



Azienda Comprensoriale Acquedottistica S.p.A.


A.C.A S.p.A in House Providing - Via Maestri del Lavoro D'Italia 81, 65125 PESCARA- Regione ABRUZZO

REGIONE ABRUZZO- ITALY

PROGETTAZIONE CABINA ELETTRICA "Via Tamigi" COMUNE DI MONTESILVANO

Intervento : **PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO**
ADEGUAMENTO CABINA ELETTRICA:
Lavori di adeguamento elettrico Cabina MT

Disciplinare Tecnico

ELABORATO N.		SCALA	Professionista
EL.01	Protocollo:		
	Data: 21/02/2022		
	Aggiornamento:		
SPAZIO RISERVATO ALL'UFFICIO TECNICO			
Il Responsabile del Procedimento Ing. Lorenzo Livello		SPAZIO RISERVATO APPROVAZIONE	
<p>Questo elaborato è di proprietà dell' ACA s.p.a. pertanto esso non può essere e riprodotto né integralmente né in parte senza l'autorizzazione scritta degli stessi e non può essere e utilizzato per scopi diversi da quelli per i quali è stato redatto e fornito al Committente.</p>			

INDICE

CAPITOLO 1. CONDUZIONE E MANUTENZIONE DELLE CABINE ELETTRICHE MT/BT.....	3
1.1. PRESUPPOSTI ORGANIZZATIVI.....	3
1.2. CARATTERISTICHE STRUTTURALI E LOGISTICHE.....	3
1.2.1. Segregazione del locale.....	3
1.2.2. Illuminazione dell'ambiente.....	3
1.2.3. Apparecchi di illuminazione portatili	4
1.2.4. Illuminazione di sicurezza fissa.....	4
1.2.5. Visibilità interna alle celle prefabbricate	4
1.2.6. Lettura degli strumenti.....	5
1.2.7. Affidabilità delle segnalazioni.....	5
1.2.8. Indicazioni riguardanti la manovra degli organi di comando	5
1.2.9. Identificazione delle fasi	5
1.2.10. Individuazione degli elementi.....	5
1.2.11. Schema dell'impianto.....	6
1.2.12. Evitare il deposito di materiali.....	6
1.2.13. Pulizia dei locali e delle apparecchiature.....	6
1.3. INDIVIDUAZIONE E QUALIFICAZIONE DEL PERSONALE AUTORIZZATO	6
1.3.1. La figura del "cabinista"	7
1.3.2. Livelli di autorizzazione	7
1.3.3. Gestione della chiave	8
1.3.4. Presenza in cabina di almeno due persone.....	9
1.3.5. Formazione particolare del personale autorizzato	9
1.3.6. Individuazione del Preposto ai Lavori.....	10
1.4. PRECAUZIONI ANTINCENDIO.....	10
1.4.1. Divieto d'introdurre materiali infiammabili o combustibili.....	10
1.4.2. Estintori.....	11
1.5. PRECAUZIONI IN PRESENZA DI SOSTANZE TOSSICHE O NOCIVE	11
1.5.1. Protezione dal policlorobifenile (PCB).....	12
1.6. PRECAUZIONI NELL'USO DELL'SF6	13
1.6.1. Precauzioni per la salute del personale.....	16
1.7. PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI	18
1.7.1. Corretto impiego delle procedure aziendali.....	18
1.8. ESECUZIONE DI MANOVRE	19
1.8.1. Organi di manovra.....	19
1.8.2. Manovre accidentali.....	20
1.8.3. Preposto autorizzato al comando.....	20
1.9. BLOCCHI E INTERBLOCCHI	20
1.9.1. Tipi di blocchi	20
1.9.2. Applicazioni degli interblocchi	21

1.10.	MANUTENZIONE	22
1.10.1.	<i>Documentazione degli interventi manutentivi</i>	22
1.11.	INTERVENTI SULLE APPARECCHIATURE.....	22
1.11.1.	<i>Sezionatori MT</i>	22
1.11.2.	<i>Fusibili</i>	24
1.11.3.	<i>Interruttori MT</i>	24
1.11.4.	<i>Relè di protezione</i>	25
1.11.5.	<i>Trasformatori di misura e protezione</i>	25
1.11.6.	<i>Quadri MT</i>	26
1.11.7.	<i>Trasformatori di potenza</i>	26
1.11.8.	<i>Condensatori di potenza</i>	27
1.11.9.	<i>Cavi</i>	27
1.11.10.	<i>Quadri di potenza BT</i>	27
1.11.11.	<i>Batterie di accumulatori</i>	27

CAPITOLO 1. CONDUZIONE E MANUTENZIONE DELLE CABINE ELETTRICHE MT/BT

1.1. PRESUPPOSTI ORGANIZZATIVI

L'articolo 81, comma 3, del D.Lgs. 81/08 prescrive che le procedure di uso e manutenzione adottate sugli impianti elettrici aziendali debbano essere predisposte tenendo conto:

- delle disposizioni legislative vigenti;
- delle indicazioni contenute nei manuali d'uso e manutenzione delle apparecchiature;
- delle indicazioni riportate nelle norme di buona tecnica.

Nel caso delle cabine MT/BT è quindi necessario procedere nel seguente modo:

- 1) Verificare la conformità alla regola dell'arte degli impianti e delle strutture.
- 2) Individuare e qualificare il personale adibito alla conduzione ed alla manutenzione, in modo che risulti adeguatamente formato, informato e istruito.
- 3) Redigere idonee procedure aziendali di intervento, integrandole (ove necessario) con le istruzioni fornite dai fabbricanti delle apparecchiature e degli impianti.

1.2. CARATTERISTICHE STRUTTURALI E LOGISTICHE

I locali destinati a fungere da cabina devono presentare un insieme di caratteristiche attinenti la funzionalità, la fruibilità e l'utilizzabilità in sicurezza degli impianti (1).

Alcune di queste caratteristiche sono influenti ai fini della determinazione dei rischi affrontati dagli operatori nel corso degli interventi di conduzione e manutenzione.

1.2.1. Segregazione del locale

La cabina elettrica deve essere chiusa a chiave.

Le porte di accesso devono essere apribili verso l'esterno.

Dall'interno ogni porta deve poter essere aperta senza l'uso della chiave, vale a dire agendo semplicemente sulla relativa maniglia.

1.2.2. Illuminazione dell'ambiente

Le zone di lavoro devono essere sufficientemente illuminate, sia dalla luce del sole che da quella ottenuta mediante apparecchi illuminanti. La carenza d'illuminazione rende difficoltosa e inaffidabile l'interpretazione delle targhette, dei segnali e in generale di ciò che si vede (o si ritiene di vedere). Non di rado è proprio la difficoltà visiva che spinge gli operatori ad avvicinarsi troppo alle parti sotto tensione.

Nelle sale quadri l'illuminazione raccomandata è di almeno 200 lx ed il fattore di uniformità 0,4. La presa (o le prese) devono essere protette con fusibili oppure essere di tipo interbloccato. La Norma CEI 99-2 all'articolo 7.1.5 richiede l'illuminazione di emergenza e le vie di fuga devono essere segnalate e illuminate.

1.2.3. Apparecchi di illuminazione portatili

L'efficienza degli apparecchi di illuminazione portatili in dotazione all'interno delle cabine deve essere garantita mediante controlli periodici attinenti:

- lo stato d'integrità della custodia;
- l'efficienza della o delle lampadine;
- l'efficienza delle pile o degli accumulatori ricaricabili.

La custodia dell'apparecchio, sia esso una torcia, una lanterna o un faretto, dev'essere integralmente di materiale isolante.

Occorre evitare di appoggiare l'apparecchio su piani instabili o in punti dove potrebbe essere urtato accidentalmente.

In caso di necessità, è possibile e raccomandabile l'impiego di faretti montati sul casco isolante dell'operatore.

1.2.4. Illuminazione di sicurezza fissa

Gli apparecchi destinati a garantire l'illuminazione del locale in caso di black-out della normale fonte di illuminazione artificiale devono essere collocati in modo da garantire:

- l'evacuazione in sicurezza delle persone;
- l'eventuale prosecuzione delle operazioni di manovra o manutenzione.

Nel secondo caso il sistema di illuminazione assume il ruolo di riserva e, come tale, deve garantire un'autonomia di esercizio di almeno 3 ore.

Ai fini antinfortunistici devono essere privilegiati:

- i varchi d'uscita e gli eventuali corridoi da percorrere per raggiungerli;
- gli estintori.

■ Ai fini operativi gli apparecchi fissi possono essere integrati con altri portatili, in dotazione presso la cabina o ad ogni operatore.

L'efficienza dell'impianto di illuminazione di sicurezza o dei singoli apparecchi ad alimentazione autonoma è bene venga verificata almeno ogni 3 mesi. La vita degli accumulatori presenti all'interno degli apparecchi illuminanti ad alimentazione autonoma solitamente non supera i 4-5 anni.

1.2.5. Visibilità interna alle celle prefabbricate

L'interno delle varie celle costituenti una cabina prefabbricata dev'essere visibile grazie alla presenza, su ognuna di esse, di almeno una finestra d'ispezione con lastra trasparente di materiale infrangibile e di un idoneo sistema di illuminazione interna. La sostituzione della lampadina dev'essere possibile senza accedere al vano MT.

