

Progetto

C. 1146

Data Scadenza Inchiesta

30-05-2016

Data Pubblicazione

2016-...

Classificazione

31-....

Titolo

Atmosfere esplosive

Guida: progettazione, scelta ed installazione degli impianti elettrici in applicazione della Norma CEI EN 60079-14 (31-33):2014-12

Title

PROGETTO



INDICE

1	Scopo e campo di applicazione	7
2	Riferimenti normativi.....	7
2.1	Disposizioni legislative e regolamentari	8
2.2	Norme e Guide Tecniche	8
3	Termini e definizioni	9
3.1	Generalità	9
3.2	Luoghi pericolosi	10
3.3	Prova di esplosione “d”.....	10
3.4	Sicurezza aumentata.....	11
3.5	Sicurezza intrinseca	13
3.6	Parametri della sicurezza intrinseca	14
3.7	Pressurizzazione.....	15
3.8	Modo di protezione “n”	15
3.9	Immersione in olio “o”.....	16
3.10	Riempimento polverulento “q”.....	16
3.11	Incapsulamento (in resina) “m”	17
3.12	Protezione mediante custodia “t”	17
3.13	Sistemi di alimentazione elettrici	17
3.14	Apparecchiatura	17
3.16	Protezione “op”	18
3.17	Apparecchiature con modi di protezione combinati	19
3.18	Prodotto ATEX	21
3.19	Impianti elettrici.....	21
3.20	Organismo competente	22
4.	Generalità	22
4.1	Prescrizioni generali.....	22
4.2	Documentazione	23
4.3	Verifica iniziale (verifica di conformità)	25
4.4	Accertamento della conformità dell'apparecchiatura	26
4.5	Qualificazione del personale	30
5.	Scelta delle apparecchiature (Escluse le condutture).....	32
5.1	Informazioni necessarie.....	32
5.2	Zone pericolose.....	32
5.3	Relazione tra i livelli di protezione delle apparecchiature (EPL) e le zone pericolose	33
5.4	Scelta delle apparecchiature Ex in base al loro livello di protezione, il loro modo di protezione e le zone pericolose.....	34
5.5	Scelta delle apparecchiature elettriche Ex in base al Gruppo e Sottogruppo.....	39
5.6	Scelta delle apparecchiature in base alla temperatura di accensione del gas, vapore o polvere e alla temperatura ambiente	40
5.7	Scelta di apparecchiature radianti	43
5.8	Scelta di apparecchiature ad ultrasuoni	44
5.9	Scelta delle apparecchiature in relazione alle influenze esterne	44
5.10	Scelta delle apparecchiature mobili, portatili e personali	45
5.11	Macchine elettriche rotanti	47

5.12	Apparecchi di illuminazione	49
5.13	Spine e prese a spina.....	50
5.14	Elementi e batterie di accumulatori (Pile e accumulatori).....	51
5.15	Dispositivi di identificazione tramite radiofrequenza RFID.....	51
5.16	Rilevatori di gas	52
6	Protezione contro le scintille pericolose (in grado di innescare l'atmosfera esplosiva).....	53
6.1	Leghe leggere utilizzate come materiali di installazione.....	53
6.2	Pericolo da parti attive.....	53
3.15	Pericolo da masse e masse estranee	54
6.3.3	Messa a terra del Sistema TT.....	56
3.16	Elettricità statica.....	61
6.6	Protezione contro i fulmini	64
6.7	Radiazioni elettromagnetiche	65
6.8	Parti metalliche protette catodicamente	66
6.9	Accensione da radiazione ottica	70
4	Protezione elettrica	70
4.1	Generalità	70
7.2	Sovraccarico	70
7.3	Cortocircuito.....	71
8	Interruzione di emergenza e sezionamento.....	71
8.1	Generalità	71
8.2	Interruzione dell'alimentazione elettrica.....	71
8.3	Sezionamento elettrico	72
9	Condutture elettriche in cavo	72
9.1	Generalità	72
9.2	Conduttori in alluminio.....	74
9.4	Condutture in tubo protettivo	84
9.5	Prescrizioni integrative	95
9.6	Prescrizioni per l'installazione	95
10	Sistemi di entrata dei cavi e di chiusura (tappi).....	97
10.1	Generalità	97
10.2	Selezione dei pressacavi.....	97
10.3	Connessione alle apparecchiature.....	99
10.4	Prescrizioni aggiuntive per le entrate in apparecchiature diverse da quelle Ex "d", Ex "t" o Ex "nR"	100
10.5	Aperture non utilizzate	100
10.6	Prescrizioni integrative per il modo di protezione "d" – Custodie a prova d'esplosione	101
10.7	Prescrizioni integrative per il modo di protezione "t" – Protezione mediante custodia	106
10.8	Prescrizioni integrative per il modo di protezione "nR" – Custodia a respirazione limitata	106
11	Macchine elettriche rotanti.....	106
11.1	Generalità	106
11.2	Motori con modo di protezione "d" – Custodie a prova di esplosione.....	108
11.3	Motori con modo di protezione "e" – Sicurezza aumentata.....	108

11.4	Motori con modo di protezione "p" e "pD" – Custodie pressurizzate	109
11.5	Motori con modo di protezione "t" – Protezione tramite custodie alimentate a tensioni e frequenze variabili	109
11.6	Motori con modo di protezione "nA" – Non scintillanti	109
12	Sorgenti luminose e apparecchi di illuminazione	109
12.1	Descrizione sorgenti luminose (lampade)	109
12.2	Modi di protezione degli apparecchi di illuminazione	114
12.3	Collegamento degli apparecchi di illuminazione.....	119
12.4	Tipologia di installazione degli apparecchi di illuminazione.....	120
13	Sistemi di riscaldamento elettrici	121
14	Prescrizioni supplementari per il modo di protezione "d" – Custodie a prova di esplosione.....	121
14.1	Generalità	121
14.2	Ostacoli solidi.....	121
14.3	Protezione dei giunti a prova di esplosione.....	121
14.4	Condutture in tubo protettivo	121
15	Prescrizioni supplementari per il modo di protezione "e" – sicurezza aumentata.....	126
16	Prescrizioni Addizionali Per Il Modo Di Protezione "i" – Sicurezza intrinseca	126
16.1	Generalità	126
16.2	Installazioni che rispondono alle prescrizioni dell'EPL "Gb" o "Gc" e "Db" o "Dc".....	132
16.3	Installazioni rispondenti alle prescrizioni dell'EPL "Ga" o "Da"	164
16.4	Apparecchiature semplici	166
16.5	Scatole morsetti	171
16.6	Applicazioni particolari	174
17	Prescrizioni supplementari per le custodie a sovrappressione interna.....	175
18	Prescrizioni supplementari per il modo di protezione "n".....	175
19	Prescrizioni supplementari per il modo di protezione "o" – immersione in olio.....	175
20	Prescrizioni supplementari per il modo di protezione "q" – riempimento pulverulento	175
21	Prescrizioni supplementari per il modo di protezione "m" – Incapsulamento.....	175
22	Prescrizioni supplementari per il modo di protezione "op" – radiazione ottica	175
23	Prescrizioni supplementari per il modo di protezione "t" – protezione mediante custodia	175
	Appendice GA Verifica iniziale Schede di verifica per apparecchiature specifiche.....	176
	Appendice GB Influenze esterne – Scelta dei materiali e protezione superficiale (Informativa)	188

ATMOSFERE ESPLOSIVE
GUIDA
PROGETTAZIONE, SCELTA ED INSTALLAZIONE
DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

IN APPLICAZIONE DELLA NORMA CEI EN 60079-14 (31-33): 2014-12

INTRODUZIONE

La classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di esplosivi, fluidi infiammabili e polveri combustibili e gli impianti elettrici in detti luoghi sono stati oggetto della Norma CEI 64-2 "Norma per gli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione e di incendio" dal 1° luglio 1973 fino al 30 novembre 1999.

La Norma CEI 64-2 aveva origine nazionale, non era né armonizzata né unificata a livello europeo in quanto fino al 1996 non esistevano Documenti di armonizzazione (HD) o Norme (EN) CENELEC sull'argomento.

Per quanto riguarda gli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di fluidi infiammabili la Norma CEI 64-2 è stata sostituita dal 1° dicembre 1999 dalla Norma CEI EN 60079-14 (CEI 31-33), prima edizione "Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas

Parte 14: Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere)".

Nel maggio 2004 è stata pubblicata la seconda edizione della Norma CEI EN 60079-14 (CEI 31-33) .

Nel febbraio 2010 è stata pubblicata la terza edizione della Norma CEI EN 60079-14 (CEI 31-33) che ha modificato il suo titolo come segue "Atmosfere esplosive - Parte 14: Progettazione, scelta e installazione degli impianti elettrici".

Nell'aprile 2015 è stata pubblicata la Norma CEI EN 60079-14 (CEI 31-33): 2015-04 "Atmosfere esplosive - Parte 14: Progettazione, scelta e installazione degli impianti elettrici", fascicolo 14094, della quale il presente documento rappresenta una Guida applicativa.

In Europa tutti gli apparecchi, i sistemi di protezione, i componenti e le relative combinazioni (prodotti) sia elettrici, sia non elettrici, commercializzati e messi in servizio dopo il 30 giugno 2003, utilizzati in luoghi con pericolo di esplosione, devono essere conformi alla Direttiva ATEX 94/9/CE.

Il 29 marzo 2014 è entrata in vigore in modo facoltativo la direttiva 2014/34/UE e in modo obbligatorio il 20-4-2016; essa sostituisce la Direttiva ATEX 94/9/CE; pertanto, a partire da detta data essa sarà a tutti gli effetti la direttiva ATEX di prodotto.

La direttiva ATEX 94/9/CE recepita in Italia con DPR 126 del 1998, e parimenti la direttiva 2014/34/UE sono l'atto comunitario inerente la libera circolazione e la sicurezza dei "Prodotti", destinati ai luoghi con pericolo d'esplosione, stabilendo e caratterizzando i livelli di protezione che devono possedere i prodotti (conseguentemente gli impianti in cui vengono utilizzati) per garantirne un impiego adeguato in dette situazioni.

Con l'emanazione della Direttiva 1999/92/CE (prima recepita nel D.Lgs. 626/94 poi nel D.Lgs. 81/08) atto comunitario di "Politica Sociale" inerente la tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori potenzialmente esposti al rischio correlato alla presenza di atmosfere esplosive, è stato introdotto l'approccio alla valutazione dei rischi in luoghi con pericolo di esplosione. Parte integrante della protezione dai rischi di esplosione è costituita dalla progettazione, comprendente la scelta delle apparecchiature idonee, dall'installazione, dalla verifica e dal mantenimento di idonei requisiti di sicurezza degli impianti elettrici.

Questo guida CEI ha lo scopo di approfondire il tema della progettazione, compresa la scelta delle apparecchiature, dell'installazione (montaggio) e della verifica iniziale degli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di atmosfere esplosive originate da gas e vapori infiammabili o da polveri combustibili, al fine di ridurre la probabilità che essi siano causa di accensione di atmosfere esplosive in funzionamento normale o in occasione di specifici guasti (ragionevolmente prevedibili), considerando il tipo di zona pericolosa (Zona 0, 1, 2 oppure 20, 21, 22), oggetto della norme CEI EN 60079-14 (CEI 31-33)

Questa prima edizione tratta solo alcuni importanti argomenti oggetto della Norma. Per gli argomenti non trattati si rimanda al corrispondente articolo della Norma stessa.

Per quanto riguarda la relazione tra i tipi di zone pericolose e i livelli di protezione delle apparecchiature (EPL secondo la Norma CEI EN 60079-0, nonché Gruppo e Categoria secondo la Direttiva 94/9/CE o 2014/34/UE), la norma è impostata partendo dal presupposto che non esista questa relazione come indicata nella Tabella 5.4-1, per cui, anziché indicate il tipo di zona dove utilizzare un'apparecchiatura con un determinato livello di protezione indica "luoghi che richiedono un EPL", es. luoghi che richiedono un EPL "Gb" o "Db".

Che non esista una relazione univoca tra il livello di protezione di un'apparecchiatura e il tipo di zona è confermato anche dal D.Lgs. 81/08 dove, nell'ALLEGATO L è detto:

"B. CRITERI PER LA SCELTA DEGLI APPARECCHI E DEI SISTEMI DI PROTEZIONE

Qualora il documento sulla protezione contro le esplosioni basato sulla valutazione del rischio non preveda altrimenti, in tutte le aree in cui possono formarsi atmosfere esplosive sono impiegati apparecchi e sistemi di protezione conformi alle categorie di cui al decreto del Presidente della Repubblica 23 marzo 1998, n. 126.

In particolare, in tali aree sono impiegate le seguenti categorie di apparecchi, purchè adatti, a seconda dei casi, a gas, vapori o nebbie e/o polveri:

- nella zona 0 o nella zona 20, apparecchi di categoria 1 (leggere anche EPL Ga o Da);
- nella zona 1 o nella zona 21, apparecchi di categoria 1 o di categoria 2 (leggere anche EPL Gb o Db);
- nella zona 2 o nella zona 22, apparecchi di categoria 1, 2 o 3 (leggere anche EPL Ga, Gb, Gc o Da, Db, Dc);

Tuttavia, l'uso di livelli di protezione delle apparecchiature (EPLs, nonché Gruppi e Categorie) diversi da quelli delle Tabelle 5.3-1 e 5.4-1 della presente guida, basato sulla valutazione dell'entità dei probabili effetti dell'esplosione (danni) deve essere considerato molto attentamente ed applicato solo nei casi particolari in cui il documento sulla protezione contro le esplosioni basato sulla valutazione del rischio preveda in tal senso.

Per quanto si riferisce alle verifiche degli impianti elettrici nella presente Guida viene trattata solo la "verifica iniziale" o, come detto nelle disposizioni legislative "verifica di conformità".

Per le verifiche ai fini del mantenimento (manutenzione) si rimanda alla Norma CEI EN 60079-17 (CEI 31-34) e alla relativa Guida in preparazione.

Rispetto all'edizione precedente della norma sono stati fatti notevoli cambiamenti e integrazioni, per i quali si rimanda alla Prefazione della norma stessa. Per quanto riguarda la presente guida si segnalano in particolare i seguenti argomenti:

- *documentazione di progetto (vedere l'art. 4.2.2);*
- *documentazione dell'installatore (impresa installatrice), (vedere l'art. 4.2.3);*
- *verifica iniziale (verifica di conformità), (vedere il par. 4.3);*
- *qualificazione del personale (vedere il par. 4.5);*
- *requisiti delle apparecchiature mobili, portatili e personali (vedere 5.10);*
- *requisiti delle scatole morsetti contenenti uno o più circuiti a sicurezza intrinseca (vedere 16.5).*

1 Scopo e campo di applicazione

La presente Guida ha lo scopo di approfondire il tema della progettazione, scelta delle apparecchiature, installazione (montaggio) e verifica iniziale degli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di atmosfere esplosive originate da gas e vapori infiammabili o da polveri combustibili, relative ad opere di nuova realizzazione e alle trasformazioni o ampliamenti di quelle esistenti, nel rispetto della Norma CEI EN 60079-14 (CEI 31-33): 2015-04, quarta edizione.

La Norma e la presente Guida sono destinate agli impianti elettrici di luoghi destinati prevalentemente ad attività lavorative.

La presente guida, come la norma, non si applica:

- agli impianti elettrici nelle miniere grisoutose;

NOTA La presente Guida può essere applicata agli impianti elettrici in miniere in cui possono formarsi atmosfere esplosive per la presenza di gas diversi dal grisou, nonché agli impianti elettrici di superficie attinenti alle miniere stesse.

- alle situazioni di per sé esplosive e dovute a polveri formate da sostanze esplosive o piroforiche (per esempio nel trattamento e nella fabbricazione di esplosivi);
- ai locali ad uso medico;
- agli impianti elettrici in luoghi dove il pericolo di esplosione è dovuto alla presenza di nebbie infiammabili.

La Norma CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87), ed. 2010-01, nel Capitolo 1 Scopo, riporta le seguenti note:

NOTA 1 Nebbie infiammabili possono formarsi o essere presenti contemporaneamente ai vapori infiammabili. I liquidi non considerati pericolosi nell'ambito della presente Norma (a causa della temperatura d'infiammabilità), quando emessi perché soggetti a pressione possono anche generare nebbie infiammabili. **In detti casi, la rigorosa applicazione della classificazione dei luoghi per gas e vapori può non essere appropriata quale base per la scelta delle apparecchiature.**

Informazioni sulle nebbie infiammabili sono riportate nell'Allegato D, dove, tra l'altro è indicato che non tutte le nebbie sono ugualmente infiammabili.

NOTA 2 **L'uso della IEC 60079-14 (leggi Norma CEI EN 60079-14) per la scelta delle apparecchiature e la realizzazione degli impianti non è richiesta per i pericoli dovuti alle nebbie.**

Come conseguenza, la Norma CEI EN 60079-14 (CEI 31-33) esclude dal suo campo di applicazione gli impianti elettrici nei luoghi dove il pericolo di esplosione è dovuto alla presenza di nebbie infiammabili; tuttavia, considerando che il D.Lgs. 81/08, art. 290, prescrive la necessità di eseguire la valutazione del rischio di esplosione anche per le nebbie infiammabili e, se il rischio non risultasse trascurabile, prescrive la ripartizione in zone del luogo considerato (art. 293), il tecnico incaricato della progettazione dell'impianto elettrico, in dette zone può prevedere ugualmente, a sua discrezione, l'applicazione della presente Guida.

2 Riferimenti normativi

I documenti citati nel seguito ai quali viene fatto riferimento, in tutto o in parte, nel presente documento sono indispensabili per la sua applicazione. Per quanto riguarda i riferimenti datati, si applica esclusivamente l'edizione citata. Per quanto riguarda i riferimenti non datati, si applica l'ultima edizione del documento al quale viene fatto riferimento (comprese eventuali modifiche).

2.1 Disposizioni legislative e regolamentari

2.1.1 Disposizioni legislative italiane

- Legge 1 marzo 1968, n. 186 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici.
- DPR 126 del 1998 - Regolamento recante norme per l'attuazione della direttiva 94/9/CE in materia di apparecchi e sistemi di protezione destinati ad essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva.
- DPR 462 del 2001 - Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.
- Decreto del ministero dello sviluppo economico 22 gennaio 2008, n. 37 Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici (G.U. n. 61 del 12 marzo 2008).
- Decreto Legislativo 4 Aprile 2008, n. 81 - Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro di attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123.
- DM 3 agosto 2015 - Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139.

2.1.2 Direttive europee

- Decisione n. 768/2008/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 9 luglio 2008 relativa a un quadro comune per la commercializzazione dei prodotti e che abroga la decisione 93/465/CEE del Consiglio.
- Direttiva 94/9/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 23 marzo 1994, concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative agli apparecchi e sistemi di protezione destinati a essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva. (ved. Nota 1).
- Direttiva 1999/92/CE del 16 dicembre 1999 del Parlamento europeo e del Consiglio, relativa alle prescrizioni minime per il miglioramento della tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori che possono essere esposti al rischio di atmosfere esplosive (ved. Nota 2).
- Direttiva 2014/34/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 26 febbraio 2014 , concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative agli apparecchi e sistemi di protezione destinati a essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva (rifusione) (ved. Nota 1).

NOTA 1 La 2014/34/UE è la Direttiva relativa ai prodotti destinati ad essere utilizzati in luogo con pericolo di esplosione, detti correntemente *Prodotti ATEX* (ved. il par.3.18); essa è entrata in vigore in modo facoltativo il 29-3-2014 ed in modo obbligatorio il 20-4-2016. A partire dal 20-4-2016 essa ha sostituito la Direttiva 94/9/CE (DPR 126/98) entrata in vigore l'1-09-1995; tuttavia, i certificati di conformità rilasciati prima del 20-4-2016 a norma della direttiva 94/9/CE restano validi ai fini della direttiva 2014/34/UE (ved. art. 41, comma 2 della direttiva stessa).

NOTA 2 La Direttiva 1999/92/CE è stata recepita in Italia nel Titolo XI (art. da 287 a 297) del D.Lgs. n. 81 del 9 aprile 2008.

2.2 Norme e Guide Tecniche

La norma di riferimento principale è la CEI EN 60079-14 (CEI 31-33) le altre norme e guide tecniche di riferimento sono quelle citate nella Norma CEI EN 60079-14, integrate dalle seguenti:

- CEI EN 60079-17 (CEI 31-34) ;
- CEI 64-8 ;
- CEI EN 61936-1 (CEI 99-2) ;
- CEI Guida 0-16;
- CEI EN TS 50349:2008.

La Norma CEI EN 60079-14, essendo derivata da una norma IEC, nel testo fa riferimento solo all'ambito IEC, nella presente guida è fatto riferimento anche alle norme CENELEC (EN) e CEI laddove considerato utile.

Gli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione, oltre alle prescrizioni della Norma CEI EN 60079-14, devono rispondere alle prescrizioni delle norme generali impianti (impianti in zone non pericolose), es. norme CEI 64-8 e CEI EN 61936-1 (CEI 99-2).

3 Termini e definizioni

Per gli scopi della presente Guida si applicano le definizioni della Norma CEI EN 60079-14 (CEI 31-33), Capitolo 3, alcune delle quali sono state riportate nella presente guida in quanto integrate con esplicitazioni o chiarimenti, nonché quelle di seguito riportate.

Nel seguito della presente guida, quando sia indicato genericamente il termine "norma", deve essere inteso: Norma CEI EN 60079-14 (CEI 31-33).

Ai fini della presente guida:

- quando sia indicato "atmosfera esplosiva per la presenza di gas" deve essere intesa: "atmosfera esplosiva per la presenza di gas o vapori infiammabili";
- i termini "apparecchiatura", "apparecchio" e "costruzione" sono considerati sinonimi;
- i termini "accensione" e "innesco" sono considerati sinonimi.
- i termini "verifica" e "ispezione" sono considerati sinonimi.

3.1 Generalità

[Per gli articoli da 3.1.1 a 3.1.3 vedere la norma]

3.1.4 Acronimi e marchi

ADR = European Agreement concerning the International carriage of Dangerous goods by Road (Accordo europeo riguardante il trasporto internazionale di merci pericolose su strada);

Esso regola:

- la classificazione delle sostanze pericolose in riferimento al trasporto su strada;
- le norme e prove che determinano la classificazione delle singole sostanze come pericolose;
- le condizioni di imballaggio delle merci, caratteristiche degli imballaggi e dei contenitori;
- le modalità costruttive dei veicoli e delle cisterne;
- i requisiti per il mezzo di trasporto, compresi i documenti di viaggio.

DPE = Documento sulla Protezione contro le Esplosioni;

EFTA = European Free Trade Association;

EOL = End of life (fine vita dell'apparecchiatura);

EPL = Equipment Protection Level (Livello di protezione dell'apparecchiatura), riferito alle apparecchiature Ex;

RFID = Radio Frequency Identification Device (Dispositivo di identificazione a radiofrequenza)

TELEPASS = Marchio registrato di proprietà di Atlantia S.p.A. (di cui Telepass S.p.A. è licenziataria) atto a contraddistinguere un sistema di riscossione automatica del pedaggio autostradale, introdotto in Italia nel 1989 dalla Società Autostrade Concessioni e Costruzioni S.p.A.

UE = Unione Europea.

3.2 Luoghi pericolosi

[Per gli articoli da 3.2.1 a 3.2.12 vedere la norma]

3.3 Prova di esplosione "d"

Modo di protezione di un'apparecchiatura elettrica Ex nel quale le parti suscettibili di innescare un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas sono racchiuse in una custodia in grado di resistere alla pressione generata dall'esplosione interna di una miscela esplosiva e di impedire la propagazione dell'esplosione stessa all'atmosfera esplosiva per la presenza di gas circostante.

Applicazioni tipiche sono:

- interruttori; unità di comando e controllo; motori; trasformatori; apparecchi d'illuminazione, pressacavi ed in genere tutte le apparecchiature che in funzionamento normale danno luogo ad archi, scintille o temperature pericolose (es. prese a spina, pulsanti, resistori, quadri).



Fig. 3.3-A – Esempio interruttore / manipolatore "Ex d"



Fig. 3.3-B – Esempio di presa e spina "Ex d"



Fig. 3.3-C – Esempio di quadretto di comando "Ex d IIC"



Fig. 3.3-D – Esempio di pulsantiere "Ex d"



Fig. 3.3-E – Esempio di quadro per sistema di intercomunicazione “Ex d”



Fig. 3.3-F – Esempio di motore asincrono “Ex d”

Per le figure relative agli apparecchi d'illuminazione vedere il Cap. 12.

3.4 Sicurezza aumentata

3.4.1 Sicurezza aumentata “e”

Modo di protezione di un'apparecchiatura elettrica Ex nel quale sono applicate misure supplementari per prevenire l'innesco dell'atmosfera esplosiva, fornendo un livello di sicurezza aumentato contro la possibilità di temperature eccessivamente elevate ed il verificarsi di archi elettrici o scintille, in servizio normale e in condizioni anomale specificate (ad esempio mediante distanze di isolamento in aria e superficiali maggiorate, isolamenti rinforzati, ecc.).

Applicazioni tipiche sono:

morsettiere, ved. Fig. 3.4.1-A e 3.4.1-B; elettromagneti e bobine in genere, macchine elettriche rotanti (solo alcuni tipi, compreso il motore asincrono con rotore a gabbia), Fig. 3.4.1-C, apparecchi d'illuminazione alimentati da rete (solo per alcuni tipi di lampade, ved. sotto), apparecchi di illuminazione portatili con sorgente di alimentazione autonoma, trasformatori, strumenti (non a bobina mobile), batterie di accumulatori, riscaldatori a resistenza elettrica ed in genere tutte le apparecchiature che non danno luogo ad archi, scintille o temperature pericolose nelle condizioni di cui sopra.

Tra le possibili sorgenti luminose negli apparecchi di illuminazione “e” le più diffuse sono i tubi fluorescenti. Non sono ammesse lampade a scarica a vapori di sodio/mercurio/alogenuri metallici.

È importante sottolineare che qui la sicurezza è garantita dai dispositivi installati nella custodia che sono di tipo speciale: i portalampada, ad esempio, sono di tipo certificato, gli alimentatori sono anch'essi certificati ed integrano una logica per la gestione dell'EOL ovvero del fine vita del tubo fluorescente.

Non si possono montare tubi qualunque ma solo quelli espressamente indicati nel certificato di conformità e nelle istruzioni per l'uso e la manutenzione. In caso di guasto di uno dei componenti interni esso deve essere sostituito con il componente originale dell'apparecchio.

Questi apparecchi sono previsti per norma di classe di temperatura da T1 a T4, inadatti quindi per gas con temperature di accensione inferiori a 200°C.



Fig. 3.4-A – Esempio di morsetteria in cassetta metallica “Ex e”



Fig. 3.4-B – Esempio di morsetteria in cassetta in plastica “Ex e”



Fig. 3.4-C – Esempio di motori asincroni “Ex e”

Per le figure relative agli apparecchi d'illuminazione vedere il Cap. 12.

[Per gli articoli da 3.4.2 a 3.4.4 vedere la norma]

3.5 Sicurezza intrinseca

3.5.1 Sicurezza intrinseca "i"

Modo di protezione basato sulla limitazione dell'energia nel circuito elettrico (all'interno delle apparecchiature e dei cavi di connessione esposti all'atmosfera esplosiva) ad un livello inferiore a quello che può causare l'accensione, sia per l'effetto di archi o scintille, sia per l'effetto termico.

Applicazioni tipiche sono:

- la quasi totalità della strumentazione elettrica ed elettronica di misura, controllo e regolazione oggi utilizzabile nei processi industriali, i sistemi di comando (es. macchine per lavori nel sottosuolo e in miniera), le telecomunicazioni (telefoni cellulari, rice-trasmittenti, ecc.), i dispositivi di riconoscimento (induttivi, RF, codici a barre ecc.).

3.5.2 Apparecchiatura associata (costruzione)

Apparecchiatura elettrica Ex che contiene sia circuiti a sicurezza intrinseca, sia circuiti non a sicurezza intrinseca la cui costruzione è tale per cui i circuiti non a sicurezza intrinseca non sono in grado di influenzare negativamente i circuiti a sicurezza intrinseca.

Queste apparecchiature sono dette comunemente *barriere*.

NOTA Le apparecchiature associate possono essere:

- a) apparecchiature elettriche che possiedono un altro modo di protezione elencato nella Norma CEI EN 60079-0 idoneo all'impiego in una data atmosfera esplosiva, oppure
- b) apparecchiature elettriche che non sono protette contro l'esplosione e che, pertanto, non sono generalmente utilizzate in un'atmosfera esplosiva, per esempio, un registratore che non è installato in un'atmosfera esplosiva, ma è collegato ad una termocoppia installata in un'atmosfera esplosiva dove solo i circuiti in ingresso al registratore sono a sicurezza intrinseca.

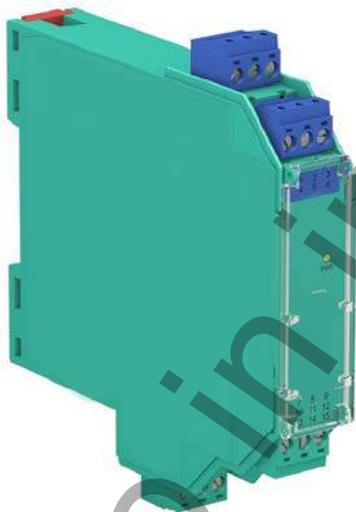


Fig. 3.5.2-A – Esempio di apparecchiatura associata [Ex ia] - Barriera a separazione galvanica

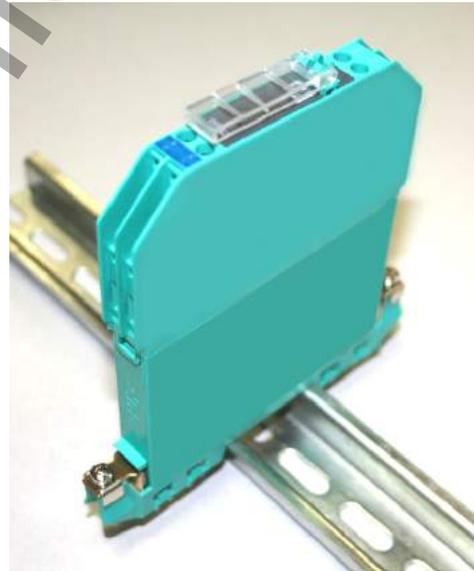


Fig. 3.5.2-B – Esempio di apparecchiatura associata [Ex ia] Barriera a diodi Zener

3.5.3 Apparecchiatura a sicurezza intrinseca

Apparecchiatura elettrica Ex nella quale tutti i circuiti in essa contenuti sono intrinsecamente sicuri.



Fig. 3.5.3-A – Esempio di apparecchiatura “Ex ia” Valvola di regolazione con dispositivo di posizionamento “i”



Fig. 3.5.3-B – Esempio di apparecchiature “Ex ia” Sensori di prossimità (finecorsa)

[Per l'articolo 3.5.4 vedere la norma]

3.5.5 Apparecchiatura elettrica semplice

Componente elettrico o combinazione di componenti di semplice costruzione, con parametri elettrici ben definiti, che è compatibile con la sicurezza intrinseca o con la limitazione di energia del circuito in cui viene utilizzato.

[Per gli articoli da 3.5.6 a 3.5.8 vedere la norma]

3.5.9 Sistema elettrico a sicurezza intrinseca

Assieme di apparecchiature elettriche Ex interconnesse, indicate in un documento descrittivo del sistema, nel quale i circuiti o le parti dei circuiti destinati a essere utilizzate in un'atmosfera esplosiva sono intrinsecamente sicuri.

Un SISTEMA elettrico a sicurezza intrinseca, nella forma più semplice, è costituito da:

- un'apparecchiatura associata;
- un cavo (in genere bipolare, o multipolare, detto anche multicavo, contenente più circuiti a sicurezza intrinseca);
- un'apparecchiatura a sicurezza intrinseca o apparecchiatura semplice.

3.6 Parametri della sicurezza intrinseca

3.6.1 Massimo rapporto esterno dell'induttanza rispetto alla resistenza (L_o/R_o)¹

Massimo valore del rapporto tra l'induttanza e la resistenza che può essere collegato agli elementi di connessione esterni della costruzione elettrica senza invalidare la sicurezza intrinseca.

¹ N.d.R. La definizione sopra riportata esplicita più chiaramente il significato del rapporto (L_o/R_o); confrontare con la Norma.

3.7 Pressurizzazione

3.7.1 Pressurizzazione "p"

Apparecchiatura elettrica Ex nella quale è applicata la tecnica di pressurizzazione per prevenire l'ingresso dell'atmosfera esterna all'interno, mantenendovi un gas protettivo (es. aria) ad una pressione superiore all'atmosfera esterna.

Applicazioni tipiche sono:

- quadri elettrici, armadi elettro-strumentali, quadri e cabine analizzatori realizzate in fabbrica, grandi macchine rotanti, collettori rotanti, quadri per automazione con terminali di interfaccia uomo-macchina (HMI), ved. le Figure.

NOTA Il modo di protezione "p" considerato nella presente guida si applica solo alle apparecchiature elettriche. Lo stesso concetto si applica anche ai locali, sia costruiti in fabbrica (vedere la Norma CEI EN 50381), sia realizzati in loco (vedere la Norma CEI EN 60079-13).



Fig. 3.7.1-A – Esempio di quadro di distribuzione e.e. in un luogo con pericolo di esplosione, con sistema di raffreddamento ad aria compressa, "Ex d e ia px"



Fig. 3.7.1-B – Esempio di quadro analizzatori per esterno "Ex d ia px"

[Per gli articoli da 3.7.2 a 3.7.4 vedere la norma]

3.8 Modo di protezione "n"

3.8.1 Modo di protezione "n"

Modo di protezione applicato ad un'apparecchiatura elettrica Ex, tale da impedire l'accensione dell'atmosfera esplosiva circostante durante il funzionamento normale ed in alcune condizioni anormali specificate.

NOTA 1 Le prescrizioni della Norma sulle apparecchiature sono volte anche ad assicurare che non si verifichi facilmente un guasto in grado di causare un innesco.

NOTA 2 Un esempio di condizione anormale specificata è rappresentato da un apparecchio di illuminazione con una lampada difettosa.

In questo modo di protezione sono utilizzati i principi applicati alle apparecchiature con EPL Gb, però semplificati, in quanto esso è stato concepito appositamente per la zona 2.

Modi di protezione specifici:

- "nA" : apparecchi non scintillanti, es. motori asincroni, apparecchi d'illuminazione, apparecchiature elettroniche di bassa potenza, scatole e cassette di derivazione, ved. Figura 3.8-A;
- "nC" : dispositivi di interruzione in cella chiusa , es. relè, termostati, pulsanti;
- "nC" : dispositivi ermeticamente sigillati, es. relè, fusibili;
- "nC" : dispositivi non innescanti, es. piccoli motori, relè;
- "nC" : dispositivi sigillati, es. contatti racchiusi in ampolle;
- "nR" : custodie a respirazione limitata, es. quadri, apparecchi di illuminazione.

La tecnica della respirazione limitata "nR" è tale da ridurre la possibilità dell'ingresso della atmosfera esplosiva nell'involucro dell'apparecchiatura stessa.

Per la verifica iniziale e per quelle eseguite in occasione di modifiche o riparazioni vedere il paragrafo 4.3 e l'Appendice GA.



Fig. 3.8-A
Motore asincrono "Ex nA"

Per le figure relative agli apparecchi d'illuminazione vedere il Cap. 12.

[Per gli articolo 3.8.2 e 3.8.3 vedere la norma]

3.9 Immersione in olio "o"

Modo di protezione applicato ad un'apparecchiatura elettrica Ex dove, le parti che sono in grado di innescare un'atmosfera esplosiva, sia per mezzo di scintille, sia per mezzo di temperature elevate sono immerse in un liquido di protezione (olio isolante) in modo tale che un'atmosfera esplosiva presente al di sopra del liquido o all'esterno della custodia non possa essere innescata.

Applicazioni tipiche sono: trasformatori.

3.10 Riempimento polverulento "q"

Modo di protezione applicato ad un'apparecchiatura elettrica Ex suscettibile di innescare un'atmosfera esplosiva, completamente immersa in un materiale di riempimento in modo tale da impedire l'innescò dell'atmosfera esplosiva esterna.

NOTA Il modo di protezione non può impedire l'ingresso dell'atmosfera esplosiva esterna nell'apparecchiatura e nei relativi componenti, né l'accensione causata dai relativi circuiti elettrici. È comunque impedita un'esplosione esterna per la presenza di piccoli volumi liberi nel materiale di riempimento e per il fatto che la fiamma viene estinta al suo propagarsi attraverso il percorso nel materiale di riempimento.

Applicazioni tipiche sono: strumentazione elettronica, alimentatori per lampade.

3.11 Incapsulamento (in resina) “m”

Modo di protezione applicato ad un'apparecchiatura elettrica Ex dove, le parti che sono in grado di innescare un'atmosfera esplosiva, sia per mezzo di scintille, sia per mezzo di temperature elevate, sono chiuse in un composto in modo che l'atmosfera esplosiva non possa essere innescata in condizioni definite di funzionamento o di installazione.

Applicazioni tipiche sono: bobine, apparecchiature o parti o componenti elettronici, piccoli apparecchi di illuminazione.

Per le figure relative agli apparecchi d'illuminazione vedere il Cap. 12.

3.12 Protezione mediante custodia “t”

Modo di protezione applicato ad un'apparecchiatura elettrica Ex mediante una custodia, per impedire l'innesco di uno strato o una nube di polvere e con limitazione della temperatura superficiale.

Applicazioni tipiche sono:

- interruttori; unità di comando e controllo; motori; trasformatori; apparecchi d'illuminazione, pressacavi ed in genere tutte le apparecchiature che in funzionamento normale danno luogo ad archi, scintille o temperature pericolose (es. prese a spina, pulsanti, resistori, quadri), ved. Figura 3.12-A;



Fig. 3.12-A – Motore asincrono “Ex tb”

3.13 Sistemi di alimentazione elettrici

[vedere il paragrafo 3.13 della norma]

3.14 Apparecchiatura

[Per gli articoli da 3.14.1 a 3.14.4 vedere la norma, vedere anche l'art. 3.1.3 della norma]

3.14.5 Apparecchiatura Ex

Termine generico comprendente apparecchi, dispositivi, componenti, accessori e simili aventi i requisiti necessari per essere utilizzati in un impianto elettrico in luogo con pericolo di esplosione.

3.14.6 Gruppo delle apparecchiature elettriche per atmosfere esplosive

Classificazione di un'apparecchiatura elettrica in relazione all'atmosfera esplosiva per la quale è destinata.

NOTA Nella Norma, le apparecchiature elettriche per l'impiego in atmosfere esplosive sono divise in tre gruppi:

Gruppo I : apparecchiature elettriche destinate alle miniere grisoutose;

Gruppo II: (che può essere diviso in sottogruppi): apparecchiature elettriche per luoghi con atmosfera esplosiva per la presenza di gas, diversi dalle miniere con presenza di grisou (vedere 5.5);

Gruppo III: (che può essere diviso in sottogruppi): apparecchiature elettriche per luoghi con atmosfera esplosiva per la presenza di polvere (vedere 5.5).

Le Direttive Europee 94/9/CE e 2014/34/UE non prevedono il Gruppo III, per cui, anche le apparecchiature elettriche per luoghi con atmosfere esplosive per la presenza di polvere combustibile appartengono al Gruppo II, vedere le Tabelle 5.4-1, 5.4-2 e 5.4-3.

3.14.7 Massima temperatura superficiale consentita delle apparecchiature elettriche per atmosfere esplosive

Massima temperatura superficiale ammessa per l'apparecchiature perché essa non raggiunga la temperatura di accensione di alcun gas e vapore infiammabile o polvere combustibile che può essere presente nel luogo di installazione o di uso.

NOTA Per le polveri la massima temperatura superficiale consentita dipende dal tipo di polvere, dal fatto che si tratti di una nube o di uno strato, compreso il suo spessore e dall'applicazione di un fattore di sicurezza.

3.15.1 Identificazione tramite radiofrequenza RFID

Tecnologia applicata a dispositivi per la raccolta di dati che utilizza dei "tag" elettronici per l'immagazzinamento dei dati, (vedere la NOTA).

Per questi dispositivi non esiste una specifica norma di prodotto, pertanto, in relazione alle caratteristiche costruttive saranno di volta in volta utilizzate le norme di prodotto relative a diversi modi di protezione.

NOTA Il tag, noto anche come "etichetta elettronica", "transponder" o "targhetta" è costituito da un chip RFID collegato ad un'antenna. Trasmettendo in kilohertz, megahertz e gigahertz, i tag possono essere alimentati a batteria o derivare la potenza loro necessaria dalle onde a radiofrequenza provenienti dal lettore.

Applicazioni tipiche sono: dispositivi di controllo degli accessi, o del passaggio di oggetti.



**Fig. 3.15-A – Esempio di dispositivo di identificazione a radio frequenza (RFID)
Sensore RFID "Ex ia"**

3.16 Protezione "op"

3.16.1 Apparecchiature di trasmissione che utilizzano radiazioni ottiche

Apparecchiature elettriche Ex che utilizzano la radiazione ottica per la trasmissione di dati.

Le radiazioni nell'intervallo dello spettro ottico, specialmente nel caso di concentrazioni, possono diventare sorgenti di accensione.

La radiazione ottica è assorbita da superfici o particelle e le può riscaldare in modo pericoloso.

NOTA Sono escluse le radiazioni ultraviolette (UV).

Modi di protezione specifici:

- “op is” : apparecchiature che emettono radiazioni ottiche intrinsecamente sicure; , es. motori asincroni, apparecchi d'illuminazione, apparecchiature elettroniche di bassa potenza, scatole e cassette di derivazione;
- “op pr”: dispositivi di interruzione in cella chiusa , es;
- “op sh”: dispositivi ermeticamente sigillati, es. convertitore fibra ottica;

Vedere l'allegato K della norma.

3.17 Apparecchiature con modi di protezione combinati

Apparecchiature elettriche Ex con due o più modi di protezione applicati a parti diverse della stessa apparecchiatura.



**Fig. 3.17-A – Esempio di pulsantiera
"Ex de"**



**Fig. 3.17-B – Esempio di presa e spina
"Ex de"**



**Fig. 3.17-C – Esempio di quadretto di comando e segnalazione ausiliaria
"Ex de" Apparecchi "de" (componenti) e cassetta "e"**



**Fig. 3.17-D – Esempio di motore asincrono
"Ex de"**

Nella Fig. 3.17-D l'involucro del motore vero e proprio è a prova d'esplosione "d", la morsettiera è a sicurezza aumentata "e", con passanti di parete tra i due; l'ingresso dell'alimentazione è con pressacavo "e".



Fig. 3.17-E – Esempio di quadro di comando e segnalazione con modo di protezione combinato “Ex de”

Nella Fig. 3.17-E Il quadro è costituito da due parti: una cassetta a prova d'esplosione "d", che costituisce il quadro vero e proprio ed una cassetta a sicurezza aumentata "e" contenente la morsettiera di interconnessione con l'esterno; l'ingresso dell'alimentazione è con pressacavi "e"; classica soluzione di entrata indiretta.



Fig. 3.17-F – Esempio di quadretto di automazione con modo di protezione combinato “Ex e ia m”



Fig. 3.17-G – Esempio di convertitore fibra ottica-rame con modo di protezione combinato “Ex e ia op pr”

Per le figure relative agli apparecchi d'illuminazione vedere il Cap. 12.

3.18 Prodotto ATEX

Il termine "prodotto ATEX" si riferisce agli apparecchi, ai sistemi di protezione, ai dispositivi di sicurezza, ai componenti ed alle relative combinazioni destinati ad essere utilizzati in luogo con pericolo di esplosione, conformi alla Direttiva europea 94/9/CE o 2014/34/UE (direttive ATEX).

3.19 Impianti elettrici

3.19.1 Impianto elettrico

Insieme di componenti elettricamente associati al fine di soddisfare a scopi specifici e aventi caratteristiche coordinate in vista di una determinata applicazione. (IEV ref. 826-10-01 e Norma CEI 64-8, art. 21.1).

3.19.2 Progetto dell'impianto

Il progetto è il momento di ideazione dell'impianto, elemento fondamentale di garanzia per l'utente, quindi deve essere redatto per tutti gli impianti elettrici e ne deve precedere la realizzazione.

Il progetto comprende gli studi che, partendo dalla conoscenza delle prestazioni richieste nelle condizioni ambientali e di funzionamento assegnate, produce le informazioni necessarie e sufficienti per la valutazione, la realizzazione, la verifica, l'esercizio e la manutenzione, dell'impianto in conformità alla regola d'arte.

Il progetto rappresenta il mezzo fondamentale per rispondere alle attese del committente nel rispetto delle disposizioni di legge e delle norme tecniche, al fine di conseguire la sicurezza e la qualità dell'impianto. (Guida CEI 0-2).

Per quanto si riferisce all'impianto elettrico, le Norme CEI sono comprese tra "le pertinenti norme tecniche" di cui al D.Lgs 81/08, art. 81, considerate espressione della regola d'arte dal DM 37/08, art. 5.

3.19.3 Verifica

Azione che implica l'attento esame di un componente dell'impianto, eseguita senza smontarlo, oppure, se necessario, con l'aggiunta di un parziale smontaggio, completata talora da misure, al fine di raggiungere una valida conclusione sullo stato del componente stesso.

3.19.4 Verifica iniziale

Verifica di tutte le apparecchiature elettriche dei sistemi e degli impianti elettrici prima che essi vengano messi in servizio.

3.19.5 Esame a vista

Verifica che permette di identificare i difetti che sono visibili ad occhio nudo, senza l'uso di mezzi di accesso o di utensili, quali bulloni mancanti.

3.19.6 Verifica ravvicinata

Verifica che implica gli aspetti dell'esame a vista ed inoltre, identifica i difetti, quali i bulloni allentati, che possono essere rilevati solo usando mezzi di accesso, per esempio scale, ove necessario, ed attrezzi.

3.19.7 Verifica approfondita

Verifica che implica gli aspetti della verifica ravvicinata ed inoltre, identifica i difetti, quali le connessioni interne allentate, che si possono rilevare con l'apertura della custodia e/o usando, ove necessario, utensili ed apparecchi di misura.

NOTA Questa verifica comprende l'esame fisico previsto nell'Allegato C della norma, ed è eseguito con attrezzi o strumenti, a seconda del tipo di esame da effettuare.

3.19.8 Documentazione di verifica

Raccolta di documenti che dimostra la conformità delle apparecchiature e degli impianti elettrici.

3.20 Organismo competente

Con riferimento alla Norma CEI EN 60079-14, "organismo competente" è una persona o una organizzazione in grado di dimostrare un'adeguata conoscenza tecnica e le relative capacità per effettuare le necessarie valutazioni degli aspetti relativi alla sicurezza considerati.

4. Generalità

4.1 Prescrizioni generali

Facendo riferimento ai principi generali di protezione contro le esplosioni (ved. D.Lgs 81/ 08, art. 289 e Allegato L, art. 2.5), nella progettazione degli impianti, deve essere evitata, per quanto possibile, l'installazione di apparecchiature elettriche in luoghi con pericolo di esplosione al fine di evitare l'accensione di atmosfere esplosive; dove questo non sia attuabile, come ad esempio quando sia necessario, in relazione alle esigenze del processo di lavorazione o dell'esercizio o delle particolari condizioni dell'impianto (es. strumentazione di processo, motori, dispositivi di comando, apparecchi di illuminazione, prese a spina , ecc.) le apparecchiature elettriche dovrebbero essere ubicate in un luogo che richiede i requisiti inferiori.

