito delle parti attive sezionate, è necessario adottare la misura equivalente che consiste nell'utilizzo da parte degli operatori che entrano in contatto con le parti attive, dei DPI per i lavori sotto tensione BT: guanti isolanti (eventualmente protetti da guanti da lavoro), elmetto isolante con visiera e vestiario resistente all'arco elettrico.

I cappucci isolanti o altri idonei sistemi e teli isolanti (installati con l'utilizzo dei DPI per i lavori sotto tensione BT) devono essere usati a completamento delle misure per il controllo del rischio di arco elettrico ed elettrocuzione in particolare per le parti attive mobili.

I DPI vanno utilizzati fintanto che restano accessibili le parti attive.

Infatti pur effettuando la sconnessione partendo da una situazione di MAT e in cortocircuito, non si può escludere una rialimentazione dal lato utilizzatore in qualsiasi momento.

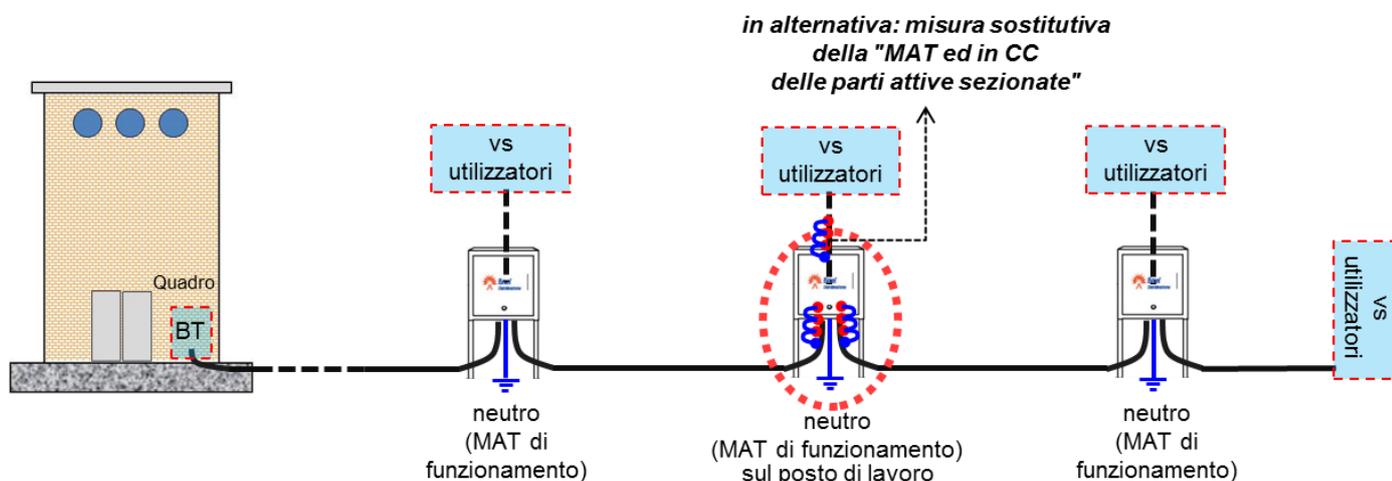


Fig. 30: impianto in cassetta stradale con messa a terra ed in cortocircuito per scollegamento derivazione verso utilizzatori

Oggetto: Lavori BT fuori tensione**Ambito di applicazione:** e-distribuzione

Nel caso di lavoro analogo su "pozzetto" (sconnessione/connesione derivazione vs utilizzatori) verificare preliminarmente la presenza della MAT di funzionamento sul posto di lavoro.

Per attività di inserimento/sostituzione cassetta (o pozzetto) si devono applicare i principi già espressi nel caso 5.

Riassumendo quindi si devono applicare le regole della Tab. 2, con le priorità all'ordine indicato.

(nota bene: la regola successiva si applica se non ci sono le condizioni per realizzare la regola che precede).

TABELLA 2: SINTESI REGOLE LINEE CAVO

1	Esecuzione della MaT e in corto circuito dei conduttori sul posto di lavoro o sui punti accessibili vicini al posto di lavoro, quanto più ragionevolmente e praticamente possibile, da tutti i lati.
	Se non vi è interruzione dei conduttori durante i lavori è possibile installare un solo dispositivo di messa a terra e in corto circuito.
	Tutte le volte che sia fisicamente possibile, deve essere realizzata coi dispositivi mobili anche la calata di messa a terra dei conduttori indipendentemente dalla messa a terra di funzionamento del neutro lungo la linea (se non è possibile applicare il punto 2).
2	dopo aver realizzato il corto circuito, nei casi in cui non risultasse fisicamente possibile realizzare la calata (ad esempio presenza di pavimentazione nei centri storici), è possibile utilizzare il collegamento di messa a terra di funzionamento del neutro lungo la linea.
	è necessario l'uso dei guanti isolanti nel caso in cui: <ul style="list-style-type: none"> - la MaT di funzionamento del neutro non sia "sul posto di lavoro" e il neutro non risulti sezionato - il neutro non risulti a terra nel tratto in cui si lavora
3	È tollerata l'omissione della MaT e in corto circuito a valle del posto di lavoro se non vi sono le condizioni impiantistiche per applicare i morsetti a perforazione o non sono presenti punti accessibili predisposti (quali cassette di derivazione). Utilizzare la "misura sostitutiva" che consiste nell'utilizzo da parte degli operatori che entrano in contatto con le parti attive, dei DPI per i lavori sotto tensione BT, cioè: guanti isolanti (eventualmente protetti da guanti da lavoro), elmetto isolante con visiera e vestiario resistente all'arco elettrico. Cappucci isolanti o altri idonei sistemi e teli isolanti (installati con l'utilizzo dei DPI per i lavori sotto tensione BT) devono essere usati a completamento delle misure per il controllo del rischio di arco elettrico ed elettrocuzione in particolare per le parti attive mobili. I DPI devono essere utilizzati fintanto che restano accessibili le parti attive.