1.2.6. Lettura degli strumenti

La lettura degli strumenti (voltmetri, amperometri, wattmetri, termometri, contatori di energia ecc.) deve poter essere effettuata agevolmente dai passaggi di servizio ad essi attigui.

In nessun caso è accettabile che l'operatore sia costretto o indotto ad affrontare qualsiasi genere di rischio per effettuare la lettura di strumenti e per operazioni di regolazione o ripristino.

I quadranti degli strumenti devono essere sufficientemente illuminati dall'impianto di illuminazione artificiale, ovvero essere dotati di un quadrante luminoso o illuminabile. Quando necessario, gli strumenti devono essere dotati di una memoria relativa ai valori massimi/minimi raggiunti, oppure al superamento di determinati valori di soglia preimpostati.

1.2.7. Affidabilità delle segnalazioni

L'efficienza delle lampade di segnalazione deve poter essere verificata in qualsiasi momento, agendo su un apposito pulsante di prova. Ove necessario, le segnalazioni di stato delle apparecchiature di comando e di protezione devono essere alimentate tramite una sorgente di sicurezza a commutazione automatica.

1.2.8. Indicazioni riguardanti la manovra degli organi di comando

Eventuali organi di comando particolari o particolarmente complessi devono essere supportati da idonee istruzioni disponibili in cabina. Le sequenze di manovra, ancorché interbloccate meccanicamente/elettricamente fra loro, devono essere illustrate mediante tabelle esposte o comunque disponibili in cabina. Nessun organo di comando, per poter essere manovrato, deve richiedere uno sforzo muscolare elevato.

Situazioni del genere, oltre ad essere ergonomicamente scorrette, introducono possibilità di confusione fra i dispositivi manovrabili con fatica e quelli che si oppongono meccanicamente alla manovra perché interbloccati o guasti.

1.2.9. Identificazione delle fasi

L'identificazione delle fasi sulle sbarre dei sistemi di bassa e media tensione rende più sicuri gli interventi di misura e di modifica. La si può attuare mediante codice alfanumerico (L1 - L2 - L3 - N - PE) oppure cromaticamente con bande di colore nero - rosso - bianco - azzurro - giallo/verde.

1.2.10. Individuazione degli elementi

Ogni apparecchiatura o macchina, così come ogni dispositivo di comando, segnalazione o misura, dev'essere identificato da un codice o da una targhetta con testo esplicativo che ne consenta un'individuazione inequivocabile.

La medesima identificazione dev'essere riportata sugli schemi elettrici e sulle eventuali istruzioni di manovra e di controllo.

Sul frontale delle cabine prefabbricate di media tensione è opportuno venga riprodotto, mediante sagome adesive, lo schema di potenza dei circuiti.

1.2.11. Schema dell'impianto

In ogni cabina dev'essere permanentemente esposto uno schema dell'impianto, con chiare indicazioni relative ai circuiti e alle apparecchiature di potenza dei sistemi di media e bassa tensione. Lo schema, realizzato con la tecnica rappresentativa unifilare, dev'essere aggiornato in base alla situazione reale. La sua dislocazione deve garantirne sia l'avvicinabilità ed un'adeguata illuminazione, sia la non esposizione diretta ai raggi solari che ne causerebbero un rapido sbiadimento.

1.2.12. Evitare il deposito di materiali

La cabina non dev'essere luogo di deposito di materiali, soprattutto se di dimensioni tali da ostacolare il transito delle persone o rendere difficoltoso l'avvicinamento agli organi di comando e agli strumenti di misura.

La prescrizione va rispettata, per quanto possibile, anche durante le fasi di manutenzione, ristrutturazione e ampliamento degli impianti. Senz'altro in occasione di interventi sotto tensione.

Oggetti e imballi non devono essere di materiale infiammabile. All'esterno della cabina tutte le porte di accesso devono essere mantenute sgombre da qualsiasi materiale o veicolo; vale a dire perfettamente utilizzabili in qualsiasi momento senza alcun ostacolo o pericolo.

Occorre altresì verificare che le eventuali griglie di areazione siano completamente libere di svolgere la loro funzione senza ostacoli di sorta o rischi di penetrazione di fumi, gas o vapori prodotti o presenti nelle zone adiacenti la cabina.

1.2.13. Pulizia dei locali e delle apparecchiature

La pulizia delle cabine elettriche va effettuata con una periodicità commisurata alla velocità con cui si depositano polvere e sporcizia. Velocità che solitamente è in relazione alle caratteristiche dell'intonaco interno, alla tenuta degli infissi e alle caratteristiche dell'ambiente esterno.

La polvere, unita all'umidità, può tramutarsi in un pericoloso fattore di conducibilità superficiale sui materiali isolanti.

1.3. INDIVIDUAZIONE E QUALIFICAZIONE DEL PERSONALE AUTORIZZATO

La cabina elettrica rientra nella definizione che le norme danno di "area elettrica chiusa". È infatti un locale dove l'accesso è consentito esclusivamente a determinate persone, le quali ne conoscono i rischi presenti o sono costantemente accompagnate da persone che li conoscono.

Il vincolo di accesso alla cabina è rappresentato dalla serratura a chiave montata sulla o sulle porte. L'affidabilità del vincolo deriva da due distinti fattori:

- la qualità della serratura;
- la qualità del sistema di gestione delle chiavi.

Spetta al datore di lavoro stabilire organizzativamente, formalizzandolo per iscritto:

- 1) La qualifica delle persone autorizzate a entrare in cabina.
- 2) Chi siano, nominalmente, le persone autorizzate.
- 3) Le operazioni che ogni singola persona è autorizzata a fare all'interno della cabina.
- 4) Quali, tra le persone autorizzate, possono detenere la chiave di accesso.

1.3.1. La figura del “cabinista”

Negli stabilimenti con una propria rete interna di distribuzione a media tensione e un certo numero di cabine di trasformazione si rende necessaria una sistematicità dei controlli periodici, basata su tabelle standard che possano agevolare l'operazione di sorveglianza. Emerge in questi casi la figura del cabinista; persona a cui viene affidato il compito di gestire l'andamento funzionale di tutte le cabine elettriche.

L'importanza che costui viene ad assumere nell'ambito della conduzione generale degli impianti elettrici aziendali comporta una scelta oculata della persona, che deve essere dotata di esperienza, precisione e conoscenze tecniche di adeguato livello.

Proprio perché particolarmente responsabilizzato sul loro corretto funzionamento, il cabinista deve partecipare o quanto meno essere esaurientemente informato circa qualsiasi intervento di manutenzione o modifica delle cabine. L'introduzione di nuovi apparecchi o di nuove metodologie d'intervento richiede ogni volta un flusso di informazioni, in forma grafica e letteraria, dall'ufficio tecnico al cabinista.

É quanto meno sconsigliabile la creazione di più cabinisti; opportuna, e in molti casi necessaria, è invece la nomina di uno o più vice-cabinisti, che accompagnino e collaborino con il cabinista in occasione di manovre, e ne facciano le veci (sempre a lui riferendo) in caso di assenza o di attività lavorativa suddivisa su più turni.

1.3.2. Livelli di autorizzazione

La tabella 9.1 sintetizza una possibile ipotesi organizzativa che prevede di utilizzare le qualifiche PES, PAV, PEC dettate dalla Norma CEI 11-27 per operazioni quali:

- la manovra di apparecchiature installate a regola d'arte;
- i controlli a vista di strumenti, segnalazioni, situazioni ambientali ecc.;
- la manutenzione su apparecchiature, strutture, linee ecc.;
- la semplice visita informativa.

AUTORIZ- ZAZIONE TIPO	OPERAZIONI AUTORIZZATE	QUALIFICA DELLA PERSONA	NOTE
A	- manovre - controlli a vista - interventi di manuten- zione	PES	Piena libertà di accesso individuale
B	- manovre - controlli a vista - interventi di manuten- zione	PES PAV	Supervisionata da una persona con autorizzazione di "tipo A" in caso di manovre e interventi di manutenzione
C	- controlli a vista - interventi di manuten- zione	PAV	Entra in cabina solo su mandato di una persona con autorizzazioni di "tipo A"
D	- visite guidate - interventi di manuten- zione	PEC	Entra in cabina solo se accompagnata e costantemente sorvegliata da una persona con autorizzazione di "tipo A" o di "tipo B"

L'autorizzazione di "tipo A" viene assegnata al cabinista, ai vice-cabinisti e alle persone esperte con piena conoscenza della cabina MT.

L'autorizzazione di "tipo B" viene data a operatori elettrici qualificati, in grado di muoversi in sicurezza all'interno della cabina, ma solo per operazioni di controllo. Le altre operazioni possono pure svolgerle, ma sotto la supervisione di persone in possesso di un'autorizzazione di "tipo A".

L'autorizzazione di "tipo C" compete alle persone avvertite che possono entrare in cabina solo su mandato di una persona in possesso di un'autorizzazione di "tipo A" o di "tipo B", e solo per effettuare controlli.

Ciò nondimeno, tali persone possono partecipare all'esecuzione di interventi di manutenzione, purché accompagnate e supervisionate da persone di livello superiore.

L'autorizzazione di "tipo D" viene rilasciata a persone comuni (fabbri, vetrai, muratori, dirigenti, visitatori ecc.) ove queste abbiano la necessità di accedere alla cabina MT accompagnate da operatori elettrici.