Pertanto, quando risulta evidente che l'installazione di una apparecchiatura o un componente elettrico in zona pericolosa non è giustificata, occorre segnalarlo al datore di lavoro, perché provveda al più presto al suo spostamento

L'impianto elettrico deve rispettare le prescrizioni della Norma CEI EN 60079-14 oltre ad ogni altra eventuale prescrizione particolare e deve essere adatto al modo di protezione delle apparecchiature installate.

Quando installate in luoghi con pericolo di esplosione, le apparecchiature e i componenti elettrici devono:

- avere i requisiti di sicurezza idonei;
- rispondere alle relative norme di prodotto e, quando è richiesta una protezione addizionale per rispettare altre condizioni ambientali, ad esempio, la protezione contro l'ingresso di acqua e la resistenza alla corrosione. Il metodo utilizzato non deve interessare negativamente l'integrità dell'apparecchiatura;
- essere utilizzati entro i propri dati nominali di potenza, corrente, frequenza, servizio di utilizzazione previsto, influenze esterne, temperatura ambiente e delle altre caratteristiche dove la non conformità può compromettere la sicurezza dell'impianto; in particolare, deve essere accertato che la tensione e la frequenza siano adeguate al sistema di alimentazione utilizzato per l'apparecchiatura e che la classificazione della temperatura massima o della classe di temperatura sia stata stabilita per la corretta tensione, frequenza, temperatura ambiente;
- essere adatti alle condizioni ambientali previste; gli eventuali provvedimenti adottati per la protezione contro particolari condizioni ambientali non devono alterarne i requisiti di sicurezza;
- essere installati in modo da consentire un facile accesso per la verifica e la manutenzione; ovunque possibile, le targhe devono essere "ben visibili" per una facile lettura dei dati.
- Le apparecchiature ed i componenti elettrici utilizzati in luoghi con pericolo di esplosione sono generalmente progettati per le tensioni normalizzate in conformità alla Norma CEI EN 60038 (CEI 8-12). Se la tensione di alimentazione è diversa da dette tensioni normalizzate, essi devono essere adeguatamente scelti e certificati.

Le apparecchiature e i sistemi utilizzati in circostanze eccezionali, quali per esempio: ricerca, sviluppo, impianti pilota, per i quali non sono disponibili modi di protezione contro l'esplosione, non sono tenuti a soddisfare le prescrizioni della norma, purché l'impianto sia sotto la supervisione documentata di una persona o organizzazione competente (*Competent body*) e siano adottate, una o più delle misure seguenti:

- misure per impedire la presenza di atmosfere esplosive;
- misure per mettere fuori tensione le apparecchiature prima che l'atmosfera diventi esplosiva;
- misure per assicurare che le persone, gli animali e le cose non siano danneggiate dall'eventuale incendio o esplosione.

4.2 Documentazione

Nei luoghi con pericolo di esplosione, l'impianto elettrico deve rispettare le prescrizioni della Norma CEI EN 60079-14, nonché le indicazioni della presente guida.

Per assicurare quanto sopra, per ogni impianto deve essere preparata la documentazione tecnica comprendente:

- la documentazione di progetto, ved. 4.2.1 e 4.2.2;
- la documentazione dell'installatore, ved. 4.2.3;
- la "documentazione di verifica" (fascicolo) costituita, in una prima fase, dalla documentazione di cui agli articoli 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3 e, successivamente, anche dai documenti relativi alle verifiche eseguite per tutta la vita dell'impianto: verifiche di legge (ASL/ARPA o altri organismi abilitati) e verifiche ai fini della manutenzione.

NOTA Gli impianti elettrici presenti nelle zone classificate 0, 1, 20, 21 sono soggetti a omologazione e successive verifiche periodiche ai sensi del DPR 462/01 artt. 5,6,7 e DLgs 81/08 art. 296.

La documentazione dovrebbe essere tenuta sul posto. È ammesso conservarla altrove, ma in questo caso, presso l'impianto deve essere lasciato un documento indicante chi sia il proprietario o i proprietari e dove siano conservate tali informazioni così che, quando necessario, si possa disporre adeguatamente (es. averne delle copie).

La documentazione può essere prodotta su supporto cartaceo e/o elettronico (scelta da concordare con il committente e le autorità preposte).

Tutti gli impianti elettrici devono essere "progettati", come stabilito dal DM 37/08 e dal D.Lgs. 81/08.

La definizione dei requisiti di sicurezza contro le esplosioni deve far parte dell'attività di progettazione dell'impianto elettrico.

I luoghi con pericolo di esplosione rientrano tra gli ambienti soggetti a normativa specifica del CEI; pertanto, il progetto di nuovi impianti elettrici, delle loro trasformazioni e ampliamenti deve essere redatto da professionisti iscritti ad un albo professionale ai sensi del DM 37/08.

I nuovi impianti elettrici, le trasformazioni e gli ampliamenti di impianti esistenti, nonché la manutenzione straordinaria, devono essere realizzati da imprese installatrici con i requisiti previsti dal DM 37/08.

4.2.1 Dati di progetto

I dati di progetto sono le informazioni occorrenti per sviluppare il progetto dell'impianto elettrico, quindi, devono essere fornite al progettista dell'impianto elettrico prima di iniziare la specifica attività di progettazione che li utilizza.

Per la definizione dei dati, il progettista elettrico può collaborare sulla base delle sue conoscenze, esperienze e valutazioni.

I dati di progetto, devono essere riportati nella documentazione di progetto dell'impianto elettrico (relazione tecnica o relazione specialistica) per giustificare le scelte progettuali.

Oltre ai dati di progetto di carattere generale e quelli specifici per l'impianto elettrico, per i quali si rimanda alla Guida CEI 0-2, sono necessarie le seguenti informazioni.

Con riferimento al luogo:

- a) documenti di classificazione dei luoghi con tipi di zone e le altre informazioni previste (es. zona 2 IIB T3, oppure per le polveri, zona 22 IIIC T 230°C, ecc.).
- b) eventuali indicazioni oggetto del documento sulla protezione contro le esplosioni DPE relative ai livelli di protezione delle apparecchiature da impiegare nei diversi tipo di zone pericolose, ved. il Decreto Legislativo 4 aprile 2008, n. 81 e il DM 30 agosto 2015 di cui al par. 2.1 della presente guida.
- c) influenze esterne e condizioni ambientali (es. temperature, pressione, clima, atmosfere saline o corrosive, sollecitazioni meccaniche, termiche, vibrazioni, umidità, agenti chimici, ecc.). Dati riportati nelle specifiche di acquisto dei componenti in quanto la scelta dei materiali è fondamentale. Il degrado dei materiali può influire sulla tenuta del livello di sicurezza, ved. Appendice GB.

4.2.2 Documentazione di progetto

La documentazione del progetto elettrico, indipendentemente dalla presenza o meno di luoghi con pericolo di esplosione, deve generalmente comprendere almeno quanto segue.

- a) Relazione generale (criteri utilizzati per le scelte progettuali esecutive, norme di riferimento, dati di progetto di cui in 4.2.1).
- b) Relazione specialistica (consistenza e la tipologia dell'impianto elettrico, istruzioni di installazione derivanti dal progetto dell'impianto).
- c) Elaborati grafici attinenti al progetto (schemi, identificazione dei circuiti elettrici, planimetrie, percorsi delle condutture, dettagli di installazione, ecc.).
- d) Calcoli esecutivi (relazione illustrativa), tabelle, diagrammi di coordinamento protezioni, ecc.
- e) Piano (programma) di verifica ed eventualmente di manutenzione; nonché le eventuali istruzioni di sicurezza per l'esercizio legate alle scelte progettuali.
- f) In presenza di luoghi con pericolo di esplosione, la documentazione sopra indicata deve essere integrata come segue:
- g) Informazioni relative all'adeguatezza delle apparecchiature per la zona e l'ambiente di installazione (ved. CEI EN 60079-0, Istruzioni).
- h) Documenti descrittivi dei sistemi a sicurezza intrinseca Ex i.
- i) Elenco e copia dei certificati degli esami CE o UE del tipo dove sia indicata una "X" dopo il numero del certificato, solo nei casi in cui il progettista sia coinvolto nell'attività di acquisto delle apparecchiature, componenti, ecc.
- j) I criteri di selezione delle modalità di ingresso dei cavi nelle apparecchiature Ex per i diversi modi di protezione.
- k) Dettagli ed eventuali calcoli relativi alle necessità di energia, aria di ventilazione, pressurizzazione, lavaggio, ecc. per strumenti, cabine analizzatori e locali.
- l) Indicazioni sulle modalità di esecuzione della verifica iniziale, di cui all'Allegato C della Norma CEI EN 60079-14, riportata nell'Appendice GA.
- m) Documentazione attestante i "requisiti tecnico-professionali" dei progettisti (ved. 4.5).

Per la definizione dei tipi e dei contenuti dei documenti di progetto si rimanda alla Guida CEI 0-2.

4.2.3 Documentazione dell'installatore (impresa installatrice)

La documentazione dell'installatore (impresa installatrice), per attestare la conformità delle apparecchiature e degli impianti elettrici alla regola d'arte, deve generalmente comprendere quanto segue:

- a) documentazione (fascicolo) relativa alla "verifica iniziale" eseguita dall'installatore, con esito positivo, prima della messa in servizio dell'impianto, comprendente anche, ove esistente, il programma relativo; la documentazione deve contenere un elenco delle verifiche eseguite per tutti i componenti dell'impianto ed i risultati ottenuti (eventuali valori misurati, valutazioni, ecc.), ved. 4.3;
- b) istruzioni dei fabbricanti per l'uso, la verifica ed eventualmente la manutenzione e la riparazione, con l'indicazione delle parti i ricambio;
- c) elenco e copia dei certificati degli esami CE o UE del tipo dove sia indicata una "X" dopo il numero del certificato;
- d) eventuali dichiarazioni di costruttori oppure di persone o organismi competenti (Competent body), per l'uso di apparecchiature non Ex, ved. 4.1.
- e) dichiarazione di conformità dell'impianto elettrico alla Regola d'arte ai sensi del DM 37/08 con i relativi allegati.
- f) documentazione attestante i "requisiti tecnico-professionali" dell'impresa (ved. 4.5);
- g) dichiarazioni di Conformità CE o UE per le apparecchiature, rilasciate dai fabbricanti e o loro rappresentante nella UE.

Con riferimento alla Norma CEI EN 60079-14, par. 4.2 e Allegato C, l'installatore (impresa installatrice) deve fornire la documentazione (fascicolo) sui risultati della "verifica iniziale" o "verifica di conformità" eseguita prima della messa in servizio dell'impianto.

La documentazione deve essere preparata sulla base delle Tabelle (schede) riguardanti la verifica iniziale, di cui all'Appendice GA.

Per evitare problemi, sarebbe bene richiederlo nel contratto di appalto.

4.3 Verifica iniziale (verifica di conformità)

Ogni impianto elettrico, prima di essere messo in servizio deve essere sottoposto a verifiche, per le quali è opportuno preparare un piano o programma. Al termine delle verifiche deve essere preparata la documentazione relativa alla "Verifica Iniziale" di cui in 4.2.3 e 3.19.4.

La "verifica iniziale" è quella eseguita ad impianto ultimato e prima della messa in servizio, prevista dalle disposizioni legislative vigenti, al fine di:

- valutarne la rispondenza ai requisiti di sicurezza e funzionalità indicati nel progetto, nelle disposizioni legislative e nelle norme tecniche applicabili;
- verificare che siano installati apparecchi, componenti e materiali del tipo e prestazioni adeguati, secondo le indicazioni del progetto, costruiti a regola d'arte, adatti al luogo di installazione (Prodotti ATEX ove necessari) e nel rispetto della documentazione del fabbricante.

La verifica iniziale, considerando gli scopi sopra indicati, deve essere *approfondita* (ved. 3.19.4 e 3.19.7) ed eseguita su tutti i componenti dell'impianto.

La verifica iniziale consta di tre momenti:

- esame della documentazione di progetto di cui in 4.2.2;
- esecuzione della Verifica iniziale (o di conformità), ved. l'Appendice GA e, per i sistemi di riscaldamento con cavi scaldanti, ved. anche l'Allegato F della norma;
- preparazione della documentazione (fascicolo) sui risultati della Verifica iniziale (o di conformità) che, solo con esito positivo, consentirà la messa in esercizio dell'impianto.

La verifica iniziale è definita nel DPR 462/01 Verifica di conformità. In Italia tale verifica è eseguita dall'installatore (impresa installatrice).

Il compito all'installatore non è attribuito dalla Norma CEI EN 60079-14, ma dal DPR 462/01 Capo III, art. 5, che dice:

1. *la messa in esercizio degli impianti in luoghi con pericolo di esplosione non può essere effettuata prima della verifica di conformità rilasciata al datore di lavoro ai sensi del comma 2.*
2. *tale verifica è effettuata dallo stesso installatore dell'impianto, il quale rilascia la dichiarazione di conformità ai sensi della normativa vigente.*

NOTA Si ricorda ancora che gli impianti elettrici presenti nelle zone classificate 0, 1, 20, 21 sono soggetti anche a omologazione e successive verifiche periodiche ai sensi del DPR 462/01 artt. 5,6,7 e DLgs 81/08 art. 296.

Per procedere alla "Verifica iniziale" è necessario disporre della documentazione di cui 4.2.2.

Sarebbe opportuno che, prima dell'installazione, tutti i componenti dell'impianto elettrico (es. apparecchiature, macchine, apparecchi di illuminazione, dispositivi comando, prese a spina, cassette, ecc.) fossero sottoposti ad un esame visivo volto ad accertare la loro idoneità e l'assenza di danni, al fine di evitarne l'installazione che richiederebbe poi il loro smontaggio e sostituzione o riparazione.

I contrassegni e le targhe devono essere "ben visibili" per una facile lettura dei dati in essi contenuti durante tutta la vita dell'impianto.

I contrassegni e le targhe sono l'elemento di collegamento tra un componente dell'impianto e la documentazione che lo riguarda (es. catalogo del fabbricante, istruzioni per l'uso, certificati, ecc.); le informazioni in essi riportate consentono, tra l'altro, di verificare l'adeguatezza del modo di protezione contro le esplosioni in relazione al tipo di zona pericolosa e alle sostanze presenti nel luogo (es. IIB T3); si consiglia pertanto, dopo l'effettuazione della "Verifica iniziale", di proteggerli dalle sollecitazioni ambientali e dai danneggiamenti mediante adeguata copertura facilmente asportabile e ripristinabile (es. nastro adesivo).

4.4 Accertamento della conformità dell'apparecchiatura

4.4.1 Apparecchiature con certificati di conformità alle norme IEC o CENELEC

Nell'Unione Europea e nell'area EFTA (*European Free Trade Association*) non è ammessa la vendita e/o l'installazione di apparecchiature che non siano conformi alla Direttiva Europea 94/9/CE o alla 2014/34/UE, provviste di quanto segue.

a) *Per le apparecchiature di categoria 1 e 2 (EPL Ga e Gb oppure Da e Db):*

- Certificato di esame CE o UE del tipo, in conformità alla Direttiva Europea 94/9/CE o alla 2014/34/UE, o di Verifica di Unico Prodotto, rilasciato da un Organismo Notificato;
- Dichiarazione di conformità CE o UE rilasciata dal fabbricante o dal suo mandatario;
- Marcatura: **CE** *nn*  , dove: *nnnn* è il numero di identificazione dell'Organismo Notificato incaricato della sorveglianza della produzione.

b) *Per le apparecchiature di categoria 3 (EPL Gc oppure Dc):*

- Dichiarazione di conformità CE o UE rilasciata dal fabbricante o dal suo mandatario;
- Marcatura: **CE**  .

NOTA Le apparecchiature di Categoria 3 possono essere oggetto di un Certificato di Esame del Tipo o di Verifica di Unico Prodotto, su base volontaria.

La Dichiarazione di conformità CE o UE è tradotta nella lingua o nelle lingue richieste dallo Stato membro nel quale l'apparecchiatura (prodotto) è immessa o messa a disposizione sul mercato.

Oltre a quanto sopra, la Direttiva 2014/34/UE, art. 6.8 impone al fabbricante di fornire le istruzioni e le informazioni sulla sicurezza in una lingua facilmente comprensibile agli utenti finali, come stabilito dallo Stato membro interessato. Tali istruzioni e informazioni sulla sicurezza, al pari di qualunque etichettatura, devono essere chiare, comprensibili e intelligibili.

Nell'Unione Europea e nell'area EFTA le norme CENELEC, se armonizzate con le Direttive suddette, rappresentano la regola d'arte e forniscono presunzione di conformità ai requisiti essenziali delle Direttive stesse.

Il rispetto delle norme CENELEC non armonizzate, peraltro sempre più rare, oppure delle norme IEC, qualora siano recepite con modifiche dalle Norme CENELEC armonizzate, non è condizione sufficiente per la vendita e/o l'installazione nell'Unione Europea e nell'area EFTA (ved. 4.5).

I certificati di esame CE o UE del tipo, redatti come indicato nella direttiva 94/9/CE oppure 2014/34/UE, devono contenere almeno le seguenti informazioni:

- 1) numero di certificato;
- 2) data di emissione;
- 3) nome e numero di identificazione dell'Organismo Notificato che lo ha emesso;
- 4) nome del fabbricante (costruttore);
- 5) tipo o serie costruttiva dell'apparecchiatura;
- 6) marcatura ATEX secondo la Direttiva di riferimento (ved. 2.1), seguita dai contrassegni secondo le norme EN della serie 60079;
- 7) i limiti di temperatura ambiente di riferimento;
- 8) le norme EN applicabili e la loro edizione (o revisione);
- 9) limiti di impiego e di installazione (se previsti).

La dichiarazione CE o UE di conformità deve citare le edizioni vigenti delle norme cui fa riferimento.

NOTA Si ricorda che la dichiarazione di conformità deve riguardare tutte le direttive applicabili ed elencarle.

Occorre prestare attenzione all'assemblaggio di più prodotti ATEX (ved. 3.18):

- si è in presenza di un "assieme" quando l'assemblaggio dei prodotti ATEX origina un prodotto che è immesso sul mercato sotto forma di singola unità funzionale, opportunamente marcato, nonché accompagnato da istruzioni per l'uso e dichiarazione CE o UE di conformità;
- si è in presenza di un "impianto" quando l'assemblaggio è fatto da un installatore il quale, a seguito della verifica iniziale, rilascia la dichiarazione di conformità alla regola d'arte.

4.4.2 Apparecchiature senza certificati di conformità alle norme IEC o CENELEC

La norma regola anche l'utilizzo di apparecchiature che "non siano disponibili in conformità alle norme IEC o CENELEC" ad esse applicabili (solo in casi eccezionali e con procedura specifica).

Si rammenta che, **nell'Unione Europea, non è ammessa la vendita o l'installazione di apparecchiature Ex che non siano conformi a quanto indicato in 4.4.1.**

Le apparecchiature Ex provenienti da Paesi extraeuropei, anche se rispondenti alle Norme del Paese di origine, devono comunque rispondere alle prescrizioni delle Direttive di cui in 4.4.1.

4.4.3 Selezione di apparecchiature riparate, usate (di seconda mano), esistenti (in servizio), parti di ricambio

Nello sviluppo di questo argomento sono state liberamente utilizzate le definizioni di cui alla Guida alla Direttiva 94/9/CE.

4.4.3.1 Apparecchiature riparate

Per apparecchiature riparate si intendono quelle la cui funzionalità è stata ripristinata in seguito ad un difetto senza l'aggiunta di nuove caratteristiche o eventuali altre modifiche.

Poiché ciò avviene dopo l'immissione sul mercato e l'apparecchiatura non è destinata alla vendita "come nuova", la direttiva ATEX 94/9/CE o la 2014/34/UE non si applicano.

Ai fini della presente Guida sono analoghe alle apparecchiature riparate (ved. NOTA 1):

- apparecchiature revisionate o rimesse a nuovo cioè usate già presenti sul mercato ed utilizzate nell'UE, le cui prestazioni si sono tuttavia modificate nel tempo (a causa di vetustà, obsolescenza, ecc.) e che sono state modificate in modo tale da essere ripristinati. Il caso di prodotti il cui aspetto esteriore è stato modificato e migliorato mediante un intervento di tipo cosmetico o estetico dopo essere stati immessi sul mercato e messi in servizio, costituisce una forma particolare di rimessa a nuovo mirante a ripristinare l'aspetto esteriore del prodotto (ved. NOTA 2), se ciò avviene senza modifiche sostanziali.
- apparecchiature riconfigurate, cioè usate già presenti sul mercato ed utilizzati nell'UE, ma la cui configurazione è stata modificata mediante l'aggiunta o l'eliminazione di una o più parti (componenti, sub-unità come schede o moduli di tipo "plug-in", ecc.), se ciò avviene senza modifiche sostanziali.

Non si esclude che le norme nazionali degli Stati membri relative all'ambiente di lavoro possano prevedere anche qualche forma di valutazione della apparecchiature riparate, revisionate o riconfigurate.

Per la riparazione, revisione, ripristino e riconfigurazione delle apparecchiature è innanzitutto applicabile la Norma CEI EN 60079-19. Le attività richieste da questa Norma non devono alterare i requisiti di sicurezza originali delle apparecchiature stesse.

Si applica la direttiva 94/9/CE o la 2014/34/UE quando avvengono sostanziali modifiche, cioè modifiche che influiscono su uno o più requisiti essenziali di sicurezza e salute (es. la temperatura) o sull'integrità di una protezione.

NOTA 1 Nel presente capitolo, le espressioni "revisionato" e "rimesso a nuovo", nonché "revisione" e "rimessa a nuovo" vengono usate in modo intercambiabile.

NOTA 2 Ciò può comportare una modifica delle caratteristiche elettrostatiche. L'impiego di materiali diversi o dimensioni d'ingombro diverse del prodotto potrebbero modificarne negativamente le prestazioni in presenza di atmosfera esplosiva. Ad esempio, un contenitore in materiale plastico potrebbe fornire una protezione elettrostatica molto inferiore rispetto ad un contenitore in metallo.

NOTA 3 All'interno del sistema di certificazione IECEx è prevista una particolare procedura di certificazione dei soggetti che svolgono le attività di riparazione, revisione e ripristino delle apparecchiature. L'adesione al sistema di certificazione è volontario.

4.4.3.2 Apparecchiature usate

Le apparecchiature usate, importate per la prima volta nell'UE dopo il 30 giugno 2003, anche se rispondenti alle Norme tecniche del Paese di origine, devono comunque essere conformi alla direttiva 94/9/CE o alla 2014/34/UE.

4.4.3.3 Apparecchiature esistenti (in servizio)

Alle apparecchiature esistenti ed in servizio alla data del 30 giugno 2003, non si applica la direttiva 94/9/CE, purché siano state commercializzate ed utilizzate in conformità alle norme vigenti alla data di installazione e non siano state modificate in modo tale da incidere negativamente sulle loro caratteristiche di salute e sicurezza.

Ad esempio, apparecchiature aventi il marchio distintivo comunitario , installate in impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione per gas o vapori infiammabili (Classe 1), progettati e realizzati in conformità alla Norma CEI 64-2, rispettano generalmente il criterio di cui sopra.

Rispettano il criterio di cui sopra anche apparecchiature certificate in conformità a Norme nazionali (es. CEI 31-1:1969).

NOTA Si ricorda che nel foglio CEI di Ab 64-2/2A è riportata la frase "Si precisa infine che gli impianti elettrici già realizzati secondo la Norma CEI 64-2 sono ritenuti egualmente idonei agli effetti della sicurezza rispetto a quelli realizzati secondo la nuova Norma CEI EN 60079-14 (CEI 31-33)"

In ogni caso per tutti gli impianti in servizio alla data del 30 giugno 2003, il datore di lavoro deve effettuare una valutazione del rischio esplosione richiesto dalla Direttiva 1999/92/CE (D.Lgs. 81/08 Titolo XI), che comporta anche una valutazione dell'idoneità delle apparecchiature esistenti.

4.4.3.4 Parti (pezzi) di ricambio

Si tratta di parti destinati a sostituire un pezzo difettoso o usurato di un prodotto precedentemente immesso sul mercato dell'UE o messo in servizio. La sostituzione di un pezzo di ricambio rappresenta un tipico intervento di riparazione.

Il fabbricante del pezzo di ricambio non è solitamente tenuto a conformarsi alla direttiva 94/9/CE o alla 2014/34/UE, a meno che il pezzo di ricambio non costituisca un apparecchio o un componente ai sensi della direttiva stessa. In tal caso, tutti gli obblighi previsti dalla direttiva dovranno essere ottemperati.

Se il fabbricante del pezzo di ricambio originale offre, in sostituzione, un pezzo nuovo e diverso dal precedente (a causa del progresso tecnico, della cessata produzione del pezzo vecchio, ecc.), che viene utilizzato per la riparazione, non è necessario che il prodotto riparato (sempreché non avvenga alcuna modifica sostanziale del prodotto riparato) sia in quel momento conforme alla direttiva 94/9/CE o alla 2014/34/UE in quanto esso non è destinato ad essere immesso sul mercato e messo in servizio.

4.4.4 Contrassegno e Marcatura

Il contrassegno è l'insieme delle indicazioni da apporre sulle apparecchiature elettriche Ex, sui componenti Ex e sulle apparecchiature elettriche associate, a mezzo di targhe o incisioni (a rilievo od incavo ricavato direttamente da fusione).

Esso deve contenere almeno le seguenti informazioni:

- nome e indirizzo del costruttore (fabbricante);
- denominazione commerciale registrata o marchio registrato e indirizzo del fabbricante (costruttore);
- designazione della serie o del tipo, numero di lotto o di serie (se esiste);
- anno di costruzione (fabbricazione);
- marcatura CE o UE seguita dal numero di identificazione dell'organismo notificato incaricato della sorveglianza;
- marcatura specifica di protezione contro le esplosioni, seguita dal simbolo del gruppo e della categoria di prodotto, esempio: Ex II 2 D;
- sigla d'identificazione dell'esecuzione di sicurezza;
- lettera X o U, dopo gli estremi del certificato (eventuale);
- indicazione specifica del modo di protezione secondo la norma EN 60079-0 (CEI 31-70), seguita dal Gruppo e sottogruppo, nonché dal Livello di protezione (EPL), esempi: Ex tb IIIC 120°C Db;
- dati di targa previsti dalle norme specifiche;
- ove necessario, altre indicazioni per l'impiego

Tabella 4.4-1 – Marcatura specifica (non completa) di apparecchiature adatte solo per gas infiammabili o solo per polveri combustibili

Direttiva 94/9/CE o 2014/34/UE				CEI EN 60079-0 Modo di protezione e livello di protezione (EPL)
CE	0722	Ex	II 2G	Ex eb IIB T4 Gb
CE	0722	Ex	II 2D	Ex tb IIIC T120°C Db
CE	-	Ex	II 3G	Ex nA IIC T3 Gc

4.5 Qualificazione del personale

La progettazione dell'impianto, la selezione delle apparecchiature e la realizzazione dell'impianto, trattati dalla Norma CEI EN 60079-14, devono essere effettuate solo da organizzazioni con personale qualificato la cui conoscenza, abilità e competenza abbiano previsto la conoscenza delle varie tecniche dei modi di protezione delle apparecchiature, le buone prassi di installazione e le relative regole e principi generali della classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione.

La competenza delle persone deve essere pertinente all'attività svolta e basata su una formazione continua ed adeguata, ripetuta con regolarità, come previsto dall'Allegato A della norma.

In particolare per i ruoli di Responsabile e Personale tecnico con funzioni esecutive, è opportuno che le persone siano adeguatamente formate in relazione alle attività svolte, ed abbiano esperienza in merito a:

- i principi generali della classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione (Norma CEI EN 60079-10-1 e 60079-10-2) nonché capacità di comprendere ed interpretare la documentazione relativa;
- le norme relative alla protezione contro le esplosioni, in particolare:
- UNI EN 1127-1;
 - CEI EN 60079-0 e norme dei vari modi di protezione;
 - CEI EN 60079-14, CEI EN 60079-17 e CEI EN 60079-19.

Per i dettagli su ruoli, qualifiche e competenze, si rinvia all'Allegato A della Norma CEI EN 60079-14.

Per le imprese installatrici di impianti elettrici si segnala anche la Specifica tecnica CEI EN TS 50349:2008 che riguarda la procedura normalizzata di qualificazione inclusi gli impianti in luoghi con pericolo di esplosione (Tabella 1 attività E1 della specifica stessa). Tale Specifica riporta le definizioni, i criteri, le procedure applicative e di valutazione, nonché la relativa documentazione, riferiti ad un sistema di qualificazione di imprese installatrici di impianti elettrici incluso il montaggio e la fornitura di apparecchiature.

NOTA 1 Il DECRETO DEL MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO 22 gennaio 2008, n. 37 *Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici all'Art. 5, comma 2 "Progettazione degli impianti" dice:*

Il progetto per l'installazione, trasformazione e ampliamento, è redatto da un professionista iscritto agli albi professionali secondo le specifiche competenze tecniche richieste, nei seguenti casi:

omissis)

d) impianti elettrici relativi ad unità immobiliari provviste, anche solo parzialmente, di ambienti soggetti a normativa specifica del CEI, in caso di locali adibiti ad uso medico o per i quali sussista pericolo di esplosione o a maggior rischio di incendio, nonché per gli impianti di protezione da scariche atmosferiche in edifici di volume superiore a 200 m³.

NOTA 2 Vedere anche il D.Lgs 81/08 Allegato L, art. 2.8.

NOTA 3 Il DECRETO DEL MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO 22 gennaio 2008, n. 37 *Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici (Pubblicato in Gazzetta Ufficiale n. 61 del 12/03/2008, all'Art. 3, comma 1 "Imprese abilitate" dice:*

Le imprese, iscritte nel registro delle imprese di cui al DPR. 7 dicembre 1995, n. 581 "Regolamento di attuazione dell'art. 8 della L. 29 dicembre 1993, n. 580, in materia di istituzione del registro delle imprese di cui all'art. 2188 del codice civile" (Pubblicato nella Gazzetta Ufficiale 3 febbraio 1996, n. 28, Supplemento Ordinario) e successive modificazioni, di seguito registro delle imprese, o nell'Albo provinciale delle imprese artigiane di cui alla legge 8 agosto 1985, n. 443, di seguito albo delle imprese artigiane, sono abilitate all'esercizio delle attività di cui all'articolo 1 (comprendente gli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione), se l'imprenditore individuale o il legale rappresentante ovvero il responsabile tecnico da essi preposto con atto formale, è in possesso dei requisiti professionali di cui all'articolo 4.

5. Scelta delle apparecchiature (Escluse le condutture)

5.1 Informazioni necessarie

Per la scelta di apparecchiature elettriche adatte per i luoghi con pericolo di esplosione è necessaria la "documentazione di progetto" di cui in 4.2.2 e sono necessarie le seguenti informazioni:

- a) classificazione dei luoghi pericolosi per gas, vapori o polveri, comprese, dove applicabili, le informazioni per la definizione dei requisiti di sicurezza contro le esplosioni delle apparecchiature, ved. 5.3, ed in particolare:

per i gas o vapori infiammabili le informazioni per la definizione dei requisiti di sicurezza contro le esplosioni delle apparecchiature contenute nella documentazione di classificazione dei luoghi sono:

- il gruppo e sottogruppo della sostanza (es. IIB);
- temperatura di accensione o classe di temperatura della sostanza (T);
- l'EPL (eventuale, ved. 5.3);

per le polveri combustibili le informazioni per la definizione dei requisiti di sicurezza contro le esplosioni delle apparecchiature contenute nella documentazione di classificazione dei luoghi sono:

- il gruppo e sottogruppo della polvere (es. IIIB);
- temperatura di accensione della nube di polvere (T_{cl});
- temperatura di accensione degli strati di polvere (T_i) ove previsti; [ved. nota]
- energia minima di accensione della nube di polvere (MIE);
- limite inferiore di esplosività (LEL);
- contenuto di umidità, (ved. 5.9);
- dimensione delle particelle (distribuzione granulometrica e grandezza media delle particelle);
- l'EPL (eventuale, ved. 5.3);

NOTA Sarebbe opportuno che nei documenti di classificazione dei luoghi, invece della temperatura di accensione della nube di polvere (T_{cl}) e della temperatura di accensione degli strati di polvere (T_i) ove previsti fosse indicata la "Temperatura massima superficiale delle apparecchiature (T_{max}).

- b) utilizzazione prevista dell'apparecchiatura;

- c) influenze esterne e temperatura ambiente.

5.2 Zone pericolose

I luoghi con pericolo d'esplosione sono classificati in zone. La suddivisione in zone non tiene conto delle conseguenze potenziali di un'esplosione.

NOTA 1 Le edizioni della Norma CEI EN 60079-14 precedenti all'edizione del 2010 (IEC quarta edizione del 2007), conferivano concetti di protezione alle zone, su basi statistiche, secondo cui maggiore è la frequenza di accadimento di un'atmosfera esplosiva, maggiore è il livello di sicurezza richiesto contro la possibilità che si origini una sorgente d'accensione.

NOTA 2 La nota 1 è riportata dalla norma. Per quanto si riferisce alla Nota 1, si ricorda che nelle Norme CEI EN 60079-10-1 e CEI EN 60079-10-2 è detto che la classificazione dei luoghi (suddivisione in zone) può essere fatta con il metodo convenzionale illustrato nelle norme stesse, ma anche con metodi diversi che possono evolvere nel tempo con l'uso di strumenti sempre più sofisticati ma il risultato di questa valutazione dovrebbe tradursi sempre nella definizione dei tipi di zone indicate nella documentazione di classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione.

Nei luoghi con presenza di sostanze infiammabili o polveri combustibili in cui il sistema di contenimento delle stesse (impianto di lavorazione o deposito) è privo di sorgenti di emissione, è idoneo l'impianto elettrico eseguito secondo la normativa generale impianti, ad esempio Norma CEI 64-8; peraltro, in considerazione della presenza delle sostanze infiammabili, deve essere verificato se esistono i presupposti per considerare detti luoghi in tutto o in parte ambienti a maggior rischio in caso d'incendio (Norma CEI 64-8 Parte 7 Sezione 751).

5.3 Relazione tra i livelli di protezione delle apparecchiature (EPL) e le zone pericolose

Salvo diversamente indicato nel "*Documento sulla protezione contro le esplosioni*", per la scelta livello di protezione delle apparecchiature (EPL) in base al tipo di zona presente nel luogo di installazione, sia per gas o vapori infiammabili, sia per polveri combustibili, valgono le informazioni seguenti.

Quando nei documenti di classificazione dei luoghi non è indicato l'EPL la scelta dell'EPL deve essere effettuata secondo la Tabella 5.3-1.

Quando nei documenti di classificazione dei luoghi è indicato l'EPL la scelta dell'EPL deve essere effettuata rispettando quanto indicato in detti documenti.

Tabella 5.3-1 – Relazione tra i livelli di protezione delle apparecchiature (EPL) e le zone pericolose

Sostanze	Zona	Livelli di protezione delle apparecchiature (EPLs)
Gas o vapori infiammabili	0	"Ga"
	1	"Ga" o "Gb"
	2	"Ga", "Gb" o "Gc"
Polveri combustibili	20	"Da"
	21	"Da" o "Db"
	22	"Da", "Db" o "Dc"

In alternativa alla relazione tra EPL e zone indicata in Tab. 5.3-1, gli EPL possono essere determinati in base al rischio, ad es. prendendo in considerazione le conseguenze di un'accensione. Questo può, in alcune circostanze, portare ad un EPL maggiore oppure consentire un EPL inferiore rispetto a quello indicato in Tab. 5.3-1. Vedere le Norme CEI EN 60079-10-1 e CEI EN 60079-10-2.

L'uso di EPLs diversi da quelli della Tabella 5.3-1 basato sulla valutazione dell'entità dei *probabili effetti dell'esplosione (danni)* deve essere considerata molto attentamente, perché nella generalità dei casi è di difficile determinazione. Le zone pericolose originate dalle singole SE si possono sovrapporre tra loro e le apparecchiature (potenziali sorgenti d'innescio) possono essere interessate contemporaneamente da più di una zona pericolosa; alcune possono avere emissioni con volume di atmosfera esplosiva che, se esplose, crea danni LIEVI, altre GRAVI, altre GRAVISSIMI, per cui, in generale è impraticabile la definizione dell'EPL delle apparecchiature basato *sull'entità dei probabili effetti dell'esplosione (danni)*.

NOTA Nella Guida alla Direttiva 1999/92/CE, art. 2 "*Valutazione dei rischi di esplosione*" è scritto: Nel processo di valutazione del rischio di esplosione, la considerazione dei probabili effetti è di significato secondario, poiché nel caso di un'esplosione ci si deve aspettare sempre un'elevata dimensione del danno, che può estendersi da notevoli danni alle cose fino a ferimenti e morti.

Nella protezione contro le esplosioni, la prevenzione di atmosfere esplosive è prioritaria rispetto all'esame quantitativo dei rischi.

Si consiglia pertanto di limitare l'uso di EPLs diversi da quelli della Tabella 5.3-1 a specifici casi per i quali sia documentata la motivazione (es. una specifica apparecchiatura utilizzata in modo da assicurare che essa, nelle condizioni di utilizzazione prevista, non è una SE).

Con riferimento alla frase tratta dalla norma: *Quando nei documenti di classificazione dei luoghi è indicato l'EPL la scelta dell'EPL deve essere effettuata rispettando quanto indicato in detti documenti* e considerando che il datore di lavoro, incaricato dalla legge (D.Lgs. 81/08) ad effettuare la valutazione del rischio di esplosione, ha la facoltà di scegliere nel "Documento sulla protezione contro le esplosioni" livelli di protezione delle apparecchiature (EPL) diversi da quelli indicati nella Tabella 5.3-1, per evitare errori sarebbe opportuno se non indispensabile uno stretto coordinamento tra il tecnico preposto alla Classificazione dei luoghi (incaricato dal datore di lavoro) ed il datore di lavoro stesso.

Si ricorda comunque che il progettista dell'impianto elettrico deve assumere l'informazione relativa all'EPL come "dato di progetto", pertanto gli deve essere nota prima di sviluppare le attività di progettazione che la utilizzano (ved. l'art. 4.2.1 e la Guida CEI 0-2, art. 2.3 "Dati di progetto").

5.4 Scelta delle apparecchiature Ex in base al loro livello di protezione, il loro modo di protezione e le zone pericolose

5.4.1 Generalità

Per gli impianti nuovi o l'uso di apparecchi nuovi, deve essere verificata la conformità delle apparecchiature con quanto indicato nel par. 4.4.

La Norma CEI EN 60079-14 distingue le apparecchiature per luoghi diversi dalle miniere con possibile presenza di grisou in:

- Gruppo II: Apparecchiature per luoghi con gas o vapori infiammabili;
- Gruppo III: Apparecchiature per luoghi con polveri combustibili;

e attribuisce ad esse uno specifico livello di protezione (EPL).

Le Direttive Europee 94/9/CE e 2014/34/UE contraddistinguono le apparecchiature per luoghi diversi dalle miniere con possibile presenza di grisou nel Gruppo II: Apparecchiature per luoghi con gas o vapori o nebbie infiammabili e polveri combustibili ed attribuisce ad esse una specifica Categoria.

Il D.Lgs. 81/08, Allegato L, par. B definisce il criterio per la scelta degli apparecchi e dei sistemi di protezione, per cui, *qualora il Documento sulla protezione contro le esplosioni non preveda altrimenti*, per la scelta del livello di protezione degli apparecchi e dei sistemi di protezione in base al tipo di zona presente nel luogo di installazione, sia per gas o vapori infiammabili, sia per polveri combustibili, valgono le informazioni contenute nella Tabella 5.4-1.

Considerando che:

- il datore di lavoro è responsabile sia della Valutazione dei rischi di esplosione e della elaborazione del Documento sulla protezione contro le esplosioni, sia della Classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione (ripartizione in zone delle aree in cui possono formarsi atmosfere esplosive), può intervenire sulla definizione del tipo di zona basandosi sulla valutazione del rischio di esplosione (ved. la Guida CEI 31-35, art. 5.10.1, quinto capoverso);
- adottando apparecchi e sistemi di protezione conformi alla Tabella 5.4-1 il rischio di esplosione residuo è basso (tollerabile);
- tutte le norme internazionali e nazionali prevedono tre livelli di protezione, sia per gli apparecchi elettrici Ex (ATEX), sia per gli impianti elettrici, rispettivamente per zona 0, 1, 2 per i gas, 20, 21, 22 per le polveri;

si consiglia di interpretare quanto stabilito nel D.Lgs. 81/08, Allegato L, par. B come segue.

Generalmente, nelle aree in cui possono formarsi atmosfere esplosive, sono impiegati apparecchi e sistemi di protezione conformi alla categorie di cui al decreto del Presidente della Repubblica 23 marzo 1998, n. 126 di cui alla Tabella 5.4-1, limitando l'uso di apparecchi e sistemi di protezione con un EPL maggiore oppure inferiore rispetto a quello definito in Tab.5.4-1 **solo in casi particolari** e dopo aver effettuato una valutazione del rischio di esplosione particolarmente accurata che dimostri l'equivalenza delle scelte effettuate al livello di sicurezza ottenuto adottando, nelle diverse zone pericolose, apparecchi e sistemi di protezione di categoria come indicato nella Tab.5.4-1.

Tabella 5.4-1 – Relazione tra il livello di protezione delle apparecchiature Ex e i tipi di zone pericolose

Norme CEI		Direttiva 94/9/CE o 214/34/UE		Livello di protezione	Zona	
Gruppo	EPL	Gruppo	Categoria			
II Luoghi con gas o vapori infiammabili	Ga	II Luoghi diversi dalle miniere con possibile presenza di grisou	Luoghi con gas, vapori infiammabili	1G	Molto alto	0, 1, 2
	Gb			2G	Alto	1, 2
	Gc			3G	Normale (ved. Nota)	2
III Luoghi con polveri combustibili	Da		Luoghi con polveri combustibili	1D	Molto alto	20, 21, 22
	Db			2D	Alto	21, 22
	Dc			3D	Normale (ved. Nota)	22

NOTA Il livello di protezione "Normale" nei confronti del pericolo di accensione deve essere inteso superiore rispetto a quello che forniscono gli apparecchi, i sistemi di protezione, i dispositivi di sicurezza, i componenti e le relative combinazioni, marcati CE per l'uso in ambienti diversi da quelli con pericolo di esplosione.

5.4.2 Relazione tra i modi di protezione delle apparecchiature Ex e i modi di protezione delle apparecchiature Ex

Qualora il Documento sulla protezione contro le esplosioni non preveda altrimenti, la relazione tra i modi di protezione delle apparecchiature Ex previsti dalle norme CEI EN e le zone pericolose è indicata nelle Tabelle 5.4-2 e 5.4-3 seguenti.

Per quanto si riferisce *al Documento sulla protezione contro le esplosioni* vale quanto indicato nell'art. 5.4.1.

Tabella 5.4-2 – Scelta del modo di protezione delle apparecchiature in base al tipo di zona per gas o vapori presenti nel luogo di installazione

Modo di protezione delle apparecchiature Ex (3)	Classificazione delle apparecchiature secondo la direttiva 94/9/CE		Classificazione delle apparecchiature secondo la Norma CEI EN 60079-14 (CEI 31-33)	EPL	Tipo di zone pericolosa secondo la norma CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87)			Norma di prodotto CEI EN 60079-0 + (ved. nota 2)
	Gruppo	Categoria	Gruppo e sottogruppo ved. nota (4)		Zona 0	Zona 1	Zona 2	CEI EN
"ia" e Bus di campo (FISCO ia)	II	1G	IIA, IIB, IIC	Ga	■	□	□	60079-11
"ma"	II	1G	IIA, IIB, IIC	Ga	■	□	□	60079-18
Combinazioni di due modi di protezione per zona 1 sovrapposti	II	1G	IIA, IIB, IIC	Ga	■	□	□	60079-26
"op is" Apparecchiature elettriche Ex che utilizzano la radiazione ottica per la trasmissione di dati	II	1G	IIA, IIB, IIC	Ga	■	□	□	60079-28
Apparecchiature per zona 0 conformi alla sola direttiva 94/9/CE o 2014/34/UE	II	1G	IIA, IIB, IIC	-	■	□	□	-
"d", "db"	II	2G	IIA, IIB, IIC	Gb	X	■	□	60079-1
"e", "eb"	II	2G	IIA, IIB, IIC	Gb	X	■	□	60079-7
"ib" e Bus di campo (FISCO ib)	II	2G	IIA, IIB, IIC	Gb	X	■	□	60079-11
"mb"	II	2G	IIA, IIB, IIC	Gb	X	■	□	60079-18
"o"	II	2G	IIA, IIB, IIC	Gb	X	■	□	60079-6
"p" "pxb" oppure "pyb"	II	2G	IIA, IIB, IIC	Gb	X	■	□	60079-2
"q"	II	2G	IIA, IIB, IIC	Gb	X	■	□	60079-5
"op is" "op sh" "op pr" Protection of equipment and transmission systems using optical radiation	II	2G	IIA, IIB, IIC	Gb	(X)	■	□	60079-28
Apparecchiature per zona 1 conformi alla sola direttiva 94/9/CE o 2014/34/UE	II	2G	IIA, IIB, IIC	-	X	■	□	-
"d", "dc"	II	3G	IIA, IIB, IIC	Gc	X	■	□	60079-1
"e", "ec"	II	3G	IIA, IIB, IIC	Gc	X	■	□	60079-7
"n" (nA, nC, nR,) (1)	II	3G	IIA, IIB, IIC	Gc	X	X	■	60079-15
"ic" e Bus di campo (FISCO ic)	II	3G	IIA, IIB, IIC	Gc	X	X	■	60079-11
"mc"	II	3G	IIA, IIB, IIC	Gc	X	X	■	60079-18
"pzc"	II	3G	IIA, IIB, IIC	Gc	X	X	■	60079-2
"op is" "op sh" "op pr" Protection of equipment and transmission systems using optical radiation	II	3G	IIA, IIB, IIC	Gc	X	X	■	60079-28
Apparecchiature per zona 2 conformi alla sola direttiva 94/9/CE o 2014/34/UE	II	3G	IIA, IIB, IIC	-	X	X	■	-

■	Il modo di protezione è adatto nel tipo di zona indicato in testa alla colonna
□	Il modo di protezione è adatto ad abbondanza nel tipo di zona indicato in testa alla colonna
X	Il modo di protezione è proibito nel tipo di zona indicato in testa alla colonna

NOTE

- (1) Il modo di protezione "nL" che era presente fino al 2010 nella Norma CEI EN 60079-15 è ora diventato "ic" secondo la Norma CEI EN 60079-11.
- (2) Per tutte le apparecchiature le norme di prodotto sono due, la Norma CEI EN 60079-0 "Atmosfere esplosive – Parte 0: Apparecchiature – Prescrizioni generali", più quella specifica per ogni modo di protezione.
- (3) Il modo di protezione speciale "s" secondo la norma IEC 60079-33 è formalmente accettato solo a livello internazionale; comunque, in ambito Direttiva ATEX, l'apparecchiatura Ex deve rispettare i requisiti essenziali di salute e sicurezza riportati nella Direttiva 94/9/CE o nella Direttiva 2014/34/UE.
- (4) L'indicazione di gruppo II senza l'indicazione del sottogruppo (A, B, C) è prevista nella Norma CEI EN-60079-14, ma la Norma CEI-EN-60079-0 "Apparecchiature - Prescrizioni generali", a partire dal 1 febbraio 2013 prevede nella marcatura solo le forma IIA, IIB e IIC.