Oggetto: Lavori BT fuori tensione

Ambito di applicazione: e-distribuzione

7.6 LAVORI BT IN CABINA SECONDARIA/PTP/SA IN CP

7.6.1. NORME GENERALI

Per eseguire un lavoro fuori tensione, l'**identificazione** della parte d'impianto oggetto del lavoro è la premessa indispensabile per intraprendere le azioni atte a conseguire e mantenere le condizioni di sicurezza per l'esecuzione del lavoro stesso.

Per lavori che interessano l'elemento di impianto elettrico BT nel tratto compreso tra il trasformatore MT/BT ed il quadro BT incluso in cabina secondaria/PTP, (e analogamente tra il trasformatore servizi ausiliari ed il quadro generale BT incluso in cabina primaria), devono essere emessi il Piano di Lavoro ed il Piano di Intervento.

Sul Piano di Intervento devono essere evidenziate le seguenti operazioni, necessarie per le messe in sicurezza, in funzione delle attività lavorative da svolgersi e dello stato del neutro (sezionato o non sezionato, separato o non separato dall'impianto di terra di cabina secondaria):

- a) messa a terra ed in cortocircuito delle linee BT uscenti, preceduta dalla verifica di assenza tensione o, in alternativa, sconnessione ed isolamento con cappucci isolanti di protezione provvisoria delle linee BT uscenti;
- b) messa in cortocircuito ed a terra a monte del trasformatore MT/BT.

Nel caso in cui il conduttore neutro sia separato dall'impianto di terra di cabina secondaria e si può venire in contatto con esso, è sufficiente utilizzare i guanti isolanti.

Qualora sul cavo di collegamento tra il trasformatore MT/BT ed il quadro BT siano installati i morsetti a perforazione di isolante unificati, l'attività di messa in sicurezza delle linee BT uscenti, in relazione al tipo di attività lavorativa da effettuarsi, può essere sostituita/integrata dalla messa in cortocircuito, al neutro e a terra effettuata su tale cavo, impiegando i morsetti citati.

L'eventuale installazione dei morsetti a perforazione di isolante unificati sul cavo di collegamento tra il trasformatore MT/BT ed il quadro BT deve essere effettuata dopo che siano state eseguite la messa fuori tensione ed in sicurezza del lato MT del trasformatore MT/BT e l'apertura degli interruttori di tutte le linee BT uscenti. Si ricorda che mancando lato BT la "MAT e in cortocircuito delle parti attive sezionate" non si può considerare l'"impianto in sicurezza".

Il Piano di Lavoro e il Piano di Intervento non sono necessari solo nel caso vengano eseguiti lavori "non complessi" ovvero esclusivamente su elementi di impianto BT senza alcuna manovra relativa ad impianti MT.

Nell'ambito dei lavori in CS è ben evidente l'aspetto relativo alle differenze di potenziale che si possono manifestare per tensione trasferita sul neutro a seguito di guasto, in particolare per guasti MT.

Per lavori BT in Cabina Secondaria, è consentito realizzare la messa a terra del neutro con collegamento all'impianto di terra della CS se la U_E (tensione totale di terra) della specifica CS su cui si lavora risulta inferiore a 250V (si veda nota 1).

Questa misura determina la condizione di equipotenzialità dell'impianto elettrico BT in CS per lavori senza necessità di ricorrere a misure sostitutive quale l'uso di guanti isolanti.

Oggetto: Lavori BT fuori tensione**Ambito di applicazione:** e-distribuzione

7.6.2. CASO 7 – LAVORO SU LINEE IN CAVO IN CS A VALLE QUADRO BT

Lavori BT con manovre solo in BT sono definiti “non complessi” dalla PRE e quindi non sono necessari il Piano di Lavoro e il Piano di Intervento.

Per lavori su linee BT in cavo eseguiti in CS **realizzare** la messa a terra e in cortocircuito dei conduttori (compreso il neutro) con dispositivi mobili sui morsetti a perforazione d'isolante già posizionati a valle degli interruttori BT.

In caso i morsetti non fossero già installati procedere all'installazione. Poiché lato BT non vi è la “Messa a terra e in cortocircuito delle parti attive sezionate”, è necessario adottare la misura equivalente che consiste nell'utilizzo da parte degli operatori, dei DPI per i lavori sotto tensione BT, cioè: guanti isolanti (eventualmente protetti da guanti da lavoro), elmetto isolante con visiera e vestiario resistente all'arco elettrico e utilizzo di attrezzi isolati.