1.3.3. Gestione della chiave

Nell'ipotesi organizzativa formalizzata dalla tabella 9.1, il possesso della chiave può essere consentito alle persone munite di autorizzazione di "tipo A" e di "tipo B".

Gli autorizzati di "tipo C" la ricevono contestualmente all'assegnazione della missione e la restituiscono quando questa è giunta al termine. Gli autorizzati di "tipo D" non devono mai poter

disporre della chiave, vista la loro estraneità nei confronti della cabina e dei suoi rischi. Il tipo di gestione qui illustrato non è ripreso da alcuna norma tecnica o di legge, le quali non entrano nell'argomento specifico, per cui può essere adattato in base alle esigenze di ogni singola azienda.

1.3.4. Presenza in cabina di almeno due persone

In ottemperanza a quanto prescritto all'art. 4.3.6 della Norma CEI 11- 27, inerente la necessità di una seconda persona oltre all'operatore, nelle cabine si possono presentare situazioni critiche per almeno due motivi:

a) Necessità di effettuare manovre complesse su apparecchiature distanti tra loro, oppure necessità di mantenere sotto controllo visivo più strumenti o più parti di impianto.

b) Necessità di garantire un sicuro e rapido soccorso in caso di elettrocuzione subita da uno degli operatori.

La motivazione "a" è di tipo funzionale e richiede un numero adeguato di persone (due potrebbero non bastare) e una loro adeguata qualificazione professionale.

La motivazione "b" è di tipo antinfortunistico e richiede che la seconda persona (il soccorritore) sia idoneamente addestrata in materia di pronto soccorso da prestare agli elettrocutati e sappia come fare per chiedere ulteriori aiuti (all'infermeria interna, alla squadra di pronto soccorso interna o al servizio esterno di autoambulanze).

Pertanto, la motivazione "b" è implicita anche nella "a", per cui, come richiesto dalle norme, la formazione degli operatori elettrici PES e PAV deve comunque sempre comprendere l'addestramento al primo soccorso da prestare agli elettrocutati.

Resta da stabilire, nell'ambito della motivazione antinfortunistica ("b") quali siano le condizioni che rendono indispensabile (opportuna lo è sempre) la presenza di almeno una seconda persona. Essendo la cabina elettrica MT un luogo di per sé isolato: vale a dire opaco alla vista delle persone che si trovano all'esterno – e l'ubicazione isolata è una delle situazioni che fanno scattare l'obbligo della seconda persona ai sensi della Norma CEI 11-27 – ne deriva che all'interno può entrarvi e stazionarvi un'unica persona solo nel caso in cui questa stia effettuando un semplice controllo a vista di routine. Già un controllo conseguente all'attivazione di un allarme automatico o a una segnalazione di anomalia richiede che a entrare in cabina siano almeno due persone.

La logica di prevenzione che sottende questa scelta è quella di evitare che la persona all'interno della cabina debba o possa esporsi a un rischio inatteso. Nel momento in cui tale persona ravvisasse la necessità di mettere mano sull'impianto o di inoltrarsi in zone critiche, sarebbe tenuta a chiedere e ad attendere la presenza di una seconda persona.

1.3.5. Formazione particolare del personale autorizzato

Le persone autorizzate a operare all'interno di una cabina è necessario vengano preventivamente formate in merito alle metodologie da applicare per il controllo e l'abbattimento dei rischi che in essa si possono riscontrare.

La tabella 9.2 riassume i principali argomenti da trattare in occasione degli incontri di formazione.

1.3.6. Individuazione del Preposto ai Lavori

Sia che si tratti di effettuare manovre, sia che si tratti di eseguire lavori manutentivi, l'individuazione del Preposto ai Lavori (PL) è sempre necessaria. Il PL si assume l'onere di preparare i lavori, di verificare la condizione in cui si trova la cabina e di coordinare gli interventi.

1.4. PRECAUZIONI ANTINCENDIO

Le cabine elettriche non sono in genere considerate dalle norme "ambienti a maggior rischio in caso d'incendio". Ciò non di meno necessitano di una serie di accorgimenti, sia in fase progettuale che di esecuzione dei lavori, destinati a contenere le ipotesi di innesco accidentale o di penetrazione all'interno della cabina di un incendio sviluppatosi nei locali attigui. Nella tabella 9.3 sono riassunte le principali precauzioni da osservare in questo senso.

1.4.1. Divieto d'introdurre materiali infiammabili o combustibili

É vietato introdurre in cabina e soprattutto depositarvi materiali infiammabili o combustibili, tipo:

■ contenitori di cartone, legno o polistirolo;

■ pedane e mobiletti di legno;

■ fusti di liquido infiammabile.

• Compiti specifici che dovranno essere svolti.

• Pericoli che derivano dalla presenza di circuiti in media tensione; oltre a quelli dovuti ai circuiti in bassa tensione.

• Divieto di toccare o manovrare apparecchi senza un ordine specifico dato dal preposto.

• Obbligo di segnalazione ai superiori di qualsiasi fatto che sembri anormale.

• Formazione, da parte di un medico, in merito ai soccorsi d'urgenza da prestare ai colpiti da elettrocuzione.

• Procedura da seguire per la richiesta di soccorso in caso di incidente.

• Informazione circa l'ubicazione degli estintori e istruzioni circa il loro corretto impiego.

• Informazione circa i casi in cui è fatto divieto di fumare e di usare fiamme libere.

• Formazione in caso di eventuali situazioni particolari (per esempio cabine sopraelevate o interrate), oppure nel caso siano presenti apparecchiature o sistemi di controllo

particolari (per esempio manutenzione e rabbocco di accumulatori aperti).

Tabella 9.2 – Principali argomenti da trattare durante la formazione del personale autorizzato ad accedere alle cabine elettriche.

Le scale portatili a pioli devono essere in resina o in fibra di vetro.

1.4.2. Estintori

Gli estintori portatili o carrellati, ancorché adatti all'impiego su apparecchiature elettriche (per esempio estintori ad anidride carbonica), devono essere collocati in un punto o in più punti accessibili anche in caso d'incendio. Quelli portatili devono essere appesi ad un apposito gancio di sostegno.

1.5. PRECAUZIONI IN PRESENZA DI SOSTANZE TOSSICHE O NOCIVE

Le sostanze tossiche o comunque nocive che si possono incontrare in una cabina elettrica sono il PCB (eventualmente contenuto nell'olio isolante dei trasformatori e dei condensatori di rifasamento) e l'SF₆ (utilizzato come isolante sulle apparecchiature di manovra e nei trasformatori di misura).

PRECAUZIONI PROGETTUALI

- In presenza di trasformatori in olio prevedere gli accorgimenti progettuali destinati ad evitarne lo spandimento; nonché le strutture tagliafuoco per impedire che un eventuale incendio si trasmetta da una macchina alle altre o alle apparecchiature adiacenti.
- I trasformatori con avvolgimenti inglobati in resina devono avere una classe di comportamento al fuoco adeguata al tipo di attività svolta nell'ambiente di installazione e alle caratteristiche del materiale presente nelle zone adiacenti.
- I cavi devono essere del tipo non propagante l'incendio ed eventualmente anche a limitata emissione di fumi e gas nocivi.
- I condotti sbarre in uscita dalla cabina devono essere dotati di sbarramenti antifiamma, collocati in corrispondenza delle pareti divisorie.
- Attrezzature, strutture, infissi e mobili non devono essere in legno o altro materiale infiammabile.
- Gli estintori devono essere di grandezza e di tipo commisurati alle dimensioni della cabina. La loro dislocazione, con i relativi cartelli indicatori, dev'essere studiata con attenzione.
- Le linee esterne esposte a sovratensioni di origine atmosferica devono essere protette mediante limitatori di sovratensione (SPD) da installare nei punti di ingresso dei cavi.
- Le connessioni devono avere caratteristiche elettriche e termiche non inferiori a quelle dei cavi o dei conduttori ad esse collegati. Devono inoltre essere compatibili sotto il profilo elettrolitico.
- I materiali isolanti vanno scelti in base alla tensione, alle caratteristiche ambientali e alla temperatura massima di servizio.

PRECAUZIONI COMPORTAMENTALI

- Evitare il deposito di materiali infiammabili o combustibili.
- Evitare il fumo o l'uso di fiamme libere in presenza di accumulatori, di liquidi o sostanze combustibili o infiammabili, nonché di eventuali pozzanghere di olio fuoriuscito dalle apparecchiature.
- In presenza di apparecchiature isolate in esafluoruro di zolfo (SF₆) evitare l'impiego di apparecchi riscaldanti la cui temperatura superficiale può superare i 200 °C.

1.5.1. Protezione dal policlorobifenile (PCB)

Il policlorobifenile (PCB), rintracciabile anche in concentrazione più o meno elevata negli oli isolanti minerali, è una sostanza molto tossica per l'uomo. La contaminazione da PCB avviene sia per inalazione di eventuali gas (formati in seguito a cortocircuiti, incendi o altri eventi di surriscaldamento), sia per contatto con la cute. Durante la manipolazione di apparecchi e oli isolanti contenenti PCB è pertanto necessario che il personale, oltre ad essere adeguatamente informato circa la qualità e l'entità dei rischi sanitari, faccia sistematicamente uso dei seguenti dispositivi di protezione individuali:

- guanti monouso;
- elmetto;
- visiera, oppure occhiali;
- tuta monouso;
- sovrascarpe monouso.