Tabella 5.4-3 – Scelta del modo di protezione delle apparecchiature in base al tipo di zona per polveri combustibili presenti nel luogo di installazione

Modo di protezione delle apparecchiature Ex	Classificazione delle apparecchiature secondo la direttiva 94/9/CE		Classificazione delle apparecchiature secondo la Norma CEI EN 60079-14 (CEI 31-33)		Tipo di zone pericolosa secondo la Norma CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87)			Norma di prodotto CEI EN 60079-0 + (ved. nota)
	Gruppo	Categoria	Gruppo e sottogruppo (3)	EPL	Zona 20	Zona 21	Zona 22	CEI EN
"ta"	II	1D	IIIA, IIIB, IIIC	Da	■	□	□	60079-31
"ma"	II	1D	IIIA, IIIB, IIIC	Da	■	□	□	60079-18
"ia" e Bus di campo (FISCO ia)(2)	II	1D	IIIA, IIIB, IIIC	Da	■	□	□	60079-11 o 61241-11 (1)
Apparecchiature per zona 20 conformi alla sola direttiva 94/9/CE o 2014/34/UE	II	1D	IIIA, IIIB, IIIC	-	■	□	□	-
"mb"	II	2D	IIIA, IIIB, IIIC	Db	X	■	□	60079-18
"tb" oppure "tD A21" (1)	II	2D	IIIA, IIIB, IIIC	Db	X	■	□	60079-31 61241-1 (1)
"p" "pxb" oppure "pyb" "pD 21" (1)	II	2D	IIIA, IIIB, IIIC	Db	X	■	□	61241-4
"ib" e Bus di campo (FISCO ib) (2)	II	2D	IIIA, IIIB, IIIC	Db	X	■	□	60079-11 o 61241-11 (1)
Apparecchiature per zona 21 conformi alla sola direttiva 94/9/CE o 2014/34/UE	II	2D	IIIA, IIIB, IIIC	-	X	■	□	-
"mc"	II	3D	IIIA, IIIB, IIIC	Dc	X	X	■	60079-18
"tc" oppure "tD A22" (1)	II	3D	IIIA, IIIB, IIIC	Dc	X	X	■	60079-31 61241-1 (1)
"pxb", "pyb", "pxc" "pD 22" (1)	II	3D	IIIA, IIIB, IIIC	Dc	X	X	■	61241-4
"ic" e Bus di campo (FISCO ic) (2)	II	3D	IIIA, IIIB, IIIC	Dc	X	X	■	60079-11
Apparecchiature per zona 22 conformi alla sola direttiva 94/9/CE o 2014/34/UE	II	3D	IIIA, IIIB, IIIC	-	X	X	■	-

■	Il modo di protezione è adatto nel tipo di zona indicato in testa alla colonna
□	Il modo di protezione è adatto ad abbondanza nel tipo di zona indicato in testa alla colonna
X	Il modo di protezione è proibito nel tipo di zona indicato in testa alla colonna

NOTE (1) Modi di protezione in accordo alle norme della serie CEI EN 61241 ora superate.

(2) Modi di protezione in accordo alle norme della serie CEI EN 60079-27 ora superata.

(3) L'indicazione di gruppo III senza l'indicazione del sottogruppo (A, B, C) è prevista nella Norma CEI EN-60079-14, ma la Norma CEI-EN-60079-0 "Apparecchiature - Prescrizioni generali", a partire dal 1 febbraio 2013 prevede nella marcatura solo le forma IIIA, IIIB e IIIC.

Con riferimento alla Norma CEI EN 60079-31, per le apparecchiature elettriche con modo di protezione "t" il Grado di protezione IP deve essere scelto nel rispetto dalla Tabella 5.4-4 seguente.

Tabella 5.4-4 – Grado di protezione IP delle apparecchiature elettriche “t” ammesse in funzione del Livello di protezione e del gruppo e sottogruppo della polvere combustibile presente

Modo di protezione “t” livello di protezione	Grado di protezione IP		
	IIIC Polveri conduttrici	IIIB Polveri non conduttrici	IIIA fibre e particelle solide volanti combustibili
“ta” (*) (Zona 20)	IP6X	IP6X	IP6X
“tb” (Zona 21)	IP6X	IP6X	IP5X
“tc” (Zona 22)	IP6X	IP5X	IP5X

(*) Per il livello di protezione “ta”, prima di verificare in grado di protezione IP deve essere applicata una depressione aumentata di almeno 4 kPa per un periodo di 8 h. Prima della prova deve essere asportato l'eventuale grasso presente sulle superfici di accoppiamento.

5.4.3 Apparecchiature per l'uso in luoghi dove è richiesto il livello di protezione (EPL) “Ga” o “Da” (nella generalità dei casi zone 0 o 20)

Le apparecchiature elettriche ed i circuiti possono essere utilizzati in luoghi che richiedono un EPL ‘Ga’ o ‘Da’ se l'apparecchiatura è contrassegnata con un EPL ‘Ga’ o ‘Da’ rispettivamente oppure se impiega uno dei modi di protezione elencati nelle Tabelle 5.4-1 e 5.4-2 del par. 5.4 in modo da rispettare le prescrizioni per gli EPL ‘Ga’ o ‘Da’ rispettivamente. L'impianto deve essere conforme alle prescrizioni della presente Norma ed essere adatto per il modo di protezione dell'apparecchiatura impiegato.

Quando è riportato il contrassegno ‘Ga’ in conformità alla 60079-26 per i modi di protezione combinati, l'impianto deve essere contemporaneamente conforme alle prescrizioni della presente Norma ed essere adatto per il modo di protezione dell'apparecchiatura impiegato.

5.4.4 Apparecchiature per l'uso in luoghi che richiedono un EPL ‘Gb’ o ‘Db’ (nella generalità dei casi zone 1 o 21)

Le apparecchiature elettriche possono essere utilizzate in luoghi che richiedono un EPL ‘Gb’ o ‘Db’ se contrassegnate con un EPL ‘Ga’ o ‘Gb’ e ‘Da’ o ‘Db’ rispettivamente oppure se si usa uno dei modi di protezione elencati nelle Tabelle 5.2-1 e 5.2-2 in modo da rispettare le prescrizioni per gli EPL ‘Ga’ o ‘Gb’ e ‘Da’ o ‘Db’ rispettivamente. L'impianto deve essere conforme alle prescrizioni della presente Norma ed essere adatto per il modo di protezione dell'apparecchiatura impiegato.

Quando un'apparecchiatura che rispetta le prescrizioni per un EPL ‘Ga’ o ‘Da’ viene installata in un luogo che richiede che l'apparecchiatura abbia solo un EPL ‘Gb’ o ‘Db’ rispettivamente, essa deve essere installata in totale accordo con le prescrizioni di tutti i modi di protezione impiegati, tranne per quanto riguarda i cambiamenti dovuti alle prescrizioni addizionali per le singole tecniche di protezione.

5.4.5 Apparecchiature per l'uso in luoghi che richiedono un EPL 'Gc' o 'Dc' (nella generalità dei casi zone 2 o 22)

Le apparecchiature elettriche e i circuiti possono essere utilizzate in luoghi che richiedono un EPL 'Gc' o 'Dc' rispettivamente se l'apparecchiatura è contrassegnata con un EPL 'Ga' o 'Gb' o, 'Gc' e 'Da' o 'Db' o 'Dc' rispettivamente oppure se usa uno dei modi di protezione elencati nelle Tabelle 5.2-1 e 5.2-2.

L'impianto deve essere conforme alle prescrizioni della presente Norma ed essere adatto per il modo di protezione dell'apparecchiatura impiegato.

Quando un'apparecchiatura che rispetta le prescrizioni per un EPL 'Ga' o 'Gb' e 'Da' o 'Db' viene installata in un luogo che richiede che l'apparecchiatura abbia solo un EPL 'Gc' o 'Dc' rispettivamente, essa deve essere installata in totale accordo con le prescrizioni di tutti i modi di protezione impiegati, tranne per quanto riguarda i cambiamenti dovuti alle prescrizioni addizionali per le singole tecniche di protezione.

5.5 Scelta delle apparecchiature elettriche Ex in base al Gruppo e Sottogruppo

5.5.1 Gas o vapori infiammabili

Le sostanze infiammabili hanno comportamenti diversi nei confronti dell'esplosione per cui, ai fini della definizione dei requisiti delle apparecchiature elettriche Ex (prodotti ATEX), per i luoghi con pericolo di esplosione diversi dalle miniere con presenza di grisou esse, secondo la Norma CEI EN 60079-20 (CEI 31-90), appartengono al Gruppo II e sono suddivise nei sottogruppi IIA, IIB, IIC in base al MESH (Maximum Experimental Safe Gap), per le apparecchiature "d" o "nC" e in base alla MIE – Minimum Ignition Energy e/o alla MIC (Minimum Ignition Current), per i sistemi a sicurezza intrinseca "i"

Tabella 5.5-1 – Scelta del Gruppo e sottogruppo delle apparecchiature elettriche Ex ammesse in funzione del gruppo e sottogruppo della sostanza infiammabile presente

Gruppo e sottogruppo della sostanza infiammabile	IIA	Gruppo e sottogruppo delle apparecchiature elettriche Ex ammesse	II, IIA, IIB, IIC
	IIB		II, IIB, IIC
	IIC		II, IIC

Quando un'apparecchiatura elettrica è marcata con l'indicazione di una specifica sostanza infiammabile (es. NH₃), non può essere utilizzata con altre sostanze senza una attenta valutazione eseguita da un organismo competente per accertare che essa sia adatta per detto uso (ved. 3.20).

5.5.2 Polveri combustibili

Le polveri combustibili appartengono al Gruppo III, inoltre, poiché hanno comportamenti diversi nei confronti dell'esplosione, ai fini della definizione dei requisiti delle apparecchiature elettriche Ex (prodotti ATEX), nella Norma CEI EN 60079-10-2 (CEI 31-88) sono suddivise in sottogruppi come segue:

- IIIA: fibre e particelle solide volanti combustibili;
- IIIB: polveri non conduttrici (resistività elettrica $\geq 10^3 \Omega\text{m}$);
- IIIC: polveri conduttrici (resistività elettrica $< 10^3 \Omega\text{m}$).

Tabella 5.5-2 – Scelta del Gruppo e sottogruppo delle apparecchiature elettriche Ex ammesse in funzione del gruppo e sottogruppo della polvere combustibile presente

Gruppo e sottogruppo della polvere combustibile	IIIA	Gruppo e sottogruppo delle apparecchiature elettriche Ex ammesse	III, IIIA, IIIB, IIIC
	IIIB		III, IIIB, IIIC
	IIIC		III, IIIC

5.6 Scelta delle apparecchiature in base alla temperatura di accensione del gas, vapore o polvere e alla temperatura ambiente

5.6.1 Generalità

L'apparecchiatura elettrica deve essere scelta in modo che la massima temperatura superficiale non raggiunga la temperatura di accensione di alcun gas, vapore o polvere che può essere presente nel luogo di installazione.

Se i contrassegni dell'apparecchiatura elettrica non includono un intervallo di temperatura ambiente, l'apparecchiatura è progettata per lavorare all'interno di un intervallo da -20 °C a +40 °C. Se i contrassegni dell'apparecchiatura elettrica comprendono un intervallo della temperatura ambiente, l'apparecchiatura è progettata per essere usata all'interno di tale intervallo.

Se la temperatura ambiente è al di fuori dell'intervallo di temperatura indicato, o se esiste un'influenza sulla temperatura da parte di altri fattori, ad es. la temperatura di processo o l'esposizione alla radiazione solare, si deve considerare l'effetto sull'apparecchiatura e devono essere documentate le misure effettuate.

Quando la massima temperatura ambiente di funzionamento prevista è superiore alla massima ammessa (+ 40 °C, se non indicato in targa, oppure il valore indicato in targa e sul certificato), è necessario richiedere al fornitore un adeguamento del certificato della costruzione elettrica.

NOTA I pressacavi normalmente non hanno una marcatura con la classe di temperatura o un intervallo di temperatura ambientale di funzionamento. Essi hanno una temperatura di funzionamento stabilita e, se non indicato, la temperatura di funzionamento è in un intervallo da -20 °C a +80 °C. Se sono richieste diverse temperature di funzionamento, si deve prestare attenzione al fatto che il pressacavo e le parti associate siano adeguate per tali applicazioni.

5.6.2 Gas o vapori infiammabili

Tabella 5.6-1 – Scelta della classe di temperatura delle apparecchiature elettriche Ex ammesse in funzione della classe di temperatura della sostanza infiammabile presente

Classe di temperatura della sostanza infiammabile	T1 (> 450 °C)	Classe di temperatura delle apparecchiature elettriche Ex ammesse	da T1 a T6
	T2 (> 300°C)		da T2 a T6
	T3 (> 200°C)		da T3 a T6
	T4 (> 135°C)		da T4 a T6
	T5 (> 100°C)		T5 e T6
	T6 (> 85°C)		T6

5.6.3 Polveri combustibili

5.6.3.1 Generalità

La massima temperatura superficiale ammessa per le apparecchiature (T_{max}), è stabilita considerando la minima temperatura di accensione della nube (T_{cl}) e la minima temperatura di accensione dello strato (T_I) ove esistente:

$$T_{max} \leq T_I \leq T_{cl}$$

La temperatura superficiale massima T dell'apparecchiatura indicata dal fabbricante in targa deve essere $\leq T_{max}$.

La norma, nell'art. 5.6.3 riporta i criteri per la definizione della T_{max} ; se ne deduce quindi che la definizione di detta T_{max} spetti al progettista dell'impianto elettrico. In precedenza, nella Norma CEI EN 61241-10, Appendice B questa incombenza era compito del tecnico incaricato della classificazione dei luoghi.

Si raccomanda pertanto che la T_{max} sia definita dal tecnico incaricato della classificazione dei luoghi.

NOTA Per i gas la temperatura di accensione o la classe di temperatura sono oggetto della classificazione dei luoghi (Norma CEI EN 60079-10-1).

5.6.3.2 Limitazioni di temperatura a causa della presenza di nubi di polvere

La massima temperatura superficiale di una apparecchiatura, quando provata con il metodo dust-free secondo la Norma CEI EN 60079-0, non deve superare i due terzi della temperatura minima di accensione in gradi Celsius della miscela polvere /aria considerata:

$$T_{max} = 2/3 T_{Cl}$$

dove T_{Cl} è la minima temperatura di accensione della nube di polvere (cl = cloud = nube).

5.6.3.3 Limitazioni di temperatura a causa della presenza di strati di polvere

Gli strati di polvere mostrano due caratteristiche quando aumenta lo spessore dello strato: una riduzione della temperatura minima di accensione ed un aumento dell'isolamento termico.

La massima temperatura superficiale ammissibile per le apparecchiature è determinata dalla deduzione di un margine di sicurezza rispetto alla temperatura minima di accensione della polvere interessata, quando sottoposta a prove in accordo ai metodi specificati nella CEI EN 61241-2-1 (ISO/IEC 80079-20-2 in preparazione) sia per nubi sia per strati di polvere.

Per gli impianti in cui lo spessore dello strato è superiore a 5 mm, la temperatura superficiale massima deve essere determinata facendo riferimento in particolare allo spessore dello strato e a tutte le caratteristiche del(i) materiale(i) utilizzato(i). Esempi di strati di polvere eccessivamente spessi possono essere trovati nell'Allegato L.

a) Spessore fino a 5 mm:

La massima temperatura superficiale dell'apparecchiatura quando sottoposta a prova con il metodo di prova in assenza di polvere indicato in 26.5.1 della CEI EN 60079-0 non deve superare un valore di 75 [K] [°C] al di sotto della minima temperatura di accensione per lo strato di spessore 5 mm della polvere considerata:

$$T_{max} = T_{5\text{ mm}} - 75\text{ °C}$$

dove $T_{5\text{ mm}}$ è la minima temperatura di accensione dello strato di polvere di 5 mm.

Nel grafico di Fig. 5.6-A è evidenziato lo spessore da 5 mm: quando si prevede uno strato di polvere di spessore fino a 5 mm, ai fini delle prove, esso viene considerato di spessore 5 mm.

b) Spessore superiore a 5 mm fino a 50 mm:

quando c'è la possibilità che strati di polvere superiori a 5 mm di spessore si formino su apparecchiature, la massima temperatura superficiale ammissibile deve essere ridotta. Come guida, il grafico sottostante (Fig. 5.6-A) riporta esempi della riduzione della massima temperatura superficiale ammissibile di apparecchiature usate in presenza di polveri che hanno temperature di accensione superiori a 250 °C per uno strato di polvere di 5 mm (T_{l5mm}), in relazione all'aumento dello spessore degli strati.

NOTA Prima di applicare le informazioni di questo grafico, si dovrebbe fare riferimento alla Norma CEI EN 60079-10-2.

c) Per strati di polvere di spessore superiore a 50 mm, ved. 5.6.3.4

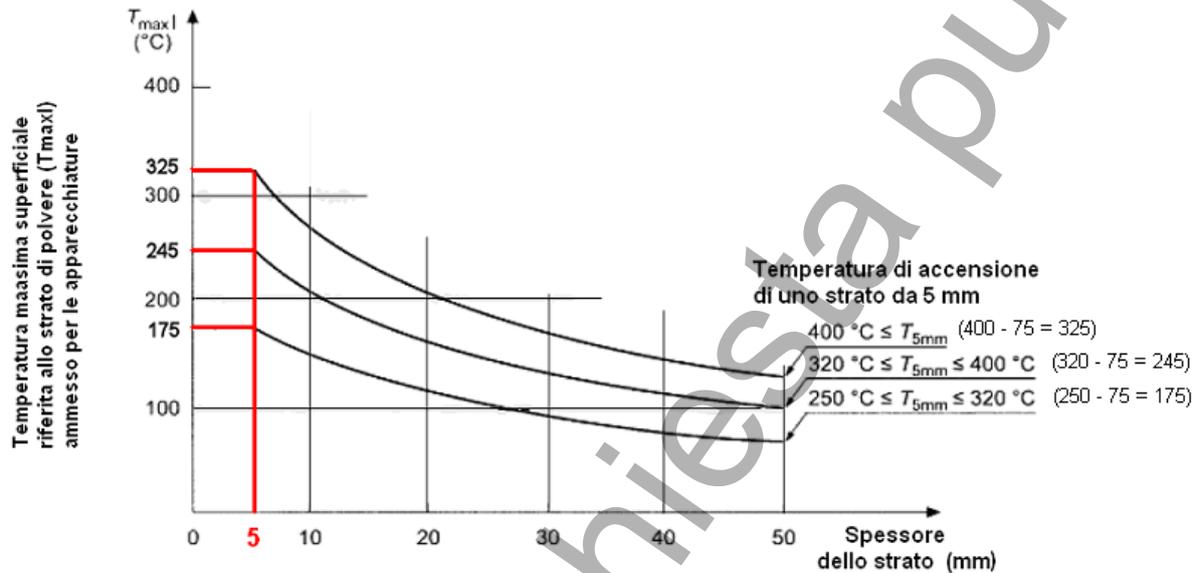


Figura 5.6-A Correlazione tra la massima temperatura superficiale ammissibile e lo spessore degli strati di polvere

Si devono eseguire verifiche di laboratorio per le apparecchiature per cui la temperatura di accensione dello strato da 5 mm è minore di 250 °C, o quando vi sia qualche dubbio riguardante l'applicazione del grafico, ved. 5.6.3.4.

5.6.3.4 Strati di polvere inevitabili

Dove non si può evitare che si formi uno strato di polvere attorno ai lati e alla base di una apparecchiatura, o quando l'apparecchiatura sia totalmente sommersa nella polvere, può essere necessaria una temperatura superficiale ancora inferiore a causa degli effetti dell'isolamento.

Quando, in questa situazione, sia richiesto il livello di protezione "Da", devono essere rispettate tutte le prescrizioni specifiche per EPL "Da".

Per gli impianti in cui lo spessore dello strato è superiore a 50 mm la massima temperatura superficiale della apparecchiatura può essere contrassegnata con la massima temperatura superficiale T_L come riferimento allo spessore dello strato massimo ammesso. Quando l'apparecchiatura è contrassegnata da T_L per uno spessore dello strato, la temperatura di accensione della polvere combustibile, allo spessore dello strato L , deve essere utilizzata al posto della T_{5mm} . La massima temperatura superficiale della apparecchiatura T_L deve essere inferiore di almeno 75 °C rispetto alla temperatura di accensione della polvere combustibile, allo spessore dello strato L .

Nell'Allegato L si possono trovare esempi di strati di polvere eccessivamente spessi.

5.7 Scelta di apparecchiature radianti

Per le apparecchiature radianti nell'intervallo dello spettro ottico che devono essere installate in luoghi pericolosi, devono essere applicate tutte le prescrizioni della presente Norma, compreso il presente articolo.

Per le apparecchiature installate all'esterno, ma che irradiano nel luogo pericoloso, si applicano solamente le prescrizioni del presente paragrafo.

5.7.1 Generalità

I parametri in uscita di laser e altre sorgenti a onda continua delle apparecchiature elettriche con EPL "Ga" o "Gb" non devono superare i seguenti valori:

- 5 mW/mm² o 35 mW per laser a onda continua e altre sorgenti a onda continua; e
- 0,1 mJ/mm² per laser a impulsi o sorgenti luminose a impulsi con intervalli di impulso di almeno 5 s.

I parametri in uscita di laser e altre sorgenti a onda continua delle apparecchiature elettriche con EPL "Gc" non devono superare i seguenti valori:

- 10 mW/mm² o 35 mW per laser a onda continua e altre sorgenti a onda continua; e
- 0,5 mJ/mm² per laser a impulsi o sorgenti luminose a impulsi.

NOTA 1 Le sorgenti di radiazione con intervalli di impulso inferiori a 5 s sono considerate a onda continua.

NOTA 2 Questi valori sono ricavati dalla Norma CEI EN 60079-0.

Nelle zone 22 si possono usare apparecchiature che generano radiazioni.

L'intensità di irradiazione o l'irradiazione non deve superare 10 mW/mm² o 35 mW continui e 0,5 mJ/mm² per gli impulsi durante il funzionamento normale.

Per le apparecchiature installate all'esterno, ma che irradiano all'interno di luoghi pericolosi, si applicano le prescrizioni del presente paragrafo.

NOTA 3 Per le apparecchiature installate all'esterno di luoghi pericolosi, o certificate con riferimento ad una edizione della Norma CEI EN 60079-0 o della Norma CEI EN 60079-28 dove questa prescrizione non è specificata, questi valori possono essere confermati dal fabbricante dell'apparecchiatura.

5.7.2 Processo di accensione

La radiazione nell'intervallo dello spettro ottico, specialmente nel caso di concentrazioni, può diventare una sorgente di accensione.

Ad esempio, la luce solare può essere la causa di una accensione se gli oggetti concentrano la radiazione (per es. uno specchio concavo, delle lenti, ecc.).

La radiazione da sorgenti luminose ad alta intensità, ad es. le lampade flash per le foto, sono, in alcune circostanze, così altamente assorbite dalle particelle di polvere che tali particelle diventano una sorgente di accensione.

NOTA Un apparecchio d'illuminazione con sorgenti di luce continua divergenti non è generalmente considerata pericolosa.

In caso di radiazioni laser (per es. segnalazioni, telemetrie, sondaggi, misurazioni di distanze) l'energia o la densità di potenza anche del fascio non concentrato a lunghe distanze può essere così grande che l'accensione è possibile. Inoltre, qui il riscaldamento è causato principalmente dall'effetto del fascio laser sugli strati di polvere o dall'assorbimento delle particelle di polvere nell'atmosfera. Una concentrazione particolarmente intensa può causare temperature molto superiori a 1 000 °C nel punto focale.

Si deve tenere in considerazione la possibilità che l'apparecchiatura stessa produca una radiazione (ad es., lampade, archi elettrici, laser, ecc.) che può essere una sorgente di accensione.

5.8 Scelta di apparecchiature ad ultrasuoni

NOTA Per questo tipo di apparecchiature non è prevista una norma di prodotto specifica. Il pericolo derivante dalle apparecchiature ad ultrasuoni è trattato nella norma UNI EN 1127-1: 2011, art. 6.4.12

5.8.1 Generalità

Per le apparecchiature in luoghi con pericolo di esplosione o anche al di fuori di questi luoghi ma che all'interno di luoghi pericolosi, i parametri in uscita delle sorgenti di ultrasuoni delle apparecchiature elettriche con EPL "Ga", "Gb", "Gc", "Da", "Db", "Dc" non devono superare i seguenti valori:

- 0,1 W/cm² e 10 MHz per sorgenti continue;
- densità di potenza media 0,1 W/cm² e 2 mJ/cm² per sorgenti a impulsi.

NOTA 1 Per le apparecchiature installate all'esterno di luoghi pericolosi, o certificate con riferimento ad una edizione della Norma CEI EN 60079-0 o della Norma CEI EN 60079-28 dove questa prescrizione non è specificata, questi valori possono essere confermati dal fabbricante dell'apparecchiatura.

NOTA 2 Questi valori sono ricavati dalla Norma CEI EN 60079-0.

5.8.2 Processo di accensione

Quando sono applicati ultrasuoni, grandi quantità dell'energia rilasciata dal trasduttore di suoni sono assorbite da materiali solidi o liquidi. Un riscaldamento può manifestarsi nel materiale interessato e, in casi estremi, detto materiale può riscaldarsi al di sopra alla minima temperatura di accensione.

5.9 Scelta delle apparecchiature in relazione alle influenze esterne

Le apparecchiature elettriche devono essere scelte e installate in modo che risultino protette dalle influenze esterne che potrebbero avere effetti negativi sulla protezione contro l'esplosione. Alcuni esempi:

- a) temperature estremamente basse o alte;
- b) irraggiamento solare;
- c) riscaldamento diretto o indiretto (ad es. per irraggiamento, convezione o conduzione) che potrebbero modificare sensibilmente la temperatura di funzionamento.
- d) condizioni di pressione;
- e) atmosfere corrosive;
- f) vibrazioni, urti meccanici, frizioni o abrasioni ;
- g) vento;
- h) processi di verniciatura;
- i) sostanze chimiche;
- j) acqua e umidità;
- k) polvere;
- l) piante, animali e insetti.

Le influenze esterne devono essere identificate come parte della progettazione dell' impianto e della scelta delle apparecchiature per l'installazione e le misure applicate per il controllo devono essere documentate ed incluse nella documentazione di verifica.

NOTA 1 È necessario prestare attenzione al rischio che può derivare dall'esposizione prolungata dell'apparecchiatura all'umidità e ad ampie escursioni termiche. In tali condizioni, l'apparecchiatura dovrebbe essere provvista di dispositivi adeguati per assicurare una soddisfacente prevenzione o drenaggio del condensato.

Per maggiori dettagli sulle influenze esterne vedere l'Appendice GB della presente guida e l'Allegato D della norma.

Devono essere adottate misure per impedire che corpi estranei cadano dall'alto nelle aperture di ventilazione di macchine elettriche rotanti ad asse verticale, senza pregiudicare le condizioni di progetto della ventilazione.

L'integrità di una apparecchiatura elettrica può essere influenzata negativamente se essa è fatta funzionare in condizioni di temperatura o di pressione al di fuori di quelle per le quali è stata costruita. Vanno rispettate le indicazioni riportate nelle istruzioni di installazione, uso e manutenzione che accompagna sempre il prodotto.

NOTA 2 È necessario prestare attenzione ai rischi suscettibili di verificarsi quando vengono introdotti fluidi di processo, nell'apparecchiatura (ad es. pressostati, elettro-pompe a trascinamento magnetico). In condizioni di guasto (ad es. per la rottura di un diaframma o del contenitore) il fluido può essere rilasciato all'interno dell'apparecchiatura sotto considerevole pressione causando una o tutte le conseguenze seguenti:

- rottura della custodia dell'apparecchiatura;
- rischio di accensione immediata;
- trasferimento del fluido lungo l'interno del cavo o tubo protettivo.

Tali apparecchiature dovrebbero essere scelte in modo che il contenimento del fluido di processo sia efficacemente separato dall'apparecchiatura elettrica (ad es. mediante l'uso di una tenuta primaria per l'interfaccia principale con il processo e di una tenuta secondaria interna all'apparecchiatura in caso di guasto della tenuta primaria). Ove non si possa avere ciò, l'apparecchiatura dovrebbe essere dotata di uno sfogo (mediante un sfiato, drenaggio o respiratore adeguatamente protetto) e/o la conduttura deve essere sigillata in modo da prevenire la trasmissione di qualsiasi fluido. Il guasto della tenuta primaria dovrebbe anche essere annunciato, ad es. da una perdita visibile, un guasto auto-rilevante dell'apparecchiatura, un segnale sonoro o un rilevatore elettronico.

Potenziati metodi per sigillare la conduttura comprendono: l'uso di uno speciale giunto di tenuta o, un pressacavo che comprende una tenuta intorno ai singoli conduttori o, un tratto di cavo ad isolamento minerale (MIMS) o un giunto "epossidico" dovrebbe essere introdotto nel percorso del cavo. Si dovrebbe notare che l'applicazione di un dispositivo per la tenuta del cavo può solo limitare la portata di trasmissione dei vapori e possono essere necessarie altre misure di mitigazione. I sistemi di sfiato dovrebbero essere predisposti in modo tale che ogni perdita diventi evidente.

In assenza di Norme CEI EN per apparecchiature elettriche provviste di tenute verso il processo, dovrebbero essere seguite le Norme nazionali o altre Norme applicabili, come la CEI EN 61010-1 e IEC/TS 60079-40. La CEI EN 61010-1 comprende alcune informazioni relative alle connessioni di processo.

I motori di compressori di gas infiammabili non devono avere in comune, con i compressori, il sistema di lubrificazione e di olio di tenuta oppure deve essere accertata l'impossibilità che i gas infiammabili possano pervenire nella custodia del motore tramite i lubrificanti e gli oli di tenuta.

NOTA 3 Nel caso di selezione di custodie con un grado di protezione (IP) superiore a quello richiesto dal tipo di protezione (forse per renderla idonea ad un ambiente particolarmente avverso), il grado IP della custodia dovrebbe essere mantenuto al più alto tra il grado IP prescritto per il luogo o a quello richiesto dal tipo di protezione. Quando il grado IP assegnato all'apparecchiatura non viene mantenuto, questo dovrebbe essere identificato nel dossier di verifica.

5.10 Scelta delle apparecchiature mobili, portatili e personali

5.10.1 Generalità

A causa della richiesta dell'applicazione e dell'aumentata flessibilità d'uso, è possibile che sia richiesto l'utilizzo delle apparecchiature mobili, portatili o personali in zone pericolose diverse. Le apparecchiature con un EPL più basso non devono essere portate in zone che richiedono un EPL superiore, a meno che non siano protette diversamente o siano considerate in un permesso di lavoro.

In pratica, comunque, tale limitazione può essere difficile da mettere in atto, in particolare con apparecchiature portatili o personali. Si raccomanda, quindi, che tutte le apparecchiature rispondano alle prescrizioni della zona pericolosa che richiede l'EPL più elevato tra quelle in cui possono essere utilizzate. In modo simile, il gruppo dell'apparecchiatura e la classificazione della temperatura dovrebbero essere adeguate per tutti i gas, vapori e polveri in cui l'apparecchiatura può essere utilizzata.

Quando l'apparecchiatura contiene elementi o batterie di accumulatori, l'utilizzatore, considerando le istruzioni per l'uso fornite dal fabbricante dell'apparecchiatura, deve verificare che la concentrazione di idrogeno nel volume libero del contenitore o dell'alloggiamento non possa superare il 2% in volume, oppure, le aperture di fuoriuscita dei gas di tutti gli accumulatori devono essere disposte in modo che i gas emessi non siano scaricati all'interno di nessuna custodia dell'apparecchiatura contenente componenti elettrici o elettronici o connessioni. Quando l'apparecchiatura possiede i requisiti per il Gruppo IIC, non si applicano le prescrizioni per la limitazione della concentrazione di idrogeno e per le aperture di fuoriuscita dei gas.

NOTA 1 A causa del rischio di gassificazione con produzione di idrogeno da tutti i tipi di accumulatori, nelle piccole custodie sono richiesti adeguati provvedimenti di ventilazione dei gas che possono creare pericoli di esplosione. Questa condizione dovrebbe applicarsi a torce, multimetri, contatori, misuratori, rivelatori di gas e simili.

NOTA 2 Questi dettagli sono derivati dalle prescrizioni della Norma CEI EN 60079-11.

5.10.2 Apparecchiature mobili e portatili

A differenza di apparecchiature che sono installate in modo permanente, le apparecchiature mobili o portatili possono occupare solo temporaneamente la zona pericolosa. Tali apparecchiature possono comprendere, ad esempio, generatori di emergenza, saldatrici elettriche ad arco, veicoli industriali per il sollevamento (provvisi di forche), compressori per aria, ventilatori o soffianti elettrici, attrezzi portatili con alimentazione elettrica, alcuni tipi di apparecchiature per prove e verifiche.

Le apparecchiature che possono essere portate o trasportate in una zona pericolosa devono avere il livello di protezione adeguato. Quando c'è la necessità di utilizzare un'apparecchiatura portatile o mobile in una zona per cui il livello di EPL normalmente richiesto non è ottenibile, si deve implementare un programma per la gestione del rischio. Tale programma deve includere formazione, procedure e controlli adeguati ed essere documentato in una specifica procedura di lavoro. Deve essere emesso un permesso di lavoro sicuro, adatto al rischio potenziale di accensione creato dall'utilizzo dell'apparecchiatura (vedere l'Allegato B).

Se spine e prese sono presenti nella zona pericolosa, devono essere dell'EPL richiesto per la zona. In alternativa, esse devono essere alimentate o le connessioni devono essere effettuate solo con procedure di lavoro sicure (vedere l'Allegato B).

Molto spesso automezzi pesanti (es. autocisterne) accedono a stabilimenti industriali e depositi petroliferi per eseguire operazioni di carico/scarico di merci pericolose, ad esempio idrocarburi liquidi o gassosi. Generalmente gli automezzi eseguono tali operazioni, a motore spento, in zone con pericolo di esplosione (baie di carico/scarico).

In tali condizioni si esegue preliminarmente una disattivazione generalizzata delle utenze elettriche dell'automezzo e del conducente (ved. 5.10.3); in particolare, mediante il sistema "staccabatterie" previsto dal regolamento ADR, sono messi fuori tensione tutti gli apparati di bordo collegati alle batterie del veicolo, ad eccezione di quelli che devono rimanere obbligatoriamente in tensione (ad esempio il cronotachigrafo e che, proprio per questo motivo è certificato Ex per Zona 2, gruppo IIC, classe di temperatura T6 (ved. il regolamento ADR 2013, sezione 9.2.2.5.1(b)). Allo stesso modo, gli apparecchi portatili in dotazione al veicolo ed al conducente (cellulare, radio, navigatore, palmari, notebook, sigarette elettroniche, ecc.) vengono spenti, a meno che non siano in esecuzione di sicurezza contro le esplosioni adatta al luogo (vedere la classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione).

Per quanto si riferisce all'apparato Telepass che equipaggia ormai la quasi totalità dei veicoli pesanti, ivi inclusi quello adibiti al trasporto di merci pericolose, devono essere rispettate le procedure e le norme che regolamentano l'introduzione in zone con pericolo di esplosione di dispositivi elettronici non certificati ATEX (ved. nota 1). Tali procedure devono, nella generalità dei casi, prevedere la rimozione e l'allontanamento dell'apparato Telepass dalle zone pericolose (zone a rischio), particolarmente durante le fasi di carico/scarico di sostanze infiammabili o polveri combustibili.

NOTA 1 L'apparato (o dispositivo) Telepass è utilizzato per la fruizione del servizio di pagamento del pedaggio autostradale e di beni e/o servizi aggiuntivi che concernono la mobilità.

Essenzialmente l'apparato Telepass funziona come un transponder RF semi-passivo (ved. par. 5.15)

Dal punto di vista energetico, l'apparato è autonomo, essendo alimentato tramite celle al litio primario posizionate all'interno dell'involucro plastico che protegge la sezione elettronica.

L'apparato si trova normalmente in stand-by ed è in grado di comunicare via radio tramite tecnica transponder solamente con appositi sistemi di terra localizzati in prossimità dei relativi "gate" (porte o passaggi).

La TELEPASS S.p.A. segnala che l'apparato Telepass, non è progettato per rispondere ai requisiti delle Direttive ATEX 94/9/CE o 2014/34/UE; esso è consegnato al cliente a titolo di locazione, ai sensi dell'art. 1571 del Codice Civile, resta di proprietà della TELEPASS S.p.A. ed il cliente deve installarlo sull'automezzo indicato in conformità alle istruzioni fornite nell'apposito manuale d'uso, nonché custodirlo e conservarlo ai sensi dell'art. 1587 del Codice Civile; pertanto, il cliente stesso è responsabile per eventuali danni arrecati al dispositivo (apparato) Telepass, al veicolo sul quale lo stesso viene installato, nonché a terzi per l'inosservanza di quanto sopra indicato e previsto dalle istruzioni dettate in merito, esonerando espressamente TELEPASS S.p.A da ogni e qualsiasi responsabilità al riguardo.

La TELEPASS S.p.A. segnala inoltre che, in caso di automezzi soggetti al regolamento ADR l'apparato Telepass deve essere rimosso e allontanato dalle zone a rischio anche in caso di incidente stradale.

5.10.3 Apparecchiature personali

Apparecchiature personali alimentate da batterie o da energia solare sono a volte introdotte inavvertitamente in una zona pericolosa dal personale.

Un semplice orologio da polso elettronico è un esempio di dispositivo elettronico a bassa tensione, che è stato valutato ed il cui uso è stato giudicato accettabile in zone pericolose, sia su basi storiche sia per le attuali prescrizioni degli EPL.

Tutte le altre apparecchiature personali a batteria o energia solare (es. orologi elettronici da polso che incorporano una calcolatrice, telefoni cellulari, radio, navigatori, palmari, notebook, sigarette elettroniche, apparecchi acustici, comandi a distanza per auto, portachiavi luminosi, calcolatrici, batterie di scorta, ecc.) devono:

- a) essere adeguati ad un tipo riconosciuto di protezione appropriato per le prescrizioni dell'EPL, il gruppo gas e a classe di temperatura, o
- b) essere soggetti ad una valutazione di rischio, o
- c) essere portati all'interno della zona pericolosa in base ad una procedura di lavoro sicuro.

Non si devono portare batterie di ricambio all'interno della zona pericolosa, a meno che non vengano prese adeguate precauzioni.

NOTA Alle batterie al litio che potrebbero essere utilizzate per alimentare apparecchiature elettroniche personali è associato un rischio superiore ed il loro uso dovrebbe essere valutato come descritto nel presente articolo.

Sarebbe opportuno fare valutazioni specifiche per l'uso in zone 0 e 1.

5.11 Macchine elettriche rotanti

5.11.1 Generalità

Con riferimento a quanto prescritto dalla Norma CEI EN-60079-7, le macchine a sicurezza aumentata "e" con tensione nominale superiore a 1 kV devono consentire l'adozione di misure aggiuntive per assicurare che all'interno della loro custodia non sia presente un'atmosfera esplosiva per la presenza di gas al momento dell'avviamento.

Le istruzioni per l'uso fornite dal fabbricante devono includere le informazioni sull'implementazione di misure aggiuntive, quando necessarie.

Tra le misure aggiuntive che si possono applicare sono comprese la ventilazione prima dell'avviamento (lavaggio) o l'applicazione di rilevatori di gas fissi all'interno dell'involucro della macchina. Si possono applicare altri metodi, previo accordo con il fabbricante, l'organismo di certificazione e l'utilizzatore, a seconda del caso.

L'applicazione della ventilazione prima dell'avviamento e la manutenzione della macchina sono responsabilità dell'utente che deve fare riferimento alle Norme CEI EN 60079-14 e CEI EN 60079-17.

Con riferimento a quanto prescritto dalla Norma CEI-EN-60079-15, per i motori in esecuzione "nA" (non scintillanti) con tipo di servizio da S3 a S10 (che prevedono frequenti avviamenti, ved. la Norma CEI EN 6034-1), occorre considerare l'avviamento come condizione normale di funzionamento; pertanto il fabbricante, nella valutazione del rischio di esplosione della macchina deve considerare come "normale" la possibilità di scintillamento del rotore durante l'avviamento.

Le istruzioni per l'uso fornite dal fabbricante devono includere le informazioni sull'implementazione di misure aggiuntive, quando necessarie per evitare l'innescò delle eventuali atmosfere esplosive presenti all'interno dell'involucro del motore.

Tra le misure aggiuntive che si possono applicare sono comprese la ventilazione prima dell'avviamento (lavaggio) o l'applicazione di rilevatori di gas fissi all'interno dell'involucro del motore. Si possono applicare altri metodi, previo accordo con il fabbricante, l'organismo di certificazione e l'utilizzatore, a seconda del caso.

Motori in esecuzione "nA" (non scintillanti) con tensione nominale superiore a 1 kV e qualunque tipo di servizio (da S1 a S10), non dovrebbero essere utilizzati se la probabilità di un rilascio di gas non può essere totalmente dissociata dalla sequenza di avviamento come un evento indipendente. I sistemi di tenuta ad olio di compressori centrifughi sono noti per produrre tali emissioni durante l'avviamento, e ciò dovrebbe essere soggetto a valutazione. Non sono consigliate tenute o sistemi di lubrificazione ad olio in comune tra un motore ed il relativo compressore.

5.11.2 Fattori ambientali per l'installazione di macchine "Ex"

[ALLO STUDIO. Per questo argomento vedere il corrispondente articolo della Norma]

5.11.3 Collegamenti di potenza e ausiliari, messa a terra

[ALLO STUDIO. Si rimanda al corrispondente articolo della Norma].

5.11.4 Motori alimentati mediante alimentazione con convertitori

La scelta e l'installazione di motori alimentati a tensione e frequenza variabili da un convertitore deve tenere conto degli elementi che possono ridurre la tensione ai terminali del motore. Anche altri pericoli devono essere presi in considerazione.

NOTA 1 Un filtro all'uscita del convertitore può provocare una caduta di tensione ai terminali della macchina. La tensione ridotta aumenta la corrente del motore, inoltre aumentano lo scorrimento e la temperatura del motore nello statore e nel rotore. Tale aumento di temperatura può essere più evidente in condizioni di carico nominale costante.

NOTA 2 Nella IEC/TS 60034-17 e nella IEC/TS 60034-25 si possono trovare informazioni aggiuntive sull'applicazione di motori con alimentazione da convertitori. Gli aspetti più significativi riguardano gli spettri di frequenza della tensione e della corrente più le loro perdite aggiuntive, gli effetti dovuti alle sovratensioni, le correnti indotte sui cuscinetti e la messa a terra dell'alta frequenza.

L'utilizzo di un convertitore deve essere indicato in targa e previsto nelle condizioni di certificazione.

Fare riferimento al manuale di uso e manutenzione che deve sempre accompagnare una apparecchiatura Ex.

5.11.5 Arresto di motori con tensione maggiore di 1 kV

[ALLO STUDIO. Si rimanda al corrispondente articolo della Norma].

5.12 Apparecchi di illuminazione

Nella scelta tra le sorgenti luminose (lampade) da utilizzare concorrono diversi fattori, principalmente:

1. emissione luminosa;
2. indice di resa cromatica;
3. vita o durata della sorgente luminosa;
4. efficienza luminosa e risparmio energetico;
5. problemi relativi allo smaltimento delle sorgenti esauste.

Fino ad oggi le lampade più diffuse nell'ambito dell'illuminazione in impianti industriali sono quelle a scarica, siano esse a vapori di sodio ad alta pressione o agli alogenuri metallici (ioduri metallici), tubi fluorescenti lineari.

Queste lampade lasciano aperte le questioni riguardo il loro smaltimento contenendo percentuali di mercurio. Inoltre in ambito europeo si sono imposte delle regolamentazioni che mettono al bando le sorgenti con basse efficienza luminose e che metteranno fuori mercato alcune lampade a scarica fino ad oggi utilizzate, ad esempio le lampade ai vapori di mercurio.

Le lampade fluorescenti lineari sono ancora le più utilizzate negli impianti. Il funzionamento si basa su una scarica attraverso un gas (tipicamente Argon o miscela Argon/Neon) all'interno di un tubo, la radiazione dovuta alla scarica si compone prevalentemente di raggi UV che vanno a eccitare delle sostanze fluorescenti depositate sul tubo in vetro. Da qui il termine di lampada fluorescente.

Hanno buone efficienze lumen/watt e indici di resa cromatica buoni (tipicamente Ra=85).

All'interno del tubo può essere alloggiato un filamento che serve a preriscaldare il tubo prima dell'innesco dell'arco. Questo sistema di funzionamento è però espressamente bandito nelle lampade a sicurezza aumentata (CEI EN 60079-7) nelle quali le lampade tubolari fluorescenti bi-spina "devono essere collegate ad un circuito in cui vengano accese e funzionino senza preriscaldamento dei catodi".

L'alimentazione può essere realizzata elettricamente con reattore elettromagnetico, starter e condensatore di rifasamento oppure attraverso un alimentatore elettronico specifico.

La scelta dell'alimentatore elettronico ha molti vantaggi, il tubo viene alimentato infatti ad alta frequenza aumentandone l'efficienza ed escludendo problemi di sicurezza dovuti ad esempio all'effetto stroboscopico a frequenza di rete.

I tubi fluorescenti contengono sempre un certo contenuto di mercurio, in quanto i vapori di mercurio sono presenti all'interno dei tubi.

Le lampade ad incandescenza, storicamente importanti, sono già state messe al bando per la loro scarsa efficienza luminosa. Altre ancora sul mercato come le lampade alogene seguiranno lo stesso destino nel 2016.

Le lampade a risparmio energetico stanno sostituendo le lampade ad incandescenza. Si tratta di tubi fluorescenti nei quali il tubo è stato sagomato per dargli una forma compatta ed adeguata ad essere fissata insieme all'elettronica di alimentazione su un attacco a vite (attacco Edison).

Le rese luminose sono buone così come la resa cromatica.

Le potenze in genere non molto alte né fanno una sorgente luminosa ideale all'illuminazione di ambienti interni.

Rimane il problema del contenuto di mercurio che rende delicato il loro smaltimento a fine vita.

Tra le sorgenti luminose si stanno affermando i LED in quanto queste sorgenti luminose eccellono in tutti i fattori elencati portando risparmio energetico e qualità della luce a livelli mai raggiunti prima. I LED inoltre non contengono alcun metallo pesante o sostanze nocive alla salute o all'ambiente.

Il diodo ad emissione luminosa o LED (sigla inglese di Light Emitting Diode) è un dispositivo optoelettronico che sfrutta le proprietà di alcuni materiali semiconduttori per produrre fotoni.

Il LED viene percorso da una corrente continua la cui intensità è controllata dall'alimentatore. Transitando dall'anodo al catodo la corrente genera un flusso luminoso la cui frequenza (e quindi colore) dipende dal materiale utilizzato per realizzare il chip.

Il recente sviluppo di questa sorgente luminosa, un tempo utilizzata solo per le spie ed i display, lo pone con prepotenza come il futuro dell'illuminazione.