Si devono verificare preliminarmente due fattori determinanti relativamente alla condizione del neutro:

- A. condizione di sezionamento del neutro in uscita da interruttore BT della CS, che potrebbe risultare:
- neutro sezionato
 - neutro non sezionato
- B. condizione del neutro come messa a terra di funzionamento, che potrebbe risultare:
- a terra in linea
 - a terra fuori dalla CS su collegamento dedicato

A) connesso alla maglia di terra di CS (Fig. 31 per neutro non sezionato e Fig. 32 per neutro sezionato):

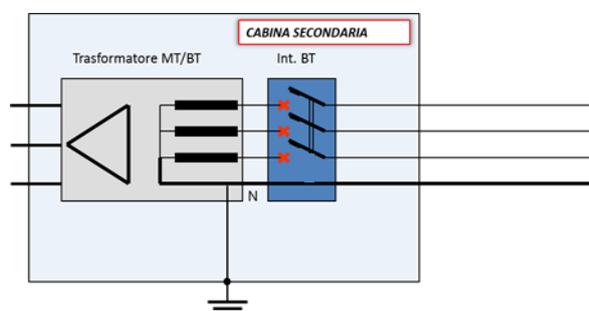


Fig. 31: Neutro non sezionato

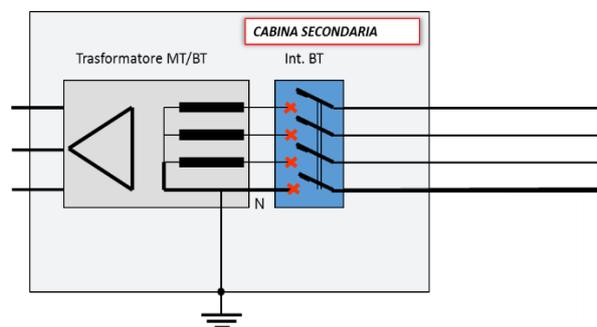


Fig. 32: Neutro sezionato

Oggetto: Lavori BT fuori tensione

Ambito di applicazione: e-distribuzione

B) separato intenzionalmente dall'impianto di terra di CS (Fig. 33 per neutro a terra in linea e Fig. 34 per neutro a terra con linea dedicata):

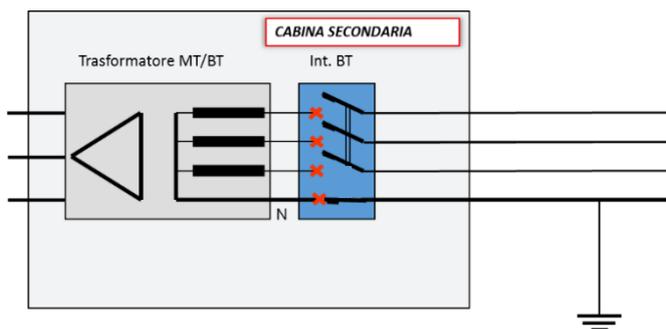


Fig. 33: Neutro a terra in linea

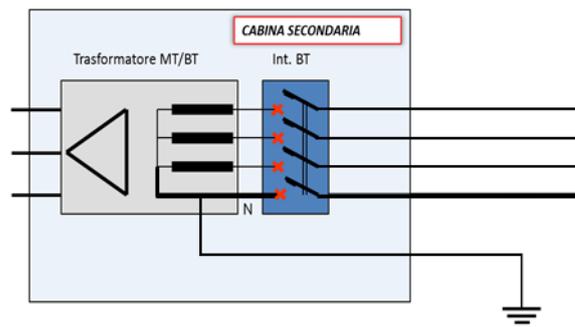


Fig. 34: neutro a terra fuori dalla CS (non in linea ma su collegamento dedicato)

7.6.3. LAVORO SU LINEE IN CAVO A VALLE QUADRO BT CON NEUTRO CONNESSO ALLA MAGLIA DI TERRA DI CS

Caso 7.6.3. a) NEUTRO NON SEZIONATO (da interruttore BT):

L'operatore si trova con i piedi al potenziale di terra della CS.

Realizza la MAT sulla/e linea/e BT a valle dell'interruttore BT compreso il collegamento a terra sulla maglia di CS (eventualmente può utilizzare il collegamento del neutro già a terra in CS)

Quando lavora su linea/e trova la messa a terra di lavoro ed equipotenzialità già realizzata (Fig. 35):