Gli indumenti monouso, ovviamente scelti tra quelli di tipo adatto al maneggio di PCB, devono essere smaltiti al termine dei lavori, utilizzando appositi contenitori.

L'elmetto e la visiera, se inquinati, possono essere bonificati con stracci imbevuti di un solvente adatto allo scopo. Gli stracci vanno poi smaltiti assieme agli indumenti monouso.

A lavoro ultimato, gli operatori devono avere l'accortezza di lavarsi con cura le mani, utilizzando acqua e sapone. Prima di ciò occorre evitare di bere, mangiare, fumare e utilizzare i servizi igienici comuni.

In caso di incendio, laddove il PCB potrebbe essersi in parte trasformato in diossina, l'intervento dev'essere limitato alle persone specializzate, idoneamente abbigliate e munite di maschera facciale intera e filtri per vapori organici e acido cloridrico.

L'assenza di PCB, ovvero la sua presenza in concentrazione assai limitata può essere accertata solo mediante analisi chimica su un campione dell'olio isolante.

1.6. PRECAUZIONI NELL'USO DELL'SF6

La Norma CEI EN 62271-4 (classificazione CEI 17-139) "Procedure per la manipolazione del gas esafluoruro di zolfo (SF6) e delle sue miscele" contiene una messe di informazioni utili a minimizzare i rischi per gli operatori. L'esafluoruro di zolfo (SF6) è un gas che allo stato originario è incolore, inodore e insapore. Inoltre è incombustibile e chimicamente inerte a temperatura ambiente. Sebbene in linea di principio una miscela costituita dal 20% di ossigeno e dall'80% di SF6 puro possa essere inalata senza effetti nocivi, è generalmente accettato che la concentrazione massima ammissibile in un ambiente di lavoro con un'esposizione di 8 ore, sia di 1000 ppmv (parti per milione in volume).

Precauzioni si rendono necessarie per i seguenti motivi:

a) Il gas SF6 è circa 5 volte più pesante dell'aria e, se liberato nell'atmosfera in quantità sufficienti, tende inizialmente ad accumularsi in basso. Questo potrebbe costituire un pericolo di asfissia per deficienza di ossigeno se il personale sta lavorando, per esempio, al di sotto del livello del suolo, in gallerie o trincee. Dopo un certo tempo, che dipende dalla quantità di aria in movimento, il gas SF6 si disperde nell'atmosfera circostante.

b) Il gas SF6 si decompone a temperature elevate (al di sopra di circa 500 °C in assenza di catalizzatori). Questo fenomeno può eventualmente verificarsi se il gas è riscaldato, ad esempio da una fiamma, e sicuramente avviene in presenza di archi elettrici, scintille o altri tipi di scariche elettriche. Alcuni prodotti di decomposizione possono presentare effetti tossici, ma, nel normale funzionamento delle apparecchiature, questi restano confinati all'interno di una camera chiusa. Invece, in occasione di interventi di manutenzione o nel caso in cui il gas fuoriesca nell'atmosfera devono essere assunte appropriate precauzioni per garantire la sicurezza delle persone.

c) il gas SF6 immesso nell'atmosfera ha una vita relativamente lunga. Pertanto è opportuno minimizzarne le fuoriuscite. Riempimento delle apparecchiature con SF6 nuovo.

La maggioranza delle apparecchiature MT di interruzione e di manovra utilizzano sistemi a pressione sigillati. Questo tipo di apparecchiature è riempito con SF6 in fabbrica e durante la sua vita non è richiesto nessun altro intervento che riguardi il gas.

Alcuni tipi di apparecchiature però utilizzano sistemi a pressione chiusi. Per tali apparecchiature può essere necessario un riempimento o un rabbocco in loco.

È necessario che siano definite le procedure da utilizzare durante la costruzione e la messa in servizio, in modo che siano soddisfatti i seguenti quattro requisiti fondamentali:

a) che il personale al lavoro sull'apparecchiatura non sia soggetto a rischio inaccettabile;

b) che le fughe di gas nell'atmosfera siano ridotte al minimo;

c) che gli involucri, una volta riempiti, non abbiano un tasso di perdite superiore a quello specificato dal costruttore per l'apparecchiatura;

d) che gli involucri, una volta riempiti contengano gas della qualità richiesta, come specificato dal costruttore.

Procedure di riempimento

Il riempimento delle apparecchiature viene comunemente effettuato evacuando l'aria dalle apparecchiature e dalle tubazioni, con l'ausilio di una pompa per il vuoto, fino a ottenere una pressione residua predeterminata, prima di introdurre SF₆.

Questo metodo viene denominato "metodo per evacuazione".

Un riempimento in momenti diversi dalla produzione deve essere effettuato in conformità alle istruzioni del costruttore, le quali devono specificare almeno i seguenti aspetti:

- a) il metodo di riempimento;
- b) se viene utilizzato il metodo per evacuazione, la pressione residua massima ammissibile, espressa in millibar, che deve essere raggiunta durante l'evacuazione, prima di introdurre SF₆. Se è considerato importante, deve essere indicato anche il tempo durante il quale l'apparecchiatura rimane sotto vuoto;
- c) la pressione di riempimento richiesta a una temperatura specificata (preferibilmente 20 °C), oppure la densità di SF₆ richiesta.

Per riempire un'apparecchiatura elettrica con SF₆, l'attrezzatura di riempimento deve essere dotata di mezzi per la sorveglianza della pressione o della densità del gas nell'apparecchiatura elettrica.

Per trasferire SF₆ da un recipiente in pressione (bombola o serbatoio) è opportuno utilizzare un riduttore di pressione, che includa preferibilmente un dispositivo regolabile di limitazione della sovrappressione sul lato bassa pressione. Quando viene raggiunta la densità o la pressione di riempimento richiesta, devono essere disponibili idonei mezzi per interrompere rapidamente il flusso del gas. Un riempimento senza apparecchiatura di mandata automatica deve essere attentamente sorvegliato per evitare un eccessivo riempimento accidentale.

Perdite anomale di SF₆

Anche se difficilmente, fuoriuscite anomale del gas SF₆ possono verificarsi per diversi motivi:

- a) Perdita anomala: potrebbe essere dovuta a un guasto meccanico di componenti o di sistemi di tenuta, oppure a un guasto meccanico indotto da un urto di intensità fuori dal normale.
- b) Guasto interno: che provoca lo scarico della pressione o la perforazione dell'involucro. L'aumento della pressione interna prodotto da un arco non controllato può causare l'intervento di un dispositivo per la limitazione di sovrappressione o l'apertura di una parte ben definita dell'involucro, oppure un arco a contatto della parete dell'involucro può provocarne la fusione. In caso di perforazione, ne consegue un rilascio di SF₆.
- c) Incendio esterno: il calore applicato a un involucro potrebbe diminuirne la capacità di sostenere l'aumento di pressione interna. Possono danneggiarsi le guarnizioni di tenuta e/o possono intervenire i dispositivi per la limitazione di pressione. È una circostanza poco probabile, in quanto richiede un incendio locale di elevata intensità.

La presenza di una perdita anomala può essere rivelata in vari modi:

- in un impianto in cui è installato un allarme per fughe di SF₆ una fuoriuscita di gas può attivarlo;
- un'indicazione di bassa pressione del gas SF₆ può essere fornita da un pressostato o da un manometro montati su un componente dell'apparecchiatura;
- può essere rilevato l'odore caratteristico dei prodotti di decomposizione del gas SF₆.

Prima di autorizzare i lavori, è necessario verificare che le concentrazioni di prodotti di decomposizione di SF₆ nell'aria rientrino nei livelli di sicurezza. Questo viene realizzato nel modo migliore attraverso la misura diretta delle concentrazioni di tionilfluoruro (SOF₂) e dei suoi derivati da idrolisi: anidride solforosa (SO₂) e acido fluoridrico (HF).

Un metodo pratico alternativo consiste nel misurare la concentrazione di SF₆ (usato) presente nell'aria. La concentrazione non dovrà superare 200 ppmv. In caso contrario deve essere prevista una ventilazione, preferibilmente utilizzando un movimento di aria forzato, per disperdere il gas accumulato. Se la concentrazione di SF₆ permane oltre 200 ppmv, oppure se non sono disponibili mezzi per misurare la concentrazione di SF₆, deve essere utilizzato un respiratore.

Un guasto interno si verifica quando si sviluppa accidentalmente un arco all'interno di un'apparecchiatura con involucro. In alcuni tipi di apparecchiature, soprattutto in quelle a media tensione con involucro metallico, l'isolamento in aria viene utilizzato per le sbarre di collegamento tra gli scomparti e nelle celle di arrivo dei cavi, mentre il gas SF₆ è presente solo all'interno delle camere di interruzione. In questo caso potrebbe verificarsi un guasto all'interno del quadro, ma all'esterno dell'apparecchio d'interruzione, in modo tale che non si verificano fuoriuscite di SF₆.