Le lampade ai vapori di sodio a bassa pressione, non possono né essere trasportate non protette in zone con pericolo di esplosione, né installate in dette zone pericolose, né al di sopra di esse a causa del rischio di accensione dovuto al sodio libero che può fuoriuscire da una lampada rotta.

Durante il processo di invecchiamento alcune lampade possono creare punti caldi (es. lampade fluorescenti del tipo HO = High Output = Elevate prestazioni), che possono diventare sorgenti di accensione.

Gli apparecchi di illuminazione sospesi o sorretti dagli stessi tubi protettivi dei cavi di alimentazione devono essere protette contro gli effetti causati dalle vibrazioni (allentamento dei dispositivi di sospensione, o allentamento dei tubi e/o accessori nelle giunzioni, ecc.).

La scelta degli apparecchi di illuminazione deve tenere in considerazione la possibilità di cambiamento della classe di temperatura, se possono essere utilizzate lampade di diversa potenza.

NOTA 2 Certi apparecchi hanno diverse classi di temperatura in relazione con il tipo o le prestazioni della lampada usata, che deve essere scelta in accordo con la classe di temperatura richiesta.

Se sono scelti apparecchi di illuminazione con la possibilità di sostituzione delle lampade, essi devono consentire solo l'uso di lampade normalizzate non modificate senza accessori aggiuntivi.

5.13 Spine e prese a spina

5.13.1 Generalità

Le spine e le prese a spina presenti nella zona pericolosa, devono essere dell'EPL richiesto per la zona. In alternativa, esse devono essere alimentate o le connessioni devono essere effettuate solo con procedure di lavoro sicure.

Le spine e le prese a spina devono essere provviste di interruttore ed essere di tipo interbloccato, cioè:

- deve essere impedito che una spina non nell'esecuzione di sicurezza stabilita possa essere introdotta nella presa;
- deve essere consentita l'introduzione della spina nell'esecuzione di sicurezza stabilita solo quando i poli della presa non sono in tensione (interruttore aperto);
- deve essere impedito che la spina inserita possa essere estratta dalla presa con i poli in tensione (interruttore chiuso).

L'interblocco nelle prese a spina può essere assente se:

- non sono a portata di mano e sono destinate ad utilizzatori fissi;
- la loro connessione e disconnessione sono regolamentate da una specifica procedura di lavoro che preveda il controllo per accertare l'assenza di atmosfere esplosive luogo considerato, durante la connessione o disconnessione.

Le spine e le prese a spina non sono ammesse in luoghi che richiedono un EPL "Ga" e "Da".

NOTA I connettori usati per la protezione "Ex i" non sono classificati come spine e prese a spina.

5.13.2 Requisiti specifici per atmosfere esplosive da polvere

[ALLO STUDIO. Si rimanda al corrispondente articolo della Norma].

5.13.3 Ubicazione

[ALLO STUDIO. Si rimanda al corrispondente articolo della Norma].

5.14 Elementi e batterie di accumulatori (Pile e accumulatori)

5.14.1 Carica di elementi e batterie di accumulatori

Le batterie stazionarie di accumulatori sono generalmente ubicate e ricaricate all'esterno delle zone con pericolo di esplosione.

Le pile e gli accumulatori utilizzati in luoghi con pericolo di esplosione, all'interno di apparecchiature Ex, possono essere ricaricati in detti luoghi solo se questo è consentito dal certificato e dalle istruzioni del fabbricante.

Se la carica avviene all'esterno di luoghi pericolosi, prima di reintrodurre in luogo pericoloso l'apparecchiatura, deve essere assicurato che:

- la temperatura sia inferiore a quella corrispondente alla Classe di temperatura;
- nessun gas prodotto durante la carica sia ancora nel contenitore.

NOTA I locali batterie sono considerati normalmente luoghi sicuri (senza pericoli di esplosione) al di là dell'eventuale distanza di sicurezza prevista nel documento di classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione.

5.14.2 Ventilazione

Se nell'involucro delle batterie ci sono aperture previste per la ventilazione, occorre assicurarsi che esse non siano ostruite nell'installazione (es. accumulatori VRLA o VRNC).

5.15 Dispositivi di identificazione tramite radiofrequenza RFID

RFID (Radio Frequency IDentification) è una tecnologia per l'identificazione e/o memorizzazione automatica di dati relativi ad oggetti, animali o persone (AIDC Automatic Identifying and Data Capture) basata sulla capacità di memorizzazione di dati da parte di particolari dispositivi elettronici (detti tag o transponder) e sulla capacità di questi di rispondere all'"interrogazione" a distanza da parte di appositi apparati fissi o portatili chiamati per semplicità "lettori" (in realtà sono anche "scrittori") a radiofrequenza comunicando (o aggiornando) le informazioni in essi contenute. In un certo senso possono essere quindi assimilabili a sistemi di "lettura e/o scrittura" senza fili con numerosissime applicazioni.

5.15.1 Generalità

Gli identificatori a radio frequenze non devono essere usati in ambienti con elevati valori campi elettromagnetici con valori efficaci maggiori di 1 A/m o 3 V/m; ad esempio: impianti di elettrolisi del cloro, con grandi convertitori statici o apparecchiature con alte correnti.

5.15.2 Dispositivi di identificazione passivi

Gli identificatori a radio frequenze passivi sono considerati apparecchiature semplici e non richiedono di essere certificati.

Gli identificatori a radio frequenze passivi, se non diversamente specificato dal fabbricante, devono essere considerati con classe di temperatura T6 ad una temperatura ambiente $T_{amb} \leq 40$ °C, o classe di temperatura T5 ad una temperatura ambiente $T_{amb} \leq 60$ °C.

5.15.3 Montaggio degli identificatori a radio frequenza

La custodia dell'identificatore deve essere conforme alle prescrizioni di cui in 6.5.

In luoghi che richiedono EPL "Gb" o "Db" devono essere adottate particolari precauzioni per evitare guasti prevedibili (es. gocciolamenti sull'identificatore, per evitare la riduzione delle distanze di isolamento e da altri dispositivi).

L'installazione di un identificatore non deve alterare le sue proprietà e non deve essere alterato negativamente il tipo di protezione dell'apparecchiatura.

NOTA Se si utilizzano adesivi, deve essere considerata la massima temperatura di esercizio.

L'installazione non deve influenzare negativamente le distanze di isolamento. Non devono essere portati in luoghi con pericolo di esplosione identificatori RFID danneggiati.

5.16 Rilevatori di gas

5.16.1 Generalità

La rilevazione di gas può essere usata come misura tecnica di prevenzione contro la formazione dell'atmosfera esplosiva e come misura di controllo per consentire l'uso in luoghi con pericolo di esplosione di apparecchiature elettriche che non sono state reperite sul mercato nell'esecuzione di sicurezza adatta al luogo pericoloso di installazione.

Per tal fine, i rilevatori di gas e le rispettive unità di controllo (che costituiscono il sistema di rilevazione completo) devono soddisfare le prescrizioni prestazionali e funzionali della Norma CEI EN 60079-29-1 (*Atmosfere esplosive - Rilevatori di gas infiammabili - Requisiti generali e di prestazione*) e della Norma CEI EN 60079-29-4 (*Atmosfere esplosive - Rilevatori di gas - Requisiti di prestazione delle apparecchiature a percorso aperto per gas infiammabili*) ove applicabile, e certificati ai sensi di tali norme.

Inoltre, può essere fatto riferimento alle Norme CEI EN 60079-29-2 (*Atmosfere esplosive - Rilevatori di gas infiammabili - Scelta, installazione, uso e manutenzione dei rilevatori di gas infiammabili e ossigeno*) e CEI EN 60079-29-3 (*Atmosfere esplosive - Rilevatori di gas - Guida relativa alla sicurezza funzionale dei sistemi fissi di rilevazione gas*) per quanto riguarda la scelta, la progettazione e l'installazione di sistemi fissi di rilevazione gas, includendo apparecchi associati e/o perimetrali per la rilevazione di gas infiammabili / vapori e ossigeno, quando utilizzati in applicazioni di sicurezza in accordo alle Serie CEI EN 61508 e CEI EN 61511.

Il livello di integrità per la sicurezza SIL minimo richiesto per l'affidabilità di tutti i sistemi con dispositivi che utilizzano tecnologie digitali (*Software e Firmware*) è SIL1, mentre il livello di integrità SIL2 è richiesto quando è prevista una probabilità di guasto inferiore.

Il livello SIL3 è richiesto quando occorre, oltre ad una minima probabilità di guasto del sistema, anche la continuità del servizio, quindi occorre che il sistema sia ridondante.

5.16.2 Sistemi di controllo di esplodibilità dell'atmosfera

Per i sistemi di controllo di esplodibilità dell'atmosfera devono essere rispettate, oltre alle norme di cui in 5.16.1, le prescrizioni della Norma CEI EN 50402 (CEI 31-72) "*Apparecchiature elettriche per la rilevazione e la misura di gas o vapori combustibili, o tossici, o di ossigeno - Prescrizioni per la sicurezza funzionale di sistemi fissi di rilevazione gas*" e della Guida CEI 31-35, Cap. 7.

6 Protezione contro le scintille pericolose (in grado di innescare l'atmosfera esplosiva)

PREMESSA

L'innescò di un'esplosione può essere causato da apparecchi, sistemi di protezione e componenti, elettrici e non elettrici, ma anche da materiali diversi manipolati o comunque utilizzati nell'ambiente, ved. Norma UNI EN 1127-1, ed. 2011, para. 5).

Tenendo conto che la presente Guida si occupa soltanto degli impianti elettrici, di seguito vengono trattati unicamente i pericoli derivanti da sorgenti di innescò connesse a fenomeni elettrici.

Per innescare una sostanza infiammabile le sorgenti di accensione (innescò) devono possedere un contenuto energetico minimo, a volte anche di pochi millijoule, in relazione alle loro caratteristiche fisico-chimiche. La Minima Energia di Innescò (MIE) di alcune sostanze infiammabili è la seguente: Metano 0,320 mJ, Propano 0,180 mJ, Etilene 0,060 mJ, Idrogeno 0,020 mJ, Acetilene 0,020mJ.

6.1 Leghe leggere utilizzate come materiali di installazione

I materiali di installazione (ad es. passerelle porta-cavi, telai o piastre di supporto, protezioni dagli agenti atmosferici) devono avere i seguenti requisiti.

I materiali di installazione usati in impianti del Gruppo II (gas o vapori infiammabili) in relazione all'EPL indicato non devono contenere, in massa, più di:

- per luoghi che richiedono un EPL "Ga":
- il 10% in totale di alluminio, magnesio, titanio, zirconio e il 7,5% in totale di magnesio, titanio e zirconio;
- per luoghi che richiedono un EPL "Gb":
- il 7,5% in totale di magnesio, titanio e zirconio;
- per luoghi che richiedono un EPL "Gc": nessuna prescrizione.

I materiali di installazione usati in impianti del Gruppo III (polveri combustibili) in relazione all'EPL indicato non devono contenere, in massa, più di:

- per luoghi che richiedono un EPL "Da":
- il 7,5% in totale di magnesio, titanio e zirconio;
- per luoghi che richiedono un EPL "Db":
- il 7,5% in totale di magnesio, titanio e zirconio;
- per l'EPL "Dc": nessuna prescrizione.

Devono essere adottate particolari precauzioni nell'ubicazione di oggetti che incorporano leghe leggere in superfici esterne in quanto è stato stabilito che, in caso di contatti striscianti, detti materiali danno luogo a scintille innescanti.

NOTA Per le apparecchiature soggette a norme di prodotto (es. modo di protezione "d" Norma CEI EN 60079-0 e CEI EN 60079-1) le caratteristiche delle leghe sono stabilite dalle norme stesse. I valori sopra riportati sono tratti dalla Norma CEI EN 60079-0.

6.2 Pericolo da parti attive

Il contatto con parti attive è normalmente impedito per evitare i contatti diretti delle persone. Nelle zone pericolose, al fine di evitare la formazione di scintille capaci di provocare l'innescò dell'atmosfera esplosiva, si deve impedire il possibile contatto involontario con parti nude attive che non facciano parte di sistemi a sicurezza intrinseca "i". Il contatto con parti nude attive va evitato anche in presenza di sistemi a bassissima tensione di sicurezza SELV e protezione PELV, adottando la protezione mediante involucri o barriere.

NOTA Quando più di un circuito a sicurezza intrinseca può essere contattato contemporaneamente, la scintilla risultante può essere capace di innescare l'atmosfera esplosiva.

3.15 Pericolo da masse e masse estranee

PREMESSA

Nel seguito di questo paragrafo, l'argomento pericolo da masse e masse estranee è trattato solo ai fini del pericolo di esplosione; per gli altri fini si rimanda alle regole generali.

6.3.1 Generalità

La limitazione delle correnti di guasto a terra (valore e/o durata) nelle strutture o nelle custodie e la prevenzione di tensioni elevate nei conduttori di protezione (PE) e nei conduttori per il collegamento equipotenziale (EQP e EQS) sono essenziali per la sicurezza contro le esplosioni.

Per la protezione contro i contatti indiretti occorre adottare uno o più dei metodi previsti dalla Norma CEI 64-8, in pratica rappresentati da: apertura automatica dell'alimentazione, separazione elettrica, classe II o isolamento equivalente, bassissima tensione di sicurezza e di protezione.

Benché risulti praticamente impossibile considerare in modo esaustivo tutti i sistemi possibili, le seguenti prescrizioni si applicano ai sistemi elettrici, diversi dai circuiti a sicurezza intrinseca, con tensioni fino a 1 000 V c.a. in valore efficace e 1 500 V c.c.

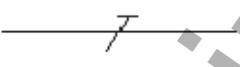
I sistemi di protezione contro i contatti indiretti per i sistema superiori a 1000 V in corrente alternata sono indicati nella Norma CEI EN 50522 (CEI 99-3) e nella guida CEI 99-5.

Per la protezione contro archi e scintille capaci d'innescare un'atmosfera esplosiva, oltre all'osservanza di quanto prescritto dalle norme ai fini della protezione contro i contatti indiretti, occorre considerare quanto di seguito riportato.

Per i sistemi a sicurezza intrinseca, data la loro specificità, il pericolo dalle correnti di guasto viene considerato in un capitolo successivo.

Per una corretta lettura delle figure da 6.3-1 a 6.3-5 vedere le spiegazioni riportate nella tabella 6.3-1 seguente.

Tabella 6.3-1 – Spiegazione dei simboli riportati nelle figure da 6.3-A a 6.3-E

	Conduttore di neutro (N) o conduttore mediano (M)
	Conduttore di protezione (PE)
	Conduttore di neutro e conduttore di protezione combinati (PEN)

6.3.2 Messa a terra del Sistema TN

Quando, in un luogo con pericolo di esplosione, viene utilizzato il sistema di tipo TN, questo deve essere del tipo TN-S (il conduttore di neutro N e il conduttore di protezione PE non devono essere uniti tra loro o combinati in un unico conduttore PEN). Nei sistemi TN-C-S la separazione delle due funzioni (N) e (PE) in due conduttori, di neutro (N) e di protezione (PE), deve avvenire a monte del luogo con pericolo di esplosione, ad esempio in cabina o nel quadro di alimentazione e non devono più essere riunite in un unico conduttore (PEN); inoltre, dopo la separazione, il conduttore di neutro (N) non può più essere connesso a terra o al conduttore PE. Nella transizione da TN-C-S a TN-S, il conduttore di protezione (PE) deve essere collegato al sistema equipotenziale prima di entrare nel luogo con pericolo di esplosione.

Nell'impiego di elementi scaldanti di tipo resistivo, ai fini della protezione contro l'effetto del riscaldamento per eventuali dispersioni verso terra, occorre installare dei dispositivi di protezione differenziali, aventi soglia nominale d'intervento preferibilmente di 30 mA o comunque non superiore a 100 mA.

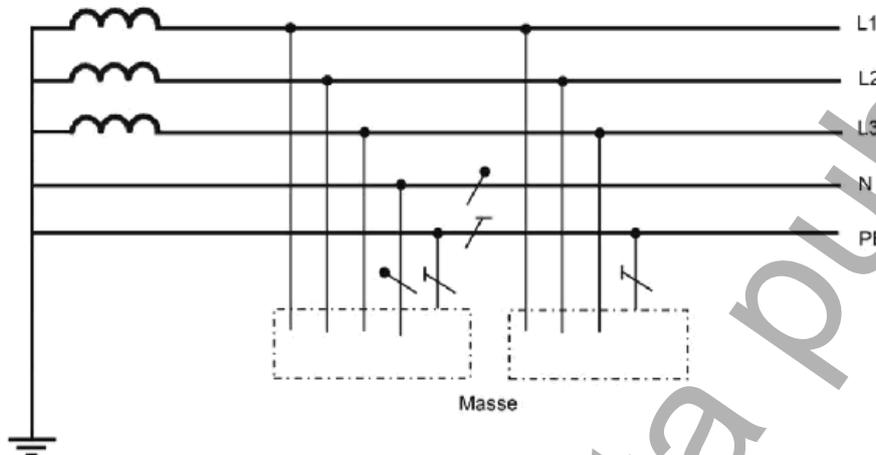
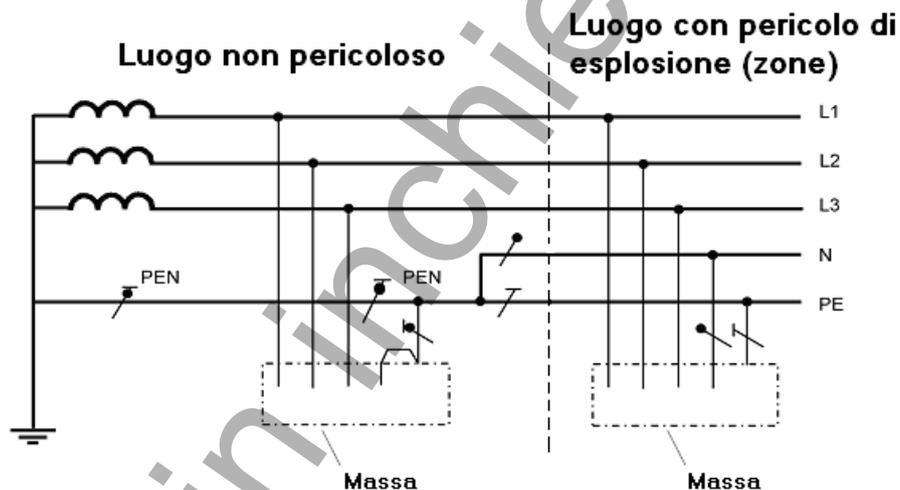


Fig. 6.3-A – Sistema TN-S trifase: conduttore di neutro separato dal conduttore di protezione in tutto il sistema - AMMESSO



NOTA Può essere realizzata una messa a terra supplementare del PEN o del PE nell'impianto .

Fig. 6.3-B – Sistema TN-C-S trifase: il PEN è separato in PE e N in un punto dell'impianto prima dell'ingresso nel luogo con pericolo di esplosione (zone) - AMMESSO

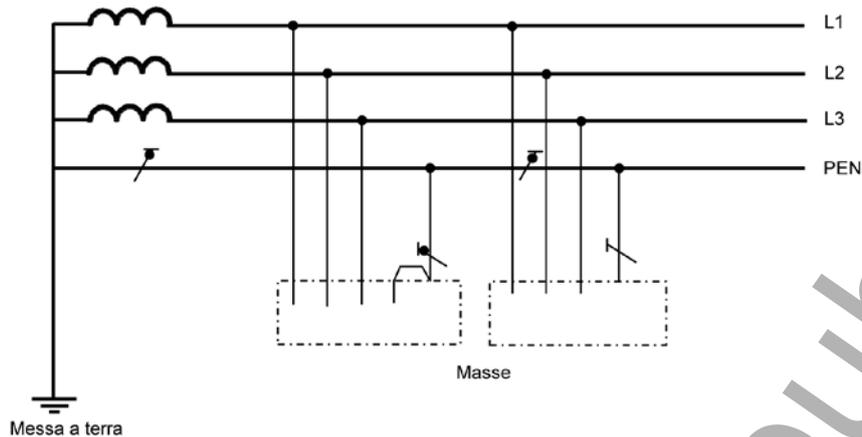


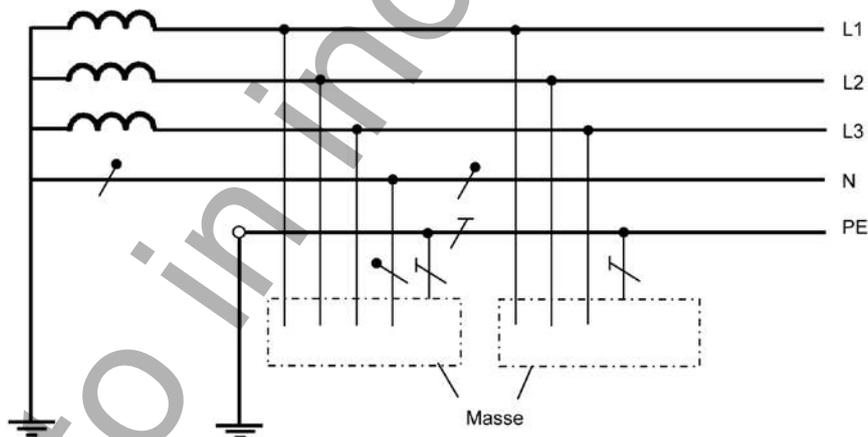
Fig. 6.3-C – Sistema TN-C con funzioni del conduttore di neutro e di protezione combinate in un singolo conduttore in tutto il sistema - NON AMMESSO

6.3.3 Messa a terra del Sistema TT

Quando, in un luogo con pericolo di esplosione, viene utilizzato il sistema di tipo TT (sistema con un solo punto direttamente messo a terra e le masse dell'impianto collegate a un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del sistema), esso deve essere protetto con un dispositivo a corrente differenziale, peraltro obbligatoria ai fini della protezione dai contatti indiretti. Tutte le masse protette contro i contatti indiretti dallo stesso dispositivo di protezione devono essere collegate allo stesso impianto di terra.

NOTA Questo sistema è generalmente ammesso; tuttavia, dove la resistività del terreno è alta, si suggerisce di fare un'accurata valutazione per accertare il corretto intervento dei dispositivi di protezione.

Nell'impiego di elementi scaldanti, per i dispositivi di protezione differenziale vale quanto detto per i sistemi TN.



NOTA Nell'impianto può essere prevista una messa a terra supplementare del PE.

Fig. 6.3-D – Sistema TT con il conduttore di neutro e il conduttore di protezione separati in tutto il sistema – AMMESSO (ved. testo)

6.3.4 Messa a terra del Sistema IT

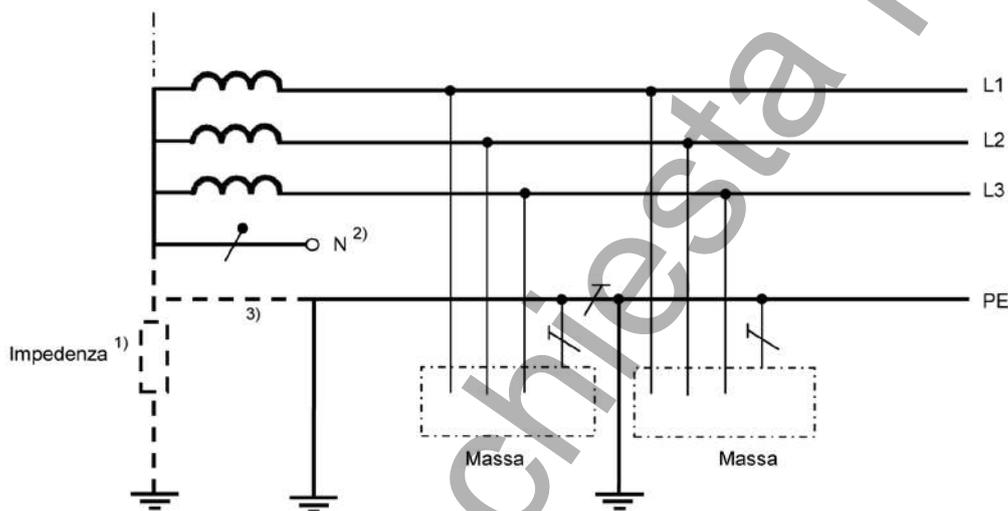
Quando, in un luogo con pericolo di esplosione, viene utilizzato il sistema di tipo IT (sistema senza parti attive collegate direttamente a terra, o con parti attive collegate a terra tramite un'impedenza sufficientemente alta), oltre al normale dispositivo di controllo dell'isolamento per segnalare il primo guasto a terra, può essere utilizzato un dispositivo differenziale avente soglia d'intervento non superiore a 300 mA che interrompa senza ritardo intenzionale l'alimentazione.

Le masse dell'impianto sono messe a terra indipendentemente, o collettivamente, o collegate alla terra del sistema elettrico se previsto (ved. Norma CEI 64-8 art. 312.2.3 e 413.1.5).

Il sistema IT è sconsigliato nelle zone 0, 1, 20 e 21.

NOTA 1 Se il primo guasto non viene rimosso, un guasto successivo sulla stessa fase non verrà individuato, portando ad una possibile situazione di pericolo.

NOTA 2 Può risultare necessario realizzare localmente un collegamento equipotenziale supplementare (EQS).



NOTE

- 1) Il sistema può essere collegato a terra tramite un'impedenza sufficientemente elevata. Questa connessione può essere effettuata, per es. al punto di neutro, al punto di neutro artificiale o ad un conduttore di fase.
- 2) È sconsigliato distribuire il conduttore di neutro (art. 473.3.2.2).
- 3) Facoltativo

Fig. 6.3-E – Sistema IT con tutte le masse interconnesse mediante un conduttore di protezione che è messo a terra collettivamente - AMMESSO

6.3.5 Sistemi SELV e PELV

I sistemi a bassissima tensione di sicurezza SELV devono essere conformi alla Sezione 411 della Norma CEI 64-8. Le parti attive dei circuiti SELV non devono essere collegate a terra e neppure a parti attive o a conduttori di protezione che facciano parte di altri circuiti.

Qualsiasi massa può essere collegata a terra (ad es. per la compatibilità elettromagnetica) o non collegata a terra.

I sistemi a bassissima tensione di protezione (PELV) devono essere conformi alla Sezione 411 della Norma CEI 64-8. I circuiti PELV sono collegati a terra. Tutte le masse devono essere collegate ad un sistema di terra comune (equalizzazione del potenziale).

I trasformatori di sicurezza per i sistemi SELV e PELV devono essere conformi alla CEI EN 61558-2-6.

6.3.6 Separazione elettrica

La separazione elettrica deve essere conforme al paragrafo 413.5 della Norma CEI 64-8: 2012-06; essa è consentita per l'alimentazione di un solo apparecchio utilizzatore.

6.3.7 Apparecchiature elettriche non Ex al di sopra di zone pericolose

Deve essere fatta particolare attenzione alle situazioni in cui apparecchiature non Ex e circuiti elettrici di connessione che possono diventare sorgenti di innesco, o possono produrre particelle calde o superfici calde sono ubicate al di sopra di una zona con pericolo di esplosione. Queste apparecchiature devono essere completamente chiuse o dotate di schermi o protezioni adeguati, per prevenire che esse o particelle calde possano cadere nella zona pericolosa.

NOTA Tali apparecchiature o loro parti, possono comprendere:

- fusibili che possono generare archi, scintille o particelle calde;
- interruttori o prese a spina che possono generare archi, scintille o particelle calde;
- motori o generatori che hanno contatti striscianti o spazzole;
- riscaldatori, elementi riscaldanti o altre apparecchiature che possono generare archi, scintille o particelle calde;
- apparecchiature ausiliarie come alimentatori, condensatori e accenditori per tutti i tipi di apparecchi di illuminazione a scarica;
- tutte le lampade esposte;
- tutti i cavi non supportati.

Deve essere fatta una valutazione del rischio dove si tenga conto della possibilità che dette apparecchiature o loro parti, compresi i circuiti elettrici di connessione possano diventare sorgenti di innesco dell'atmosfera esplosiva presente nella zona pericolosa sottostante (*possano produrre particelle calde o superfici calde*), sia nel funzionamento normale sia in occasione di danneggiamenti o guasti.

La valutazione deve stabilire la probabilità di innesco in relazione al tipo di zona pericolosa sottostante.

Dalla valutazione può risultare la necessità di:

- escludere la presenza delle apparecchiature considerate; oppure,
- racchiudere le apparecchiature o dotarle di schermi o protezioni adeguati, per prevenire che esse o particelle calde possano cadere nella zona pericolosa; oppure
- stabilire la distanza minima (h_s), ved. fig. 6.3-1.

In presenza di zone pericolose originate da sostanze diverse (es. idrogeno o polvere combustibile), la distanza minima (h_s) può essere una sola, oppure possono essere definite distanze diverse (h_{s1} , h_{s2} , ecc.) in relazione all'energia minima d'innesco (MIE) della sostanza che ha determinato la zona pericolosa sottostante e dell'energia d'innesco delle particelle calde o delle superfici calde che possono cadere nella zona pericolosa (sorgenti di innesco).

NOTA Si ricorda che i tipi di zone: 0, 1, 2 oppure 20, 21, 22, sono indicativi della "probabilità di presenza dell'atmosfera esplosiva", per cui generalmente:

- per le zone 0 e 20 si deve assumere che **l'atmosfera pericolosa sia sempre presente**, di conseguenza, devono essere considerate tutte le situazioni in cui le apparecchiature non Ex nonché i circuiti elettrici di connessione **possano** diventare sorgenti di innesco (produrre particelle calde o superfici calde), anche in caso di guasti eccezionali;
- per le zone 1 e 21 si deve assumere che **l'atmosfera pericolosa sia presente occasionalmente durante il funzionamento normale dell'impianto che ha originato le zone pericolose**, di conseguenza, devono essere considerate tutte le situazioni in cui le apparecchiature non Ex nonché i circuiti elettrici di connessione **possano** diventare sorgenti di innesco (produrre particelle calde o superfici calde) in caso di anomalie ricorrenti o difetti di funzionamento e nel funzionamento normale; tuttavia è ammesso che esse possano diventare sorgenti di innesco in caso di guasti eccezionali.
- per le zone 2 e 22 si deve assumere che **l'atmosfera pericolosa non è probabile sia presente durante il funzionamento normale ma, se ciò avviene, è possibile persista solo per brevi periodi**, di conseguenza, devono essere considerate le situazioni in cui le apparecchiature non Ex nonché i circuiti elettrici di connessione **possano** diventare sorgenti di innesco solo nel funzionamento normale.

Nei casi dubbi, adottare provvedimenti a favore della sicurezza.

Lampade a scarica, a vapori di sodio a bassa pressione, non devono essere installate al di sopra di zone pericolose qualunque sia la distanza dalla zona pericolosa (anche oltre la quota hs).

6.4 Equalizzazione del potenziale (impianto unico di terra)

6.4.1 Generalità

Nei luoghi con pericolo di esplosione è richiesta l'equalizzazione del potenziale. Tutte le masse e le masse estranee, incluse quelle dei sistemi a bassissima tensione di sicurezza PELV (per i sistemi SELV è facoltativo), devono essere connesse al sistema per il collegamento equipotenziale (impianto unico di terra). Questo sistema può comprendere conduttori di protezione (PE), tubi metallici, guaine metalliche dei cavi, armature in tondino d'acciaio e parti metalliche di strutture, ma non i conduttori di neutro (N) che non devono essere collegati a terra nemmeno per motivi funzionali.

Quando l'impianto elettrico è alimentato dall'esterno del dispersore unico di stabilimento da un sistema di III categoria (> 30 kV) con neutro messo a terra all'origine, al fine di evitare anche piccole differenze di potenziale che possono innescare esplosioni occorre valutare l'opportunità di rendere equipotenziali con l'impianto di terra anche i ferri di armatura degli edifici, delle grandi fondazioni e dei manufatti in calcestruzzo amato in superficie, presenti all'interno delle zone con pericolo di esplosione.

Le connessioni (giunzioni e collegamenti), particolarmente quelle non racchiuse in involucri ed esposte all'ambiente, devono:

- essere correttamente dimensionate considerando le correnti di guasto e la massima temperatura superficiale ammessa in relazione alla temperatura di accensione della sostanza infiammabile o della polvere combustibile presente;
- essere di tipo anti-allentante;
- essere resistenti alla corrosione al fine di minimizzare tale rischio che può ridurre l'efficacia della connessione.

NOTA La temperatura di accensione delle sostanze infiammabili o delle polveri combustibili può essere superata per il breve tempo di intervento delle protezioni nei seguenti casi:

- 1) solo nel componente sede del guasto nelle zone 1 e 21;
- 2) in tutte le parti dell'impianto soggette alla corrente di guasto e nei motori in occasione di avviamenti o sovraccarichi non frequenti nelle zone 2 e 22.

Per la continuità di terra può essere prevista una piattina interna, ad esempio, per consentire l'uso di pressacavi metallici senza dover usare un morsetto o una vite di terra separati per ciascun pressacavo.

Il materiale e le dimensioni di detta piattina devono essere adeguate per la corrente di guasto prevista.

In un sistema TN, se l'armatura o gli schermi dei cavi sono messi a terra solo all'esterno del luogo pericoloso, c'è la possibilità che si possano formare scintille pericolose sul lato terminale dell'armatura nel luogo pericoloso, tale armatura o schermo dovrebbe essere trattata come un conduttore non utilizzato (vedere 9.6.3).

Come anche indicato nella Norma CEI 64-8, art. 543.2.4, non è necessario che le masse (nella Fig. 6.4-A il motore) siano collegate separatamente al sistema per il collegamento equipotenziale (impianto di terra), qualora esse siano fissate in modo sicuro e in contatto conduttivo con parti strutturali o tubazioni (masse estranee) a loro volta collegate al sistema di equipotenzialità.

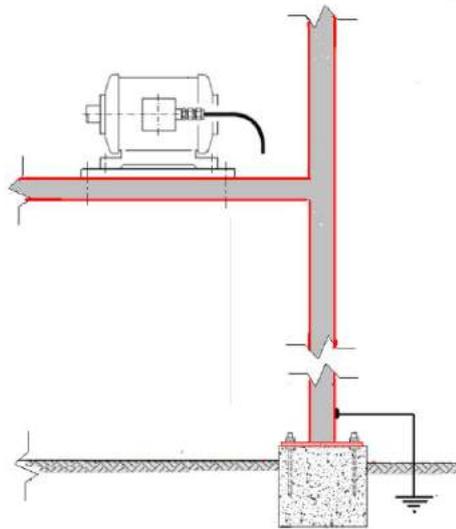


Fig. 6.4-A – Esempio di motore installato su una struttura metallica collegata al sistema di equipotenzialità (impianto di terra) e fissato ad essa in modo da assicurare la continuità elettrica.

Masse estranee che non siano parte della struttura o dell'impianto elettrico ad es. i telai di porte o di finestre, non necessitano di essere collegate al sistema per il collegamento equipotenziale, se non esistono pericoli di trasferimento di potenziale.

I pressacavi metallici che comprendono dispositivi di serraggio dell'armatura o dello schermo del cavo possono essere utilizzati per realizzare un collegamento equipotenziale.

La sezione minima dei conduttori equipotenziali principali (EQP) deve essere 6 mm^2 e quella dei conduttori equipotenziali supplementari (EQS) deve essere 4 mm^2 . Deve essere considerata anche la necessità di sezioni maggiori per la resistenza contro le sollecitazioni meccaniche.

Non è necessario che le custodie metalliche delle apparecchiature a sicurezza intrinseca siano collegate al sistema per il collegamento equipotenziale (impianto di terra) a meno che questo sia richiesto dalla documentazione della costruzione, o allo scopo di evitare l'accumulo di cariche elettrostatiche.

Nei tubi che trasportano fluidi infiammabili, il cavallotto serve solo nei casi in cui la flangia presenti una resistenza $> 1 \text{ M}\Omega$ (caso molto raro) o quando all'interno del tubo o condotto è presente una zona 0 o 20 (non solo una sostanza infiammabile).

6.4.2 Collegamento temporaneo

Il collegamento temporaneo comprende i collegamenti a terra di apparecchi mobili, quali i contenitori, veicoli, natanti, apparecchi per il drenaggio di cariche elettrostatiche ed equalizzazione del potenziale.

Deve essere realizzata l'equipotenzialità a terra degli elementi conduttivi (*masse, masse estranee, mezzi di convogliamento, ecc.*)

Si raccomanda che la connessione sia realizzata come segue:

- all'esterno della zona pericolosa; oppure,
- usando una connessione conforme ai requisiti dell'EPL previsto per il luogo considerato; oppure,
- utilizzando una procedura documentata che prevede la riduzione del rischio di scintille ad un livello accettabile.

La resistenza tra le parti metalliche della connessione deve avere un valore $< 1 \text{ M}\Omega$, assicurata mediante misura o controllo del valore.

I conduttori e le connessioni devono essere duraturi, flessibili e resistenti alle sollecitazioni meccaniche previste dal servizio svolto.

La resistenza meccanica deve essere equivalente a quella di un conduttore da 4 mm^2 di rame, oppure deve far parte di un cablaggio flessibile comprendente un sistema di controllo e monitoraggio.

Deve essere valutata l'opportunità di adottare un sistema permanente di controllo per verificare che il valore della resistenza sia sempre $< 1 \text{ M}\Omega$.

Nella connessione di apparecchi elettrici mobili o portatili, il PE deve essere costituito da un conduttore isolato, incorporato nella conduttura (*in cavo o in tubo*).

Gli eventuali tubi flessibili, le armature e gli schermi non possono svolgere da soli la funzione di PE.

Prima di effettuare qualsiasi operazione attinente al travaso di fluidi infiammabili (*per es. apertura dei boccaporti, raccordo dei tubi*), un cavo di messa a terra deve essere collegato tra l'autocisterna, la ferrocisterna, il natante e simili e la struttura (es. serbatoio).

La connessione non deve essere rimossa fino ad operazioni completate.

Si raccomanda che vengano previsti i dispositivi di interblocco per impedire il travaso quando il cavo di messa a terra non è collegato.

Nelle connessioni di travaso tra natanti e installazioni a terra può essere necessario predisporre dispositivi speciali che evitino le scintille pericolose, quali ad esempio flangie isolate tra tubazioni e/o bracci di carico.

3.16 Elettricità statica

6.5.1 Generalità

In generale, nella progettazione di apparecchi ed impianti elettrici e degli ambienti devono essere presi provvedimenti per ridurre ad un livello sicuro gli effetti dell'elettricità statica, secondo le indicazioni delle norme CEI in materia, ed in particolare della GUIDA CEI 101-7.

Per le parti conduttrici la loro normale messa a terra per la protezione contro i contatti indiretti evita l'accumulo delle cariche elettrostatiche, mentre per quelle non conduttrici possono sorgere dei problemi, come indicato negli articoli seguenti 6.5.2 e 6.5.3.

Le prescrizioni di questo paragrafo 6.5 si applicano ai materiali esternamente non metallici usati per la costruzione e la protezione, che non sono parte integrante di apparecchiature certificate (es. rivestimento in plastica di passerelle portacavi, piastre di supporto in plastica, protezioni dalle intemperie e custodie in plastica).

NOTA 1 Vernici, pellicole, lamine e piastre non metalliche sono tipicamente applicate sulla superficie esterna di parti metalliche per assicurare una protezione supplementare dalle sollecitazioni ambientali.

NOTA 2 È noto che il vetro non accumula cariche elettrostatiche.

NOTA 3 Altre informazioni possono essere trovate nei documenti IEC TS 60079-32-1 e IEC 60079-32-2.

6.5.2 Prevenzione dell'accumulo di cariche elettrostatiche sulle parti di costruzione e protezione in luoghi che richiedono apparecchiature con EPL "Ga", "Gb" e "Gc"

Le parti esternamente non metalliche usate per la costruzione e la protezione, installate o anche portate saltuariamente in luoghi con pericolo di esplosione che richiedono apparecchiature con EPL "Ga", "Gb" e "Gc" (luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas o vapori infiammabili) devono essere progettate e realizzate in modo che sia evitato ogni pericolo di innesco dovuto alla formazione di cariche elettrostatiche, nelle normali condizioni di impiego, manutenzione e pulizia. Questa esigenza deve essere soddisfatta rispettando uno dei provvedimenti seguenti:

- a) scegliendo materiali appropriati la cui massima resistenza superficiale soddisfi i seguenti limiti (misurati conformemente alla CEI 60079-0:
 - $10^9 \Omega$ (con umidità relativa 50 +/- 5%), oppure
 - $10^{11} \Omega$ (con umidità relativa 30 +/- 5%);
- b) limitando il valore delle superfici delle parti come indicato in Tabella 6.5-1

Tabella 6.5-1 – Limitazione delle aree superficiali

Parti esternamente non metalliche usate per la costruzione e la protezione (mm ²)			
Livello di protezione del materiale	Gruppo IIA	Gruppo IIB	Gruppo IIC
EPL Ga	5.000	2.500	400
EPL Gb	10.000	10.000	2.000
EPL Gc	10.000	10.000	2.000

L'area superficiale è definita come segue:

- per materiali sotto forma di fogli si deve considerare l'area della superficie esposta (caricabile);
- per gli oggetti di forma curva, si deve considerare la proiezione dell'oggetto considerato con la massima superficie;
- per le singole parti non metalliche, la superficie deve essere valutata indipendentemente dal fatto che le parti siano separate da un setto conduttore messo a terra.

I valori delle superfici considerate possono essere aumentati di un fattore 4 se la superficie esposta di materiale non metallico è contornata ed in contatto con telai conduttori messi a terra.

Alternativamente, per i pezzi lunghi e dotati di superfici non metalliche, come tubi, supporti o cavi, non è necessario considerare la superficie ma i diametri o le larghezze, che non devono superare i valori indicati nella Tabella 6.5-2. Questa prescrizione non si applica ai cavi di connessione dei circuiti esterni.

Tabella 6.5-2 – Massimo diametro o larghezza

Parti per la costruzione e la protezione (mm ²)			
Livello di protezione del materiale	Gruppo IIA	Gruppo IIB	Gruppo IIC
EPL Ga	3	3	1
EPL Gb	30	30	20
EPL Gc	30	30	20

- c) Limitando lo strato non metallico connesso ad una superficie che conduce. Lo spessore dello strato non metallico non deve superare i valori indicati nella Tabella 6.5-3 e o la tensione di guasto deve essere minore o uguale a 4 kV, misurata sullo spessore del materiale isolante come indicato nella Norma CEI EN 60243-1 (CEI 15-36).

Tabella 6.5-3 – Limitazione dello spessore dello strato non metallico

Parti per la costruzione e la protezione (mm ²)			
Livello di protezione del materiale	Gruppo IIA	Gruppo IIB	Gruppo IIC
EPL Ga	2	2	0,2
EPL Gb	2	2	0,2
EPL Gc	2	2	0,2

Queste limitazioni di spessore non si applicano agli strati non metallici che hanno resistenza superficiale minore di $10^9 \Omega$ o $10^{11} \Omega$, ved. la Norma CEI EN 60079-0.
Una delle principali ragioni per la limitazione dello spessore è che il massimo spessore non metallico è fatto per permettere la dissipazione delle cariche attraverso l'isolante verso terra.
In questo modo, le cariche elettrostatiche non riescono ad accumularsi fino a livelli pericolosi per l'innesco.

- d) Quando le parti di costruzione e protezione sono usate nell'impianto per limitare il rischio di scariche elettrostatiche, esse devono essere marcate con:

ATTENZIONE - POTENZIALE PERICOLO DI CARICHE ELETTROSTATICHE

6.5.3 Prevenzione dell'accumulo di cariche elettrostatiche sulle parti di costruzione e la protezione in luoghi che richiedono apparecchiature con EPL "Da", "Db" e "Dc"

Le parti esternamente non metalliche usate per la costruzione e la protezione,

Le parti di costruzione e protezione in metallo verniciato e in plastica, installate o anche portate saltuariamente in luoghi con pericolo di esplosione che richiedono apparecchiature con EPL "Da", "Db" e "Dc" (luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di polveri combustibili), devono essere concepiti in modo da evitare, nelle normali condizioni di uso, tutti i pericoli di incendio dovuti alla propagazione delle scariche a pennacchio.

Se un materiale in plastica con superficie $>$ di 500 mm² è usato per coprire un materiale conduttore, deve soddisfare ad una o più delle caratteristiche sotto indicate:

- scegliendo correttamente il materiale in modo che la resistenza superficiale soddisfi i limiti indicati nella CEI EN 60079-0;
- tensione di guasto \leq 4 kV misurata sullo spessore del materiale di isolamento come indicato nella Norma CEI EN 60243-1 (CEI 15-36).
- Quando le parti di costruzione e di protezione vengono utilizzate per limitare il rischio di scariche elettrostatiche, esse devono essere marcate con:

ATTENZIONE - POTENZIALE PERICOLO DI CARICHE ELETTROSTATICHE

Il percorso dei cavi deve essere tale da evitare, ovunque possibile, effetti di attrito e di accumulo di cariche elettrostatiche dovute al movimento di polveri.

Se il pericolo non può essere evitato in sede di progettazione, una targa di avvertimento deve indicare le misure di sicurezza necessarie in esercizio.

Un materiale capace di disperdere le cariche elettrostatiche, cioè elettrostaticamente dissipativo (Guida CEI CLC/TR 50404, 31-55), è ritenuto tale se ha una resistività di volume superiore a $10^4 \Omega\text{m}$ e inferiore a $10^9 \Omega\text{m}$, oppure una resistività superficiale inferiore a $10^{10} \Omega\text{m}$, oppure una resistenza superficiale inferiore a $10^9 \Omega$, misurate in un ambiente con umidità relativa 50%.

In particolare, secondo la Norma CEI EN 60079-14 (CEI 31-33), l'impiego di materiale isolante deve essere riservato a materiali aventi, in presenza di gas o vapori, una resistenza superficiale non superiore a $1 \text{ G}\Omega$, oppure una superficie esposta con un'area limitata, in relazione al tipo di zona e al gruppo della sostanza (tabella 5), mentre, in presenza di polveri combustibili, una resistenza superficiale non superiore a $10^9 \Omega$, o una tensione di perforazione non superiore a 4 kV, o uno spessore non inferiore a 8 mm, oppure essere costruttivamente incapace di limitare la carica.

Sistemi che servono ad evitare l'accumulo di cariche elettrostatiche sono quelli dell'umidificazione dell'ambiente e della ionizzazione dell'aria.

Un'umidificazione al di sopra del 65% in generale rende conduttive le superfici di solidi non conduttori. La ionizzazione viene praticata, ad esempio, con impiego di aghi metallici posti nelle prossimità dell'oggetto su cui si accumulano le cariche, che riescono a convogliare verso terra le cariche stesse quando queste diventano eccessive.

Oltre che per fenomeni di induzione dovuti alla presenza di campi elettrici, l'elettricità statica può essere generata da un movimento di corpi solidi e liquidi e di polveri.

Durante le operazioni che comportano movimento di materiali non conduttori (ad esempio pellicole e fogli su rulli e nastri trasportatori, cinghie di trasmissione, carico e scarico di fluidi infiammabili) sono possibili accumuli di cariche elettrostatiche, che pertanto devono essere captate e disperse attraverso collegamenti all'impianto unico di terra.

I tetti galleggianti e gli agitatori di serbatoi di liquidi infiammabili devono essere collegati a terra.

Parti rotanti possono essere collegati a terra tramite contatti striscianti.