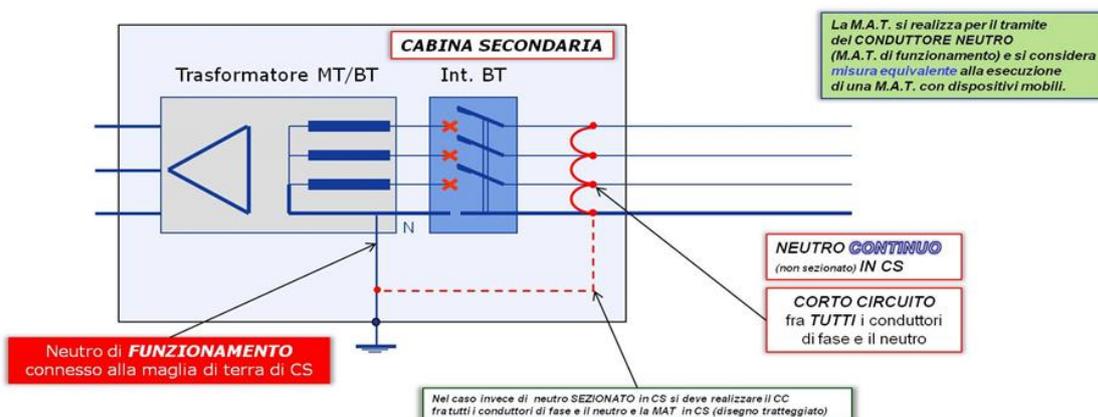


Fig. 35: CS con neutro non sezionato messo a terra ed in cortocircuito con conduttori: equipotenzialità locale

Oggetto: Lavori BT fuori tensione

Ambito di applicazione: e-distribuzione

Caso 7.6.3. b) NEUTRO SEZIONATO (da interruttore BT):

L'operatore si trova con i piedi al potenziale di terra della CS.

Realizza la messa a terra sulla/e linea/e BT a valle dell'interruttore BT, compreso il collegamento a terra sulla maglia di CS.

Quando lavora su linea/e trova la MAT di lavoro ed equipotenzialità già realizzata.

7.6.4. LAVORO SU LINEE IN CAVO A VALLE QUADRO BT CON NEUTRO DI FUNZIONAMENTO INTENZIONALMENTE SEPARATO DALL'IMPIANTO DI TERRA DI CS

Caso 7.6.4. a) NEUTRO NON SEZIONATO (da interruttore BT):

L'operatore si trova con i piedi al potenziale di terra della CS.

Realizza il cortocircuito sulla/e linea/e BT a valle interruttore BT ma non può realizzare il collegamento a terra sulla maglia di CS.

È sempre necessario l'utilizzo dei guanti isolanti (Fig. 36) per controllare la eventuale differenza di potenziale tra la terra di CS (piedi) e la terra della linea esterna alla CS (mani):

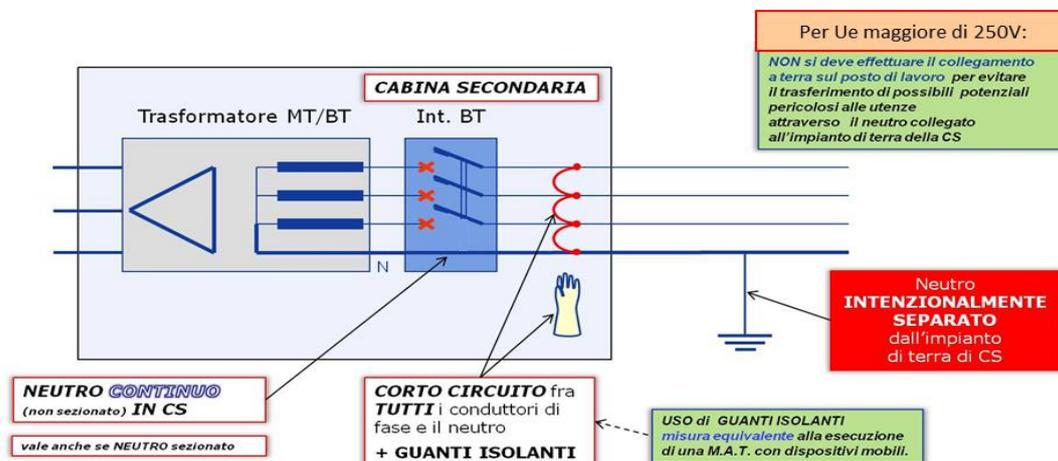


Fig. 36: CS con neutro non sezionato messo a terra fuori dalla CS ed in cortocircuito con conduttori: equipotenzialità locale non garantita, uso dei guanti isolanti

Solo nel caso di Cabina Secondaria con U_E fino a 250 V è possibile effettuare il collegamento a terra del neutro in CS (vedere CEI EN 50522) e quindi ricondursi ai casi precedenti.

Nota bene: in assenza di un conduttore dedicato alla messa a terra del centro stella del TR è vietato sconnettere i conduttori di neutro di tutte le linee mantenendo in servizio il TR, per evitare che il centro stella risulti non vincolato a terra.

Oggetto: Lavori BT fuori tensione**Ambito di applicazione:** e-distribuzione**Caso 7.6.4. b) NEUTRO SEZIONATO** (da interruttore BT):

Valgono le medesime condizioni indicate per il neutro non sezionato.

7.6.5. CASO 8 – SOSTITUZIONE QUADRO BT

Questa attività prevede la realizzazione del Piano di Lavoro e Piano di Intervento.