Il guasto interno è un'eventualità molto rara, ma non può essere del tutto ignorata. Può verificarsi in conseguenza di:

- un difetto nell'isolamento;
- un difetto meccanico che provoca un'alterazione della distribuzione del campo elettrico all'interno delle apparecchiature;
- un cattivo funzionamento di una parte dell'apparecchio di interruzione a causa di un assemblaggio errato, componenti difettosi o errata concezione degli interblocchi o loro malfunzionamento.

Il guasto interno provocherà un aumento della pressione all'interno dell'involucro, i cui effetti dipenderanno dalle circostanze. L'aumento di pressione è causato dal trasferimento di energia dall'arco al gas. L'aumento di pressione dipende dall'intensità della corrente, dalla tensione d'arco, dalla sua durata e dal volume dell'involucro in cui l'arco si è sviluppato.

A seguito di guasto interno che abbia comportato l'apertura della valvola di sfogo della pressione o la perforazione dell'involucro, verranno espulsi SF₆ e gran parte degli eventuali prodotti solidi di decomposizione (polveri). Ogni persona presente al momento di un guasto interno deve abbandonare immediatamente l'area, indipendentemente dal fatto che sia solo accertata o sia presunta una fuoriuscita di SF₆.

Incendio esterno

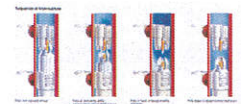
Il gas SF₆ contenuto nell'apparecchiatura viene impiegato solamente in involucri in pressione sigillati o chiusi. Se un incendio raggiunge l'involucro, il gas all'interno viene riscaldato in modo relativamente lento, con una velocità che dipende dalla temperatura presente all'esterno. Il gas riscaldato crea una sovrappressione all'interno dell'involucro.

Prima che sia raggiunta una pressione che causerebbe la rottura dell'involucro, entreranno in funzione i limitatori di pressione normalmente presenti negli involucri contenenti SF₆.

Se vengono usati involucri o passanti in resina (come avviene per le apparecchiature a media tensione), il materiale dell'involucro può rammollirsi prima che la pressione interna diventi elevata quanto basta perché intervenga il dispositivo di limitazione della pressione. In entrambi i casi, il gas SF₆ potrebbe fuoriuscire nello spazio circostante l'involucro.

Poiché il gas SF₆ non è infiammabile, non può alimentare l'incendio e potrebbe, al contrario, avere un effetto estinguente. Inoltre, la temperatura interna necessaria perché la pressione del gas SF₆ aumenti a un livello tale da far intervenire il dispositivo di limitazione della pressione è sempre inferiore a 500 °C. Poiché il gas SF₆ è stabile al di sotto di questa temperatura, non viene decomposto in modo significativo prima della sua fuoriuscita.

Dopo la fuoriuscita, il gas SF₆ è disperso rapidamente per convezione e pertanto non rimane esposto a calore diretto per un tempo sufficiente a decomporlo.



1.6.1. Precauzioni per la salute del personale

Se il personale è esposto a una concentrazione significativa nell'aria di SF₆ decomposto, appariranno alcuni segnali ammonitori, quali un odore pungente o sgradevole e/o irritazione delle vie respiratorie superiori e degli occhi. Tali segnali si manifesteranno nel giro di pochi secondi, ben prima che possa aver luogo una qualsiasi reazione tossica significativa. In queste condizioni, il personale deve immediatamente trasferirsi all'aria aperta e attendere fino a quando i gas non si siano sufficientemente diluiti nell'aria prima di tornare nelle vicinanze dell'apparecchiatura.

Durante la manipolazione di prodotti di decomposizione solidi, materiali adsorbenti o sacchetti degli aspiratori, il personale deve essere consapevole del fatto che i prodotti di decomposizione gassosi adsorbiti possono fuoriuscire, e deve proteggersi di conseguenza.

Quando un involucro contenente SF₆ viene aperto dopo che l'apparecchiatura è stata in servizio, per evitare il contatto con le polveri fini di fluoruri metallici che possono essere presenti il personale deve indossare un abbigliamento protettivo idoneo. Attenzione particolare deve essere prestata alla protezione degli occhi e delle vie respiratorie. Il personale che lavora all'interno o nelle vicinanze degli involucri aperti che hanno contenuto prodotti di decomposizione del gas SF₆ deve:

- osservare elevati standard di igiene personale;
- non mangiare, bere o fumare durante l'intervento;
- pulire sé stessi e il proprio equipaggiamento utilizzando materiali monouso, prima di lasciare l'area di lavoro;
- togliersi l'abbigliamento protettivo e lavarsi accuratamente

non appena possibile dopo aver lasciato l'area di lavoro;

■ assicurarsi che abiti, utensili e componenti che sono stati a contatto con prodotti di decomposizione del gas SF₆ siano imballati in modo sicuro in sacchi a tenuta o altri contenitori a tenuta e siano successivamente trattati per neutralizzare ogni residuo.

Dispositivi di protezione individuali (DPI)

Quando è inevitabile il contatto con il gas SF₆ contenente prodotti di decomposizione devono essere utilizzati i dispositivi di protezione individuale.

Devono essere disponibili i dispositivi di sicurezza di seguito elencati. La scelta dipenderà dalla natura dell'impianto, dal lavoro da svolgere, dalla quantità di SF₆ interessata e dal grado di decomposizione previsto. Le raccomandazioni dei costruttori e le istruzioni messe a punto dagli utilizzatori devono specificare i dispositivi di sicurezza necessari.

Essi possono essere:

a) Tute impermeabili monouso di tipo industriale (per esempio:

polipropilene a strati sovrapposti) con cappuccio, senza tasche, dotate di elastico alla caviglia e con maniche chiuse ai polsi, che si sovrappongono a calzature e guanti.

b) Calzature di protezione.

c) Guanti di gomma di tipo industriale (preferibilmente in gomma nitrilica o in neoprene). I guanti per lavoro pesante possono ridurre la capacità del personale di lavorare in modo efficiente. Possono essere più appropriati guanti monouso per servizio leggero.

d) Occhiali di sicurezza industriali di tipo chimico.

e) Se possibile, un rilevatore di SF₆ in grado di rilevare il gas a concentrazioni di 20 ppmv, 200 ppmv e 1 000 ppmv, presenti nell'aria.

f) Dotazione di pronto soccorso, tenendo in considerazione le normative locali di igiene industriale.

g) Apparecchiatura per consentire una manipolazione sicura del gas SF₆ senza che fuoriesca nell'ambiente di lavoro.

L'apparecchiatura di manipolazione del gas può essere fissa o mobile.

h) Equipaggiamento idoneo per la protezione delle vie respiratorie. La sua scelta dipenderà dalla situazione:

■ Per lavoro in ambienti chiusi in cui è stato scaricato SF₆ decomposto, oppure all'interno di un involucro pieno di SF₆, si raccomanda l'uso di un autorespiratore con maschera integrale secondo la normativa europea.

■ Per ispezioni di breve durata e quando l'ambiente può essere ventilato, ma in cui la concentrazione di SF₆ usato può superare il livello massimo raccomandato, si consiglia l'uso di una maschera con filtro a cartuccia. Le norme europee EN specificano le caratteristiche delle maschere, dei filtri per il gas e dei filtri per le particelle.

Sono disponibili in commercio filtri combinati fabbricati secondo queste norme, in grado di fornire protezione dai prodotti solidi di decomposizione del gas SF₆, incluse le particelle di diametro inferiore a 1 mm;

i) Apparecchi di ventilazione forzata per ambienti chiusi e altre aree normalmente inaccessibili, per esempio condotti di cavi, contenitori di SF₆ ecc. Tali apparecchi possono essere portatili o fissi, a seconda della dimensione dell'impianto, e devono avere una capacità sufficiente ad assicurare il mantenimento di condizioni di lavoro soddisfacenti;

j) Un aspirapolvere dedicato, ad alta efficienza, dotato di filtro in grado di catturare le particelle del diametro del micron, e un collettore di aspirazione non metallico.

Pronto soccorso

Se si verifica un incidente, il pronto soccorso deve essere applicato come segue.

Se si manifestano segni di irritazione della pelle, la persona deve essere allontanata dall'ambiente in cui si trova. L'abbigliamento contaminato deve essere tolto e la parte interessata lavata in acqua corrente fredda.

Se persiste l'irritazione occorre l'intervento di un medico.

Se si manifestano segni di grande irritazione, si devono evacuare le persone fuori dall'area. Deve essere effettuata immediatamente un'irrigazione che dovrà essere continuata fino a quando il personale medico o di supervisione non dica al paziente di interrompere. Se il paziente è solo, l'irrigazione dovrà essere continuata per 15 minuti e subito dopo va richiesto l'intervento di un medico.

La persona colpita deve essere portata all'aria aperta il più rapidamente possibile. L'abbigliamento contaminato deve essere rimosso e il paziente va protetto con una coperta e mantenuto immobile e sotto osservazione.

Deve essere richiesto urgentemente l'intervento di un medico e, in caso di interruzione della respirazione, deve essere praticata la respirazione artificiale.

1.7. PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI

Gli interventi di conduzione e di manutenzione devono essere progettati e, nel limite del possibile, mai improvvisati a discrezione di chi li esegue.

Il progetto, redatto da un tecnico aziendale o da un consulente esterno (entrambi con funzione di RI), deve poter contare sulla disponibilità di tutta la documentazione tecnica dell'impianto e sulla collaborazione ed esperienza del personale di manutenzione.