Serbatoi e contenitori con le tubazioni metalliche destinate al convogliamento di sostanze infiammabili vanno esaminati con particolare attenzione e le operazioni sottoposte a rigorose procedure. Tali tubazioni devono essere collegate, oltre che al mezzo di trasporto, ai serbatoi o agli impianti che le ricevono. Se le tubazioni sono realizzate in materiale isolante *non dissipativo*, esse vanno rese continue, ad esempio tramite parti metalliche alle due estremità e un conduttore flessibile che le collega. I serbatoi o gli impianti, in generale di per se stesse collegati all'impianto di terra, vanno connessi alla tubazione prima delle operazioni di carico e scarico; se il collegamento viene fatto in una zona pericolosa, esso va realizzato attraverso un dispositivo (pinze o interruttore) idoneo per tale zona.

6.6 Protezione contro i fulmini

Nel progetto dei sistemi di protezione contro i fulmini di strutture con pericolo di esplosione devono essere adottati dei provvedimenti supplementari per ridurre gli effetti del fulmine a valori trascurabili (ved. la Norma CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3): 2013, Allegato D).

Il par. 16.3 fornisce dettagli sui requisiti di protezione contro i fulmini di apparecchiature Ex "ia" installate in zone che richiedono un EPL "Ga".

In presenza di strutture contenenti luoghi con pericolo di esplosione, nella valutazione del rischio di fulminazione di cui alla Norma CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) entrano in gioco anche componenti di rischio normalmente trascurate per i luoghi ordinari, che tengono conto del danno alle apparecchiature ed agli impianti interni alla struttura per effetto delle sovratensioni, causate dal LEMP (Lightning ElectroMagnetic Pulse) e dalle tensioni indotte sulle linee entranti.

Nel caso venga attuata la protezione contro i fulmini tramite LPS (Lightning Protection System), in generale nella progettazione di apparecchi ed impianti elettrici e degli ambienti in cui sono installati devono essere presi provvedimenti per ridurre ad un livello sicuro gli effetti dei fulmini, secondo le indicazioni delle norme CEI in materia, ed in particolare della Norma CEI 64-8 e delle Norme e Guide CEI EN 62305-2 (81-10/2), CEI 81-29, 62305-3 (81-10/3) e 62305-4 (81-10/4).

Ai fini della valutazione del rischio, non sono da considerare con pericolo di esplosione le strutture nelle quali le sostanze pericolose non possono essere colpite direttamente dal fulmine e vengono evitate scariche elettriche proteggendo gli eventuali impianti dalle sovratensioni. È il caso, per esempio, in cui le sostanze sono contenute in serbatoi metallici, i quali, considerati come organi di captazione naturali, abbiano spessore secondo i valori minimi indicati dalla Norma, tale da evitare perforazioni o fenomeni del punto caldo (hot spot), cioè che in caso di fulminazione non assumano una temperatura in grado di innescare l'esplosione dell'atmosfera esplosiva eventualmente presente al loro interno (i valori della temperatura, in relazione agli spessori e al livello di protezione, da comparare con quella di accensione delle sostanze, sono riportati dalla Norma CEI EN 62305-3, 81-10/3).

Analogamente, sono da considerarsi autoprotetti, e quindi non necessitano di protezioni, serbatoi all'esterno interrati o all'aperto con uno spessore non inferiore al minimo imposto dalla Norma CEI EN 62305-3 (81-10/3). Per essi e per tubazioni all'aperto vengono date prescrizioni aggiuntive relativamente ai collegamenti tra le parti e verso terra.

In generale, qualora vengano impiegate come organi di captazione e discesa tubazioni metalliche che trasportano fluidi infiammabili, le giunzioni mediante flange risultano idonee se la guarnizione interposta è conduttrice (es. spirometallica). Ciò allo scopo di evitare la formazione di scariche pericolose tra i bordi delle flange, in quanto la presenza di bulloni di collegamento non offre adeguate garanzie contro la possibilità che si verifichino tali scariche. In questi casi è da evitare l'uso di ponticelli, inutili, poiché questi darebbero un contributo aggiuntivo trascurabile alla continuità assicurata dai bulloni.

In ogni caso, in presenza di giunti isolanti, bisogna evitare le scariche disruptive installando su di essi dispositivi spinterometrici adatti, come modo di protezione, alla zona pericolosa individuata.

Per circuiti a sicurezza intrinseca e per impiego in zone 0 di apparecchi con EPL Ga, o Gb come combinazione di due modi di protezione secondo la Norma CEI EN 60079-26 (CEI 31-57), data la particolarità del modo di protezione, le prescrizioni sono contenute in un apposito successivo capitolo.

6.7 Radiazioni elettromagnetiche

6.7.1 Generalità

Nel progetto degli impianti elettrici devono essere presi provvedimenti per ridurre a livello sicuro gli effetti delle radiazioni elettromagnetiche.

6.7.2 Segnali in radio frequenze nei luoghi pericolosi

Le strutture e le antenne posizionate in luoghi pericolosi possono diventare ricettori di trasmissioni provenienti dall'esterno del luogo pericoloso. La potenza di picco (soglia) delle radio frequenze (da 9 kHz a 60 GHz), ricevute nella zona pericolosa per trasmissioni continue ed a impulsi, con durata dell'impulso che non superino i valori del tempo di inizio riscaldamento indicati nella Tabella 6.7-1).

Controlli programmabili, anche a mezzo di elaboratori, previsti per la taratura da parte dell'utente non sono ammessi.

NOTA 1 I valori indicati nella Tabella 6.7-1 (tabella 8 della norma) possono creare problemi su emittenti ad alta potenza poste nelle vicinanze di un luogo pericoloso. Ulteriori informazioni sull'applicazione di sorgenti a radiofrequenza ad alta potenza per i segnali commerciali normali con distanza generalmente elevata si possono trovare in CLC/TR 50427. I risultati del CLC/TR 50427 si basano su condizioni di campo lontano.

Tabella 6.7-1 – Potenza di picco (soglia) per radiofrequenze

Gruppo delle apparecchiature	Potenza di picco (soglia) (W)	Tempo di inizio riscaldamento (μ s)
Gruppo IIA	6	100
Gruppo IIB	3,5	80
Gruppo IIC	2	20
Gruppo III	6	200

Per i radar ad impulsi e altre trasmissioni ad impulsi brevi se confrontati con il tempo di iniziazione termica, i valori di Energia di picco (soglia) non devono superare quelli indicati nella Tabella 6.7-2.

Tabella 6.7-2 – Energia di soglia per radiofrequenze

Gruppo delle apparecchiature	Energia di picco (soglia) Z_{th} (μ J)
Gruppo IIA	950
Gruppo IIB	250
Gruppo IIC	50
Gruppo III	950

NOTA 2: Nelle Tabelle 6.7-1 e 6.7-2 gli stessi valori sono applicati a apparecchiature Ga, Gb, Gc, Da, Db, Dc, per gli importanti fattori di sicurezza coinvolti.

NOTA 3: Nelle Tabelle 6.7-1e 6.7-2 i valori si applicano in funzionamento normale a condizione che l'utilizzatore dell'apparecchiatura non abbia accesso alla taratura dell'apparecchiatura per fornire valori più alti.

La presenza di radiazioni elettromagnetiche ed elettriche di installazioni ottiche (laser, lampade, luce solare concentrata, LED, fibre ottiche, ecc), di onde ultrasoniche, che hanno un notevole contenuto energetico e di raggi X può risultare pericolosa ai fini di un innesco di atmosfere esplosive.

In particolare per le polveri combustibili, per la scelta delle apparecchiature radianti ottiche e ad ultrasuoni vanno applicate le misure di sicurezza di cui ai paragrafi 5.7 e 5.8.

6.8 Parti metalliche protette catodicamente

6.8.1 Generalità

La protezione catodica è una tecnica elettrochimica di salvaguardia dalla corrosione di strutture metalliche esposte a un ambiente elettrolitico (*terreni, acqua marina, acqua dolce, sostanze chimiche, ecc.*) che può essere aggressivo nei confronti del metallo.

Un'applicazione tradizionale della protezione catodica è quella per le superfici esterne di tubazioni o serbatoi in acciaio interrati o immerse in acqua di mare.

Anche le superfici interne di strutture quali scambiatori e bollitori possono essere sottoposte a protezione catodica.

Non è conveniente applicare la sola protezione catodica attiva a una struttura priva di rivestimento (es. condotta in acciaio).

La sua applicazione diventa conveniente quando il manufatto è dotato di una protezione passiva (*rivestimento dielettrico*). In questo caso la protezione catodica (*o protezione attiva*) completa la protezione alla corrosione offerta dal rivestimento con costi limitati.

Nel caso di impiego della protezione catodica, le correnti di circolazione in circuiti posti in zone pericolose, nel caso di sconnessione oppure per riscaldamento delle parti, possono innescare l'atmosfera esplosiva. Tale rischio esiste anche nel caso di protezione catodica con il metodo degli anodi galvanici sacrificali, di alluminio o magnesio.

Le parti metalliche protette catodicamente situate in zone pericolose sono masse estranee che devono essere considerate come potenzialmente pericolose (specialmente se funzionano con un sistema a corrente impressa), in contrasto con il loro potenziale negativo più elevato.

Per limitare le differenze di potenziale in occasione di sovratensioni anormale, la messa a terra e la connessione equipotenziale di condotte o strutture protette catodicamente possono essere effettuate con sistemi compatibili con la protezione catodica stessa (es. limitatori di sovratensione, SPD).

Nella Norma non sono trattate, ai fini della protezione catodica, le zone pericolose all'interno dei contenitori di sostanze infiammabili o polveri combustibili (es. serbatoi di stoccaggio).

Non è consentita la protezione catodica nelle zone che richiedono un EPL Ga o Da esterne ai contenitori di sostanze pericolose; inoltre, nelle zone che richiedono un EPL Gb e Gc o Db e Dc è consigliabile ricorrere alla protezione catodica a corrente impressa solo se non si possono adottare altri sistemi di protezione.

Tuttavia la protezione catodica, anche a corrente impressa, è consentita per strutture connesse metallicamente ad altre poste in zone che richiedono un EPL Ga o Da esterne ai contenitori di sostanze pericolose quando tutte le masse, le masse estranee e il dispersore di terra siano resi equipotenziali e insieme protetti catodicamente da un unico sistema di protezione catodica e la corrente impressa non interessi le parti metalliche poste in dette zone in modo da escludere la possibilità di scintille tra parti a potenziali diversi.

Più precise indicazioni sulla sicurezza nella protezione catodica possono essere tratte dalla Norma UNI EN 12954.

In assenza di norme IEC per la protezione catodica, si può fare riferimento a norme nazionali o diverse.

6.8.2 Aree con unico impianto di terra (aree concentrate)

All'interno di aree concentrate, come impianti di lavorazione e deposito (es. stabilimenti), nelle zone pericolose le parti metalliche protette catodicamente con sistema a corrente impressa che escono dal terreno entro le zone pericolose devono essere collegate con le masse e le masse estranee non protette catodicamente poste fuori terra e all'impianto unico di terra per la protezione contro i contatti indiretti, oppure devono essere adeguatamente isolate da tali masse e masse estranee per le massime tensioni che possono stabilirsi in caso di guasto a terra e comunque per la massima tensione dell'alimentatore dell'impianto di protezione catodica.

Le condotte e le strutture protette catodicamente con sistema a corrente impressa uscenti o entranti in un'area con un unico impianto di terra, ad esempio tubi e rotaie, devono essere provviste di giunti isolanti preferibilmente posti all'esterno dell'area stessa (ved. Fig.6.8-1).

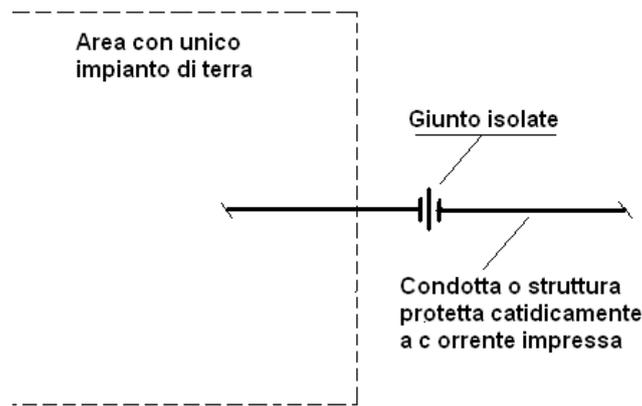


Fig.6.8-A – Condotte o strutture protette catodicamente con sistema a corrente impressa, entrante o uscente in un'area con un unico impianto di terra

Le condotte e le strutture che escono dalle aree concentrate, devono comunque essere provviste di un giunto isolante, posto preferibilmente all'esterno della stessa area concentrata; se il giunto si trova all'interno, le parti delle condotte poste dal lato esterno devono essere adeguatamente isolate per la tensione totale di terra; oppure, devono essere poste entro involucri o dietro barriere tali da impedire il loro contatto con masse o masse estranee poste sull'altro lato dei giunti stessi. Se le condotte possono essere oggetto di scariche atmosferiche, i giunti isolanti vanno protetti con idonei SPD; se il giunto si trova in zona pericolosa, gli SPD devono essere adatti a tale zona.

Sono esclusi dalle prescrizioni di cui sopra le condotte e strutture di cui in 6.8-3.

Per operazioni di carico e scarico da mezzi di trasporto su impianti o serbatoi fissi protetti catodicamente è richiesto un giunto isolante sul braccio di carico, tra le parti fissa e mobile. Un giunto isolante è anche richiesto tra condotte terrestri protette catodicamente e condotte di natanti, in quanto si ritiene comunque non evitabile il pericolo di scintille all'atto dello scollegamento delle condotte, causate dalle coppie galvaniche che si generano tra natante e strutture a terra.

6.8.3 Condotte e strutture esterne alle aree con unico impianto di terra

Le condotte e le strutture protette catodicamente interrato o subacquee installate all'esterno delle aree di cui in 6.8.2 (es. acquedotti, oleodotti, gasdotti), che fuoriescono dal terreno in zone che richiedono un EPL Gc o Dc (es. zone 2 e 22), comprese le apparecchiature connesse metallicamente alle stesse (es. valvole d'intercettazione, organi di manovra e regolazione, strumenti di misura attuatori elettrici, trasmettitori elettronici di pressione e temperatura) possono essere considerate efficacemente a terra e protette contro i contatti indiretti anche se non collegate intenzionalmente a terra o alle masse e masse estranee non protette catodicamente, risultando sufficiente il loro collegamento naturale a terra in considerazione della loro estensione o delle tecniche costruttive, se, per l'alimentazione delle apparecchiature con Sistema TT con interruzione automatica dell'alimentazione (Fig. 6.8-2), è utilizzato un impianto di terra separato e privo di collegamenti equipotenziali principali con masse e masse estranee collegate ad altri impianti di terra anche se contemporaneamente accessibili e la condotta interrata presenta una resistenza verso terra adeguata alla protezione contro i contatti indiretti.

Il valore della resistenza del dispersore dell'impianto utilizzatore deve soddisfare la relazione:

$$R_E < U_L / I_{dn}$$

Dove:

R_E = resistenza del dispersore in ohm;

U_L = 50 V per ambienti ordinari

I_{dn} = corrente nominale differenziale del dispositivo di protezione.

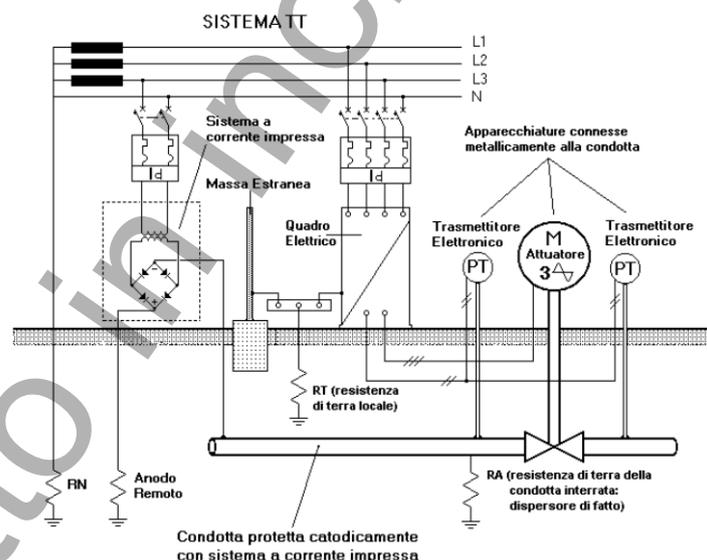
L'uso obbligatorio della protezione differenziale rende agevole l'ottenimento del valore richiesto per la resistenza di terra. Infatti con un interruttore differenziale avente corrente differenziale nominale

$I_{dn} = 0,3 \text{ A}$ si ottiene:

$$R_E < 50 / I_{dn} = 50 / 0,3 = 167 \Omega$$

Poiché la realizzazione dei collegamenti equipotenziali principali tra la condotta interrata (dispersore di fatto) e l'impianto di terra locale, così come previsto dalla Norma CEI 64-8, è incompatibile con le necessità dell'impianto di protezione catodica, nel sistema TT (Fig. 6.8-2) è possibile ritenere accettabili i rischi elettrici associati al contatto contemporaneo tra masse della condotta interrata e masse e masse estranee dell'impianto di terra locale non collegate equipotenzialmente ad un unico impianto di terra, in quanto non si riscontrano, nel caso considerato, le condizioni per cui anche per i sistemi TT è stato richiesto obbligatoriamente il collegamento equipotenziale principale.

In questi tipi di impianti si raccomanda, comunque, che l'accesso per operazioni che comportino la possibilità di contatto contemporaneo tra masse e masse estranee collegate ad impianti di terra separati, avvenga solo da parte di personale autorizzato, munito di mezzi protettivi (Norma CEI 11-27) e per il tempo strettamente necessario all'esecuzione delle operazioni.



Se invece l'alimentazione delle apparecchiature connesse metallicamente alla condotta viene effettuata con altri sistemi di protezione previsti dalla Norma CEI 64-8, quali ad esempio: SELV, PELV e separazione elettrica, per tali parti situate in zone pericolose, valgono esclusivamente le cautele previste dall'ultimo capoverso del paragrafo 6.8.3.

Fig.6.8-B – Condotte o strutture esterne alle aree con unico impianto di terra

6.9 Accensione da radiazione ottica

Nella progettazione delle installazioni ottiche devono essere presi dei provvedimenti per ridurre a un livello sicuro gli effetti delle radiazioni ottiche in conformità con 5.7.

NOTA L'uso di materiale ottico come lampade, LED, fibre ottiche, ecc... è in continuo aumento per la comunicazione, la sorveglianza, il controllo e le misure. Per il trattamento dei materiali vengono a volte utilizzati raggi luminosi ad alta densità. A volte l'impianto è situato dentro o in prossimità di atmosfere esplosive e la radiazione può attraversare queste zone. In funzione delle sue caratteristiche, la radiazione può provocare un innesco. La presenza o l'assenza di un sistema di assorbimento delle radiazioni può influenzare significativamente l'innesco.

4 Protezione elettrica

4.1 Generalità

I circuiti elettrici (ved. CEI 64-8, Cap. 25), comprese le relative condutture, i componenti elettrici dell'impianto e gli apparecchi utilizzatori (ved. CEI 64-8, Cap. 27) devono essere protetti contro gli effetti dannosi dei cortocircuiti, dei sovraccarichi, dei guasti a terra.

Con il termine protezione elettrica s'intende:

- protezione contro i contatti diretti e indiretti;
- protezione contro le sovracorrenti (sovraccarichi e cortocircuiti).

La Norma CEI 64-8 tratta questi argomenti nei capitoli 41 e 43. Le informazioni che seguono sono integrative o esplicative delle prescrizioni di detti capitoli, col fine di ridurre quanto più possibile la probabilità che l'impianto elettrico sia causa d'innesco dell'atmosfera esplosiva pericolosa.

Le indicazioni contenute in questo capitolo non si applicano ai circuiti a sicurezza intrinseca (modo di protezione "i"), ved. Nota.

NOTA Il modo di protezione "nL" non è più applicato; per i nuovi impianti utilizzare il modo di protezione a sicurezza intrinseca "ic".

7.2 Sovraccarico

Il sovraccarico è una corrente d'intensità maggiore di quella di impiego prevista nel progetto, assorbita dal carico, che si verifica in un circuito sano durante il funzionamento normale dell'impianto; per le macchine la corrente di progetto è quella nominale; non è una corrente di guasto.

Il sovraccarico può causare danni significativi per effetto del surriscaldamento delle condutture o delle apparecchiature, solo se permane per lungo tempo; per questo motivo è un evento che non può essere sottovalutato; in ogni caso il pericolo può presentarsi quando le temperature superficiali possono essere tali da innescare l'atmosfera esplosiva presente.

La protezione dal sovraccarico è sempre necessaria quando esiste tale pericolo, generalmente per la protezione di tutte le macchine elettriche; quindi indipendentemente dalla probabilità con cui l'evento possa manifestarsi.

Le apparecchiature elettriche trifase o polifase devono essere poste fuori tensione qualora si verificasse la perdita di una fase quando questa eventualità possa essere causa di surriscaldamento.

In caso di sovraccarico è ammesso il riarmo automatico del dispositivo di protezione; tuttavia, come sopra indicato deve essere valutata la possibilità d'innesco dell'atmosfera esplosiva.

I dispositivi di protezione dal sovraccarico dovrebbero essere installati a monte delle zone pericolose (es. in cabine elettriche), per proteggere da eventuali sovracorrenti dovute a guasti di impedenza non trascurabile, es. guasto non franco, ved. Norma CEI 64-8, artt. 25.8 e 413.1.4).

Nei casi in cui disconnettere un'apparecchiatura elettrica dalla sua alimentazione, in presenza di sovraccarico, comportasse un rischio per la sicurezza maggiore di quello previsto per l'accensione dell'atmosfera esplosiva, dovrà essere evitata la messa fuori servizio e attuato automaticamente un allarme in luogo presidiato, così da consentire una sollecita azione correttiva (es. pompa antincendio, pompa di ricircolo reattori di processo, ventilazione di sicurezza, ecc.).

7.3 Cortocircuito

Il cortocircuito è generalmente una corrente d'intensità molto maggiore di quella di funzionamento normale e si verifica in caso di guasto.

L'energia che si viene a determinare è sempre pericolosa e pertanto deve essere limitata sia in valore, sia in tempo.

I dispositivi di protezione dal cortocircuito devono essere installati a monte delle zone pericolose (es. in cabine elettrica).

Non è ammesso il riarmo automatico dei dispositivi di protezione.

7.4 Guasto a terra

Nelle zone in cui è richiesto un livello di protezione "Ga", "Gb", "Da" e "Db", generalmente zone 0, 1, 20 e 21, ai fini della protezione contro i guasti verso terra, potrebbe essere necessario regolare tempi d'intervento inferiori a quelli previsti dalla norma generale CEI 64-8. capitolo 41.

8 Interruzione di emergenza e sezionamento

8.1 Generalità

Le indicazioni contenute in questo capitolo non si applicano ai circuiti a sicurezza intrinseca (modo di protezione "i"), ved. Nota.

NOTA Il modo di protezione "nL" è stato sostituito dal modo di protezione a sicurezza intrinseca "ic".

8.2 Interruzione dell'alimentazione elettrica

Nei luoghi con pericolo di esplosione, sia per motivi di funzionamento, sia di emergenza, si devono installare dispositivi per la messa fuori tensione della parte d'impianto elettrico costruito in tale area. Secondo i casi, si devono prevedere uno o più punti d'installazione; lo scopo è eliminare rapidamente il pericolo di esplosione che potrebbe causare l'impianto elettrico e consentire una sollecita azione correttiva.

Come già scritto nel capitolo precedente nei casi in cui disconnettere un'apparecchiatura elettrica dalla sua alimentazione comportasse un rischio per la sicurezza maggiore di quello previsto per l'accensione dell'atmosfera esplosiva, il dispositivo d'interruzione di cui sopra non dovrà comprendere tale apparecchiatura elettrica.

In altre parole, per l'apparecchiatura destinata a rimanere in funzione si dovrà prevedere un circuito separato.

I dispositivi per la messa fuori tensione dell'impianto elettrico devono avere le caratteristiche adeguate per garantire l'interruzione dell'alimentazione elettrica, sezionando il circuito o i circuiti interessati, comprendendo tutti i conduttori di fase e di neutro.

I punti in cui mettere in opera i dispositivi d'interruzione dell'alimentazione elettrica, dopo aver sentito il datore di lavoro del luogo in esame, devono essere valutati:

- in base alla conformazione del sito;
- alla disposizione del personale nel sito;
- alla natura delle operazioni svolte nel sito.

Come già scritto, lo scopo è eliminare rapidamente il pericolo; togliere tensione significa eliminare le possibili sorgenti di innesco e quindi eliminare il pericolo di esplosione che potrebbe causare l'impianto elettrico.

8.3 Sezionamento elettrico

Per consentire di lavorare in sicurezza, devono essere previsti idonei dispositivi di sezionamento onnipolare, per ogni circuito o gruppo di circuiti.

Per sezionamento onnipolare s'intende una manovra che disconnetta simultaneamente tutti i conduttori di un circuito dalla sorgente di alimentazione.

Fra i dispositivi di sezionamento si citano:

- interruttori di manovra sezionatori;
- fusibili;
- mezzi di unione quali le barrette.

Deve essere previsto un sistema di identificazione nelle immediate vicinanze di ciascun mezzo di sezionamento per consentire la rapida identificazione del circuito o gruppo di circuiti da esso controllati.

NOTA Si raccomanda di prevedere misure o procedure efficaci per impedire il ripristino dell'alimentazione delle apparecchiature elettriche fintanto che persiste il pericolo di esposizione all'atmosfera esplosiva di conduttori attivi non protetti.

Il dispositivo di sezionamento deve essere munito di una targhetta che ne identifica chiaramente la funzione.

9 Condutture elettriche in cavo

9.1 Generalità

9.1.1 Riferimenti normativi

Le condutture elettriche devono essere conformi alle prescrizioni della presente sezione.

Per quanto non prescritto nella presente sezione, per la scelta, l'uso e le caratteristiche dei cavi da utilizzare si rimanda alle norme CEI emesse dal CT20. In particolare si segnalano:

- Guide CEI 20-40/1 e CEI 20-40/2 (EN 50565-1 e 50565-2) Cavi Elettrici – Guida all'uso dei cavi con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U_0/U)
- Norma CEI 20-75 Cavi ad isolamento minerale con tensione nominale non superiore a 750 V - Guida all'uso;
- Norma CEI 20-89 Guida all'uso e all'installazione dei cavi elettrici e degli accessori di MT;
- Nonché alle Norme CEI 64-8 e CEI 11-17.

Quando, per motivi particolari (condizioni ambientali, requisiti funzionali, ecc.), sia necessario ricorrere all'utilizzo di cavi speciali per i quali non sono disponibili norme CEI, per le loro caratteristiche deve essere fatto quanto più possibile riferimento ad altre norme riconosciute. In assenza di tali riferimenti le caratteristiche dei cavi devono essere specificate su appositi documenti comprovanti la qualità e l'idoneità per l'utilizzo previsto.

I conduttori utilizzati nei cavi possono essere rigidi o flessibili in base all'uso (ved. 9.1.2).

9.1.2 Definizioni relative alle condutture in cavo

NOTA Per le definizioni seguenti è stato fatto riferimento alle norme CEI 64-8: 2012, CEI 20-13: 2011 e CEI EN 60228: 2005, alle quali si rinvia per maggiori dettagli.

- a) *Conduttura elettrica*: insieme costituito da uno o più conduttori elettrici e dagli elementi che assicurano il loro isolamento, il loro supporto, il loro fissaggio e la loro eventuale protezione meccanica.
- b) *Cavo*: denominazione generica usata per indicare un conduttore uniformemente isolato o un insieme di conduttori uniformemente isolati e riuniti, generalmente provvisto di uno o più rivestimenti protettivi e caratterizzato da un grande sviluppo in lunghezza.
- c) *Conduttore (di un cavo)*: un filo o una corda di metallo, generalmente in rame o alluminio, destinato a condurre la corrente elettrica.
- d) *Formazione o composizione (di un conduttore)*: è definita dal numero dei fili componenti e dal loro diametro teorico.

I conduttori sono suddivisi in quattro Classi: 1, 2, 5 e 6.

I conduttori delle Classi 1 e 2 sono destinati a cavi per installazione fissa. I conduttori di Classe 5 e 6 sono destinati a cavi per posa mobile, e possono essere usati anche per installazione fissa.

- Classe 1: conduttori a filo unico.
- Classe 2: conduttori a corda rotonda (o settoriale).
- Classe 5: conduttori flessibili.
- Classe 6: conduttori flessibili, maggiormente flessibili di quelli della Classe 5 (flessibilissimi).

NOTA Un conduttore cordato si dice "compatto" (rotondo o settoriale) quando la corda è opportunamente calandrata o trafilata così che gli interstizi tra i fili risultino ridotti rispetto a quelli di una corda concentrica normale; data la deformazione dei fili che ne consegue non è possibile determinare il diametro originale degli stessi.

- e) *Sezione nominale (di un conduttore)*: valore arrotondato della sezione teorica un conduttore.

NOTA La designazione di un conduttore per mezzo della sezione nominale è insufficiente se non si fa riferimento alla corrispondente resistenza elettrica per unità di lunghezza.

- f) *Anima (di un cavo)*: un conduttore con relativo isolante, in quanto parte costituente di un cavo.
- g) *Isolante (di un'anima di cavo)*: un involucro di materiale dielettrico destinato a sopportare la tensione elettrica.
- h) *Schermo*: sottile rivestimento di materiale conduttore o semiconduttore applicato sulla superficie interna o esterna dell'isolante e bene aderente ad esso o sull'insieme delle anime cordate.
- i) *Conduttore concentrico (di un cavo)*: conduttore avente l'aspetto di un involucro cubiforme (costituito da fili, piattine o nastri) che contiene gli altri conduttori isolati facenti parte del cavo, ed è usato generalmente come conduttore non isolato.
- j) *Guaina (di un cavo)*: rivestimento protettivo tubolare continuo e aderente sull'insieme delle anime avente funzione di protezione meccanica ed anticorrosiva. La guaina può essere metallica o non metallica.

NOTA La denominazione "guaina" non è applicabile al rivestimento isolante di ogni anima, né a un involucro tubiforme non continuo, come per es. un armatura a piattine o a nastri.

- k) *Mescola*: termine comunemente usato per indicare un insieme di materiali opportunamente scelti e dosati che, dopo opportuni trattamenti, presenta caratteristiche adatte all'isolamento elettrico o alla protezione dei cavi.
- l) *Mescola termoplastica*: mescolanza di materiali opportunamente scelti, dei quali il componente caratteristico è un polimero sintetico che, dopo aver subito un opportuno trattamento, è caratterizzato da una plasticità variabile con la temperatura e presenta caratteristiche fisiche adatte all'isolamento elettrico o alla protezione dei cavi.

Ad esempio:

- R, mescola di guaina a base di polivinilcloruro (PVC);
- E, mescola di guaina costituita quasi esclusivamente di polietilene (PE);
- M1, mescola di guaina a base di polimero termoplastico a basso sviluppo di fumi, gas tossici e corrosivi.

- m) *Mescola elastomerica*: mescolanza di materiali opportunamente scelti, dei quali il componente caratteristico è un elastomero sintetico od altro, reticolato mediante un processo chimico con o senza apporto di calore, in modo da presentare caratteristiche fisiche adatte all'isolamento elettrico o alla protezione dei cavi.

Ad esempio:

- G7, mescola elastomerica reticolata ad alto modulo a base di gomma sintetica del tipo HEPR;
- K, mescola di guaina a base di policloroprene (PCP), od altro elastomero sintetico equivalente;
- M2, mescola di guaina elastomerica reticolata a basso sviluppo di fumi, gas tossici e corrosivi.

- n) *Armatura*: rivestimento metallico costituente una struttura regolare e uniforme, senza eccessivi interstizi o accavallamenti, avente la funzione principale di protezione meccanica.

- o) *Tubeo protettivo*: involucro chiuso, di sezione circolare o non circolare, destinato alla messa in opera o alla sostituzione dei cavi mediante tiro.

9.2 Conduttori in alluminio

Ad eccezione dei sistemi a sicurezza intrinseca, i cavi con conduttori in alluminio possono essere utilizzati solo con connessioni adatte e con conduttori di sezione non inferiore a 16 mm².

Le connessioni devono assicurare che le distanze in aria e le distanze superficiali non siano ridotte dai mezzi addizionali che sono richiesti per la connessione di conduttori di alluminio.

Le distanze superficiali ed in aria minime possono essere determinate dal livello di tensione e/o dalle prescrizioni per il tipo di protezione.

Dovrebbero essere prese in considerazione delle precauzioni contro la corrosione elettrolitica.

NOTA I motivi principali per cui è stata stabilita una sezione minima dei conduttori in alluminio così grande sono: la sua fragilità, la sua difficile saldabilità e la maggiore resistenza elettrica rispetto al rame.

9.3 Cavi

9.3.1 Generalità

La direttiva ATEX non prevede la certificazione di cavi o conduttori elettrici per uso specifico in luoghi con pericolo di esplosione.

Si ricorda che non è ammesso l'uso di conduttori PEN (sistemi TN-C).

I cavi con guaine con bassa resistenza alla trazione (comunemente noti come cavi 'facili da lacerare o spellare (easy tear) non devono essere utilizzati in luoghi con pericolo di esplosione a meno che siano installati in quadri, custodie o tubi protettivi.

NOTA 1 Con il termine "easy tear" si identificano i cavi che, al di là delle caratteristiche meccaniche del materiale costituente la guaina, sono realizzati con tecniche costruttive che facilitano le operazioni di eliminazione della guaina e la connessione. Tipicamente la guaina viene realizzata a tubo e quanto più possibile non aderente agli elementi sottostanti. In queste condizioni, tagliando semplicemente la guaina in maniera circolare, è possibile sfilarne un lungo tratto.

Questa caratteristica non consente ai cavi di avere la struttura cilindrica e compatta richiesta per l'installazione in luoghi con pericolo di esplosione.

Cavi, con guaine di resistenza alla trazione (carico di rottura) inferiore a: (ved. Nota 2)

i) termoplastici:

- cloruro di polivinile (PVC) 2,5 N/mm²
- polietilene 15,0 N/mm²;

ii) elastomerici:

- policloroprene, clorosulfonati o polimeri simili 15,0 N/mm²,

sono comunemente conosciuti come cavi 'facili da strappare' .

NOTA 2 Nella Norma CEI EN 60079-14, art. 9.3.1 NOTA sono indicati i valori di resistenza alla trazione (carico di rottura) della guaina riportati sopra; tuttavia, si raccomanda di non scendere al di sotto dei requisiti minimi previsti dalle norme CEI o IEC di prodotto (es. CEI EN 50363, IEC 60092, IEC 60502).

NOTA 3 Esistono dei cavi sottoposti a specifiche prove, come ad esempio quelli utilizzati in impianti di distribuzione di carburante (EN 13617-1).

9.3.2 Cavi per condutture fisse

I cavi usati per le condutture fisse in luoghi con pericolo di esplosione devono essere adatti alle condizioni ambientali di funzionamento.

Sezioni minime ammesse per i conduttori:

1) nei circuiti di energia (potenza) 1,5 mm² Cu, 16 mm² Al;

NOTA La sezione minima è stata stabilita considerando che la Norma CEI EN 60079-14 ammette 1,0 mm² Cu, 16 mm² Al, la Norma CEI 64-8 invece ammette 1,5 mm² Cu e 10 mm² Al.

2) nei circuiti ausiliari di comando e segnale, esclusi quelli dei circuiti Ex i, per i quali si rimanda al Cap. 16, 0,75 mm² Cu;

3) nei circuiti a basso livello di energia quali telecomunicazione, telemisura e telecontrollo, esclusi quelli dei circuiti Ex i, per i quali si rimanda al Cap. 16, 0,5 mm² Cu;

NOTA Si segnalano in particolare i cavi per sistemi di comunicazione e controllo di tipo analogico e digitale di cui alle Norme CEI EN 50288-1 (CEI 46-79) e CEI EN 50288-7 (CEI 46-143).

I cavi devono essere di uno dei tipi indicati nei punti a), b), c) seguenti.

a) Con guaina in materiale termoplastico, reticolato o elastomerico; devono essere circolari e compatti, l'isolante e le guaine non metalliche devono essere in estruso; eventuali riempitivi devono essere non igroscopici.

NOTA Un cavo si definisce sostanzialmente compatto quando le differenti parti che lo compongono (conduttori, isolati, elementi metallici di schermatura e armatura, guaine interne ed esterne) sono in stretto contatto tra loro. All'interno del cavo non devono essere presenti interstizi di dimensioni tali da permettere lo spostamento relativo in maniera permanente a seguito delle normali sollecitazioni dovute all'installazione del cavo e alla sua interconnessione (es. nei cavi di alimentazione delle elettropompe nelle colonnine di distribuzione carburanti, dove occorre prevedere la sigillatura della testa del cavo sul lato motore anche con sigillatura tra i singoli fili, ad esempio mediante raccordo di bloccaggio o pressacavo-barriera).

Esempi: RG7OR, RG7O(H1)R, FG7OR, FG7OM1, FG7O(H2)M1,

NOTA RG7OR sono cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio, conduttori rigidi, per posa fissa, senza schermo.

RG7O(H1)R sono cavi analoghi a quelli sopra indicati, con conduttori rigidi di classe 2 per posa fissa, con schermo a fili di rame.

FG7OR sono cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio, con conduttori flessibili di classe 5, per posa fissa, senza schermo.

FG7OM1 sono cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina di LSZH, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di fumi e alogeni, conduttori flessibili, per posa fissa, senza schermo.

FG7O(H2)M1 sono cavi analoghi a quelli sopra indicati, con conduttori flessibili per posa fissa con schermo a treccia o nastro (C4 = schermo a nastro di rame; H2 = schermi a treccia di rame).

I cavi possono essere installati su passerelle portacavi o in vista sulle strutture o su adeguati supporti; in questo caso, l'ingresso nelle custodie è generalmente realizzato con pressacavi, la protezione meccanica nei tratti in vista è assicurata dall'armatura del cavo, dai ripari naturali forniti dalla strutture e dal distanziamento (fuori portata di mano, ved. la Norma CEI 64-8, art. 23.11); gli eventuali tubi sono utilizzati solo in sistema aperto con funzione di supporto.

I cavi possono essere installati all'interno di tubi (sistema cavi di tipo chiuso) che garantiscono la protezione meccanica dove esistano pericoli di danneggiamento; in questo caso l'ingresso nelle custodie viene realizzato con adeguati accessori quali giunti a tre pezzi, tubi flessibili nippli, ecc.

b) Ad isolamento minerale sotto guaina metallica

La loro caratteristica fondamentale è la resistenza al fuoco. L'isolante è minerale, costituito da Ossido di magnesio (MgO); esso è igroscopico, pertanto è racchiuso entro una guaina metallica (generalmente di rame). È molto importante che la terminazione del cavo sia fornita dal fabbricante del cavo stesso, che sia a tenuta, nell'esecuzione di sicurezza adatta al tipo di zona pericolosa e sia realizzata a regola d'arte secondo le istruzioni del fabbricante. In generale i cavi devono avere la guaina termoplastica o elastomerica esterna in estruso per evitare che le correnti di guasto che percorrono la "guaina metallica" possano scintillare se a contatto "incerto" con la massa estranea di supporto, salvo casi particolari valutati di volta in volta; ovviamente sono esclusi i cavi per il "tracciamento elettrico". (es. M1- LSZH, base Poliolefinica – a bassa emissione di fumi, gas tossici e corrosivi, secondo le norme della serie CEI 20-37 e CEI 20-38), ved. le Figure da 10.6-E a 10.6-H.

Le principali norme CEI di riferimento sono:

- Norma CEI EN 60702-1 (CEI 20-39/1) "Cavi per energia ad isolamento minerale e loro terminazioni, con tensione nominale non superiore a 750 V - Parte 1: Cavi "
- Norma CEI EN 60702-2 (CEI 20-39/2) "Cavi per energia ad isolamento minerale e loro terminazioni con tensione nominale non superiore a 750 V - Parte 2: Terminazioni"
- Norma CEI 20-75 "Cavi ad isolamento minerale con tensione nominale non superiore a 750 V Parte 3: Guida all'uso".
- Norma CEI-UNEL 35024/2 Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.

Generalmente, questi cavi sono previsti per installazione fissa, pertanto non devono essere soggetti a movimenti nell'uso, anche se, solo occasionalmente. Il raggio interno di curvatura minimo è indicato dal fabbricante nelle istruzioni per l'uso e nelle norme sopra elencate, generalmente non deve essere inferiore a 6-8 volte il diametro esterno del cavo. Con questo raggio di curvatura è consentito rifare la curvatura e riposizionare il cavo; tuttavia, è opportuno evitare di curvare il cavo più volte nello stesso punto. Con raggi di curvatura inferiore a 6-8 volte il diametro esterno e fino a non meno di 3 volte il diametro esterno del cavo è consentito curvare il cavo una sola volta.

I cavi in vista devono essere supportati adeguatamente secondo le istruzioni del fabbricante; la distanza tra i supporti deve essere stabilita considerando il peso del cavo. Si raccomanda di distanziare i supporti tra loro come indicato nella Tabella 9.3-1.

Tabella 9.3-1 Massima interdistanza tra i supporti dei cavi in vista

Diametro esterno del cavo	Installazione verticale (m)	Installazione orizzontale (m)
Fino a 9 mm	0,6	0,8
> 9 mm fino a 15 mm	0,9	1,2
> 15 fino a 20 mm	1,5	2,0
> 20 mm	2,25	3,0

c) Speciali

Cavi speciali devono essere utilizzati ogni volta che le condizioni ambientali o le caratteristiche richieste del cavo non consentono l'utilizzo di cavi conformi alle norme CEI. Come già indicato in 9.1. anche nella scelta di questi cavi occorre tenere in considerazione quanto richiesto in termini di compattezza, rotondità, caratteristiche dei materiali.

Esempi tipici di cavi speciali sono: cavi per alta temperatura (superiore a 90°C); cavi con caratteristiche elettriche speciali; cavi che necessitano di elementi portanti, cavi per avvolgicavi, quali quelli per gru a cavalletto o a ponte, cavi piatti, cavi a fibre ottiche, ecc.

Quando esiste la possibilità di migrazione di gas o vapori o di propagazione della fiamma attraverso gli interstizi tra le singole anime di un cavo e il cavo stesso è utilizzato per un collegamento tra un luogo pericoloso e uno non pericoloso, oppure tra diverse zone pericolose, occorre tenerne conto nella costruzione e/o nell'installazione del cavo.

Accorgimenti che possono essere adottati per prevenire la migrazione di gas e vapori lungo il cavo sono:

- l'utilizzo di conduttori compattati;
- l'utilizzo di guaine penetranti negli interstizi presenti tra i vari componenti del cavo;
- il non utilizzo di cavi con guaine con bassa resistenza alla trazione (ved. 9.3.1).

Nella scelta degli accessori di cablaggio (pressacavo, cassette, ecc...) e durante l'installazione è necessario tenere conto che questi accorgimenti possono solo mitigare la migrazione di gas lungo il cavo.

Un altro accorgimento per limitare questi effetti può essere la sigillatura delle estremità mediante l'utilizzo di accessori con riempitivi in resina bi-componente (es. Pressacavo-barriera) o petrol jelly (gelatina che non si solidifica, compatibile con le caratteristiche del cavo e idrorepellente). Se questo tipo di sigillatura non è ritenuto sufficiente, allo scopo di contenere l'infiltrazione dei vapori infiammabili possono essere necessarie ulteriori misure, quale ad esempio la sigillatura degli interstizi tra i fili elementari costituenti i singoli conduttori.

Quando le custodie possono essere soggette ad ampie variazioni delle condizioni ambiente e/o della temperatura di funzionamento, un'azione di "pompaggio" può trasferire fluidi dall'atmosfera pericolosa attraverso i cavi, che non sono sostanzialmente compatti. In modo simile, i cavi senza riempimento degli interstizi oppure con riempimenti igroscopici (ad es. riempimento in fibra) possono trasmettere i fluidi infiammabili attraverso gli spazi interstiziali del cavo per azione capillare o igroscopica con pressione parziale sufficiente da fuoriuscire dalla terminazione del cavo alle estremità del cavo stesso. Particolare attenzione deve essere posta per i cavi con le guaine non estruse a compressione e per le terminazioni dei cavi attestate all'interno di macchine, apparecchi o strumenti di processo, che possono essere interessati da atmosfere esplosive, quali ad esempio i trasduttori elettropneumatici, gli strumenti che impiegano gas naturale come proprio fluido pneumatico, le motopompe nelle colonnine di distribuzione di benzina. Quando tali cavi vengono utilizzati per collegamenti tra un luogo pericoloso e uno non pericoloso, questo può provocare il trasporto di atmosfera esplosiva (es. dal luogo pericoloso alla sala controllo), particolarmente con zone 0 e 1 (dove la presenza dell'atmosfera pericolosa ha una maggiore frequenza e durata).

Per limitare queste condizioni devono essere prese in considerazione adeguate misure di controllo (ved. Allegato E della norma - Prova di respirazione limitata per cavi (informativa).

Si tratta di una prova speciale, pertanto deve essere prescritta nella documentazione di richiesta di offerta e/o acquisto dei cavi.

Quando sia necessario evitare la possibilità di migrazione di gas o vapori o di propagazione della fiamma devono essere tamponate le estremità del cavo con opportuni dispositivi e materiali che creino un sigillo sulla testa del cavo e tra i singoli conduttori.

NOTA Vedere la Norma CEI EN 60702-2 (CEI 20-39/2) "Cavi per energia ad isolamento minerale e loro terminazioni, con tensione nominale non superiore a 750 V - Parte 2: Terminazioni".

Le caratteristiche fisiche dei cavi a fibre ottiche devono essere analoghe a quelle dei cavi elettrici sopra indicati.

9.3.3 Cavi flessibili per installazioni fisse (esclusi i circuiti a sicurezza intrinseca)

Cavi flessibili per installazioni fisse (esclusi i circuiti a sicurezza intrinseca) sono ad esempio i seguenti:

- a) cavi con una guaina ordinaria in gomma (es. FG7O(H2)M1);
- b) cavi con una guaina ordinaria in policloroprene; H07RN-F;
- c) cavi con una guaina pesante in gomma (es. FG7O(H2)G ... con spessori maggiorati);
- d) cavi con una guaina pesante in policloroprene; H07RN-F ... con spessori maggiorati)
- e) cavi con isolamento termoplastico e di robusta costruzione equivalente a quella dei cavi con guaina pesante di gomma.

In assenza di Norme CEI o IEC sui cavi, si deve fare riferimento ad altre Norme riconosciute.

Per i collegamenti ad apparecchiature fisse che possono necessitare di essere mosse saltuariamente a una breve distanza (ad es. motori su guide scorrevoli), i cavi devono essere sistemati in modo da permettere il movimento necessario senza danneggiarsi. In alternativa, può essere utilizzato un tipo di cavo adeguato per l'uso con apparecchi mobili.

Devono essere previste scatole di derivazione opportunamente protette per la giunzione tra la conduttura fissa e la conduttura dell'apparecchiatura, quando la conduttura fissa non è di per sé di tipo adeguato a consentire il movimento necessario.

Se si utilizza un tubo flessibile, questa ed i suoi accessori devono essere costruiti in modo tale che si eviti il danneggiamento dei cavi conseguente al loro utilizzo. Deve essere mantenuta un'adeguata messa a terra o collegamento al sistema di equipotenzialità.