Si applicano le norme generali:

- esecuzione della messa a terra ed in cortocircuito dei conduttori sul posto di lavoro o sui punti accessibili vicini al posto di lavoro, quanto più ragionevolmente e praticamente possibile, da tutti i lati.

Caso 7.6.5. a) NEUTRO NON SEZIONATO o NEUTRO SEZIONATO CON NEUTRO DI FUNZIONAMENTO INTENZIONALMENTE SEPARATO DALL'IMPIANTO DI TERRA DI CS

L'operatore si trova con i piedi al potenziale di terra della CS.

Realizza la messa a terra e in cortocircuito lato MT a monte del trasformatore.

Realizza il cortocircuito su tutte le linee BT a valle INTERRUITTORE BT ma non può realizzare il collegamento a terra sulla maglia di CS.

La condizione di equipotenzialità sul posto di lavoro non risulta realizzata; è sempre necessario l'utilizzo dei guanti isolanti (Fig. 37) per controllare la eventuale differenza di potenziale tra la terra di CS (piedi) e la terra della linea esterna alla CS (mani):

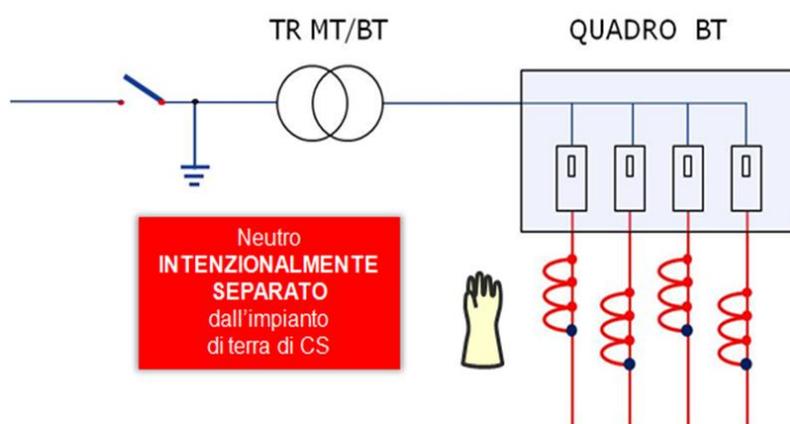


Fig. 37: Sostituzione quadro BT con neutro messo a terra fuori dalla CS ed in cortocircuito con conduttori: equipotenzialità locale non garantita, uso dei guanti isolanti

Solo nel caso di Cabina Secondaria con U_E fino a 250 V è possibile effettuare il collegamento a terra del neutro in CS (vedere CEI EN 50522).

In tal caso devono essere collegati all'impianto di terra della CS tutti conduttori di neutro di ciascuna linea BT del quadro.

Oggetto: Lavori BT fuori tensione

Ambito di applicazione: e-distribuzione

Caso 7.6.5. b) NEUTRO NON SEZIONATO o NEUTRO SEZIONATO CON NEUTRO DI FUNZIONAMENTO CONNESSO ALLA MAGLIA DI TERRA DI CS:

L'operatore si trova con i piedi al potenziale di terra della CS.

Realizza la messa a terra e in cortocircuito lato MT a monte del trasformatore.

Realizza il cortocircuito su tutte le linee BT a valle dell'interruttore BT e li collega tutti, mediante il dispositivo di messa a terra (Fig. 38), all'impianto di terra della CS:

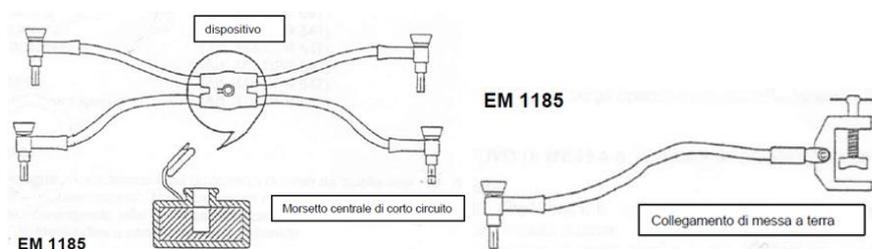


Fig. 38: Dispositivo per messa a terra ed in cortocircuito per linee BT in CS

La condizione di equipotenzialità sul posto di lavoro risulta già realizzata con la messa a terra ed in cortocircuito (Fig. 39):

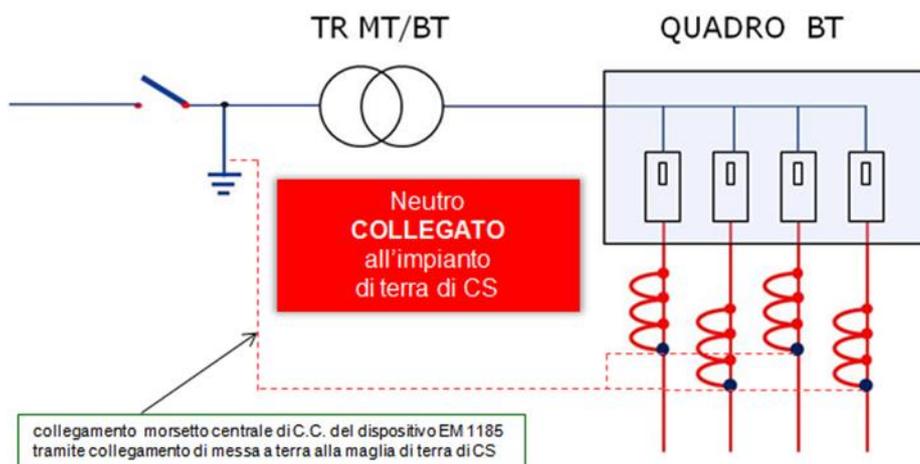


Fig. 39: Sostituzione quadro BT con neutro messo a terra in CS ed in cortocircuito con conduttori: equipotenzialità locale garantita