L'obiettivo della progettazione è la stesura di una serie di procedure aziendali, destinate a essere l'anello di congiunzione tra l'intervento e la sicurezza, tra le esigenze operative delle persone e il metodo entro il quale si ottiene la garanzia di abbattimento dei rischi indebiti.

1.7.1. Corretto impiego delle procedure aziendali

Le procedure aziendali di intervento, passate al vaglio della valutazione dei rischi, vengono messe a disposizione del Preposto ai Lavori..

1.8. ESECUZIONE DI MANOVRE

Le manovre sulla bassa, media o alta tensione mutano, provvisoriamente o stabilmente, le condizioni di esercizio o di carico di una cabina. Apparentemente esse si presentano di facile attuazione. In realtà possono determinare situazioni inattese quanto pericolose, a fronte di marcate anomalie o guasti (sovraccarichi, cortocircuiti, ritorni di tensione, inceppamenti o rotture dei contatti o dei dispositivi di comando ecc.).

Per questo motivo, ogni manovra va pensata preventivamente, circa gli effetti che essa andrà a determinare, e verificata, sempre preventivamente, in termini di effettiva presenza delle condizioni che ne rendono possibile l'esecuzione in sicurezza.

Le precauzioni si fanno più importanti e le procedure più rigorose in caso di cabine collegate in parallelo e come tali soggette a fenomeni quali i ritorni di tensione, la ridistribuzione dei carichi e altri ancora.

1.8.1. Organi di manovra

I dispositivi di comando (leve, maniglie ecc.) devono essere manovrabili senza un eccessivo sforzo da parte dell'operatore. Lo stesso dispositivo o un indice ad esso solidale deve indicare con sicurezza la posizione in cui si trovano i contatti dell'apparecchio.

Regolarizzazione antinfortunistica degli interventi di conduzione e manutenzione di una cabina elettrica MT.

Stesura delle procedure aziendali da porre in essere in occasione di ogni tipo di intervento ipotizzato.

Individuazione delle possibili esigenze di:

- verifica periodica;
- manovra;
- manutenzione

Progettazione e documentazione delle misure e delle precauzioni da adottare per l'effettuazione in sicurezza di ogni singolo intervento.

Validazione in sede di valutazione dei rischi ai sensi del D.Lgs. 81/08 (la valutazione deve essere effettuata da una persona diversa da quella che ha progettato gli interventi).

Quando il comando viene attuato grazie a una sorgente esterna di energia, solitamente elettrica, dev'essere sempre previsto anche un comando a mano da utilizzare in caso di emergenza.

La mancanza della sorgente di energia non deve provocare alcuna manovra intempestiva dell'interruttore. In occasione di ogni manovra occorre sincerarsi che l'eventuale ricarica automatica delle molle si sia completata e senza alcuno sforzo da parte del motore.

Le manovre che richiedono l'uso del fioretto, limitate ai vecchi tipi di sezionatori MT, non devono richiedere a chi le esegue uno sforzo eccessivo e devono consentirgli di mantenere una posizione di equilibrio.

Ogni manovra va eseguita con decisione. Le eventuali incertezze vanno fugate prima di iniziare la manovra. L'uso del fioretto richiede l'impiego dei guanti isolanti e della pedana o del tappeto isolante.

1.8.2. Manovre accidentali

Sul fronte dei dispositivi di manovra il progettista della cabina dovrebbe aver garantito la presenza di uno spazio tale da evitare il verificarsi di azionamenti accidentali. Ciò non di meno, il comportamento degli operatori dev'essere particolarmente accorto; specialmente in presenza di pulsanti privi di ghiera estesa o di corridoi comprendenti fronti di quadro su entrambi i lati o allorché si transita imbracciando oggetti voluminosi o di una certa lunghezza.

1.8.3. Preposto autorizzato al comando

Nell'ambito della squadra operativa presente in cabina o suddivisa in due o più cabine, una sola persona, il Preposto, dev'essere autorizzato a comandare l'esecuzione delle manovre.

Costui, a cui è richiesta la perfetta conoscenza dell'architettura circuitale oggetto dell'intervento, si fa parte diligente dell'effettuazione di tutte le necessarie verifiche preventive, del coordinamento degli operatori coinvolti e della loro sicurezza.

1.9. BLOCCHI E INTERBLOCCHI

Si definisce blocco un dispositivo che impedisce una manovra "bloccandone" l'esecuzione. La manovra può essere quella di apertura o chiusura di un'apparecchiatura (sezionatore, interruttore ecc), oppure quella di apertura della porta di accesso a una sezione del quadro.

Un blocco viene inserito in un sistema di interblocco allorché viene legato in qualche modo allo stato in cui si trova un'altra apparecchiatura.

Corretto impiego delle procedure aziendali da parte dal Preposto ai Lavori.

Si manifesta la necessità di un determinato intervento di conduzione o manutenzione della cabina MT. Il preposto ai lavori si procura la relativa procedura aziendale di intervento in sicurezza. Il preposto adotta le necessarie misure di protezione integrative.

Segnalazione circostanziata al Responsabile dell'impianto delle misure integrative adottate, perché possa aggiornare nel dovuto modo le procedure di intervento.

Segnalazione circostanziata al responsabile dell'impianto delle motivazioni che hanno reso impossibile l'effettuazione dell'intervento, perché possa trovare soluzioni per ovviare alla situazione di anormalità riscontrata.

1.9.1. Tipi di blocchi

Sui quadri MT si annoverano diverse tipologie di blocchi. In fase di scelta è opportuno avere cura che nell'ambito di una medesima utenza vi sia omogeneità tra i blocchi presenti nelle varie cabine.

Blocchi meccanici a impedimento

Si tratta di dispositivi (tipo diaframmi) che impediscono l'introduzione della leva di manovra nella sua sede. Oppure blocchi a chiave che impegnano o disimpegnano i dispositivi di comando, consentendone o meno le operazioni.

Blocchi meccanici di forza

Si tratta di un insieme di perni che, per esempio, impediscono l'inserzione di un interruttore o del relativo carrello di servizio in una cella allorché le caratteristiche dell'interruttore (per esempio la corrente nominale) non sono conformi a quelle richieste.

I blocchi meccanici di forza si prestano a essere codificati, per consentire solo forme corrette di accoppiamento tra le apparecchiature estraibili e le sedi funzionali presenti sul quadro.

Blocchi elettrici

Si tratta di contatti ausiliari destinati a interrompere il circuito di comando di un'apparecchiatura.

Nel limite del possibile è meglio evitare la presenza di soli blocchi elettrici, essendo la loro affidabilità inferiore a quella dei blocchi meccanici.

Blocchi elettromeccanici

Un elettromagnete, allorché viene eccitato, muove un perno che consente o impedisce una determinata manovra (per il comando di un'apparecchiatura, l'apertura di una porta o altro).

Perché funzionino a sicurezza positiva, i blocchi elettromeccanici devono garantire la condizione di sicurezza allorché sono diseccitati.

Blocchi integrati

Alcune apparecchiature comprendono blocchi integrati o, per meglio dire, interblocchi che consentono la manovra di una loro parte solo a condizione che un'altra loro parte si trovi in determinato stato. Un caso tipico è quello tra i sezionatori di linea e le lame di messa a terra.

Interblocchi via software

L'impiego dei PLC o dei PC per la gestione degli interblocchi presenti sul quadro MT di una cabina o sui quadri MT di più cabine tra loro interconnesse è possibile solo se si fa uso di computer o logiche programmabili di tipo fail safe, basate sulla ridondanza e sul monitoraggio continuo dei circuiti.

1.9.2. Applicazioni degli interblocchi

Le soluzioni di impiego degli interblocchi maggiormente utilizzate riguardano:

- 1) L'impedimento dell'inserzione o dell'estrazione in una cella di un interruttore chiuso.
- 2) L'impedimento di chiusura (manuale o elettrica) di un interruttore che si trova nelle posizioni intermedie tra inserito e sezionato.
- 3) L'impedimento di chiusura dell'interruttore quando è chiuso il relativo sezionatore di terra.
- 4) L'impedimento di chiusura del sezionatore quando è chiuso il relativo sezionatore di terra.

5) L'impedimento di manovra del sezionatore quando è chiuso il relativo interruttore.

6) L'impedimento di chiusura dell'interruttore BT a valle del trasformatore quando la relativa cella MT ha il sezionatore di terra chiuso o le apparecchiature in linea comunque aperte.

1.10. MANUTENZIONE

La manutenzione, essenzialmente di tipo preventivo, ha lo scopo di garantire nel tempo la sicurezza e l'affidabilità funzionale della cabina elettrica, intesa sia come struttura, sia come insieme di apparecchiature.

1.10.1. Documentazione degli interventi manutentivi

L'attività manutentiva deve essere programmata e documentata. La Guida CEI 0-15 propone un insieme di schede manutentive prestampate, dedicate a ogni singola cabina, che riportano le seguenti informazioni:

- a) l'anno di riferimento;
- b) il numero identificativo della cabina MT/BT;
- c) il genere di elementi esaminati (struttura, apparecchiature, quadri, macchine ecc.);
- d) la periodicità massima tra un intervento manutentivo e il successivo;
- e) la data di ogni singolo intervento;
- f) i provvedimenti assunti dal manutentore;
- g) i provvedimenti necessari, ma che per un motivo o per un altro, non si sono potuti attuare;
- h) il nome e la firma di chi ha effettuato l'intervento;
- i) le eventuali note;
- j) il nome e la firma del Preposto ai Lavori o del Responsabile del Servizio Manutenzione.