Il tubo flessibile non dovrebbe essere l'unico mezzo per la messa a terra, deve essere impermeabile alla polvere (IP6X) ed il suo utilizzo non deve alterare l'integrità della custodia dell'apparecchiatura a cui è connesso.

Sezioni minime ammesse per i conduttori

Valgono quelle indicate nell'articolo 9.3.2.

9.3.4 Cavi flessibili per apparecchiature mobili o portatili (esclusi i circuiti a sicurezza intrinseca)

Le apparecchiature elettriche mobili o portatili devono essere dotate di cavi come segue:

- a) con una guaina pesante in policloroprene o in altro elastomero sintetico equivalente (es. H07RN-F);
- b) con una guaina flessibile pesante in gomma (es. H07BB-F oppure H07BN4-F);
- c) con guaina di analoga e robusta costruzione (es. H07BQ-F).

I conduttori devono essere flessibili o flessibilissimi, classe 5 o 6 (Norma CEI 20-29) in relazione con le modalità di utilizzazione dell'apparecchiatura connessa, ved. l'art.9.3.1.

Quando risulta necessario un conduttore di protezione (PE), esso deve essere isolato separatamente in modo simile agli altri conduttori; ed essere incorporato all'interno della guaina del cavo di alimentazione.

Quando, per apparecchiature elettriche mobili o portatili, il cavo è dotato di un'armatura o di uno schermo metallico flessibile, questo non deve essere usato come unico conduttore di protezione. Il cavo deve essere idoneo per la configurazione di protezione del circuito, per esempio, quando è previsto un controllo di isolamento, deve essere incluso il numero necessario di conduttori. Quando l'apparecchiatura deve essere messa a terra, il cavo può comprendere uno schermo metallico flessibile messo a terra oltre al conduttore PE.

Apparecchiature portatili con tensione nominale non superiore a 250 V verso terra e con corrente nominale non superiore a 6 A possono essere dotate di cavi con:

- guaina in policloroprene ordinario o altro elastomero sintetico equivalente (es. H05RN-F); oppure
- guaina in gomma ordinaria (es. H05RR-F oppure H05RN-F);oppure
- cavi di simile robusta costruzione (es. H05BQ-F).

NOTA I cavi con guaina in gomma ordinaria sono previsti solo per tensione nominale 300/500 V, es. H05RR-F. Si consiglia di utilizzare cavi con tensione nominale non inferiore a 450/750 V es. H07RN-F; tuttavia, possono essere utilizzati cavi con tensione nominale 300/500 V solo per apparecchiature portatili con tensione non superiore a 50 V c.a.

Questi cavi non sono permessi per apparecchi elettrici esposti a forti sollecitazioni meccaniche, per esempio, lampade portatili, interruttori a pedale, pompe carrellate, ecc.

Sezioni minime ammesse per i conduttori:

- a) nei circuiti di energia: 1 mm² Cu; i conduttori devono essere di classe 5 o 6 (conduttori flessibili o flessibilissimi secondo la Norma CEI 20-29);

NOTA La sezione minima è stata stabilita considerando che la Norma CEI EN 60079-14 ammette 1,0 mm² Cu, la Norma CEI 64-8 invece ammette 0,75 mm² Cu.

b) nei circuiti ausiliari di comando e segnale: 0,75 mm² Cu, esclusi quelli dei circuiti Ex i per i quali si rimanda al Cap. 16; i conduttori devono essere di classe 5 o 6 (conduttori flessibili o flessibilissimi secondo la Norma CEI 20-29);

NOTA La Norma CEI EN 60079-14 non fa prescrizioni, la nuova CEI 64-8 prevede minima 0,75 mm² Cu.

c) nei circuiti di segnalazione e comando di cui in b) con cavi flessibili che contengono sette o più anime e nei circuiti destinati ad apparecchiature elettroniche: 0,1 mm² Cu, esclusi quelli dei circuiti Ex i per i quali si rimanda al Cap. 16.

NOTA La sezione minima è stata stabilita considerando che la Norma CEI EN 60079-14 non fa prescrizioni, la Norma CEI 64-8 invece ammette 0,1 mm² Cu.

9.3.5 Cavi unipolari senza guaina (esclusi i circuiti a sicurezza intrinseca)

Cavi unipolari senza guaina possono essere usati come conduttori attivi, solo all'interno di quadri o custodie, per l'uso all'interno di tubi protettivi ved. 9.4.

Esempi: N07V-K, H07V-K, N07G9-K sono cavi unipolari flessibili (classe 5) per installazione fissa.

Nelle installazioni in tubi protettivi si consiglia l'uso di conduttori flessibili (classe 5) o rigidi ma cordati (classe 2) secondo la Norma CEI EN 60228 (CEI 20-29).

Sezioni minime ammesse per i conduttori

Valgono quelle indicate negli articoli 9.3.2 e 9.3.4.

9.3.6 Linee aeree

Quando una linea aerea con conduttori non isolati fornisce servizi di energia o di comunicazione ad apparecchiature elettriche in una zona pericolosa, essa deve essere terminata in una zona non pericolosa e il servizio nella zona pericolosa deve proseguire mediante una linea in cavo.

NOTA Per evitare che sorgenti d'innesco cadano nella zona pericolosa, conduttori non isolati, quali ad esempio sistemi a binario elettrificato parzialmente isolato di mezzi di sollevamento (gru) e sistemi a binario elettrificato a bassa e bassissima tensione, non possono essere installati al di sopra di luoghi pericolosi. I sistemi a binario elettrificato completamente isolati, con grado di protezione almeno IP4X possono invece essere installati al di sopra di luoghi pericolosi.

9.3.7 Prevenzione dei danni

I cavi e i relativi accessori devono essere installati, per quanto possibile, in posizioni tali da impedire la loro esposizione a danneggiamenti meccanici, ad agenti corrosivi o chimici (per esempio solventi), agli effetti del calore e agli effetti della radiazione UV (vedere anche 16.2.2.5 per i circuiti a sicurezza intrinseca).

Dove esposizioni di questa natura siano inevitabili, devono essere prese misure di protezione, come la posa in tubo protettivo, oppure devono essere scelti cavi adeguati (per esempio per minimizzare il rischio di danneggiamenti meccanici, potrebbero essere usati cavi armati, schermati, con guaina di alluminio priva di giunzioni, a isolamento minerale con guaina metallica o guaina semirigida).

Nei luoghi di lavoro, generalmente le condutture in vista, "a portata di mano" secondo la Norma CEI 64-8, art. 23.11, devono essere ubicate o protette in modo da non essere soggette a danneggiamenti conseguenti a sollecitazioni meccaniche.

Se a portata di mano, la posa non protetta meccanicamente è ammessa solo nei luoghi in cui non è prevista alcuna attività lavorativa che possa sottoporre i cavi a sollecitazioni meccaniche dannose, cioè in luoghi in cui il danneggiamento è possibile solo intenzionalmente.

Quando sono previste le sollecitazioni ordinarie per un luogo di lavoro, le condutture a portata di mano si considerano sufficientemente protette meccanicamente se realizzate con cavi armati, o con guaina metallica e quelli con conduttore di protezione concentrico.

Per le condutture non a portata di mano è ammessa la posa non protetta meccanicamente solo quando non si prevedano possibilità di danneggiamenti anche in tale situazione.

Quando i cavi sono soggetti ad altre condizioni, quali ad esempio vibrazioni o continue flessioni, essi devono essere progettati per sopportare tali condizioni senza danneggiamenti.

NOTA 1 Devono essere prese precauzioni per prevenire il danneggiamento della guaina o del materiale isolante dei cavi quando debbano essere installati a una temperatura inferiore a -5°C .

NOTA 2 Quando i cavi sono assicurati all'apparecchiatura o alle passerelle, il loro raggio di curvatura deve essere in accordo con le raccomandazioni del fabbricante o essere almeno 6-8 volte il diametro del cavo per prevenire danneggiamenti al cavo stesso; nel caso di cavi schermati, sia a treccia, sia a nastro, il raggio di curvatura dovrebbe essere almeno 15 volte il diametro del cavo. La curvatura del cavo dovrebbe iniziare ad almeno 25 mm dal limite del pressacavo.

In generale i cavi non sono adatti per essere soggetti ad irraggiamento solare diretto. Per essere esposti ad irraggiamento solare diretto la loro guaina esterna deve essere dichiarata adatta a questo scopo dal fabbricante.

Le modalità di installazione devono essere conformi a quanto stabilito nel progetto dell'impianto; in generale le condutture in passerella devono essere provviste di coperchio (tettuccio) parasole, ben ancorato per evitare di essere divelto da vento.

Almeno nei tratti di percorso orizzontali, si consiglia di prevedere coperchi (tettucci) con profilo a capanna, non piatti; per evitare l'accumulo dell'acqua piovana che potrebbe accelerarne l'ossidazione.

9.3.8 Temperatura superficiale dei cavi

La temperatura superficiale dei cavi in relazione ai tipi di zone e alla possibilità di innesco dell'atmosfera esplosiva, non deve superare il limite di temperatura indicata nella documentazione di classificazione dei luoghi (es. T3, T 200°C).

Per i cavi le cause di innesco di atmosfere esplosive sono riconducibili all'effetto Joule e all'arco elettrico.

NOTA Quando i cavi sono identificati come aventi un'alta temperatura di funzionamento (es. 105°C), questa si riferisce alla temperatura dei conduttori (es. rame o alluminio) e non della guaina esterna. A causa delle perdite di calore, è poco probabile che la superficie esterna di un cavo superi la classe T6 (85 °C). Quando sono richiesti cavi per alta temperatura, questa informazione viene inclusa nel certificato dell'apparecchiatura o nelle raccomandazioni del fabbricante.

Quanto indicato nella nota sovrastante è contenuto nella norma, si riferisce al "funzionamento normale" e non tiene conto che in zona 0, 1 e 20, 21 occorre considerare, oltre alle condizioni di funzionamento normale, anche le situazioni di "guasto prevedibile" in analogia con quanto stabilito dalle norme di prodotto per le apparecchiature (es. sovraccarico prolungato o cortocircuito).

Vedi Appendice GC per l'analisi dei guasti di origine elettrica nei cavi.

Inoltre, quando in zona 2 o 22 si usano apparecchiature con EPL Ga, Gb, Da, Db (ridondanti), non è necessario che le caratteristiche delle condutture siano legate all'EPL dell'apparecchiatura che collegano, ma esse dovrebbero dipendere principalmente dal tipo di zona pericolosa.

Per le protezioni elettriche in relazione al tipo di zona, vedere il capitolo 7.

La norma non fa nessuna distinzione tra le caratteristiche dei cavi installati nei diversi tipi di zone, tuttavia, sulla base di quanto sopra indicato si raccomanda quanto segue:

a) in **Zona 0** o **20**:

1. cavi multipolari installati a vista, con guaina esterna non metallica, aventi tensione nominale di almeno un grado di isolamento maggiore di quello necessario per il sistema elettrico servito, ad esempio l'utilizzo di cavi con tensione nominale $U_0/U = 06/1$ kV (es. FG7R-0,6/1 kV) per sistemi elettrici con tensione nominale 230/400 V (protezione mediante doppio isolamento secondo CEI 64-8/4 art. 413.2.4);
oppure
2. cavi multipolari installati a vista, con PE concentrico, o armatura, o schermatura, in grado di svolgere la funzione di PE, con guaine esterna di protezione non metallica e cavi ad isolamento minerale con guaine esterna di protezione non metallica, aventi la tensione nominale necessaria per il sistema elettrico servito;
oppure
3. cavi unipolari, anche senza guaina, in tubo di protezione metallico secondo i criteri previsti per gli impianti di apparecchi con modo di protezione "d", aventi la tensione nominale necessaria per il sistema elettrico servito; in questo caso, la funzione di conduttore di protezione (PE) può essere svolta dal tubo protettivo se ne ha i requisiti o da un conduttore isolato contenuto nel tubo stesso.

Per la zona 0, il sistema di tubi di protezione deve avere caratteristiche di tenuta come indicato nell'art. 9.4.2.

Per la zona 20, il sistema di tubi di protezione deve essere a tenuta di polvere (IP6X).

b) in **Zona 1** o **21**:

1. cavi multipolari con guaina esterna non metallica, installati a vista, aventi tensione nominale di almeno un grado di isolamento maggiore di quello necessario per il sistema elettrico servito, ad esempio l'utilizzo di cavi con tensione nominale $U_0/U = 06/1$ kV (es. FG7R-0,6/1 kV) per sistemi elettrici con tensione nominale 230/400 V (protezione mediante doppio isolamento secondo CEI 64-8/4 art. 413.2.4);
oppure
2. cavi multipolari con PE concentrico o armatura, o schermatura, installati a vista, in grado di svolgere la funzione di PE, con guaine esterna di protezione non metallica e cavi ad isolamento minerale con guaine esterna di protezione non metallica, aventi la tensione nominale necessaria per il sistema elettrico servito;
oppure
3. cavi unipolari, anche senza guaina, in tubo di protezione metallico o non metallico, aventi la tensione nominale necessaria per il sistema elettrico servito; in questo caso, la funzione di conduttore di protezione (PE) può essere svolta dal tubo protettivo se metallico e ne ha i requisiti o da un conduttore isolato contenuto nel tubo stesso.

Per la zona 1, il sistema di tubi di protezione deve avere caratteristiche di tenuta come indicato nell'art. 9.4.2.

Per la zona 21, il sistema di tubi di protezione deve essere a tenuta di polvere (IP6X).

c) in **Zona 2** o **22**:

1. cavi a vista con tensione nominale non inferiore a $U_0/U = 450/750$ V con guaina esterna di protezione non metallica (es. H07RN-F), oppure
2. cavi come per le Zone 1 e 21.

NOTA Per i cavi installati in tubo protettivo vedere anche il par. 9.5.

9.3.9 Resistenza alla propagazione della fiamma e dell'incendio

Non sono necessari provvedimenti specifici contro la propagazione della fiamma e dell'incendio per:

- le condutture realizzate con cavi interrati o contenuti in canalizzazioni di qualunque tipo annegate in strutture non combustibili, cunicoli, condotti o gallerie non affioranti, sigillate nei punti di fuoriuscita in zone pericolose;
- le condutture in vista realizzate mediante cavi contenuti in tubi protettivi (ved. 9.4)
- le condutture realizzate con cavi ad isolamento minerale, sprovvisti all'esterno di guaina non metallica;

NOTA In generale sono richiesti cavi ad isolamento minerale provvisti di guaina isolante esterna per evitare le scintille dovute a "falsi contatti" in caso di guasto.

Per le condutture non realizzate in uno dei modi di cui sopra la propagazione della fiamma o dell'incendio lungo le stesse deve essere evitato in uno dei modi seguenti.

I cavi per impianti fissi devono essere:

- a) Non propaganti la fiamma secondo le Norme CEI EN 60332-1-2 o CEI EN 60332-2-2 (CEI 20-35/1-2 o CEI 20-35/2-2) quando singolarmente installati e non propaganti l'incendio secondo una delle norme della serie CEI EN 60332-3 (CEI 20-22/3) quando installati in fascio;
- b) installati con barriere che impediscano la propagazione della fiamma o dell'incendio quando entrano o escono da un luogo con pericolo di esplosione e lungo il percorso ove necessarie quando non hanno i requisiti di cui in a).

Per situazioni in cui il rischio di propagazione attraverso le condutture sia elevato, quali ad esempio *lunghe percorsi verticali*, si possono adottare *tutte le misure di prevenzione della propagazione previste dalla Norma CEI 11-17 e CEI 64-8, Cap. 751*, tra i quali l'utilizzo di cavi non propaganti l'incendio in fascio conformi alle Norme CEI EN 60332-3.

9.3.10 Accumulo di cariche elettrostatiche

Quando l'accumulo di cariche elettrostatiche sui cavi possa diventare una causa d'innesco delle atmosfere pericolose presenti nel luogo di installazione, è utile adottare i seguenti provvedimenti.

- a) Se l'accumulo sulla guaina esterna del cavo è dovuto alla corrente di circolazione nei conduttori:
 - utilizzare guaine esterne addittivate con prodotti antistatici; oppure
 - utilizzare cavi con schermatura globale; oppure
 - utilizzare isolamenti con materiali a bassa costante dielettrica relativa (ϵ), al fine di minimizzare l'effetto capacitivo tra i singolo conduttori (es. polietilene, polipropilene, polietilene reticolato, gomma etilenpropilenica (EPR)).

NOTA Il polietilene, il polipropilene, il polietilene reticolato, la gomma etilenpropilenica (EPR) hanno una costante dielettrica inferiore di circa la metà di quella del PVC, di conseguenza anche l'effetto capacitivo è ridotto alla metà.

- a) Se l'accumulo sulla guaina esterna del cavo è dovuto a fenomeni esterni al cavo stesso, ad esempio per strofinio, traslazione o distacco (carica triboelettrica) o per induzione elettrica (corpi immersi in un campo elettrico):
 - utilizzare guaine esterne addittivate con prodotti antistatici; oppure
 - utilizzare cavi con schermatura globale.

9.3.11 Passaggio e accumulo di sostanze infiammabili

Quando per la sistemazione dei cavi sono utilizzati cunicoli, condotti, tubi o trincee, si devono prendere precauzioni per prevenire il passaggio di gas, vapori o liquidi infiammabili da un luogo ad un altro e per prevenire l'accumulo di gas, vapori o liquidi infiammabili nelle trincee.

Tali precauzioni possono richiedere la sigillatura dei cunicoli, dei condotti e dei tubi. Per le trincee, possono essere utilizzati adeguati sistemi di scarico o il riempimento con sabbia. I tubi protettivi e, in casi speciali, i cavi (ad es. quando c'è una differenza di pressione) devono essere sigillati, se necessario, per prevenire il passaggio di liquidi o gas.

9.3.12 Accumulo di polvere

I percorsi dei cavi dovrebbero essere realizzati in un modo tale che, pur rimanendo accessibili per la pulizia, i cavi accumulino la quantità minima di polvere in strato. Quando per la sistemazione dei cavi sono utilizzati cunicoli, condotti, tubi o trincee, si devono prendere

precauzioni per prevenire il passaggio o l'accumulo di polveri in dette parti. Quando la formazione di strati di polvere sui cavi è tale da impedire la libera circolazione dell'aria, si deve prendere in considerazione la diminuzione della portata nominale dei cavi, in particolare se sono presenti polveri con una bassa temperatura minima di accensione.

9.4 Condotture in tubo protettivo

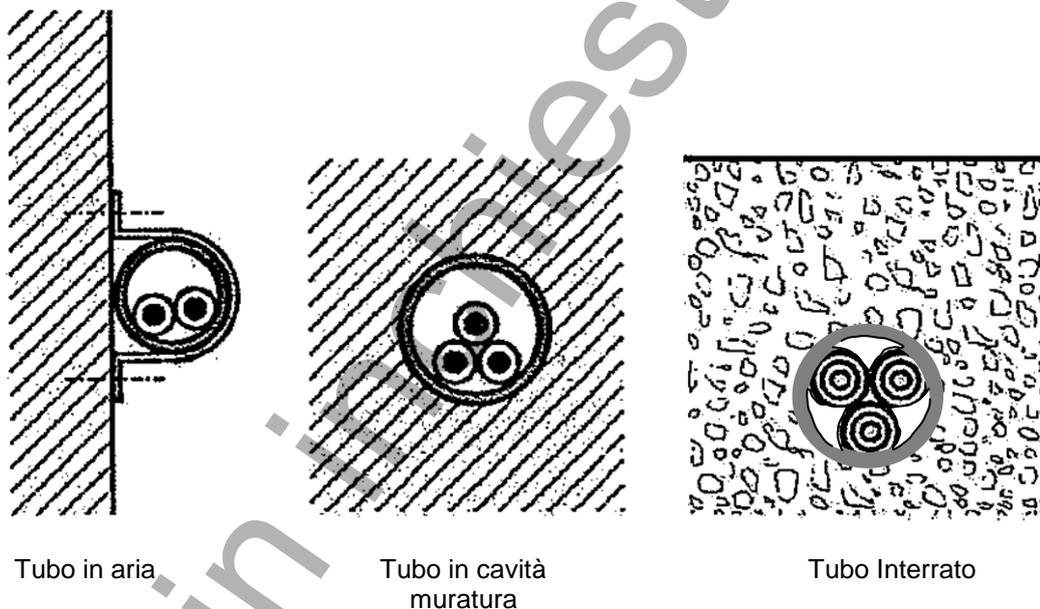


Fig. 9.4-A – Pose in tubo (esempi)

9.4.1 Generalità

Per condutture in tubo protettivo si intendono quelle dove i conduttori elettrici sono infilati in tubo protettivo costituito da un involucro chiuso, di sezione circolare o non circolare, il quale si sviluppa senza interruzioni e dove i cavi sono messi in opera o sostituiti mediante tiro. Le condutture in tubo protettivo comprendono accessori, es. tubi flessibili (ved. la Fig. 9.4-B), manicotti (ved. la Fig. 9.4-C), nippli (ved. la Fig. 9.4-D), riduzioni (ved. le Figg. 9.4-E e 9.4-F), curve (ved. la Fig. 9.4-G), cassette o scatole di infilaggio (ved. le Figg. da 9.4-H a 9.4-O), ecc. e componenti Ex, es. bocchettoni, (ved. le Figg. 9.4-p e 9.4-Q), ecc. e apparecchiature con modo di protezione "d" quali i raccordi di bloccaggio (ved. le Figg. 14.4-A e 14.4-B)

Sono considerati accessori di linea "solo" gli elementi della condotta in tubo installati a monte del raccordo di bloccaggio posto in vicinanza dell'apparecchiatura Ex, possono essere tali ad esempio: i tubi protettivi rigidi e flessibili, le curve apribili; le curve prefabbricate, le scatole o cassette d'infilaggio, i nippli, i manicotti, ecc.

Sono considerati apparecchiature Ex o componenti Ex e certificati come tali gli elementi della condotta in tubo installati a valle del raccordo di bloccaggio posto in vicinanza dell'apparecchiatura Ex, possono essere tali ad esempio: i bocchettoni (raccordi a tre pezzi), le curve prefabbricate, i nippli, i tappi, ecc.

Gli accessori devono essere adatti al tubo con il quale si collegano ed essere adatti alle sollecitazioni ambientali del luogo di installazione.

Le scatole o cassette d'infilaggio devono riportare almeno le seguenti indicazioni:

- il contrassegno del fabbricante;
- il tipo costruttivo;
- inoltre, si consiglia:
- la scritta ben visibile "cassetta d'infilaggio";
- il rispetto delle prescrizioni generali della Norma CEI EN 60079-0.

Sono escluse le condutture dove il tubo è utilizzato solo come supporto o protezione meccanica in alcuni tratti (normalmente chiamati tubi protettivi 'Aperti'); tuttavia, anche in questi casi, si devono applicare misure precauzionali per prevenire il trasferimento dell'atmosfera potenzialmente esplosiva attraverso il tubo protettivo mediante un adeguato dispositivo di tenuta quando il tubo protettivo entra o esce dal luogo con pericolo di esplosione, compresa l'uscita dal suolo (ved. Fig. 9.4-R).

Il tubo protettivo non è obbligatorio, esso è richiesto dalla Norma CEI EN 60079-14 (31-33) solo per i cavi unipolari senza guaina e per i cavi con guaine "facili da lacerare "easy tear" (o spellare), ved. 9.3.1

Le condutture in tubo protettivo metallico devono essere previste quando si vuole realizzare una protezione continua, particolarmente robusta, con il tubo che svolge la funzione di PE e con un elevato livello di protezione contro l'innescò di esplosioni, nonché contro l'innescò e la propagazione di incendi. Ad esempio in impianti di industrie chimiche o petrolifere, dove le sollecitazioni di cui sopra si possono presentare sia nel funzionamento ordinario, sia in occasione di interventi di manutenzione straordinaria.

La scelta è lasciata al progettista in relazione ai criteri adottati per la protezione contro le influenze esterne (danneggiamenti previsti).

Per la posa in tubo quando si può escludere il danneggiamento dei cavi durante l'infilaggio, possono essere utilizzati cavi unipolari senza guaina; se il danneggiamento non può essere escluso, i cavi devono essere muniti di guaina antiabrasiva.

Nell'infilaggio dei cavi in tubo si deve evitare che i conduttori siano sottoposti a sforzi di trazione; si devono inoltre rispettare i raggi minimi di curvatura prescritti nelle istruzioni per l'uso dei costruttori dei cavi.

9.4.2 Caratteristiche delle condutture in tubo

I tubi devono essere conformi ad una norma di prodotto, devono essere lisci internamente dichiarati tali dal fabbricante e privi di bave o residui taglienti, per evitare lesioni ai cavi durante l'infilaggio o lo sfilaggio, specie se questi non hanno guaina con funzione antiabrasiva.

I tubi possono essere metallici o in plastica.

La scelta tra tubi metallici e in plastica deve essere fatta considerando la probabilità e l'entità delle sollecitazioni meccaniche previste nell'ambiente di installazione, nonché considerando la possibilità di formazione e accumulo di cariche elettrostatiche in relazione al tipo di zona pericolosa (vedi 9.3.8).

Si considerano idonei:

- tubi UNI 7683 "Tubi e raccordi filettati, portacavi, per impianti elettrici antideflagranti a prova di esplosione (AD-PE). Tubi senza saldatura e saldati di acciaio non legato, zincati";
- tubi UNI 8863 "Tubi senza saldatura e saldati, di acciaio non legato, filettabili secondo UNI ISO 7/1" se soddisfatte anche le condizioni 1) o 3);
- tubi EN 61386-1 e EN 61386-22 se soddisfatte anche le condizioni 1) o 3), 2);
- tubi flessibili (o semirigidi) conformi a EN ISO 10807 (ved. Figura 9.4-B).

Condizioni:

- 1) deve essere accertato, con dichiarazione EN 17050-1 del collaudatore, che i tubi sono lisci internamente;
- 2) deve risultare dalle Norme che i tubi soddisfano alle prove di pressione, oppure l'installatore deve dichiarare di avere eseguito le prove statiche;
- 3) l'installatore dopo installazione dichiara di avere eseguito con esito positivo le prove di isolamento previste dalle Norme impianti di carattere generale (CEI 64-8 ovvero IEC 60364).

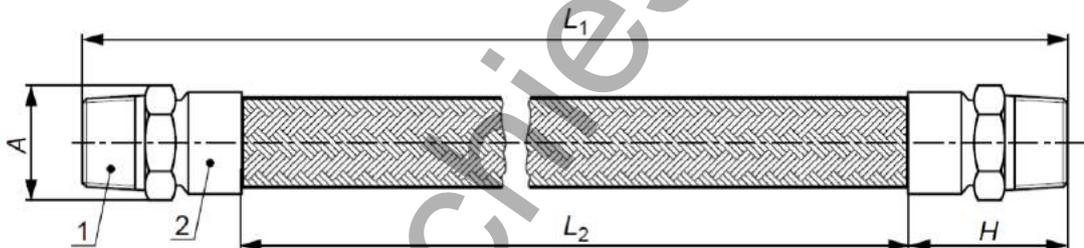


Figura 9.4-B Esempio di tubo flessibile FNN conforme a EN ISO 10807

NOTA Si sconsiglia l'uso di tubi flessibili in plastica non filettabili e non ad attacco rapido.

La scelta dei tubi protettivi per impianti relativi ad apparecchi con modo di protezione Ex-d, è subordinata anche alla possibilità di una corretta realizzazione del prescritto numero di filetti in presa nelle giunzioni.

Quando un sistema di tubi protettivi è utilizzato come conduttore di protezione (PE), la giunzione filettata deve essere idonea a trasportare la corrente di guasto che potrebbe circolare quando il circuito è adeguatamente protetto con fusibili o interruttori.

Nel caso in cui il tubo protettivo sia installato in un luogo con pericolo di corrosione, esso deve essere di materiale resistente alla corrosione o deve essere adeguatamente protetto contro di essa.

Devono essere evitate combinazioni di metalli che possono causare la corrosione galvanica.

Le condutture in tubo protettivo sono generalmente posate in vista, tuttavia possono essere anche interrate; in questo caso, si consiglia una profondità di posa non inferiore a 0,50 m, o anche maggiore in relazione con la possibilità di danneggiamento, e la protezione contro la corrosione o il danneggiamento atta ad assicurare la conservazione nel tempo delle superfici, realizzata ad esempio con adeguata nastatura o incorporando i tubi in un getto di calcestruzzo; tale protezione deve essere particolarmente curata nei passaggi dalla posa interrata a quella fuori terra (in vista).

Nella posa interrata dei tubi possono essere previsti eventuali pozzetti inseriti nel loro percorso. In questi casi è ammesso l'uso di tubi flessibili, di raccordi di drenaggio, di custodie, per i quali occorre prestare particolare attenzione all'alterazione delle superfici metalliche che può compromettere le caratteristiche di funzionalità e la sicurezza dell'impianto. I pozzetti possono esser riempiti di sabbia se del caso.

Qualora si debba passare dal tipo di posa interrata al tipo di posa in tubo l'ingresso dei cavi nei tubi deve essere previsto a non meno di 0,50 m di profondità.

È proibita la posa di tubi nelle pareti o nelle intercapedini delle canne fumarie, nel vano ascensori o a contatto con tubazioni idriche o condotte ad elevata temperatura.

Il tracciato dei tubi fuori terra deve essere, ovunque possibile, con percorsi orizzontali e verticali, con raccordi di raggio adeguato per consentire la sfilabilità dei cavi e per evitare il danneggiamento dei tubi stessi (es. cedimento della saldatura longitudinale).

Le giunzioni dei tubi devono essere realizzate con appositi manicotti, scatole di infilaggio o con altri accessori adatti, ved. la Fig. 9.4-C e le Figg. da 9.4-E a 9.4-M.

Le condutture in tubo protettivo in vista devono, nel loro insieme, essere a tenuta di gas o polvere in relazione alla sostanza pericolosa presente.

Per l'uso previsto, dove non sono imposte differenze di pressione tra interno ed esterno del tubo:

- sono generalmente considerati a tenuta di gas gli accoppiamenti con filettatura conica sul tubo (esterna) e filettatura conica sulla madre vite (interna), con almeno cinque filetti in presa.
- (es UNI 339, UNI-ISO 7/1, EN 10226, NPT in accordo alle ANSI/ASME B1.20.1 e conforme ai requisiti indicati nella Tabella 5 della norma IEC 60079-1:2014 7^a edizione, CEI EN 60079-1:2008 Allegato 1 o equivalenti);
- sono considerati a tenuta di polveri gli accoppiamenti che realizzano il grado di protezione IP6X.

NOTA Le filettature coniche/coniche UNI-ISO 7/1 e UNI 6125 consentono almeno cinque filetti in presa.

La filettatura UNI 6125 per gli accoppiamenti con apparecchiature "d" è ammessa dalla Norma CEI EN 60079-1, che include la variante nazionale relativa alle filettature coniche e riproduce le condizioni dimensionali della filettatura stessa riprese dalla norma UNI 6125 ora ritirata.

Per le filettature NPT ANSI/ASME B1.20.1 è ammesso dalla Norma CEI EN 60079-1: 2008, Allegato 1 e dalla Norma IEC 60079-1: 2014, un numero di filetti in presa $\geq 3,5$ a causa del diverso profilo del filetto.

Le curve devono essere realizzate per piegatura diretta a freddo del tubo oppure con curve a gomito prefabbricate o con cassette ad angolo ed i raggi di curvatura non devono essere inferiori a sei volte il diametro esterno del tubo.

Il raggio di curvatura minimo deve essere aumentato se previsto dalle caratteristiche meccaniche dei tubi e/o dalle istruzioni del fabbricante.

Per assicurare la possibilità di infilaggio dei cavi senza rischio di lesioni non è ammesso realizzare sui tubi più curve consecutive per un totale di oltre 270 gradi, senza l'interposizione di una cassetta o scatola d'infilaggio, ved. le Figg. da 9.4-H a 9.4.O.

I tubi protettivi devono essere dotati di un dispositivo di tenuta quando entrano o escono da un luogo con pericolo di esplosione per prevenire il passaggio di gas o liquidi dal luogo pericoloso al luogo non pericoloso; in questo caso dispositivo di tenuta può essere un raccordo di bloccaggio o anche un pressacavo se il cavo è tondo e a sezione piena. Non devono essere presenti raccordi, nippli, manicotti o altri accessori tra il dispositivo di tenuta ed i limiti della zona pericolosa. ved. la Fig. 9.4-R.

Il dispositivo di tenuta deve fare tenuta attorno alla guaina esterna del cavo dove il cavo è effettivamente compatto o attorno ai singoli conduttori. Il componente che fa la tenuta non deve ritirarsi durante l'indurimento, deve essere impermeabile e non alterabile dagli agenti chimici e dall'acqua presenti nel luogo pericoloso.

Con riferimento alla Fig. 9.4-R, quando installato in zona non pericolosa, il pressacavo può essere ordinario; quando è installato in zona pericolosa deve essere adatto al tipo di zona.

In generale, con tubi in plastica filettabili si usano pressacavi installati all'esterno della zona pericolosa.

Le condutture in tubo protettivo devono essere dotate di idonei dispositivi di drenaggio ove necessari, per drenare l'eventuale accumulo di acqua penetrata attraverso i giunti se non si può evitare diversamente, oppure per drenare la condensa che può formarsi all'interno, particolarmente nei lunghi percorsi.

Nella posa dei tubi e dei dispositivi di drenaggio si deve fare in modo che l'acqua affluisca nei punti in cui sono inseriti detti dispositivi. I dispositivi di drenaggio devono essere costruiti e installati in modo da essere facilmente pulibili in caso di intasamento.

Quando sia prevista la presenza di acqua o condensa nei tubi, i cavi devono essere di tipo adeguatamente resistente all'acqua.

Quando necessario per mantenere il grado di protezione adeguato della custodia (es. IP54). Il tubo protettivo deve essere provvisto di un dispositivo di tenuta adiacente alla custodia alla quale si connette.

Allo scopo di soddisfare il grado di protezione degli involucri, oltre all'uso di un dispositivo di tenuta, può essere necessario sigillare la sezione tra il tubo e la custodia (per esempio a mezzo di una rondella di tenuta o di grasso non indurente).

NOTA Quando il tubo protettivo è l'unico mezzo per la continuità di terra, questa tenuta non dovrebbe ridurre l'efficacia del percorso di messa a terra.

Il tubo protettivo deve essere serrato a fondo in tutte le connessioni filettate.

NOTA Fare particolare attenzione alle filettature coniche.

Quando un sistema di tubi protettivi è utilizzato come conduttore di protezione PE, la giunzione filettata deve essere idonea a trasportare la corrente di guasto che potrebbe circolare considerando le protezioni elettriche installate (es. con almeno cinque filetti in presa).

Nei tubi possono essere usati cavi unipolari o multipolari, senza guaina di protezione; essi devono essere scelti in modo che l'area occupata dai cavi, non sia superiore alla seguente percentuale della area trasversale interna del tubo:

- 53% per un solo cavo;
- 31% per due cavi;
- 40% per tre o più cavi.

Quando i tubi protettivi sono connessi ad un dispositivo per l'entrata in una custodia, la connessione tra il tubo protettivo e il dispositivo deve mantenere l'integrità di quest'ultimo, ad esempio, il grado IP e l'integrità meccanica.

NOTA Inoltre, per i sistemi in tubo protettivo può essere fatto riferimento a norme nazionali o diverse riconosciute.

Per quanto si riferisce alle condutture in tubo protettivo, la norma consente di integrare le prescrizioni in essa contenute con altre derivate da norme nazionali o ad altre norme specifiche.

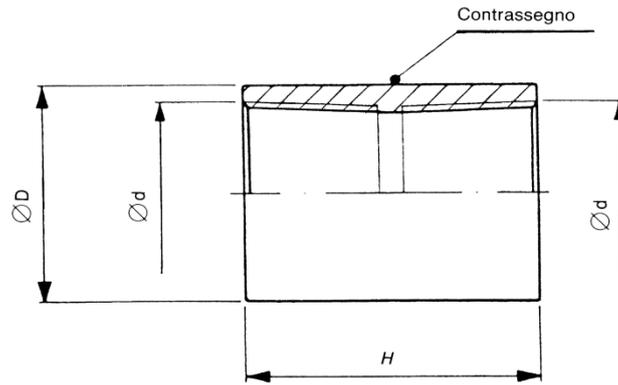


Fig. 9.4-C – Esempio di manicotto di giunzione femmina-femmina (accessorio)

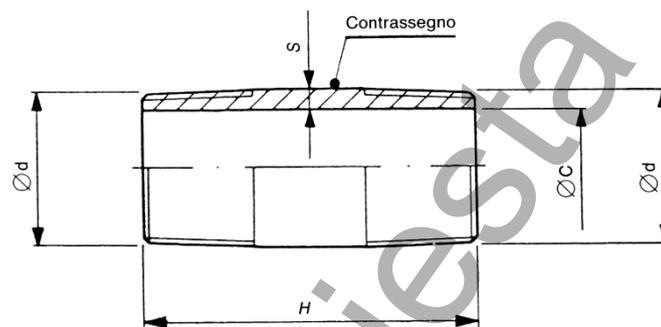


Fig. 9.4-D – Esempio di nipplo (accessorio)

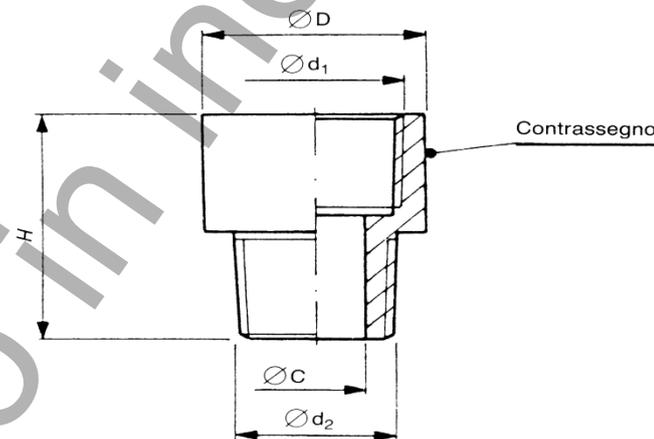


Fig. 9.4-E – Esempio di riduzione a bicchiere femmina-maschio (accessorio)

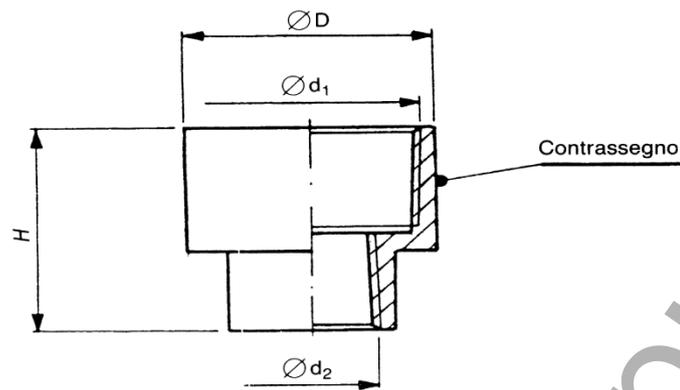


Fig. 9.4-F – Esempio di riduzione a manicotto femmina-femmina (accessorio)

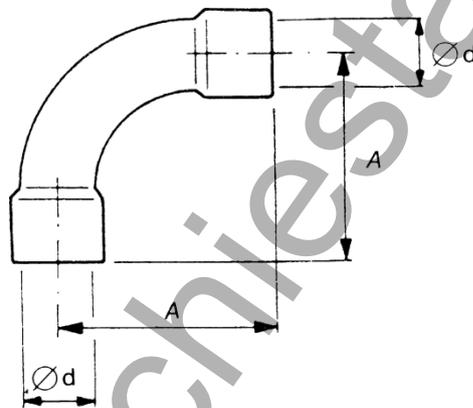


Fig. 9.4-G – Esempio di curva a 90° femmina-femmina (componente Ex o accessorio)

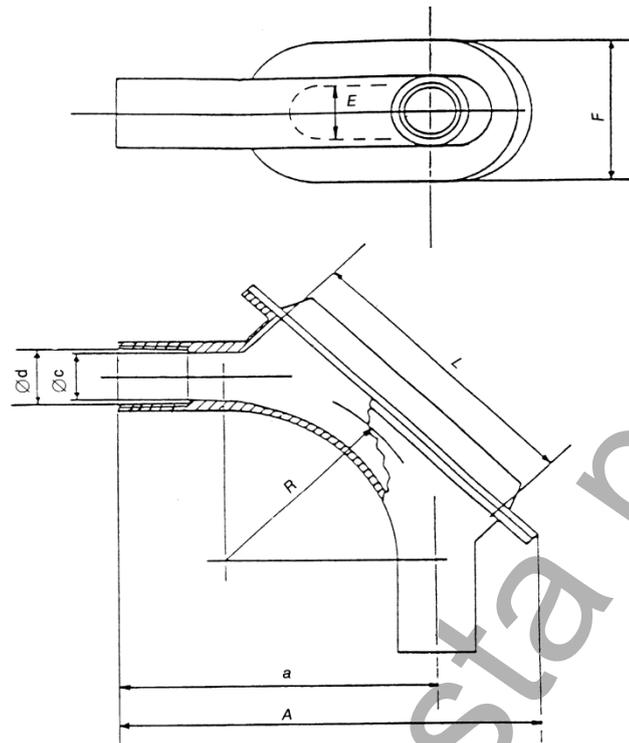


Fig. 9.4-H – Esempio di cassetta d'infilaggio – Curva apribile sul dorso (accessorio)

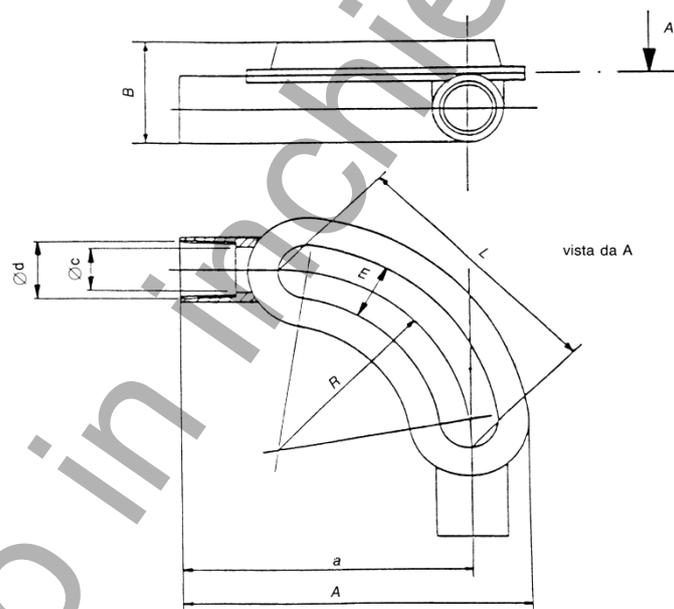


Fig. 9.4-L – Esempio di cassetta d'infilaggio – Curva apribile sul fianco (accessorio)

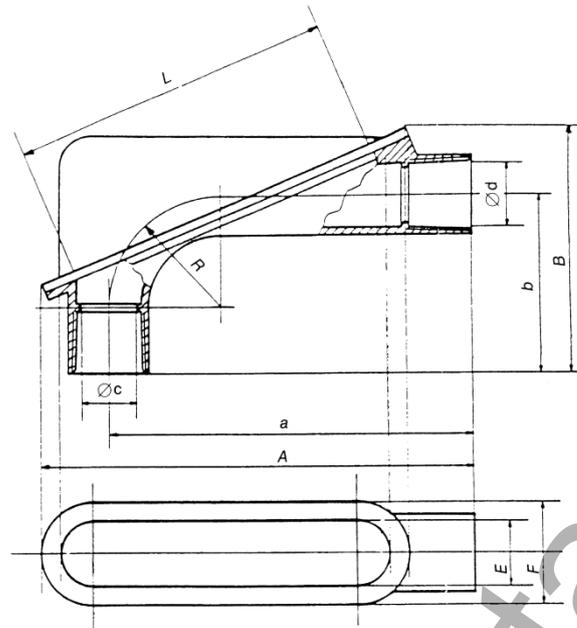


Fig. 9.4-M – Esempio di cassetta d'infilaggio – Curva apribile sul dorso per cavi unipolari flessibili (accessorio)

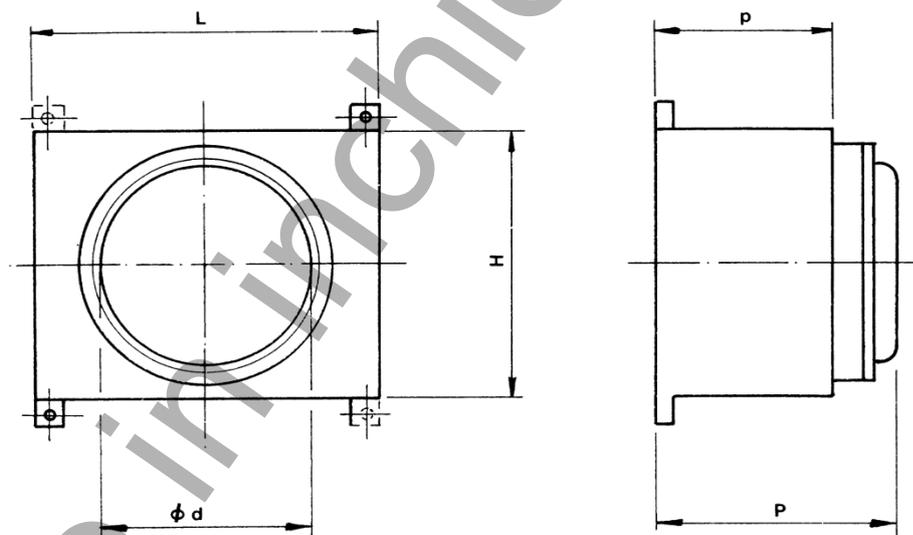


Fig. 9.4-N – Esempio di cassetta con coperchio avvitabile (apparecchiatura "d" se provvista di morsetti o altro equipaggiamento, oppure accessorio se solo d'infilaggio)

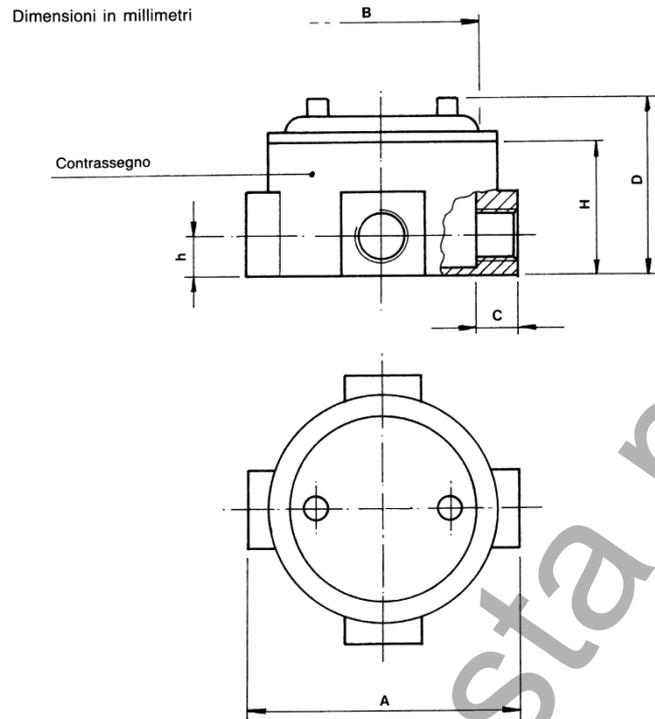


Fig. 9.4-O – Esempio di scatola con coperchio avvitabile (componente “d” se provvista di morsetti o accessorio se solo d’infilaggio)

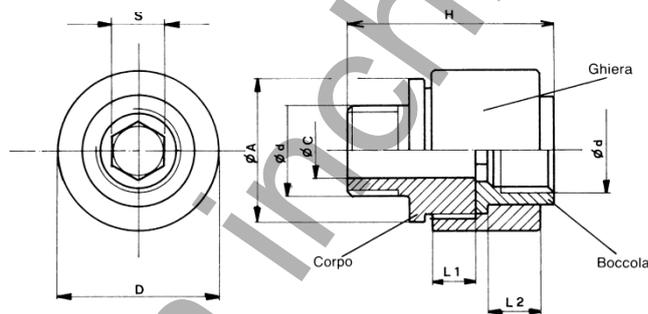


Fig. 9.4-P – Esempio di bocchettone maschio-femmina (raccordo a tre pezzi) (Componente “d”)

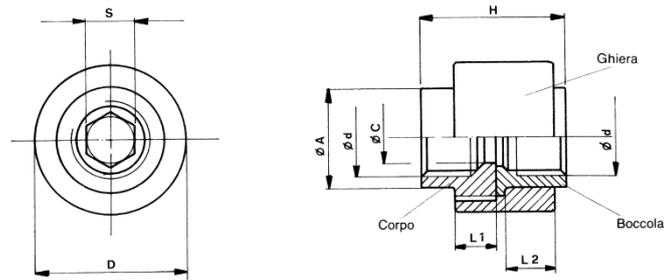


Fig. 9.4-Q – Esempio di bocchettone femmina-femmina (raccordo a tre pezzi)
(Componente “d”)

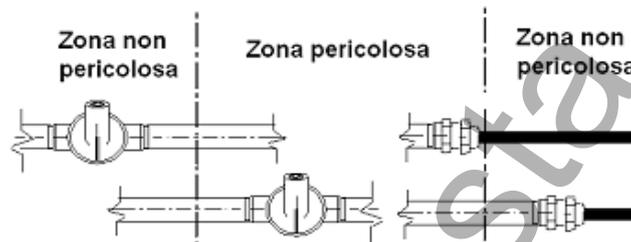


Fig. 9.4-R – Esempio di dispositivi di tenuta sui tubi protettivi quando entrano o escono da un luogo con pericolo di esplosione

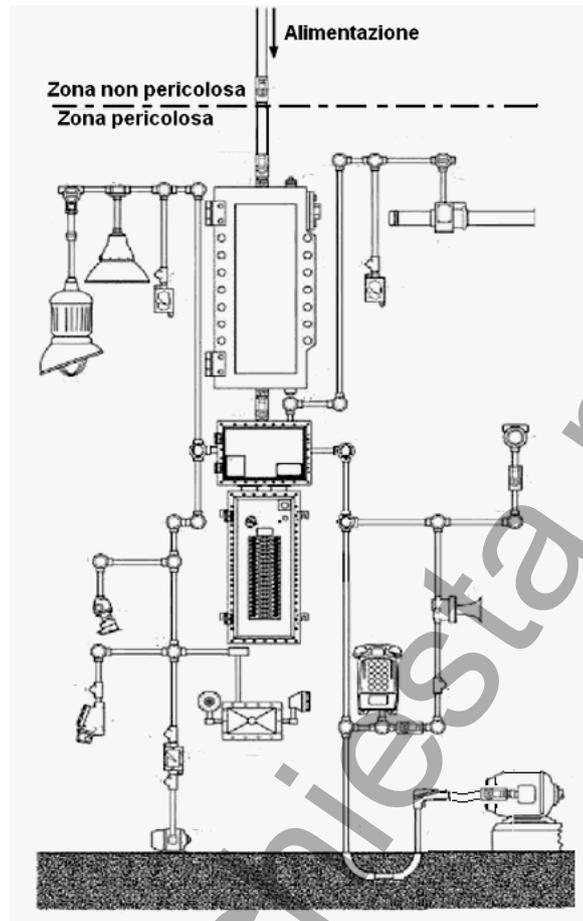


Fig. 9.4-S – Esempio di sistema di condutture in tubo protettivo

9.5 Prescrizioni integrative

Ulteriori prescrizioni per le condutture in tubo protettivo sono riportate negli articoli da 14 a 23 per ciascun modo di protezione delle apparecchiature Ex.