Oggetto: Lavori BT fuori tensione**Ambito di applicazione:** e-distribuzione

7.6.6. CASO 9 – SOSTITUZIONE DI UN SOLO INTERRUTTORE BT

Questa attività prevede la realizzazione del Piano di Lavoro e relativi allegati.

Si applicano le norme generali:

esecuzione della messa a terra ed in cortocircuito dei conduttori sul posto di lavoro o sui punti accessibili vicini al posto di lavoro, quanto più ragionevolmente e praticamente possibile, da tutti i lati.

Per questa attività si deve applicare quanto visto per la sostituzione del quadro BT, sia nel caso di Neutro di funzionamento intenzionalmente separato dall'impianto di terra di CS che nel caso di Neutro di funzionamento connesso alla maglia di terra di CS.

In alternativa:

qualora sul cavo di collegamento tra il trasformatore MT/BT ed il quadro BT siano installati i morsetti a perforazione di isolante unificati, l'attività di messa in sicurezza delle linee BT uscenti può essere sostituita/integrata dalla messa in cortocircuito, al neutro e a terra effettuata su tale cavo, impiegando i morsetti citati.

Caso 7.6.6. a) SOSTITUZIONE INTERRUTTORE BT CON UTILIZZO MORSETTI A PERFORAZIONE SUL CAVO TRA TR E QUADRO BT; NEUTRO DI FUNZIONAMENTO CONNESSO ALLA MAGLIA DI TERRA DI CS; NEUTRO NON SEZIONATO o NEUTRO SEZIONATO:

L'operatore si trova con i piedi al potenziale di terra della CS.

Realizza la messa a terra e in cortocircuito lato MT a monte del trasformatore.

Realizza la messa a terra e in cortocircuito sulla linea BT su cui cambia l'interruttore.

Realizza la messa a terra e in cortocircuito sul cavo di collegamento tra il trasformatore MT/BT ed il quadro BT sfruttando i morsetti a perforazione d'isolante presenti.

L'equipotenzialità sul posto di lavoro risulta già realizzata, mani e piedi dell'operatore "toccano" lo stesso potenziale di terra in CS (Fig. 40):

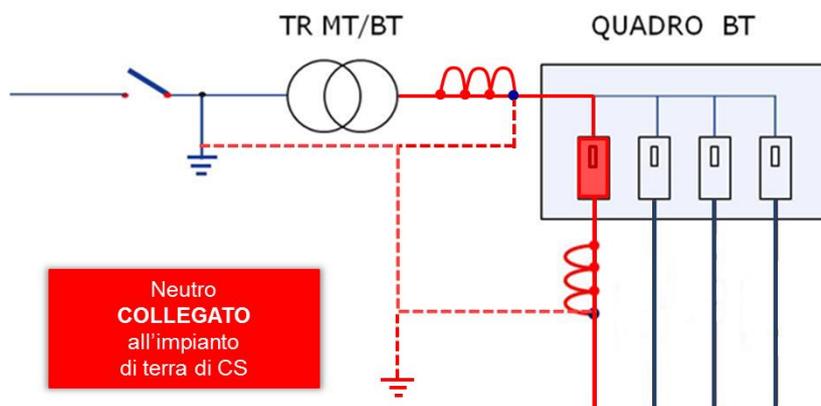


Fig. 40: Sostituzione interruttore BT con neutro messo a terra in CS ed in cortocircuito con conduttori: equipotenzialità locale garantita

Oggetto: Lavori BT fuori tensione**Ambito di applicazione:** e-distribuzione**Caso 7.6.6. b) SOSTITUZIONE INTERRUTTORE BT CON UTILIZZO MORSETTI A PERFORAZIONE SUL CAVO TRA TR E QUADRO BT; NEUTRO DI FUNZIONAMENTO INTENZIONALMENTE SEPARATO DALL'IMPIANTO DI TERRA DI CS; NEUTRO NON SEZIONATO E NEUTRO SEZIONATO**

L'operatore si trova con i piedi al potenziale di terra della CS.

Realizza la messa a terra e in cortocircuito lato MT a monte del trasformatore.

Realizza il cortocircuito sulla linea BT su cui cambia l'interruttore, ma non può realizzare il collegamento di messa a terra sulla maglia di CS.

Realizza il cortocircuito sul cavo di collegamento tra il trasformatore MT/BT ed il quadro BT.