La raccolta delle schede consentirà di avere sottomano, in qualsiasi momento, lo "storico" di quanto realizzato in ogni singola cabina.

1.11. INTERVENTI SULLE APPARECCHIATURE

Nell'interazione coi diversi tipi di apparecchi elettrici presenti in una cabina le precauzioni antinfortunistiche sono spesso legate alle caratteristiche strutturali in cui essi si trovano inseriti, alla configurazione circuitale degli impianti e alle situazioni contingenti di manovra.

Il livello di sicurezza è solitamente correlato anche alla qualità delle soluzioni progettuali; vale a dire alla professionalità con la quale il progettista ha saputo implementare le prescrizioni normative con le esigenze operative e manutentive dell'utenza.

1.11.1. Sezionatori MT

La manovra dei sezionatori deve avvenire sempre in assenza di carico.

Per questo motivo è necessario prevederne l'interblocco con i relativi apparecchi di manovra.

L'eventuale apertura sotto carico di un sezionatore determina il formarsi di un arco elettrico, con fusione delle pinze e delle parti terminali dei coltelli.

La notevole energia messa in gioco tende a proiettare tutt'attorno particelle metalliche incandescenti e a formare veri e propri globi di fuoco, estremamente volatili e termicamente devastanti. Le norme consentono l'apertura e la chiusura sotto carico dei sezionatori solo nel caso in cui si abbia la certezza che il valore massimo di corrente che in quel momento percorre i circuiti è comunque trascurabile; vale a dire imputabile, per esempio, alla presenza di trasformatori di tensione, alla capacità propria degli isolatori passanti o a quelle di linee in cavo (purché non eccessivamente lunghe).

L'apertura in presenza di un piccolo valore di corrente, anche se non pericolosa per le persone, potrebbe comunque provocare, se ripetuta più volte, un'eccessiva usura del punto di contatto fra le pinze e le lame.

Sono invece manovrabili sotto carico, e in alcune versioni abbinati a fusibili che ne provocano lo sgancio automatico, gli interruttori di manovra sezionatori (in passato chiamati "sezionatori sotto carico").

L'intervento di un fusibile deve provocare l'apertura di tutti i poli dell'apparecchio.

L'installazione dei sezionatori dev'essere curata in modo da:

- impedirne la chiusura o l'apertura spontanea (per gravità, vibrazioni o altro);
- consentire la visione dello stato in cui si trovano le tre lame;
- consentirne la manovra senza alcun pericolo per l'operatore che la esegue;
- prevederne la segnalazione di stato (aperto/chiuso) in tutti i punti dai quali può avvenire la manovra; più quelli eventualmente destinati alla supervisione degli impianti;
- evitare che, in caso di rottura, le trasmissioni meccaniche (leve, perni, tiranti ecc.) possano avvicinarsi in maniera pericolosa alle parti in tensione;
- garantire il rispetto delle distanze di isolamento previste dalle norme tra ogni fase e la terra.

Le parti mobili, vale a dire i coltelli, non devono trovarsi in tensione quando il sezionatore è aperto. Quando ciò dovesse accadere per inderogabili necessità progettuali, è opportuna l'apposizione di un segnale di pericolo (triangolare, con fulgore nero su fondo giallo) con la scritta: "ATTENZIONE - LAME IN TENSIONE A SEZIONATORE APERTO".

I sezionatori, sia di linea che di terra, devono avere caratteristiche di tenuta termica ed elettrodinamica commisurate all'intensità e alla durata della corrente di cortocircuito presunta nel punto d'installazione. Le verifiche sui sezionatori MT devono essere effettuate con periodicità almeno annuale. Esse comprendono:

- stato di conservazione;
- integrità e pulizia delle parti isolanti;
- integrità e serraggio delle connessioni;

- integrità delle lame e delle pinze;
- pulizia e lubrificazione dei meccanismi di comando;
- funzionalità delle (eventuali) bobine di sgancio;
- funzionalità degli interblocchi;
- stato di conservazione dei dispositivi spegniarco (negli interruttori di manovra sezionatori).

1.11.2. Fusibili

L'installazione dei fusibili deve garantirne il ricambio in condizioni operative agevoli e sicure.

La mancanza o carenza di sicurezza si verifica allorché l'addetto, durante le operazioni, potrebbe entrare in contatto con parti in tensione.

Sui circuiti MT la sostituzione o avviene in totale assenza di tensione (grazie alla presenza, a monte, di un organo d'interruzione e di idonee schermature o distanze di sicurezza rispetto alle parti in tensione), oppure mediante l'uso di idonei attrezzi isolanti a fioretto.

Sui circuiti BT, in assenza di un qualsivoglia pericolo di contatto diretto, diversi gruppi di fusibili possono trovare posto a valle di un unico organo d'interruzione. L'asportazione e la messa in opera del fusibile, specialmente dei tipi a coltello, può essere agevolata con l'impiego di idonee maniglie isolanti che separino l'operatore dalle parti in tensione.

In ogni caso, la sostituzione di qualsiasi tipo di fusibile va effettuata in totale assenza di carico.

Lo stato di conservazione dei fusibili e delle relative connessioni deve essere verificato con cadenza almeno annuale.

1.11.3. Interruttori MT

La collocazione degli interruttori MT in olio ridotto o in SF₆ deve garantire che, in caso di funzionamento della valvola di sfogo, liquidi o gas non vengano proiettati sui passaggi di servizio della cabina. Gli indicatori di livello e di pressione devono risultare ben visibili dai passaggi di servizio attigui. Lo stato di "aperto" e quello di "chiuso" devono essere segnalati con sicurezza in tutti i punti dai quali l'interruttore può essere manovrato, più eventualmente quelli in cui si provvede alla supervisione degli impianti.

La manovra di chiusura ed apertura deve avvenire tramite forme di accumulo di energia (per esempio con molle) o sorgenti di energia esterna; e comunque dev'essere indipendente dalla forza applicata dall'operatore. La mancanza della sorgente di energia non deve provocare una manovra intempestiva dell'interruttore.

Il potere d'interruzione e di chiusura degli apparecchi dev'essere commisurato alla corrente di cortocircuito presunta nel punto d'installazione.

Le verifiche soli interruttori MT devono essere effettuate con periodicità almeno annuale. Esse comprendono:

- stato di conservazione;
- integrità e pulizia delle parti isolanti;

- integrità e serraggio dei codoli fissi di ingresso e uscita;
- livello dell'olio (sugli interruttori a olio ridotto);
- pulizia e lubrificazione dei meccanismi di comando;
- funzionalità delle bobine di apertura/chiusura;
- funzionalità del motore di ricarica delle molle;
- pressione del gas (soli interruttori a SF6).

Ogni cinque anni è altresì necessario verificare l'integrità dei contatti, il rispetto dei tempi di apertura e (sugli interruttori in olio ridotto) le caratteristiche e la rigidità dielettrica dell'olio.

1.11.4. Relè di protezione

I relè di protezione diretti possono essere inseriti sia a monte che a valle dell'interruttore. I trasformatori di corrente (TA) previsti per le protezioni vanno posti sul lato linea e non sul lato sbarre.

In assenza di una protezione specifica contro i guasti a terra delle fasi, la protezione amperometrica dev'essere almeno bifase. Una particolare attenzione va prestata al coordinamento tra i trasformatori di corrente e i relè. Il fattore limite di precisione effettivo di un TA deve avere un valore sufficientemente elevato, per assicurare un corretto intervento del relè, ma non tale da superare i limiti termici e dinamici dello stesso relè.

1.11.5. Trasformatori di misura e protezione

La collocazione dei trasformatori amperometrici (TA) e voltmetrici (TV) deve consentire, senza che ciò comporti un pericolo per l'operatore:

- la lettura della targa di almeno uno dei trasformatori tra loro uguali;
- la verifica delle connessioni secondarie;
- l'esecuzione sul posto di verifiche e prove tramite apposite morsettiere;
- la sostituzione del trasformatore.

Le caratteristiche termiche e dinamiche dei TA devono essere commisurate a intensità e durata delle correnti di cortocircuito nel punto di installazione.

Le prestazioni erogabili dai TV devono soddisfare il carico strumentale, in relazione alla classe di funzionamento prevista progettualmente.

I circuiti secondari dei TV devono essere protetti con fusibili o interruttori automatici; i primari con fusibili ad alto potere d'interruzione. Se il primario dei TA e dei TV è in media o alta tensione, una polarità del secondario deve essere collegata a terra.

I circuiti secondari dei TA non devono mai essere interrotti, pena il verificarsi di sovratensioni in grado di danneggiare l'isolamento degli avvolgimenti.

Prima di disinserire gli apparecchi alimentati dai TA è quindi necessario mettere in cortocircuito i morsetti di uscita.

Prima di accedere al circuito primario dei TV (anche se questo è già stato messo fuori tensione) occorre interrompere il circuito secondario, onde evitare possibili ritorni di tensione. Durante l'esecuzione di lavori è altresì opportuno collegare in cortocircuito e a terra i morsetti primari.