I cavi in tubi protettivi e gli accessori per la tecnica di protezione adeguato alla zona in cui essi devono essere installati sono soggetti ad approvazione in ambito nazionale.

Ulteriori prescrizioni per i cavi e per i tubi protettivi usati per altri modi di protezione delle apparecchiature Ex in accordo alla Norma CEI EN 60079-26 (CEI 31-57) devono essere conformi ai concetti di protezione pertinenti identificati nella documentazione.

9.6 Prescrizioni per l'installazione

9.6.1 Circuiti che attraversano una zona pericolosa

Quando i circuiti attraversano un luogo con pericolo di esplosione nel passaggio da un luogo non pericoloso ad un altro, la condotta nella zona pericolosa deve essere adeguata alle prescrizioni dell'EPL per il percorso.

9.6.2 Terminazioni

Le connessioni dei cavi devono essere eseguite utilizzando il tipo di capocorda e il tipo di protezione adatti, nonché facendo riferimento alle istruzioni del fabbricante, evitando di introdurre sollecitazioni non dovute nella connessione.

Se vengono usati conduttori cordati, e in particolare conduttori flessibili a fili sottili, si deve evitare la separazione dei fili in corrispondenza delle estremità del conduttore, per esempio mediante un capocorda, un manicotto, o un morsetto di tipo adatto; non si deve comunque ricorrere alla sola saldatura dolce.

Il metodo di connessione non deve comunque ridurre le distanze d'isolamento superficiali e le distanze d'isolamento in aria, richieste dal modo di protezione dell'apparecchiatura ai cui morsetti sono connessi i conduttori.

9.6.3 Anime inutilizzate dei cavi

Nei cavi multipolari, le estremità di ciascuna anima inutilizzata, poste in luogo con pericolo di esplosione devono essere collegate a terra oppure adeguatamente isolate mediante morsetti idonei per il modo di protezione. Non è permesso l'isolamento mediante il solo nastro isolante.

NOTA Per "Anima (di un cavo)" si intende un conduttore con relativo isolante, in quanto parte costituente di un cavo. (ved. TF GU 06 - Guida all'uso e all'installazione dei cavi elettrici e degli accessori di MT: 2008-02-14).

Ai circuiti a sicurezza intrinseca (vedere 16.2.2.5.3) si applicano prescrizioni alternative a quelle del presente articolo.

9.6.4 Aperture nelle pareti

Le aperture nelle pareti per il passaggio di cavi e condutture in tubo fra luoghi pericolosi diversi e tra luoghi pericolosi e luoghi non pericolosi, devono essere opportunamente sigillate, per esempio con barriere di sabbia o malta, per non alterare la classificazione dei luoghi ove ciò sia rilevante.

Devono essere previste barriere tagliafiamma in tutti gli attraversamenti di solai o pareti che delimitano il compartimento antincendio.

Le barriere tagliafiamma devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco almeno pari a quelle richieste per gli elementi costruttivi del solaio o parete in cui sono installate.

9.6.5 Passaggio e convogliamento di sostanze infiammabili

Quando per posare i cavi sono usati condotti, canali, tubazioni o trincee, devono essere prese precauzioni per prevenire il passaggio di gas, vapori o liquidi infiammabili da un luogo a un altro e per prevenire l'accumulo di gas, vapori o liquidi infiammabili nelle trincee.

Tali precauzioni possono comprendere la sigillatura dei condotti, canali o tubazioni. Per le trincee, possono essere utilizzati un'adeguata ventilazione o il riempimento con sabbia. I tubi protettivi e, in casi speciali, i cavi (ad es. quando c'è una differenza di pressione) devono essere a tenuta, se necessario, per prevenire il passaggio di liquidi o gas. Vedere anche 9.3.1.

9.6.6 Accumulo di polvere combustibile

Il percorso cavi dovrebbe essere studiato in modo che i cavi accumulino la quantità minima di polvere in strato pur rimanendo accessibili per la pulizia. Quando, per alloggiare i cavi, sono usati condotti, canali, tubi protettivi o trincee, si devono prendere precauzioni per prevenire il passaggio o l'accumulo di polvere combustibile in tali luoghi.

Quando la formazione di strati di polvere sui cavi è tale da impedire la libera circolazione di aria, si deve prendere in considerazione la diminuzione della portata nominale di corrente dei cavi, in special modo se sono presenti polveri con bassa temperatura minima di accensione.

10 Sistemi di entrata dei cavi e di chiusura (tappi)

10.1 Generalità

Per le condutture in cavo diverse da quelle in tubo, il pressacavo è il dispositivo di entrata nelle custodie più comune.

Se un pressacavo è utilizzato ad una temperatura ambiente diversa dal campo dei valori compresi tra -20 °C e +40 °C e/o ad una temperatura di funzionamento superiore a 80 °C, tale condizione deve essere coperta dalla documentazione di certificazione.

10.2 Selezione dei pressacavi

I pressacavi devono essere scelti in modo da essere adatti al diametro del cavo. Per consentire al cavo di adattarsi al pressacavo, l'uso di nastri di sigillatura, guaine termo restringenti o altri materiali non è consentito.

I pressacavi devono generalmente fissare il cavo in modo tale che il tiro o la torsione applicata al cavo stesso non si trasmetta alle connessioni dei conduttori.

I pressacavi non devono alterare i requisiti di sicurezza ed il grado di protezione IP delle apparecchiature alle quali sono fissati

NOTA 1 I pressacavi, quando installati correttamente secondo le istruzioni del costruttore, garantiscono almeno i seguenti gradi di protezione:

- Gruppo I e II: IP 54
- Gruppo IIIA e IIIB, EPL Da, Db: IP 6X
- Gruppo IIIC, EPL Dc: IP 6X
- Gruppo IIIA e IIIB, EPL Dc: IP 5X.

Per soddisfare il requisito del grado di protezione può essere necessario applicare una sigillatura tra custodia e pressacavi, es. un sigillante per filetti.

I pressacavi e/o i cavi devono essere scelti al fine di ridurre la caratteristica di "plasticità a freddo" del cavo.

NOTA 2 I cavi impiegano materiali che possono mostrare la caratteristica di "plasticità a freddo". La caratteristica di "plasticità a freddo" può essere descritta come il movimento della guaina del cavo sottoposto a forze di compressione create dallo spostamento delle tenute nei pressacavi quando le forze di compressione applicate dalla tenuta sono maggiori della resistenza della guaina alla deformazione. I cavi a bassa emissione di fumi o quelli resistenti al fuoco mostrano notevoli caratteristiche di plasticità a freddo.

Qualunque sia il modo di protezione, un pressacavo Ex deve sempre superare almeno le prove del modo di protezione "e", quindi, a discrezione del costruttore, può essere marcato "e" oltre alla marcatura relativa al suo modo di protezione.

Per le apparecchiature "n", ad esclusione del modo di protezione "nR", il modo di protezione dei pressacavi è generalmente "e".

Per le apparecchiature con modo di protezione "nR", i pressacavi devono di tipo che assicurino il mantenimento delle proprietà di respirazione limitata della custodia (es. pressacavo barriera), in aggiunta a quanto sopra.

Per le apparecchiature con modo di protezione "m", "o", "q" il modo di protezione per le connessioni deve adattarsi al sistema di collegamento utilizzato.

Per i luoghi pericolosi per la presenza di polveri combustibili sono attualmente disponibili solo pressacavi con modo di protezione "t".

I pressacavi devono essere conformi alla IEC 60079-0 e devono essere scelti per mantenere le prescrizioni della tecnica di protezione secondo quanto indicato nella Tab. 10.2-1.

Tabella 10.2-1 – Scelta del modo di protezione di pressacavi, adattatori ed elementi di otturazione secondo il modo di protezione della custodia

Tecnica di protezione dell'apparecchiatura	Tecnica di protezione di pressacavi, adattatori ed elementi di otturazione			
	Ex d	Ex e	Ex n	Ex t
Ex d	X			
Ex e	X	X		
Ex i e Ex nL □□	X	X	X □	
Ex i □□□Gruppo				X
Ex m	Normalmente, l'Ex m non viene applicato ai collegamenti elettrici. La tecnica di protezione per le connessioni deve adattarsi al sistema di cablaggio utilizzato.			
Ex n eccetto Ex nL Per l'Ex nR vedere anche 10.8	X	X	X	
Ex o	Normalmente, l'Ex o non viene applicato ai collegamenti elettrici. La tecnica di protezione per le connessioni deve adattarsi al sistema di cablaggio utilizzato.			
Ex p, tutti i tipi	X	X	X ^b	
Ex pD				X
Ex q	Normalmente, l'Ex q non viene applicato ai collegamenti elettrici. La tecnica di protezione per le connessioni deve adattarsi al sistema di cablaggio utilizzato.			
Ex s	Solamente se consentito dalle condizioni indicate nel certificato.			
Ex t				X
X indica l'uso consentito. ^a Se è applicato solamente ad un circuito a sicurezza intrinseca, allora non ci sono prescrizioni specifiche a carico dei pressacavi. ^b Permessi solo per installazioni "Gc".				

Per soddisfare il requisito del grado di protezione può anche essere necessario applicare una sigillatura tra custodia e pressacavi, adattatori ed elementi di otturazione (ad esempio, per mezzo di una guarnizione oppure di un sigillante per filetti).

NOTA 3 Per rispondere alle prescrizioni minime dell'IP54, i dispositivi per l'ingresso dei cavi avvitati su custodie o piastre per l'ingresso dei cavi aventi uno spessore di 6 mm o superiore, con fori filettati, non necessitano di una tenuta supplementare tra il dispositivo di entrata del cavo e la piastra o custodia, a condizione che l'asse del dispositivo di entrata del cavo sia perpendicolare alla superficie esterna della piastra o della custodia.

Quando sono usati cavi ad isolamento minerale con guaina metallica, i requisiti conseguiti per l'ottenimento delle distanze di isolamento superficiali devono essere mantenuti tramite l'utilizzazione di un dispositivo di tenuta per i cavi ad isolamento minerale certificato.

I pressacavi, gli adattatori o gli elementi di otturazione, con modo di protezione Ex "t", che hanno filettature parallele possono essere provvisti di una rondella di tenuta tra il dispositivo di entrata e la custodia "t". Se non si utilizza la rondella di tenuta, occorre garantire un numero di filetti in presa di almeno cinque filetti completi. Gli accoppiamenti con filettatura conica senza tenute o guarnizioni supplementari devono avere un numero di filetti in presa di almeno 3½.

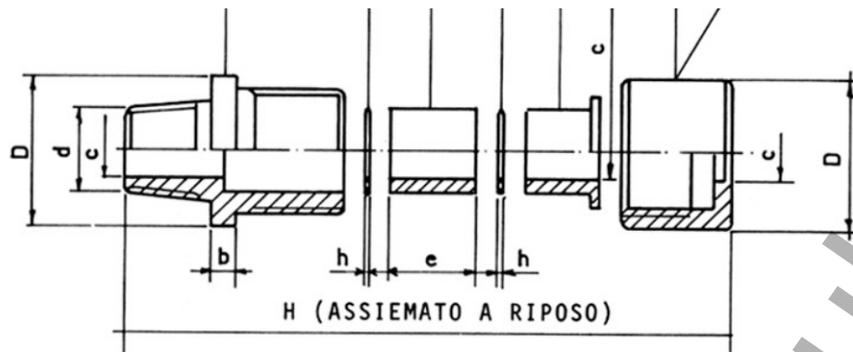


Fig. 10.2-A – Esempio di pressacavo per cavo non armato

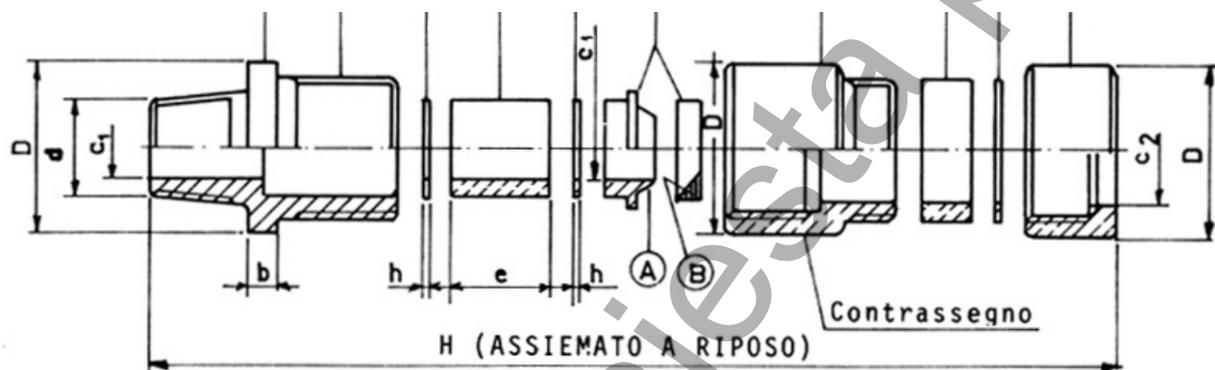


Fig. 10.2-B – Esempio di pressacavo per cavo armato

10.3 Connessione alle apparecchiature

I pressacavi devono essere installati in modo che, dopo l'installazione, sia possibile allentarli o smontarli solamente per mezzo di un utensile.

Se è necessario prevedere un fissaggio ulteriore per prevenire che le forze dovute alla trazione o alla rotazione del cavo siano trasmesse alle terminazioni dei conduttori all'interno della custodia, deve essere fornito un elemento di fissaggio da installare, lungo il cavo, il più vicino possibile al pressacavo.

NOTA 1 È preferibile che gli elementi di fissaggio del cavo siano installati entro 300 mm dalla parte terminale del pressacavo.

I cavi devono essere installati in linea con i pressacavi al fine di evitare torsioni laterali che possono compromettere la tenuta attorno al cavo.

Se nelle custodie provviste di entrate non filettate sono utilizzati pressacavi, elementi di otturazione e adattatori provvisti di filettature coniche, occorre prestare particolare attenzione al fine utilizzare accessori adeguati a mantenere l'integrità della custodia.

NOTA 2 Le filettature coniche comprendono le filettature NPT.

Quando cavi armati o schermati sono terminati all'interno del pressacavo, i componenti del corpo del pressacavo che sono destinati a conservare e proteggere l'armatura o la schermatura del cavo non dovrebbero poter essere allentati manualmente o aperti a mano senza l'uso di un utensile.

Il collegamento dei cavi alle apparecchiature elettriche deve essere effettuato mediante pressacavi adeguati al tipo di cavo utilizzato e mantenere l'integrità della protezione contro le esplosioni offerta dal modo di protezione pertinente.

Se l'entrata filettata o il foro sono di dimensioni diverse da quella del pressacavo, deve essere installato un adattatore filettato come indicato nella Tab. 10.2-1.

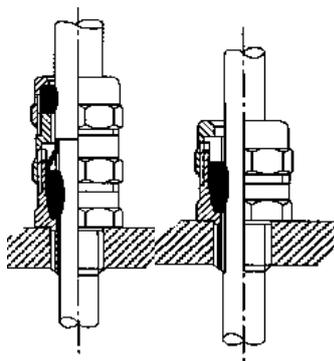


Fig. 10.3-A – Esempi di pressacavi “d” con tenuta a compressione incorporata, accoppiati con cavi con isolamento e guaina esterna in estruso termoplastico, termoindurente od elastomerico.

10.4 Prescrizioni aggiuntive per le entrate in apparecchiature diverse da quelle Ex “d”, Ex “t” o Ex “nR”

Se sono richieste fori per l'ingresso di cavi diversi da quelli di cui ai modi di protezione Ex “d”, Ex “t” o Ex “nR”, essi possono essere realizzati rispettando le seguenti condizioni:

- 1) possibilità prevista nella documentazione del fabbricante riportante indicazioni sull'area, le dimensioni e la quantità dei fori;
- 2) i fori di entrata, in piano o filettati, realizzati rispettando le tolleranze fornite dal fabbricante.

Nelle custodie in materiale plastico, i fori filettati dovrebbero essere realizzati sulla faccia della custodia che ne consente la corretta realizzazione (a causa del processo di formatura delle custodie in materiale plastico, le pareti della custodia potrebbero avere angoli rastremati). Le superfici rastremate non permettono che il dispositivo di entrata ed i relativi accessori inseriti nel foro siano posizionati perpendicolarmente alla faccia della custodia, determinando così una tenuta non efficace.

Nelle custodie in materiale plastico, i fori con filettatura conica non sono raccomandati in quanto le elevate sollecitazioni che si generano durante il serraggio di tali filettature possono causare rotture alla parete della custodia.

10.5 Aperture non utilizzate

Nelle custodie, ad eccezione di quelle contenenti un solo circuito a sicurezza intrinseca, le aperture non utilizzate devono essere chiuse con elementi di otturazione secondo la Tab. 10.2-1 e che mantengano, quale che sia il più restrittivo, il grado di protezione IP54 o quello richiesto dalla posizione di installazione. Gli elementi di otturazione devono essere di un tipo tale che possa essere rimosso solo mediante utensili, ved. Fig. 10.5-A.

Per le custodie a prova d'esplosione, gli adattatori non devono essere utilizzati insieme agli elementi di otturazione.

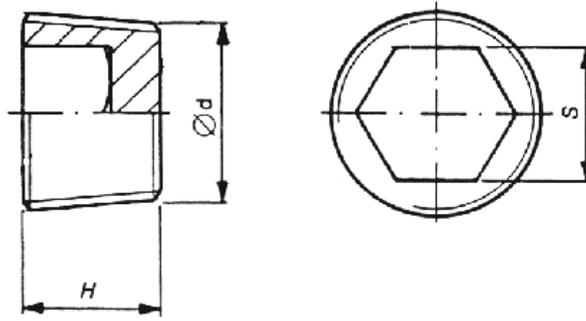


Fig. 10.5-A – Esempio di tappo conico

10.6 Prescrizioni integrative per il modo di protezione “d” – Custodie a prova d’esplosione

10.6.1 Generalità

Quando l’ingresso dei cavi in un’apparecchiatura a prova di esplosione avviene per mezzo di passanti a prova di esplosione attraverso la parete facente parte dell’apparecchiatura stessa (ingresso indiretto), le parti del passante che si trovano all’esterno della custodia a prova d’esplosione devono essere protette in modo conforme a uno dei modi di protezione elencati nella IEC 60079-0. Ad esempio, le parti del passante esposte sono poste all’interno di uno scomparto terminale che può essere costituito da un’altra custodia a prova di esplosione, oppure con il modo di protezione “e”.

L’ingresso nelle apparecchiature con modo di protezione “d” può avvenire:

- in modo diretto con pressacavo a prova d’esplosione sigillato (pressacavi barriera), il quale, dispone di un gommino di tenuta esterna ed ha una parte, direttamente in comunicazione con la custodia dell’apparecchiatura “d”, che viene sigillata sui conduttori con un apposito composto (es. resina bicomponente) in fase di installazione;
- in modo diretto con pressacavo “d” provvisto di un anello di tenuta (a compressione) o gommino di tenuta;
- in modo diretto in tubo di protezione e relativi componenti di collegamento (es. raccordi, raccordo di bloccaggio);
- in modo indiretto, tramite l’utilizzazione di una combinazione tra una custodia a prova d’esplosione “d” provvista di passante e una scatola morsetti a sicurezza aumentata “.

Se un pressacavo “d” provvisto di anello di tenuta (a compressione) viene utilizzato con un cavo armato o schermato, il pressacavo deve essere del tipo in cui l’armatura o lo schermo del cavo siano terminati al suo interno e la compressione sia esercitata sulla guaina interna del cavo. Per un cavo con uno schermo a fili sottili, dove i fili sono di diametro inferiore a 0,15 mm e coprono almeno il 70% della circonferenza del cavo, la sola compressione esercitata sulla guaina esterna è accettata.

NOTA 1 La propagazione della fiamma può manifestarsi attraverso gli interstizi dei conduttori cordati tradizionali, o tra le singole anime di un cavo. Si può utilizzare una costruzione speciale del cavo come mezzo per ridurre e prevenire la propagazione della fiamma. Esempi comprendono cavi cordati compatti, sigillatura delle singole cordature, e riempitivo estruso. Ulteriori informazioni sono fornite nell’Allegato E.

I pressacavi, gli adattatori o gli elementi di otturazione, a prova d’esplosione, che hanno filettature parallele, possono essere provvisti di una rondella di tenuta tra il dispositivo di entrata e la custodia a prova di esplosione, a condizione che, dopo l’inserimento della rondella, il numero di filetti in presa sia ancora sufficiente. L’accoppiamento dei filetti deve essere almeno di cinque filetti completi. Può essere usato un grasso adatto, a condizione che sia non indurente, non metallico e non combustibile, e che ogni collegamento e terra tra le due parti sia mantenuto.

Quando sono usate filettature coniche, la connessione deve essere serrata a fondo.

L'aggiunta di fori o la modifica del tipo di filettatura è consentita solo quando conforme alla documentazione di certificazione nonché realizzata dal fabbricante o da un'officina qualificata. Quando la filettatura del foro di ingresso o la sua dimensione è diversa da quella del pressacavo, si deve inserire un adattatore filettato a prova di esplosione conforme alla IEC 60079-1, che sia conforme alle prescrizioni inerenti il numero di filetti in presa dell'accoppiamento filettato sopra dettagliate. Gli ingressi per i cavi non utilizzati devono essere sigillati con un elemento di otturazione a prova di esplosione conforme alla IEC 60079-1, che deve essere installato direttamente sul foro (non devono essere utilizzati adattatori per filettature), e che deve essere conforme alle prescrizioni inerenti il numero di filetti in presa dell'accoppiamento filettato sopra dettagliate nonché adeguatamente fissato contro l'allentamento.

NOTA 2 Pressacavi non filettati possono essere utilizzati se certificati insieme con l'apparecchiatura oppure quali apparecchiature.

10.6.1.1 Prassi nazionale

L'utilizzo della Norma CEI EN 60079-1 che include la variante nazionale relativa alle filettature coniche, è ammessa. La variante nazionale CEI riproduce le condizioni dimensionali della norma UNI 6125 ritirata da UNI nel 2008 senza sostituzione, ancorché la UNI 7683 la citi nel testo tuttora.

10.6.1 Scelta dei pressacavi

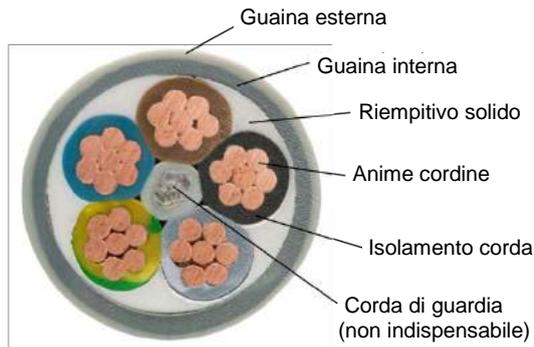
Il sistema utilizzato per l'entrata in cavo nell'apparecchiatura deve essere conforme ad uno dei seguenti:

- a) pressacavi sigillati con un apposito composto (pressacavi barriera) conformi alla Norma CEI EN 60079-1 e certificati quali apparecchiature;

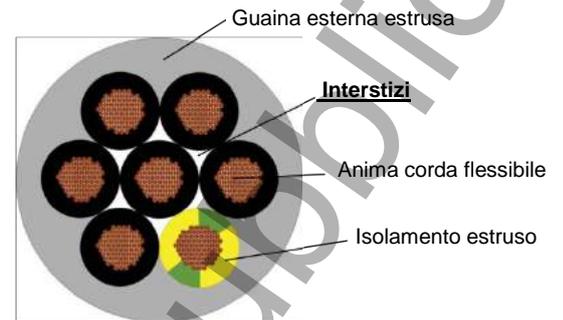


Fig. 10.6-A – Esempio di entrata di cavo costituita da un pressacavo a prova di esplosione sigillato (pressacavo barriera)

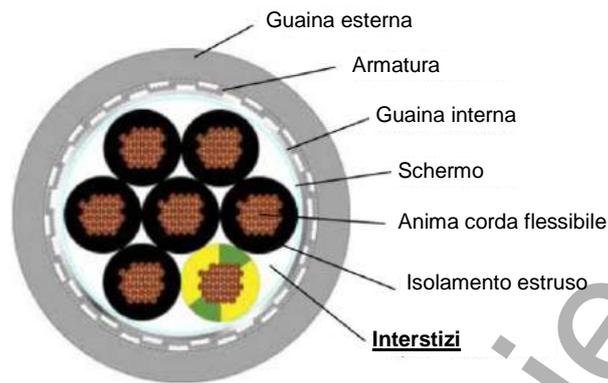
- b) cavi e pressacavi che soddisfino tutte le condizioni che seguono:
 - pressacavi conformi alla Norma CEI EN 60079-1 e certificati quali apparecchiature;
 - cavi utilizzati conformi alle indicazioni di cui in 9.3.2.a);
 - che la lunghezza del cavo collegato sia almeno pari a 3 m;ved. la Fig. 10.6-B;



Conforme a 9.3.2.a)



Non conforme a 9.3.2.a)



Cavo armato non conforme a 9.3.2.a)

Fig. 10.6-B – Esempi di sezioni di cavi conformi e non conformi all'art. 9.3.2.a)

- c) entrata indiretta tramite l'utilizzazione di una combinazione tra una custodia a prova d'esplosione provvista di passante e una scatola morsetti a sicurezza aumentata "e", ved. la Fig. 10.6-C.

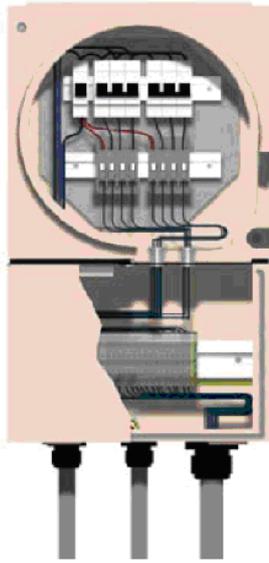


Fig. 10.6-C –
Esempio di soluzione con entrata indiretta in quadro di potenza con modo di protezione "d", attraverso nippli sigillati e morsetti "e", secondo 10.6.2.c)



Fig. 10.6-D –
Esempio di soluzione con entrata indiretta in un quadro di potenza Ex d, attraverso giunti di bloccaggio verticali, raccordo a tre pezzi, adattatori e nippli in morsetti Ex e

- d) cavo ad isolamento minerale e guaina metallica, con guaina esterna in materiale plastico, provvisto di idoneo pressacavo a prova d'esplosione conforme alla Norma CEI EN 60079-1; l'uso della guaina esterna è suggerito per evitare la possibilità di formazione di scintille pericolose nel contatto con masse estranee (es. strutture e passerella).

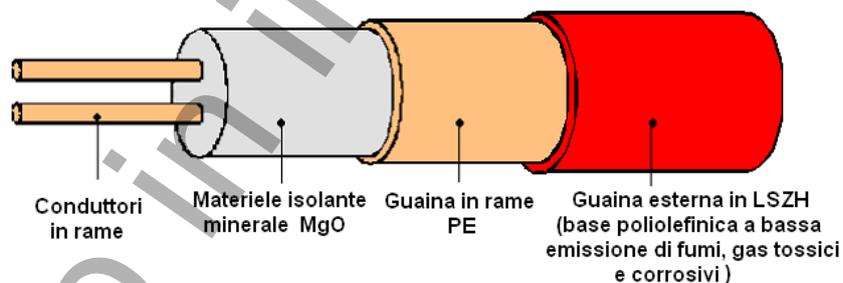


Fig. 10.6-E – Esempio di cavo ad isolamento minerale con guaina esterna in materiale plastico

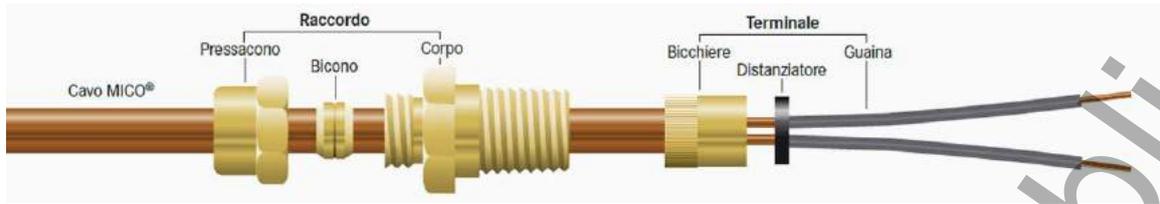


Fig. 10.6-F– Esempio di cavo ad isolamento minerale e terminazione

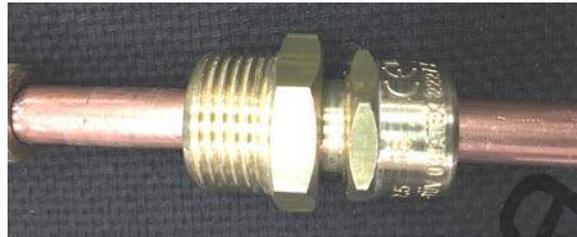


Fig. 10.6-G – Cavo ad isolamento minerale - Particolare della terminazione "Ex d IIC T6" con la marcatura



Fig. 10.6-H – Esempio di applicazione di cavo ad isolamento minerale - Cassetta di derivazione IP 67

e) dispositivo di tenuta a prova d'esplosione (per esempio, una camera sigillata) specificato nella documentazione dell'apparecchiatura oppure conforme alla Norma CEI EN 60079-1 provvisto di un pressacavo idoneo al cavo di prevista utilizzazione. Il dispositivo di tenuta deve incorporare un composto o altri mezzi di tenuta adeguati, attorno alle singole anime del cavo, che non consentano il passaggio di alcunché. Il dispositivo di tenuta deve essere installato nel punto d'ingresso dei cavi nell'apparecchiatura.

NOTA 1 La lunghezza minima del cavo è specificata per limitare il pericolo potenziale dovuto alla trasmissione di fiamma attraverso il cavo (vedere anche l'Allegato E).

NOTA 2 Se il pressacavo e i cavi in uso sono certificati come una parte dell'apparecchiatura (custodie), allora la conformità di cui in 10.6.2 non è necessaria.



Fig. 10.6-I – Esempio di nipplo sigillato con tenuta sui singoli conduttore isolato.

10.7 Prescrizioni integrative per il modo di protezione “t” – Protezione mediante custodia

[ALLO STUDIO. Si rimanda al corrispondente paragrafo della Norma].

10.8 Prescrizioni integrative per il modo di protezione “nR” – Custodia a respirazione limitata

La tenuta delle custodie a respirazione limitata “nR” deve essere tale da mantenere le proprietà di respirazione limitata della custodia.

Quando il cavo utilizzato non è compreso nel certificato e/o nel manuale delle istruzioni per l’uso e non è effettivamente compatto, può essere necessario utilizzare un pressacavo o un altro metodo (per esempio, un giunto epossidico, una guaina termo-restringente) che sigilli i singoli conduttori costituenti il cavo, al fine di prevenire perdite dalla custodia.

Una rondella di tenuta adatta deve essere installata tra il pressacavo e la custodia ed eventualmente una anche all’interno. Tubi o filettature coniche richiederanno l’uso di sigillanti per filetti (vedere l’Art. 9).

11 Macchine elettriche rotanti

11.1 Generalità

11.1.1 Prescrizioni generali

Le macchine rotanti per uso in luoghi con pericolo di esplosione, devono essere in primo luogo conformi alle prescrizioni delle norme della serie CEI EN 60034 *Macchine elettriche rotanti*, nonché alle prescrizioni delle norme della serie CEI EN 60079, in relazione al modo di protezione secondo cui la macchina è realizzata.

Quando, per motivi particolari (condizioni ambientali, requisiti funzionali, ecc.), sia necessario ricorrere all’utilizzo di macchine rotanti per i quali non sono disponibili norme CEI, per le loro caratteristiche deve essere fatto quanto più possibile riferimento ad altre norme riconosciute. In assenza di tali riferimenti le caratteristiche delle macchine devono essere specificate su appositi documenti comprovanti la qualità e l’idoneità per l’utilizzo previsto. Si ricorda che nell’UE le macchine devono, in ogni caso, essere conformi alla direttiva 94/9/CE o 2014/34/UE e come tali certificate.

Le macchine elettriche rotanti devono essere installate ed utilizzate entro i propri dati nominali di potenza, corrente, frequenza, servizio e delle altre caratteristiche dove la non conformità può compromettere la sicurezza dell'impianto. In particolare, si deve prestare attenzione ad accertarsi che la tensione e la frequenza siano adeguate al sistema di alimentazione utilizzato per l'apparecchiatura, e che la classificazione della temperatura sia stata stabilita per la corretta tensione, frequenza, e per gli altri parametri.

Le macchine elettriche devono essere installate nel rispetto delle indicazioni fornite dalla rispettiva documentazione.

A montaggio ultimato, la verifica iniziale della macchina e dell'impianto deve essere eseguita conformemente alla Norma CEI EN 60079-14 e alla presente Guida.

Per la definizione dei requisiti delle macchine elettriche adatte per i luoghi con pericolo di esplosione sono necessarie innanzitutto le informazioni di base elencate al Cap. 5 della presente Guida.

Nello specifico, per la definizione della corretta tipologia di macchine elettriche è necessario conoscere:

- a) ciclo di funzionamento per il quale la macchina è realizzata (S1-S10, secondo quanto definito dalla Norma 60034-1);
- b) tensione di alimentazione e frequenza di funzionamento (nel caso di macchina alimentata tramite convertitore di frequenza deve essere considerato il campo di frequenza riportato nella targa della macchina);
- c) possibile incremento della temperatura della macchina elettrica per effetto del calore trasmesso dalla macchina azionata (ad es. pompa);
- d) vita stimata di cuscinetti e lubrificanti (durata stimata in ore operative dei cuscinetti e/o del relativo lubrificante utilizzato, al fine di garantire un'adeguata vita utile degli stessi ed evitare surriscaldamenti dovuti a consumo/guasti precoci);
- e) classe di isolamento;

nonché altrettanto importanti risultano essere:

- f) le condizioni ambientali e le influenze esterne del luogo di installazione; per questo occorre prestare particolare attenzione a fattori quali la massima e la minima temperatura ambiente, l'elevata presenza di polvere, di spruzzi d'acqua diretti o indiretti, di sostanze corrosive, di vibrazioni, ecc. al fine di definire correttamente i requisiti dei materiali utilizzati, il grado di protezione IP, nonché di garantire l'integrità del modo di protezione così come realizzato e certificato dal fabbricante.

Nel caso di motori con circuito esterno di raffreddamento ad aria, devono essere considerati i fattori ambientali che possano eventualmente condizionarne l'efficienza, quali ad esempio:

- g) altre apparecchiature, pareti, edifici, ecc. non dovrebbero limitare la ventilazione della macchina o permettere il ricircolo dell'aria di ventilazione;
- h) adeguati spazi attorno alla macchina per consentire la normale manutenzione.

11.1.2 Protezione elettrica di macchine rotanti

Le macchine rotanti così come tutte le apparecchiature elettriche devono essere protette contro gli effetti dannosi dei cortocircuiti e dei guasti a terra. I dispositivi per la protezione dai cortocircuiti e dai guasti a terra non devono potersi richiudere automaticamente fino a che permangono le condizioni di guasto. In particolare è necessario impedire il funzionamento quando la perdita di una o più fasi può provocare un surriscaldamento.

Le macchine elettriche rotanti devono inoltre essere protette contro i sovraccarichi, a meno che esse siano realizzate per resistere in modo continuo alla corrente di avviamento a tensione e frequenza nominali o, nel caso di generatori, alla corrente di cortocircuito senza riscaldamenti inammissibili.

Il dispositivo di protezione dai sovraccarichi deve essere:

- a) un dispositivo di protezione su tutte e tre le fasi, temporizzato, a tempo inverso, regolato ad un valore non maggiore della corrente nominale della macchina;
oppure,
- b) un dispositivo per il controllo diretto della temperatura con sensori di temperatura integrati nella macchina;
oppure,
- c) un dispositivo equivalente.

La soluzione che implica il controllo diretto della temperatura tramite sensori integrati nella macchina è la soluzione più utilizzata. Questa sfrutta la presenza di sonde di temperatura (quali termocoppie o termoresistenti) inserite negli avvolgimenti (una o più per fase) e nei punti più critici della custodia (usualmente la zona cuscinetti) al fine di monitorare l'andamento della temperatura sulla macchina e garantirne il rispetto della classe di temperatura o della temperatura massima superficiale ammessa T_{max} .

Il controllo della macchina onde prevenire possibili sovra-riscaldamenti risulta particolarmente importante per le macchine elettriche alimentate da convertitori di frequenza, realizzati per poter funzionare a tensione/corrente variabile e pertanto più soggetti a possibili variazioni delle temperature nelle diverse parti interne (statore/rotore) ed esterne (custodia).

11.2 Motori con modo di protezione “d” – Custodie a prova di esplosione

[ALLO STUDIO. Si rimanda al corrispondente articolo della Norma].

11.3 Motori con modo di protezione “e” – Sicurezza aumentata

I motori con modo di protezione “e” devono essere protetti contro la condizione di rotore bloccato nel tempo t_E stabilito dal costruttore nel rispetto della Norma di prodotto CEI EN 60079-7 (CEI 31-65).

NOTA Per correnti di avviamento $I_A / I_N \geq 7$, il tempo t_E stabilito dalla Norma CEI EN 60079-7 (CEI 31-65) è 5 s.

Un classico esempio di dispositivo di sicurezza utilizzato come protezione di rotore bloccato è riportato nella Figura 11.3-A; per le grosse macchine può essere utilizzata anche una dinamo tachimetrica. Il dispositivo, qualunque sia il tipo, deve essere appositamente certificato ATEX come *apparecchiatura associata*.

Per l'uso del relè termico di protezione contro il sovraccarico per proteggere dalla condizione di rotore bloccato, occorre eseguire una attenta verifica al fine di evitare il superamento del tempo t_E nelle due condizioni: a caldo e a freddo.



Fig. 11.3-A – Esempio di dispositivo (relè) per la protezione di rotore bloccato

[Per altre prescrizioni si rimanda al corrispondente articolo della Norma].

11.4 Motori con modo di protezione “p” e “pD” – Custodie pressurizzate

[ALLO STUDIO. Si rimanda al corrispondente articolo della Norma].

11.5 Motori con modo di protezione “t” – Protezione tramite custodie alimentate a tensioni e frequenze variabili

[ALLO STUDIO. Si rimanda al corrispondente articolo della Norma].

11.6 Motori con modo di protezione “nA” – Non scintillanti

[ALLO STUDIO. Si rimanda al corrispondente articolo della Norma].

12 Sorgenti luminose e apparecchi di illuminazione

12.1 Descrizione sorgenti luminose (lampade)

Nella scelta tra le sorgenti luminose da utilizzare concorrono diversi fattori: principalmente si possono distinguere tra una serie di requisiti funzionali (quantità e qualità della luce) ed esigenze di carattere economico quali il risparmio energetico, i ridotti costi di manutenzione e le minori problematiche in termini di smaltimento delle sorgenti (es. lampade) esauste.

I fattori da prendere in considerazione nelle applicazioni di illuminazione sono principalmente:

- 1) emissione luminosa;
- 2) indice di resa cromatica;
- 3) vita o durata della sorgente luminosa;
- 4) efficienza luminosa e risparmio energetico;
- 5) problemi relativi allo smaltimento delle sorgenti esauste.

Fino ad oggi la scelta più diffusa nell'ambito dell'illuminazione per esterni erano senza dubbio le sorgenti a scarica, sia come le lampade ai vapori di sodio ad alta pressione, o lampade agli alogenuri metallici, o tubi fluorescenti lineari.

Queste sorgenti però lasciano aperte le questioni riguardo il loro smaltimento contenendo percentuali di mercurio o sodio. In ambito europeo sono state imposte delle regolamentazioni che mettono al bando le sorgenti con basse efficienza luminose e che metteranno a breve fuori mercato alcune lampade a scarica fino ad oggi utilizzate, ad esempio le lampade a vapori di mercurio e a vapori di sodio.

Nuove lampade a scarica, con efficienza migliorata, che ne dovrebbe garantire la disponibilità per i prossimi anni, vengono immesse ultimamente sul mercato; in ogni caso, grande attenzione deve essere posta all'affermarsi dei LED nell'illuminazione, in quanto queste sorgenti luminose eccellono in tutti i fattori elencati, portando risparmio energetico e qualità della luce a livelli mai raggiunti prima. I LED inoltre non contengono alcun metallo pesante o sostanza nociva alla salute o all'ambiente.

Ci sono poi alcune sorgenti luminose storicamente importanti come le lampade ad incandescenza che sono già state messe al bando per la loro scarsa efficienza luminosa. Altre ancora sul mercato come le lampade alogene seguiranno lo stesso destino nel 2016.

12.1.1 Lampada ad incandescenza (al bando dal 2012)

Storicamente sono le prime lampade ad essere state commercializzate nell'Ottocento. L'emissione luminosa è dovuta alla luce emessa da un filo di tungsteno reso incandescente dal passaggio di corrente. Avendo una bassissima efficienza luminosa, ingombri ragguardevoli, ridotta durata di vita ed alte emissioni termiche sono sempre state inadatte all'illuminazione di esterni. Non sono più in commercio nell'Unione Europea dal 2012.

12.1.2 Lampada alogena (al bando dal 1 settembre 2016)

Hanno sostituito momentaneamente le sorgenti ad incandescenza con efficienze di poco migliori.

Le lampade alogene possono essere realizzate in versione PAR con riflettori che deviano l'emissione luminosa entro un cono di angolatura voluta. Esistono inoltre versioni alimentabili a bassissima tensione. Trovano impiego in applicazioni quali faretto o sorgenti luminose dove l'emissione luminosa debba essere concentrata.

12.1.3 Lampade a scarica

Le lampade a scarica si trovano in commercio sia nella forma ellissoidale che in quella tubolare adattandosi quindi all'uso negli apparecchi di illuminazione.

L'emissione luminosa è dovuta ad una scarica all'interno di un gas ionizzato.

Come caratteristiche principali hanno una buona efficienza luminosa (lm / W) e un'alta emissione luminosa.

Nel funzionamento a regime le lampade a scarica raggiungono temperature elevate. Le classi di temperatura degli apparecchi di illuminazione che le ospitano sono quindi elevate.

12.1.3.1 Lampade a vapore di mercurio ad alta pressione (al bando dal 2015)

Le lampade a vapore di mercurio ad alta pressione si sono diffuse nel mercato per essere state le prime lampade a scarica di ridotte dimensioni. La loro bassa efficienza e l'impatto ambientale dovuto alla presenza del mercurio hanno implicato la loro messa al bando nel 2015.

Necessitano per il loro funzionamento di un reattore elettromagnetico e condensatore (non occorre l'accenditore come per le altre lampade a scarica).

12.1.3.2 Lampade agli ioduri metallici ad alta pressione (dette anche agli alogenuri metallici)

Le lampade agli ioduri metallici ad alta pressione hanno una luce con una buona resa cromatica ($R_a > 80$) a differenza delle lampade ai vapori di sodio che hanno una luce tendente al giallo/arancione; sono quindi preferibili laddove ci siano quadri di comando o situazioni in cui la valutazione dei colori è un'importante fattore di sicurezza.

Necessitano per il loro funzionamento di un accenditore e di un reattore elettromagnetico e condensatore, oppure di un alimentatore elettronico ad alta frequenza.