La condizione di equipotenzialità sul posto di lavoro non risulta realizzata; è necessario l'utilizzo dei guanti isolanti (Fig. 41) per controllare la eventuale differenza di potenziale tra la terra di CS (piedi) e la terra della linea esterna alla CS (mani):

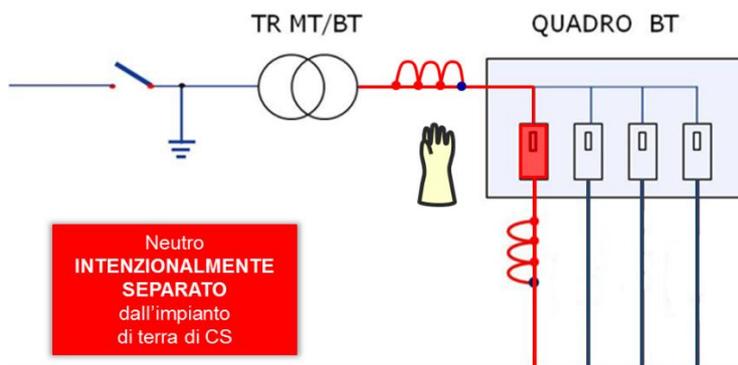


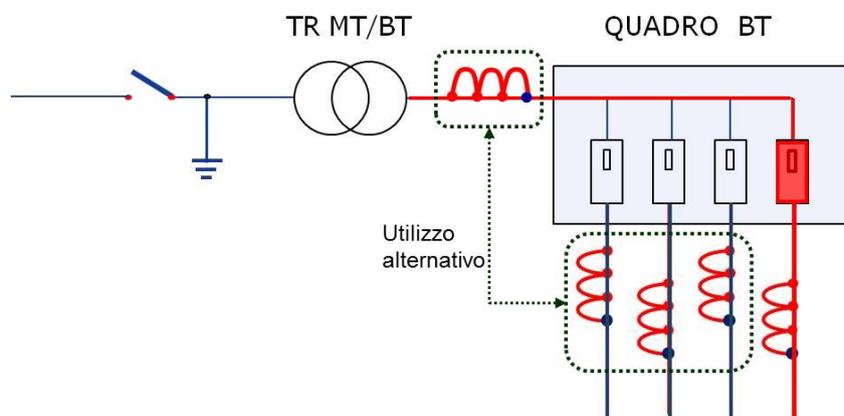
Fig. 41: Sostituzione interruttore BT con neutro messo a terra fuori dalla CS ed in cortocircuito con conduttori: equipotenzialità locale non garantita: impiego di guanti isolanti

Solo nel caso di Cabina Secondaria con U_E fino a 250 V è possibile effettuare il collegamento a terra del neutro in CS (vedere CEI EN 50522).

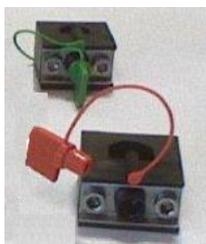
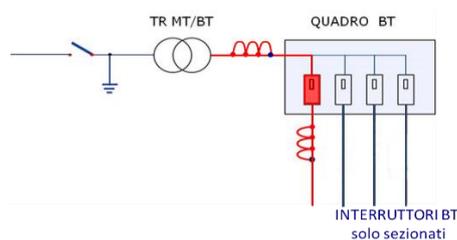
In tal caso devono essere collegati all'impianto di terra della CS il neutro della linea BT su cui sostituire l'interruttore e il neutro del cavo BT di collegamento tra il trasformatore MT/BT ed il quadro BT, come nel caso 7.6.6 a).

Caso 7.6.6. c) INSTALLAZIONE MORSETTI A PERFORAZIONE DI ISOLANTE UNIFICATI SUL CAVO DI COLLEGAMENTO TRA IL TRASFORMATORE MT/BT ED IL QUADRO BT

In alcune occasioni è più vantaggioso utilizzare i morsetti a perforazione posti sul cavo di collegamento tra il trasformatore MT/BT ed il quadro BT (Fig. 42) piuttosto che dover effettuare la stessa operazione su tutti gli interruttori BT presenti in CS quando questi sono molti (ad esempio fino a 8 nel caso di 2 quadri BT).

Oggetto: Lavori BT fuori tensione**Ambito di applicazione:** e-distribuzione**Fig. 42:** installazione morsetti a perforazione d'isolante nel tratto TR-Quadro BT per uso alternativo

L'eventuale installazione dei morsetti a perforazione di isolante unificati (Fig. 44) su questo cavo deve essere effettuata dopo che siano state eseguite la messa fuori tensione ed in sicurezza del lato MT del trasformatore MT/BT e l'apertura degli interruttori di tutte le linee BT uscenti (Fig. 44):

**Fig. 43:** morsetti a perforazione d'isolante**Fig. 44:** stato impianto con uso morsetti a perforazione d'isolante

In questa situazione l'impianto non è completamente in sicurezza perché lato linee BT (quelle uscenti da interruttori da non sostituire) risulta solo sezionato.

È necessario adottare la misura equivalente che consiste nell'utilizzo da parte degli operatori, dei DPI per i lavori sotto tensione BT: guanti isolanti (eventualmente protetti da guanti da lavoro), elmetto isolante con visiera e vestiario resistente all'arco elettrico e utilizzo di attrezzi isolati.