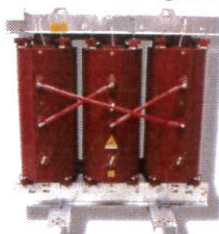
1.11.6. Quadri MT

Sui quadri MT è necessario provvedere, con periodicità almeno annuale, alle seguenti verifiche:

- stato di conservazione delle varie parti;
- pulizia generale;
- controllo dei serraggi;
- funzionalità dei blocchi e degli interblocchi;
- funzionalità delle parti estraibili;
- funzionalità delle segnalazioni;
- leggibilità delle targhe con indicata la sequenza delle manovre.

1.11.7. Trasformatori di potenza

Nell'installazione dei trasformatori di potenza occorre tenere conto dei rischi legati all'eventuale fuoriuscita di liquido infiammabile (dai trasformatori in olio) e all'emissione, in caso d'incendio, di fumi e gas tossici (da parte dei trasformatori a secco, con gli avvolgimenti inglobati in resine poliuretaniche). Lo spandimento dell'olio deve essere evitato prevedendo idonee vasche e/o fosse di contenimento. L'emissione di gas e fumi tossici viene drasticamente ridotta grazie all'uso di resine epossidiche.



Messa fuori servizio

- Più impiegati nelle cabine interne ai siti industriali
- Assenza vasche, serbatoi o muretti di contenimento olio
- Risentono delle condizioni ambientali Minore manutenzione
- Limitazione delle perdite nel ferro e nel rame (trasformatori a basse perdite)
- Maggiori costi

La procedura di messa fuori servizio di un trasformatore di potenza deve iniziare con l'apertura dell'interruttore sul lato bassa tensione e quindi con il sezionamento della linea sul lato media tensione, aprendo prima il dispositivo di manovra e poi il sezionatore.

Per la rimessa in servizio si procede in sequenza inversa: prima il sezionatore MT, poi il dispositivo di manovra MT e, per ultimo, l'interruttore BT.

Controllo del carico

Nella conduzione della cabina il costante controllo del carico a cui sono sottoposti i trasformatori è una procedura indispensabile per garantire l'integrità degli avvolgimenti e degli isolanti interni, nonché per contenerne il processo d'invecchiamento.

Nei singoli avvolgimenti dei trasformatori a secco sono previste sonde termiche, collegate a strumenti visualizzatori, dotati di soglie d'allarme e di sgancio. Nei trasformatori in olio la temperatura tenuta sotto controllo è quella del liquido refrigerante. Il quadrante del termometro, montato direttamente sulla macchina, deve risultare perfettamente leggibile dai corridoi adiacenti.

1.11.8. Condensatori di potenza

Le batterie dei condensatori di rifasamento aventi una potenza superiore a 1 kvar devono essere equipaggiate con resistenze di scarica in grado di ridurre la tensione ai morsetti a un valore non superiore a 50 V. Ciò deve verificarsi:

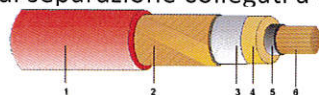
- entro 1 minuto sui circuiti BT;
- entro 5 minuti sui circuiti MT o AT.

Per i condensatori comandati automaticamente, la tensione deve ridursi a un decimo di quella massima esistente all'atto della disinserzione nel più breve tempo previsto tra una disinserzione e la successiva reinserzione. Prima di accedere agli scomparti o alle celle contenenti condensatori, oltre all'attesa che siano ampiamente trascorsi i tempi di scarica (di cui sopra), occorre procedere a una completa verifica strumentale circa l'effettiva assenza di tensione. La corrente capacitiva dei condensatori può produrre archi particolarmente resistenti all'estinzione. Gli interruttori e/o i fusibili di protezione devono avere perciò elevate prestazioni in termini di autoestinzione forzata dell'arco. Può altresì capitare che l'elevata corrente d'inserzione dell'intera batteria di condensatori produca disturbi sul resto dell'impianto o interventi intempestivi dei relè di protezione, specialmente se tarati su tempi molto bassi.

Con periodicità almeno annuale è necessario verificare la pulizia delle parti isolanti e il serraggio delle connessioni.

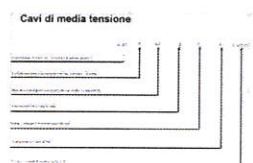
1.11.9. Cavi

I cavi di media tensione devono, di norma, essere posati in condotti (passerelle, tubazioni, cunicoli ecc.) diversi da quelli in cui si trovano i cavi di bassa e bassissima tensione. Vanno altresì evitati gli incroci fra cavi di media e cavi di bassa tensione, oppure equipaggiati con diaframmi metallici di separazione collegati a terra.



- 1 – Guaina esterna
- 2 – Schermo metallico
- 3 – Semiconduttivo esterno

- 4 – Isolante
- 5 – Semiconduttivo interno
- 6 – Conduttore



1.11.10. Quadri di potenza BT

Sui quadri BT è necessario provvedere, con periodicità almeno annuale, alle seguenti verifiche:

- pulizia generale;
- stato di conservazione delle varie parti;
- controllo dei serraggi;
- funzionalità dei blocchi e degli interblocchi;
- funzionalità delle parti estraibili;
- funzionalità delle segnalazioni;
- controllo dei collegamenti ausiliari;
- funzionalità degli interruttori BT;
- funzionalità dei relè di protezione.

1.11.11. Batterie di accumulatori

I locali destinati ad accogliere le batterie di accumulatori per l'alimentazione di sicurezza devono rispondere a una serie di requisiti attinenti la ventilazione, la volumetria e l'accessibilità. Le verifiche di conformità devono essere effettuate almeno ogni sei mesi.

In presenza di batterie del tipo aperto, siano esse al piombo o al nichel-cadmio, la corrosività delle nebbie solforiche e l'infiammabilità dei gas comprendenti idrogeno, emessi soprattutto durante la fase di ricarica, rendono l'ambiente a rischio d'incendio e di esplosione.

Gli accumulatori di tipo chiuso non presentano invece alcuna emissione di nebbie solforiche e una emissione di idrogeno assai contenuta.

Gli elementi delle batterie devono essere disposti in file accessibili almeno da un lato (meglio se da entrambi), con corridoi di larghezza pari almeno a 70 cm. Se la tensione nominale è superiore a 50 V, gli elementi devono essere disposti in modo che risulti impossibile il contatto diretto tra punti aventi una tensione superiore a 50 V. Altrimenti è necessario ricorrere a protezioni isolanti.

Le pedane disposte attorno alle batterie devono essere isolanti e sopraelevate rispetto al pavimento antiacido.

Rispetto al pavimento, le batterie devono essere isolate mediante isolatori resistenti all'azione dell'acido solforico. La forma degli isolatori deve consentire lo sgocciolamento del liquido eventualmente fuoriuscito dagli accumulatori. All'interno del locale devono essere esposte tabelle riportanti le caratteristiche della batteria (tipo, tensione, capacità, tempo di scarica, data di messa in opera ecc.) nonché le raccomandazioni inerenti la sicurezza e la manutenzione.

Durante l'esecuzione di lavori o di controlli prolungati nel tempo occorre sincerarsi che l'aerazione sia adeguata e sospendere i cicli di ricarica della batteria.

All'interno del locale è vietato fumare e utilizzare fiamme libere, sotto qualsiasi forma.

Rabbocco dell'elettrolito

L'elettrolito è una soluzione acquosa di acido solforico, corrosiva per i materiali e tossica per le persone. Ciò dev'essere segnalato in presenza di accumulatori di tipo aperto che ne richiedano periodicamente il rabbocco.

L'acqua utilizzata per i rabbocchi deve avere i requisiti di purezza indicati dal fabbricante degli accumulatori.

Durante le operazioni di rabbocco o di preparazione della soluzione elettrolita il personale dev'essere equipaggiato con:

occhiali protettivi; guanti antiacido; grembiule antiacido.

Il rabbocco dev'essere attuato fino al livello segnalato da apposite tacche, senza mai eccedere.

Per preparare la soluzione elettrolita, versare l'acido nell'acqua, evitando la procedura inversa (l'acqua nell'acido) che potrebbe causare pericolose proiezioni di liquido.

Sostituzione delle batterie

Durante le operazioni di sostituzione degli elementi guasti o esausti occorre fare attenzione a non causare cortocircuiti e a non subire elettrocuzioni.

In caso di cortocircuito tra i terminali di uno o più elementi, si possono verificare scintille e anche proiezioni di materiale fuso. Gli attrezzi devono essere isolati per la massima estensione e non devono essere appoggiati sugli accumulatori.

Gli oggetti metallici personali (cinturino metallico dell'orologio, catenina metallica, bracciali, anelli ecc.) è bene vengano tolti durante le operazioni a diretto contatto con i terminali in tensione, oppure siano in qualche modo isolati.

Smaltimento delle batterie

L'eliminazione degli accumulatori fuori uso sottostà alla legge di smaltimento dei rifiuti pericolosi (in questo caso perché contenenti sostanze tossiche).

Gli elementi da smaltire vanno consegnati ad un Consorzio preposto al riciclaggio dei materiali riutilizzabili.

Dott. Ing. Francesco Di Felice

A circular official stamp is partially visible, with text including "Ordine degli Ingegneri della Provincia di Pescara" and "INGEGNERE". A handwritten signature in blue ink is written over the stamp.