Dopo aver applicato i dispositivi di cortocircuito su ambo i lati dell'interruttore da sostituire resta da verificare la effettiva condizione di equipotenzialità:

- come visto al punto 7.6.6 b), nel caso di neutro di funzionamento intenzionalmente separato dall'impianto di terra di CS è necessario l'utilizzo dei guanti isolanti.

Riassumendo quindi si devono applicare le seguenti regole, con priorità all'ordine indicato.

(nota bene: la regola successiva si applica se non ci sono le condizioni per realizzare la regola che precede).

Oggetto: Lavori BT fuori tensione**Ambito di applicazione:** e-distribuzione**TABELLA 3: SINTESI REGOLE CABINA SECONDARIA**

1	Esecuzione della MAT e in corto circuito dei conduttori sul posto di lavoro in CS o sui punti accessibili vicini al posto di lavoro, quanto più ragionevolmente e praticamente possibile, da tutti i lati.
	Se non vi è interruzione dei conduttori durante i lavori è possibile installare un solo dispositivo di messa a terra e in corto circuito.
	Se il neutro non è connesso alla maglia di terra di CS, il collegamento a terra sul posto di lavoro non si deve fare per evitare di trasferire alle utenze BT la tensione di un eventuale guasto MT. Per valori della U_E (tensione totale di terra) inferiori a 250 V è comunque possibile realizzare il collegamento a terra del neutro in CS
2	Se non possibile realizzare il collegamento alla maglia di terra di CS, realizzare solo il corto circuito e utilizzare il collegamento di messa a terra di funzionamento del neutro fuori dalla CS.
	Verificare condizione di equipotenzialità nei diversi casi di "neutro sezionato" e "neutro non sezionato" (da INT BT in CS); eventualmente utilizzare i guanti isolanti come misura sostitutiva dell'equipotenzialità.
3	È tollerata l'omissione della MaTed in corto circuito a valle del posto di lavoro se non fossero ivi presenti punti accessibili idonei all'applicazione dei dispositivi di corto circuito o se non vi sono le condizioni impiantistiche per realizzarlo.
	Adottare la misura sostitutiva che consiste nell'utilizzo da parte degli operatori che entrano in contatto con le parti attive, dei DPI per i lavori sotto tensione BT, cioè: guanti isolanti (eventualmente protetti da guanti da lavoro), elmetto isolante con visiera e vestiario resistente all'arco elettrico. Cappucci isolanti o altri idonei sistemi e teli isolanti (installati con l'utilizzo dei DPI per i lavori sotto tensione BT) devono essere usati a completamento delle misure per il controllo del rischio di arco elettrico ed elettrocuzione in particolare per le parti attive mobili. I DPI vanno utilizzati fintanto che restano accessibili le parti attive.

Oggetto: Lavori BT fuori tensione

Ambito di applicazione: e-distribuzione

7.6.7. LAVORI BT IN CABINA PRIMARIA

Valgono le norme generali riportate al par. 7.6.1 circa l'identificazione della parte d'impianto oggetto del lavoro e la procedura di emissione del Piano di Lavoro e del Piano di Intervento per lavori che interessino l'elemento di impianto elettrico BT nel tratto compreso tra il trasformatore servizi ausiliari ed il quadro generale BT incluso.

Sul Piano di Intervento devono essere evidenziate le seguenti operazioni, necessarie per le messe in sicurezza, in funzione delle attività lavorative da svolgersi e dello stato del neutro (sezionato o non sezionato, ma comunque sempre non separato dall'impianto di terra di cabina primaria):

- a) messa a terra ed in cortocircuito delle linee BT uscenti, preceduta dalla verifica di assenza tensione o, in alternativa, sconnessione ed isolamento con cappucci isolanti di protezione provvisoria delle linee BT uscenti;
- b) messa a terra ed in cortocircuito a monte del trasformatore MT/BT.

Questa misura determina la condizione di equipotenzialità dell'impianto elettrico BT in CP per lavori senza necessità di ricorrere a misure sostitutive quale l'uso di guanti isolanti.

Qualora sul cavo di collegamento tra il trasformatore MT/BT ed il quadro BT siano installati i morsetti a perforazione di isolante unificati, l'attività di messa in sicurezza delle linee BT uscenti, in relazione al tipo di attività lavorativa da effettuarsi, può essere sostituita/integrata dalla messa in cortocircuito, al neutro e a terra effettuata su tale cavo, impiegando i morsetti citati.

Il Piano di Lavoro e il Piano di Intervento non sono necessari solo nel caso vengano eseguiti lavori "non complessi" ovvero esclusivamente su elementi di impianto BT senza alcuna manovra relativa ad impianti MT.

Per lavori su impianti a valle degli interruttori generali BT, il sezionamento degli stessi e l'assicurazione contro la richiusura, effettuata la verifica di assenza tensione con esito positivo, poiché non sono possibili rialimentazioni, è possibile evitare l'installazione di dispositivi di corto circuito e di messa a terra.