12.1.3.3 Lampade ai vapori di sodio bassa pressione

Le lampade a vapori di sodio bassa pressione hanno un'ottima efficienza luminosa (I_m/W), ma una pessima resa cromatica ($R_a= 20$); inoltre il loro utilizzo in luoghi con pericolo di esplosione è espressamente vietato (ved. la Norma CEI EN 60079-0).

12.1.3.4 Lampade al sodio alta pressione

Lampade al sodio ad alta pressione hanno una resa cromatica non elevatissima ($R_a < 80$), ma un'ottima efficienza luminosa (I_m / W). L'indice di resa cromatica però diminuisce nei modelli più efficienti.

Necessitano per il loro funzionamento di un accenditore e di un reattore elettromagnetico e condensatore, oppure di un alimentatore elettronico ad alta frequenza.

12.1.4 Lampade fluorescenti lineari

Le lampade fluorescenti lineari sono le più utilizzate. Il funzionamento si basa su una scarica attraverso un gas (tipicamente Argon o miscele Argon/Neon) all'interno di un tubo, la radiazione dovuta alla scarica si compone prevalentemente di raggi UV che vanno a eccitare delle sostanze fluorescenti depositate sul tubo in vetro. Da qui il termine di lampada fluorescente.

Hanno buone efficienze luminosa (I_m/W) e indici di resa cromatica buoni (tipicamente $R_a= 85$).

All'interno del tubo può essere alloggiato un filamento che serve a preriscaldare il tubo prima dell'innesco dell'arco. Questo sistema di funzionamento è però espressamente bandito nelle lampade a sicurezza aumentata (Norma CEI EN 60079-7) nelle quali le lampade tubolari fluorescenti bi spina *“devono essere collegate ad un circuito in cui vengano accese e funzionino senza preriscaldamento dei catodi”*.

L'alimentazione può essere realizzata elettricamente con reattore elettromagnetico, starter e condensatore di rifasamento oppure attraverso un alimentatore elettronico specifico.

La scelta dell'alimentatore elettronico ha molti vantaggi, il tubo viene alimentato infatti ad alta frequenza aumentandone l'efficienza ed escludendo problemi di sicurezza dovuti ad esempio all'effetto stroboscopico a frequenza di rete.

I tubi fluorescenti contengono sempre una certa quantità di mercurio.

12.1.5 Lampade a risparmio energetico o fluorescenti compatte

Stanno sostituendo nelle applicazioni le lampadine ad incandescenza. Si tratta di tubi fluorescenti nei quali il tubo è stato sagomato per dargli una forma compatta ed adeguata ad essere fissata insieme all'elettronica di alimentazione su un attacco a vite (attacco Edison).

Le rese luminose sono buone così come la resa cromatica.

Le potenze in genere non molto alte né fanno una sorgente luminosa ideale all'illuminazione di ambienti interni.

Rimane il problema del contenuto di mercurio che rende delicato il loro smaltimento a fine vita.



Fig. 12.1-D – Esempio di apparecchio di illuminazione con modo di protezione “d” e lampada a risparmio energetico

12.1.6 LED

Il diodo ad emissione luminosa o LED (acronimo inglese di Light Emitting Diode) è un dispositivo optoelettronico che sfrutta le proprietà di alcuni materiali semiconduttori per produrre fotoni.

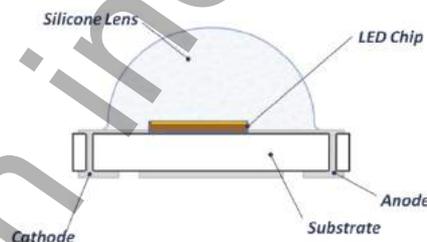


Fig. 12.1-E – Sezione schematica di un LED

Il LED viene percorso da una corrente continua la cui intensità è controllata dall'alimentatore. Transitando dall'anodo al catodo la corrente genera un flusso luminoso la cui frequenza (e quindi colore) dipende dal materiale utilizzato per realizzare il chip.

Il recente sviluppo di questa sorgente luminosa, un tempo utilizzata solo per le spie ed i display, lo pone con prepotenza come il futuro dell'illuminazione.

Il LED ha infatti dalla sua parte notevoli proprietà.

Efficienza e luce direzionale ottimizzano l'emissione luminosa **riducendo significativamente i consumi di energia elettrica**. Inoltre la possibilità di parzializzare la luce e l'accensione istantanea introduce il concetto di controllo della luce emessa in funzione di alcuni parametri come gli orari o la luminosità esterna, abbattendo ancor più i consumi.

È inoltre un dispositivo a corrente continua, ideale per le alimentazioni da gruppi di continuità e per illuminazione di emergenza.

Il LED ha una vita molto più lunga rispetto alle tradizionali sorgenti luminose, la resistenza ai cicli ON/OFF e la robustezza del componente a sollecitazioni elettriche e meccaniche (vibrazioni, urti) **riducono notevolmente i costi di manutenzione**.

Inoltre l'efficienza della sorgente luminosa comporta la possibilità di avere calore emesso e temperature sul corpo dell'apparecchio di illuminazione molto più basse rispetto ad altre sorgenti luminose a pari emissione luminosa. Questo negli impianti elettrici di luoghi con pericolo di esplosione si traduce in temperature superficiali e classi di temperatura più basse.

12.1.6.1 Singolo chip



Fig. 12.1-G – Esempio di sorgente luminosa a LED

I LED possono essere provvisti di ottiche o riflettori per creare dei fasci di luce collimati o per ottenere curve fotometriche come quelle stradali.



Fig. 12.1-H – Esempio di piastra a LED con lenti montate

12.1.6.2 Multi chip

Sono matrici di LED collegati in serie e parallelo, ricoperte da uno strato di fosforo detto diffuso. Hanno il vantaggio di essere più economici delle matrici di singoli LED e di infastidire di meno l'osservatore. Mantengono inoltre tutte le straordinarie proprietà dei LED.

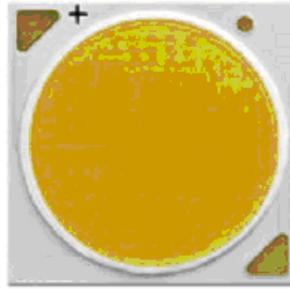


Fig. 12.1-L – Esempio di sorgente luminosa a LED multichip

12.2 Modi di protezione degli apparecchi di illuminazione

Gli apparecchi di illuminazione destinati all'uso in luoghi con pericolo di esplosione devono avere requisiti particolari da tenere in considerazione.

Per ciascun modo di protezione previsto esistono prescrizioni aggiuntive derivanti dal principio di protezione utilizzato.

12.2.1 Ex d oppure Ex de (generalmente per Zona 1)

Sono due modi di protezione con custodia a prova di esplosione "d".

Con questi modi di protezione si realizzano molti tipi di apparecchi di illuminazione senza alcuna limitazione se non il divieto di utilizzo delle lampade al sodio bassa pressione.

Nella variante con modo di protezione "Ex d" l'intero apparecchio è a prova d'esplosione "d"; nella variante "Ex de" gli apparecchi sono dotati di grande versatilità in quanto uniscono le qualità di robustezza e sicurezza di un apparecchio "d" alla facilità di collegamento, che avviene in una scatola morsetti a sicurezza aumentata "e" tramite un pressacavo "e". La rimanente parte dell'apparecchio è invece costituita da una custodia a prova d'esplosione "d".



Fig. 12.2-A – Esempio di apparecchio di illuminazione "Ex d" con ingresso diretto dell'alimentazione tramite pressacavo "d"



Fig. 12.2-A – Esempio di apparecchio di illuminazione “Ex de” con lampada a scarica di forma ellissoidale



Fig. 12.2-B – Esempio di proiettore “Ex d” e lampade tubolari a scarica



Fig. 12.2-C – Esempio di apparecchio di illuminazione “Ex d” a LED ad alto flusso luminoso



Fig. 12.2-D – Esempio di proiettore con modo di protezione “d” e sorgente luminosa a LED

12.2.2 Ex e (generalmente per Zona 1)

Per gli apparecchi di illuminazione “e” (modo di protezione a sicurezza aumentata), tra le sorgenti luminose installabili, le più diffuse sono i tubi fluorescenti. Non sono previste infatti lampade a scarica a vapori di sodio / mercurio / alogenuri metallici.

In questi apparecchi la sicurezza è garantita dai componenti installati nella custodia che sono di tipo particolare, i portalampada ad esempio sono di tipo certificato come componenti Ex, gli alimentatori sono anch'essi certificati e contengono una logica per la gestione dell'EOL (fine vita della lampada).

Non si possono installare tubi fluorescenti comuni, ma solo quelli espressamente indicati nel libretto d'uso e manutenzione. In caso di guasto di uno dei componenti interni esso deve essere sostituito con un componente identico all'originale come fabbricante, tipo costruttivo, ecc.

Altra severa limitazione per questi apparecchi è la classe di temperatura che, come stabilito nella norma di prodotto, può essere solo da T1 a T4, inadatte quindi per gas con temperature di accensione inferiori a 200°C (T5 e T6).



Fig. 12.2-E – Esempio di apparecchio di illuminazione Ex dem con tubi fluorescenti

Nella Fig. 12.2-E l'apparecchio di illuminazione è a sicurezza aumentata "e", dotato di un interruttore con modo di protezione "d" (componente) che toglie l'alimentazione quando si apre la coppa trasparente con lampade accese; gli alimentatori dei tubi fluorescenti sono con modo di protezione "m"; l'ingresso dell'alimentazione è con pressacavo "e".



Fig. 12.2-F – Esempio di apparecchio d'illuminazione portatile ricaricabile con modo di protezione combinato "Ex e ib IIC T4 Gb Ex tb IIIC T100°C Db IP65" adatto sia per luoghi con gas infiammabili (Gb), sia per luoghi con polveri combustibili (Db)

12.2.3 Ex mb (generalmente per Zona 1)

Con l'affermarsi della tecnologia a LED nel campo dell'illuminazione, hanno fatto la loro comparsa degli apparecchi di illuminazione con la sorgente a LED incapsulata mediante resina.



Fig. 12.2-G – Esempio di piccolo apparecchio di illuminazione Ex mb con LED incapsulati

12.2.3 Ex-n (generalmente per Zona 2)

Il modo di protezione Ex-n è descritto nella Norma CEI EN 60079-15 e rappresenta un gruppo di tipologie di protezione capaci di evitare l'accensione dell'atmosfera esplosiva durante il funzionamento normale dell'apparecchio (ved. 3.9).

Alcuni dei principi descritti all'interno della EN 60079-15 si trovano applicati in apparecchi di illuminazione, ad esempio non scintillanti Ex-nA, oppure a respirazione limitata Ex nR.

12.2.3.1 Ex nA Non scintillante

Apparecchi che non producono archi, scintilla o temperature pericolose durante le condizioni normali di utilizzo.



Fig. 12.2-H – Esempio di apparecchio di illuminazione Ex nA

12.2.3.2 Ex-nR Respirazione limitata

La tecnica degli apparecchi con respirazione limitata è tale da ridurre la possibilità dell'ingresso della atmosfera esplosiva nello stesso dispositivo

Le prove sono realizzate creando una pressione tra esterno ed interno e verificando che le perdite sono inferiori ad un certo livello nel periodo di tempo stabilito. Inoltre l'interno dell'apparecchio di illuminazione non deve eccedere di 10°C la temperatura sull'esterno.



Fig. 12.2-I – Esempio di apparecchio di illuminazione Ex nR

12.3 Collegamento degli apparecchi di illuminazione

Vedere il Capitolo 10.

12.3.1 Ingresso negli apparecchi di illuminazione con modo di protezione “Ex e”

Negli apparecchi di illuminazione “Ex e” l'ingresso dei cavi viene realizzato direttamente nella custodia dell'apparecchio per mezzo di pressacavi “e”, vedere la Fig. 12.3-A.



Fig. 12.3-A – Esempio di apparecchio d'illuminazione “Ex e” con ingresso diretto dell'alimentazione tramite pressacavo “e”

Come per tutte le tipologie di apparecchiature, quando i cavi sono armati e/o sono previste elevate sollecitazioni, Gli apparecchi "e" in materiale plastico (es. poliestere) devono essere rinforzate con accorgimenti che permettano il serraggio dei pressacavi in sicurezza, vedere la Fig. 12.3-B.



Fig. 12.3-B – Esempio di apparecchio d'illuminazione "Ex e" con ingresso diretto rinforzato per il serraggio sicuro del pressacavo "e"

4.1.1.1 Ingresso negli apparecchi di illuminazione con modo di protezione "Ex de"

Negli apparecchi di illuminazione "Ex de" l'ingresso dei cavi viene realizzato in una scatola o vano morsettera a sicurezza aumentata "e" pressacavo "e".



Fig. 12.3-C Esempio di apparecchio d'illuminazione "Ex de" con ingresso dell'alimentazione in un vano "e" tramite pressacavo "e"

12.4 Tipologia di installazione degli apparecchi di illuminazione

12.4.1 Scelta dell'apparecchio di illuminazione

Andando a considerare la grande maggioranza dei dispositivi di illuminazione si potrebbero considerare le seguenti regole di scelta per un apparecchio di illuminazione da installare in Zona 1.

Tabella di scelta

Tipo di Lampada	Classe di temperatura	Modo di protezione (ved. nota 1)
Lampada a scarica	Tutte	Ex-d
Lampada fluorescente lineare	T1 .. T4	Ex-d, Ex-e
	T5, T6	Ex-d
LED	Tutte	Ex-d, Ex-mb
Lampade fluorescenti compatte o lampade a risparmio energetico	Tutte	Ex-d

NOTA 1 Non si escludono i modi di protezione composti, l'importante è che la sorgente luminosa (lampada) sia alloggiata in una parte dell'apparecchio con il modo protezione indicato in tabella; ad esempio, in un apparecchio di illuminazione con modo di protezione "de" dove la marcatura indica un apparecchio a prova di esplosione con la scatola morsetti "e" può essere installato qualunque tipo di lampada, al pari degli apparecchi con modo di protezione "d". Se invece la stessa marcatura "de" indica un apparecchio a sicurezza aumentata con al suo interno un interruttore con modo di protezione "d", tale tipologia di apparecchi di illuminazione è reperibile solo con lampade fluorescenti lineari.

NOTA 2 Gli apparecchi d'illuminazione possono avere esecuzioni composte, ad esempio per i LED: Ex-dmb, Ex-demb, Ex-dmb.

13 Sistemi di riscaldamento elettrici

[ALLO STUDIO. Si rimanda al corrispondente Capitolo della Norma].

14 Prescrizioni supplementari per il modo di protezione "d" – Custodie a prova di esplosione

14.1 Generalità

[ALLO STUDIO. Si rimanda al corrispondente paragrafo della Norma].

14.2 Ostacoli solidi

[ALLO STUDIO. Si rimanda al corrispondente paragrafo della Norma].

14.3 Protezione dei giunti a prova di esplosione

[ALLO STUDIO. Si rimanda al corrispondente paragrafo della Norma].

14.4 Conduiture in tubo protettivo

NOTA Nel seguito del presente Capitolo il termine "conduit sealing device" in inglese e "dispositif d'opturation antideflagrant" in francese è tradotto in italiano come "raccordo di bloccaggio", ved. le Figg. 14.4-A e 14.4-B.

Negli impianti in tubo, per evitare la propagazione lungo i tubi protettivi di una eventuale accensione di miscela all'interno di una custodia con modo di protezione "d", si devono usare raccordi di bloccaggio rispondenti alle prescrizioni di prodotto (CEI EN 60079-0 e CEI EN 60079-1).

I raccordi di bloccaggio devono essere come segue:

- forniti con l'apparecchiatura e descritti nella documentazione dell'apparecchiatura; o
- come specificato nella documentazione dell'apparecchiatura; o
- in accordo alla IEC 60079-1.

I raccordi di bloccaggio devono essere forniti come parte della custodia a prova di esplosione, o installati immediatamente o il più vicino possibile all'entrata della custodia a prova di esplosione utilizzando il minor numero di accessori.

NOTA Quanto sopra comprende la prescrizione di installare un raccordi di bloccaggio tra due custodie a prova di esplosione "d" vicine, a meno che esse siano fornite dal fabbricante come "assieme certificato".

I raccordi di bloccaggio con filettature parallele, possono essere provvisti di una ghiera o rondella di tenuta tra il dispositivo e la custodia a prova di esplosione a condizione che, dopo l'inserimento della ghiera o rondella, il numero di filetti in presa sia ancora sufficiente. Il numero di filetti in presa deve essere almeno pari a cinque filetti completi. Può essere usato un grasso adatto, a condizione che sia non indurente, e che la continuità a terra tra le due parti sia mantenuta.

Un raccordo di bloccaggio è considerato come posizionato immediatamente all'ingresso della custodia a prova di esplosione quando è fissato alla custodia direttamente o mediante un accessorio necessario per l'accoppiamento in ottemperanza alle istruzioni del fabbricante.

La distanza tra la faccia del raccordo di bloccaggio più vicina alla custodia "d" e la parete della custodia stessa dovrebbe essere la più piccola possibile e in ogni caso non maggiore di 50 mm.

Esistono due tipi di raccordi di bloccaggio:

- uno solo per tubi verticali, ved. la Fig. 14.4-A;
- uno per tubi, sia verticali, sia orizzontali, ved. la Fig. 14.4-B.

Prestare particolare attenzione nell'uso.

Nei raccordi di bloccaggio si deve realizzare la "sigillatura" che impedisca la propagazione dell'eventuale esplosione lungo la condotta in tubo.

Per realizzare una corretta sigillatura (miscelazione) si devono seguire le prescrizioni del fabbricante, della norma di prodotto e le eventuali indicazioni del Certificato di conformità; in particolare, si devono evitare la formazione di cavità o porosità nella massa del materiale di riempimento.

All'interno del raccordo di bloccaggio, il materiale di tenuta, detto "miscela", deve essere idoneo, all'atto dell'applicazione a riempire completamente gli interstizi e non ritirarsi; una volta solidificato, deve mantenere nel tempo la compattezza necessaria per evitare infiltrazioni di gas, deve fare tenuta attorno alla guaina esterna del cavo dove il cavo è effettivamente compatto o attorno ai singoli conduttori. Il materiale di tenuta (miscela) deve essere impermeabile e non alterabile dagli agenti chimici presenti nel luogo pericoloso.

Il materiale di tenuta o riempimento detto "miscela", solitamente è costituito da resina bi-componente. Nel raccordo di bloccaggio, il livello della miscela deve superare sempre il "naso", ma non più di 6-7 mm per evitare di impedire l'avvitamento a fondo del tappo, ved. le Figg. 14.4-A e 14.4-B.

Prima di procedere alla miscelazione, sarebbe opportuno ingrassare il filetto del foro di riempimento per evitare che la resina lo sporchi e, indurendo, impedisca poi l'avvitamento del tappo. A completamento del lavoro, pulire il filetto per asportare eventuali residui di resina.

Nelle connessioni alle apparecchiature elettriche "d", tra il raccordo di bloccaggio e l'apparecchiatura devono essere usati solo componenti Ex in accordo con le norme di riferimento (ved. Norma CEI EN 60079-0).

Le giunzioni e le derivazioni dei conduttori realizzate con l'uso di appositi morsetti fissi aventi parti nude in tensione devono essere racchiuse in apparecchiature a prova di esplosione "d" (Norma CEI EN 60079-1 (CEI 31-58), ved. le Figg. 14-4-3, 14.4-4 e 14.4-5; oppure devono essere interrate ad almeno di 50 cm di profondità.

Possono essere racchiuse in cassette d'infilaggio le giunzioni e le derivazioni dei conduttori realizzate con il ripristino dell'isolamento e senza l'uso di morsetti fissi con parti nude in tensione.

Il ripristino dell'isolamento può essere realizzato ad esempio con morsetti volanti preisolati, con morsetti volanti non preisolati ricoperti di materiale isolante come per il cavo, ved. la Fig. 14.4-6.

Le cassette d'infilaggio per gli impianti in tubo protettivo metallico sono degli "accessori di linea", ved. il par. 9.4 .

Dimensioni in millimetri

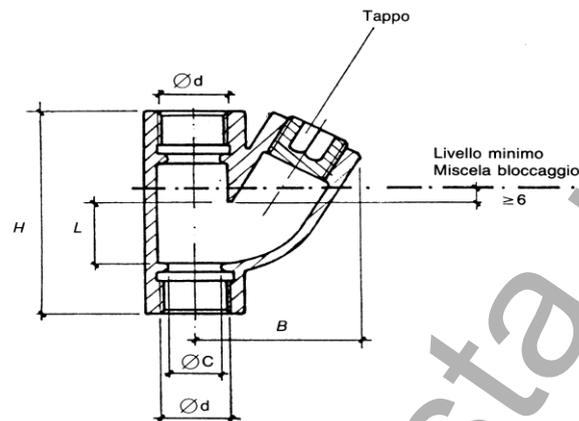


Fig. 14.4-A – Esempio di raccordo di bloccaggio per tubi verticali (apparecchiatura “d”)

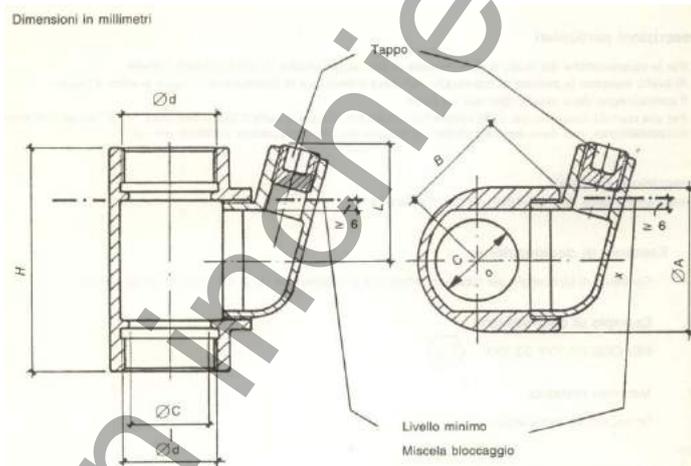


Fig. 14.4-B – Esempio di raccordo di bloccaggio per tubi verticali ed orizzontali (app. “d”)

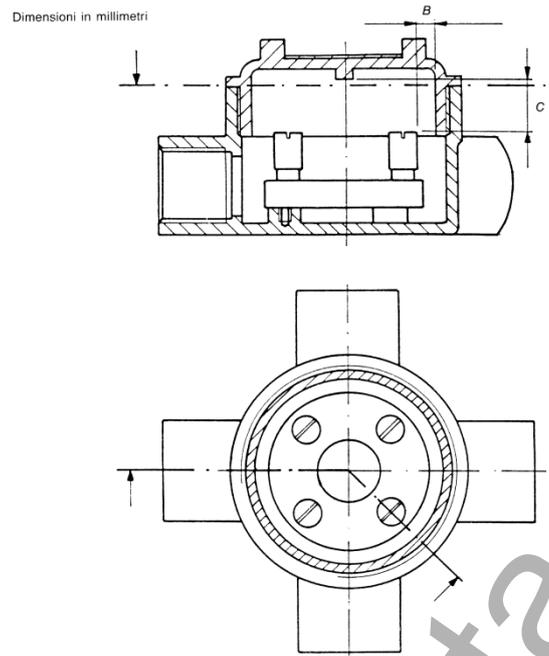


Fig. 14.4-C – Esempio di morsettiera circolare con morsetti a rosetta (app. “d”)

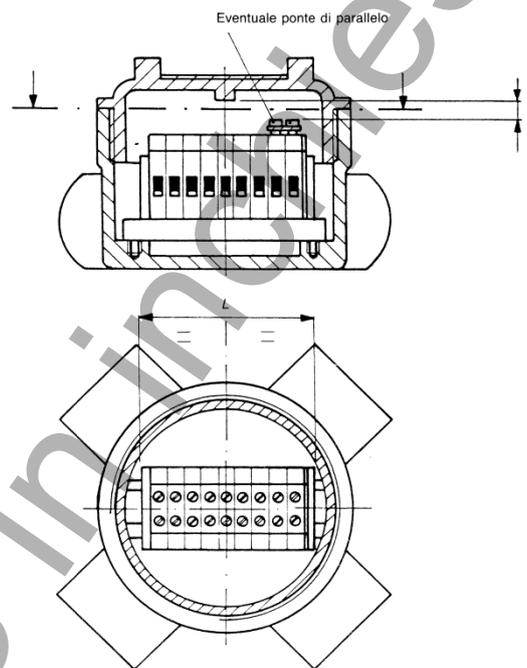


Fig. 14.4-D – Esempio di morsettiera circolare con morsetti componibili (app. “d”)

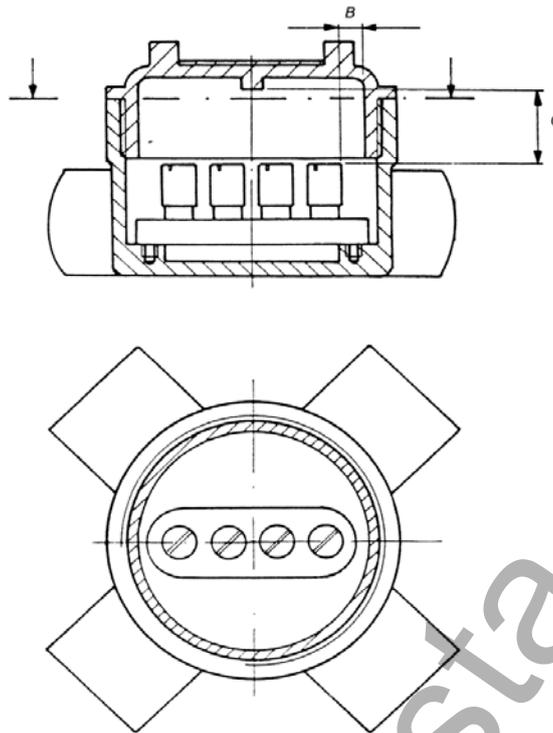


Fig. 14.4-E – Esempio di morsettiera circolare con morsetti a mantello (app. “d”)

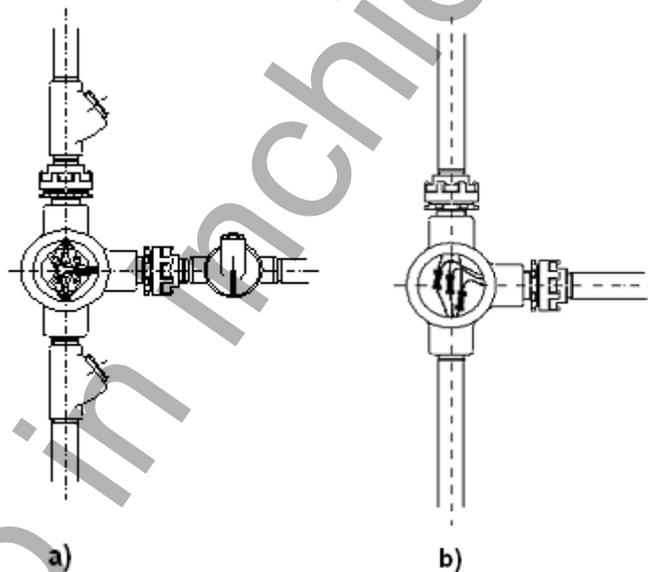


Fig. 14.4-F – Esempio di connessione in tubo di una custodia a prova di esplosione “d” contenente giunzioni e/o derivazioni dei conduttori realizzate con l’uso di appositi morsetti fissi aventi parti nude in tensione, ved. a) e di una cassette d’infilaggio contenente giunzioni e/o derivazioni dei conduttori realizzate con il ripristino dell’isolamento e senza l’uso di morsetti fissi, ved. b).

L'impianto elettrico non deve essere causa di innesco di esplosioni. Per i diversi tipi di zone (0, 1, 2 oppure 20, 21, 22) la scelta delle apparecchiature Ex è fatta in conformità al livello di protezione (EPL), nonché al Gruppo e alla Categoria di cui alla Direttiva 94/9/CE, (ved. la Tabella 5.4-1).

Le prestazioni di protezione delle apparecchiature contro le esplosioni sono indicate nella Tabella 9.5-1.

Le condutture elettriche fanno parte dell'impianto elettrico, ne deriva che esse devono garantire un livello di protezione analogo a quello richiesto per le apparecchiature Ex installate nella stessa zona pericolosa.

Pertanto:

- a) nelle zone 0 e 20 le condutture elettriche devono assicurare un livello di protezione "Molto elevato" con prestazioni di protezione analoghe a quelle della Tabella 9.5-1;
- b) nelle zone 1 e 21 le condutture elettriche devono assicurare un livello di protezione "Elevato" con prestazioni di protezione analoghe a quelle della Tabella 9.5-1;
- c) nelle zone 20 e 22 le condutture elettriche devono assicurare un livello di protezione ["Aumentato"] [Superiore] con prestazioni di protezione analoghe a quelle della Tabella 9.5-1.

La norma non fa nessuna distinzione tra le caratteristiche dei cavi installati nei diversi tipi di zone, tuttavia, si suggerisce quanto segue:

1. per le condutture in zona 0 o 20, diverse da quelle dei sistemi a sicurezza intrinseca Ex i, prevedere cavi con il PE concentrico, oppure con armatura, o schermatura, o tubo di protezione in acciaio, che possano svolgere la funzione di PE; il tubo, se utilizzato, dovrebbe essere a tenuta di gas (ved. 9.4.2) o almeno IP 6X per le zone 0, e a tenuta di polvere IP 6X per le zone 20;
2. per le condutture in zona 1 o 21, diverse da quelle dei sistemi a sicurezza intrinseca Ex i, prevedere cavi in tubo di protezione in acciaio che possa svolgere la funzione di PE, oppure cavi in vista con tensione nominale di un grado maggiore di quello che occorrerebbe se fossero installati in un ambiente ordinario (es. cavo con U_0/U 0,6/1 kV per sistema con tensione nominale 230/400 V, anziché utilizzare cavi con U_0/U 450/750 V);
3. per le condutture in zona 2 o 22, diverse da quelle dei sistemi a sicurezza intrinseca Ex i, occorre assicurare solo che esse garantiscano il livello di protezione richiesto in funzionamento normale, quindi, affinché non siano causa di innesco di esplosioni non sono generalmente necessarie prescrizioni particolari.

- 15 Prescrizioni supplementari per il modo di protezione "e" – Sicurezza aumentata

[ALLO STUDIO. Si rimanda al corrispondente capitolo della Norma].

- 16 Prescrizioni Addizionali Per Il Modo Di Protezione "i" – Sicurezza intrinseca

16.1 Generalità

La Sicurezza Intrinseca è un modo di protezione basato sulla limitazione dell'energia, presente nei circuiti elettrici, a un livello inferiore a quello necessario per causare l'accensione dell'atmosfera esplosiva cui sono esposti, sia per archi o scintille di natura elettrica, sia per effetti termici (calore generato dalla potenza dissipata), prodotti durante il funzionamento ordinario e specificate condizione di guasto.

Diversamente dagli altri modi di protezione normalizzati, la Sicurezza Intrinseca non provvede alla sola protezione "locale" dell'apparecchio in zona pericolosa, bensì si applica all'intero circuito che, spesso, è situato parte in luogo non pericoloso (Zona Sicura) e parte in luogo pericoloso (Zona 0, 1, 2 o 20, 21, 22).

In genere, un apparecchiatura contenente circuiti a sicurezza intrinseca fa parte di un sistema nel quale i componenti certificati (o non certificati ma idonei) devono essere utilizzati in modo da garantire la sicurezza dell'insieme per il tipo di applicazione specifica.

L'integrità dei sistemi a sicurezza intrinseca deve essere protetta verso gli agenti esterni (umidità, polvere, danneggiamenti ecc.) e, soprattutto verso intrusioni di energie pericolose, provenienti da altre sorgenti elettriche che potrebbero inficiare il modo di protezione; pertanto, le regole d'installazione hanno lo scopo di mantenere la separazione dei circuiti a sicurezza intrinseca da tutti gli altri circuiti che non lo sono.

16.1.2 Livelli di protezione delle apparecchiature elettriche a sicurezza intrinseca

La Norma CEI EN 60079-11 stabilisce che le apparecchiature a sicurezza intrinseca e le parti a sicurezza intrinseca quelle apparecchiature associate devono essere caratterizzate, in base al numero di guasti ammessi, secondo uno dei tre livelli di protezione: "ia", "ib" o "ic".

- *Livello di protezione "ia"*; si considera il funzionamento ordinario, l'applicazione di tutti i guasti non conteggiabili e fino a due guasti conteggiabili. Il livello di protezione "ia" è *molto elevato* (fino a due guasti ammessi) e come tale identifica apparecchiature di Categoria 1 adatte per zona 0.
- *Livello di protezione "ib"*; si considera il funzionamento ordinario, l'applicazione di tutti i guasti non conteggiabili e fino a un guasto conteggiabile. Il livello di protezione "ib" è *elevato* (fino a un guasto ammesso) e identifica apparecchiature di Categoria 2 adatte per zona 1.
- *Livello di protezione "ic"*; si considera solo il funzionamento ordinario, non si applica alcun guasto. Il livello di protezione "ic" è *normale* (nessun guasto ammesso) e identifica apparecchiature di Categoria 3 adatte per zona 2.

NOTA Per le apparecchiature di categoria 3, la certificazione è volontaria.

Per funzionamento ordinario s'intende l'utilizzo dell'apparecchiatura entro i limiti specificati dal costruttore, incluse le tolleranze della tensione d'alimentazione, le condizioni operative persistenti e l'apertura, il corto circuito e la messa a terra dei cavi di collegamento esterni.

16.1.3 Sistemi a sicurezza intrinseca

Lo schema semplificato di un Sistema a sicurezza intrinseca è mostrato in Fig.16.1-A.

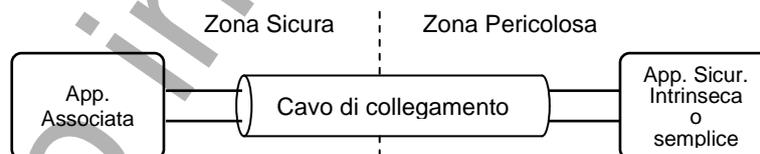


Fig. 16.1-A – Schema semplificato di un Sistema a sicurezza intrinseca

Il sistema comprende:

- un'apparecchiatura elettrica a sicurezza intrinseca o un'apparecchiatura semplice poste in zona pericolosa.
- un'apparecchiatura elettrica associata posta in zona sicura
- il cavo di collegamento fra le due apparecchiature

Tutte le parti di un sistema a sicurezza intrinseca (apparecchiature semplici, a sicurezza intrinseca, associate e i relativi cavi di collegamento) devono essere identificate in modo da non confonderle con altre che non coinvolgono circuiti a sicurezza intrinseca.

16.1.3.1 Apparecchiature per zone pericolose

Per la Sicurezza Intrinseca, in zona pericolosa si possono installare:

- Apparecchiature semplici e/o
- Apparecchiature a Sicurezza intrinseca.

Apparecchiatura semplice (ved. 3.5.5)

Le apparecchiature semplici possono essere:

- a) componenti passivi; ad esempio: scatole di giunzione, contatti (fine-corsa, pressostati, termostati ecc.), resistenze (termo-resistenze, estensimetri, potenziometri ecc.) e semplici dispositivi a semiconduttore (diodi LED).
- b) componenti in grado di accumulare energia; ad esempio, capacità e induttanze (sensori capacitivi e induttivi) con parametri ben definiti, i cui valori sono da utilizzare nella valutazione della sicurezza del sistema in cui sono impiegati.
- c) sorgenti che generano energia; ad esempio, termocoppie, celle solari (fotocellule) purché non generino più di: 1,5 V, 100 mA e 25 mW.

Le apparecchiature semplici sono ritenute idonee per sistemi a sicurezza intrinseca con livello di protezione "ia"; la loro conformità alla Norma CEI EN 60079-11 può essere dimostrata dal fabbricante o dal progettista del sistema; in particolare:

- non devono ottenere la sicurezza tramite dispositivi che limitino la tensione e/o la corrente (es. diodi)
- non devono contenere mezzi che aumentino la tensione o la corrente (es. convertitori cc/cc)
- devono mantenere l'isolamento verso terra di almeno 500 Vca, altrimenti sono considerate come non isolate
- devono essere soggette alla classificazione in temperatura. In genere, contatti morsetti, connessioni ecc. sono considerati nella classe T6 (85 °C), per gli altri tipi occorre la verifica.

Per queste apparecchiature non è richiesta la marcatura del modo di protezione e neppure l'omologazione da parte di un organismo di certificazione.

Apparecchiatura a sicurezza Intrinseca (ved. 3.5.3)

Queste apparecchiature (Trasmettitori, convertitori I/P, valvole solenoidi, sensori di prossimità, ecc.) devono essere omologate da un organismo di certificazione notificato che ne rilascia un certificato di esame CE del tipo nel quale sono specificati:

- Il livello di protezione (ia, ib o ic).
- Il gruppo di pericolo (II per gas e/o III per polveri).
- La classe di temperatura (T1 a T6 per i gas) o la massima temperatura superficiale per le polveri.

Esempi: Ex ia IIB T5 Ga 1G; Ex ib IIIC Tmax 180 °C Db 2D.

Nel certificato sono indicati i seguenti parametri elettrici di sicurezza da usare nell'analisi del sistema a sicurezza intrinseca nel quale sarà utilizzata l'apparecchiatura:

- **Ui** massima tensione applicabile.
- **Ii** massima corrente applicabile.
- **Pi** massima potenza dissipabile.
- **Ci** massima capacità interna.
- **Li** massima induttanza interna.
- **Li/Ri** massimo valore del rapporto induttanza/resistenza interna.

L'isolamento tra i circuiti a sicurezza intrinseca e le parti metalliche connesse a terra deve essere di almeno 500 Vca altrimenti sono considerate come non isolate, in questo caso, nel numero di certificato vi sarà una "X" finale ad indicare le particolari condizioni d'impiego richieste, vale a dire che non possono essere usate in circuiti a sicurezza intrinseca che hanno già un punto collegato a terra.

NOTA In pratica, non possono essere collegate con apparecchiature associate prive di isolamento galvanico (es. le barriere a diodi Zener)

16.1.3.2 Apparecchiature per zona sicura

Le apparecchiature poste in zona sicura sono le "*Apparecchiature associate*", che interfacciano quelle a sicurezza intrinseca in zona pericolosa e le "*Apparecchiature da sala controllo*" che sono connesse ai terminali non a sicurezza intrinseca di quelle associate, includendo le sorgenti di alimentazione.

Apparecchiature associate (ved. 3.5.2)

Le apparecchiature associate (dette barriere) sono da considerare come un'interfaccia fra le apparecchiature in campo e quelle non certificate in zona sicura.

Normalmente, permettono il passaggio dei segnali elettrici da e per la zona pericolosa ma, nel caso si dovesse sviluppare una tensione pericolosa in zona sicura, l'apparecchiatura associata interviene limitando l'energia trasferita verso la zona pericolosa in modo da prevenire l'accensione della sostanza.

Queste apparecchiature hanno la funzione di proteggere i circuiti a sicurezza intrinseca cui sono collegate e devono essere omologate da un organismo di certificazione notificato che ne rilascia un certificato di esame CE del tipo nel quale sono specificati:

- Il livello di protezione (ia, ib o ic)
- Il gruppo di pericolo (II per gas e/o III per polveri)

In genere, le barriere sono installate in zona sicura ma possono essere utilizzate anche in zona pericolosa se dotate di un modo di protezione aggiuntivo adatto per la zona di utilizzo.

Ad esempio, una barriera marcata: [Ex ia Ga] IIC è da installare in zona sicura (le parentesi [] indicano che si tratta di un'apparecchiatura associata), mentre una marcatura: Ex d [ia Ga] IIC T4 Gb rappresenta un'apparecchiatura associata contenuta in una custodia a prova d'esplosione "d" pertanto, l'insieme può essere installato in zona 1 con la possibilità di collegare dispositivi a sicurezza intrinseca posti in zona 0.

La marcatura prevista dalla direttiva 94/9/CE o dalla direttiva 2014/34/UE, per le apparecchiature di cui sopra, è rispettivamente: II (1) G e II 2 (1) G; dove le parentesi tonde indicano la categoria dell'apparecchiatura che può essere collegata alla barriera.

Nel certificato sono indicati i parametri elettrici del modo di protezione che devono essere riportati anche sulla targa dell'apparecchio e sono così definiti:

- **Um** massima tensione che può essere applicata ai morsetti non a sicurezza dell'apparecchiatura associata senza invalidare il modo di protezione.

NOTA La tensione U_m non va confusa con la tensione di alimentazione dell'apparecchiatura associata; ad esempio, l'alimentazione di una barriera può essere di 24 Vcc mentre la sua U_m è di 250 Vca.

- **Uo** massima tensione a circuito aperto verso la zona pericolosa.
- **Io** massima corrente di corto circuito in zona pericolosa.
- **Po** massima potenza che trasferibile in zona pericolosa.
- **Co** massima capacità ammessa per i circuiti collegati all'apparecchiatura associata.
- **Lo** massima induttanza ammessa per i circuiti collegati all'apparecchiatura associata.
- **Lo/Ro** massimo rapporto induttanza/resistenza ammesso per i circuiti collegati all'apparecchiatura associata.

Esistono due tipologie di apparecchiature associate:

- Barriere passive a diodi Zener (dette comunemente Barriere Zener).
- Barriere attive a separazione galvanica (dette comunemente Isolatori galvanici).
- Barriere passive a diodi Zener

Le "Barriere passive a diodi Zener" o più comunemente "Barriere Zener" sono apparecchiature associate il cui circuito è molto semplice, Fig. 16.1-B.

Normalmente, i diodi Zener non sono in conduzione e il segnale elettrico passa attraverso la barriera, in un senso o nell'altro, come se fosse una resistenza ed è per questo che è detta "passiva".

Nel caso di presenza di una tensione pericolosa U_m , superiore al valore della tensione di Zener, proveniente da apparecchiature in zona sicura collegate alla barriera, i diodi iniziano a condurre deviando verso terra la corrente di guasto che, non essendo limitata, provoca l'intervento del fusibile interrompendo così il circuito.

Durante il breve tempo impiegato dal fusibile a interrompersi, i diodi limitano la tensione verso l'area pericolosa al valore di U_o e di conseguenza anche la massima corrente I_o di corto circuito in area pericolosa; in queste condizioni, la massima potenza trasferibile dalla barriera vale: $P_o = U_o I_o/4$.

I valori di U_o e I_o sono tali da non causare l'accensione della sostanza esplosiva presente in zona pericolosa, mentre P_o rappresenta la massima potenza cui è sottoposta l'apparecchiatura collegata.

Non appena il fusibile s'interrompe, il circuito elettrico in zona pericolosa, collegato alla barriera, rimane isolato da quello in zona sicura.

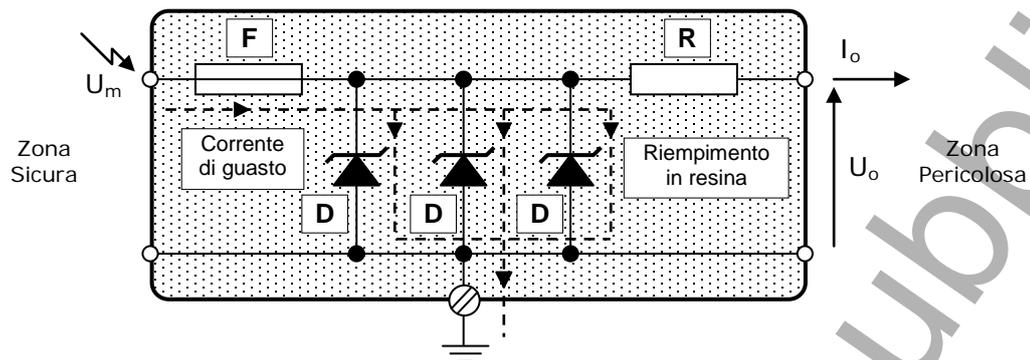


Fig. 16.1-B – Barriera passiva a diodi Zener

Dalla Fig. 16.1-B, si può notare che vi sono tre diodi in parallelo per limitare la tensione U_o , ciò perché il livello di protezione “ i_a ” richiede che, in caso di due guasti, rimanga almeno un diodo a svolgere la funzione di limitazione.

Le barriere Zener possono essere “*polarizzate*” (positive o negative) oppure “*non polarizzate*”, dipende dalla applicazione e dal modo in cui sono impiegate; inoltre, possono essere a un canale (come in Fig. 16.1-B) o a più canali dove la configurazione dipende dal tipo di applicazione.

NOTA Per la scelta delle barriere Zener da utilizzare, in applicazione specifiche, si consiglia di contattare i fabbricanti di barriere

L'efficacia della sicurezza intrinseca in una barriera Zener dipende dalla efficienza del suo collegamento a terra per questo la barriera è dotata di un morsetto di terra dedicato da collegare al sistema di terra di riferimento con conduttore isolato e separato da altre terre.

Il collegamento di terra di una barriera Zener deve essere l'unico del circuito in cui è utilizzata.

La costruzione delle barriere Zener (incapsulamento in resina) è tale da non permettere l'accessibilità alle parti interne, ne deriva che una barriera guasta (interrotta) non può essere riparata ma sostituita.

Barriere attive a separazione galvanica

In queste barriere, uno o più elementi d'isolamento (es. trasformatori di rete e di segnale, relè, foto-acoppiatori ecc.) hanno la funzione di mantenere la separazione galvanica fra i circuiti a sicurezza intrinseca e quelli soggetti a tensioni pericolose U_m provenienti da zona sicura, Fig. 16.1-C.

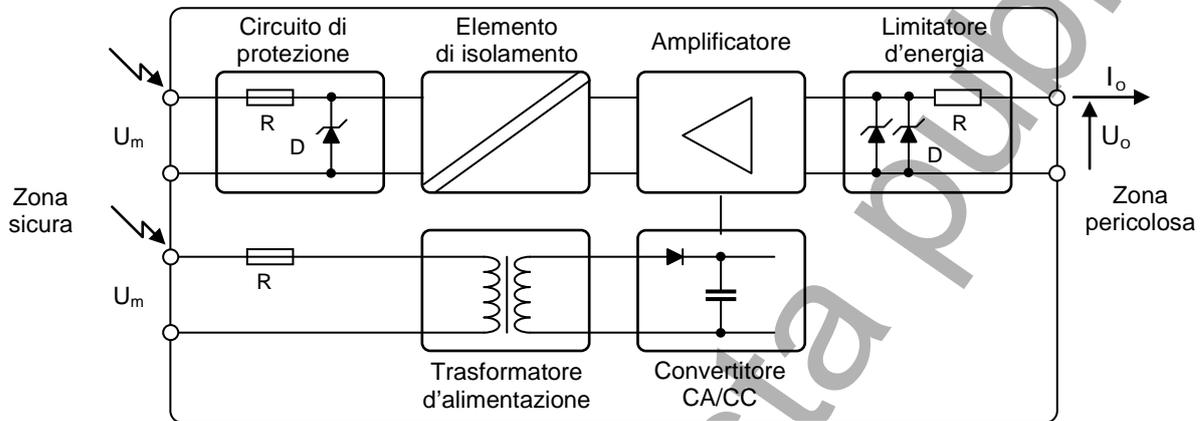


Fig. 16.1-C – Barriera attiva a separazione galvanica

Gli elementi, dai quali dipende la separazione galvanica, sono protetti (fusibile e/o diodi Zener) per essere in grado di sopportare la tensione di guasto U_m senza perdere l'isolamento.

NOTA Il valore di U_m può essere diverso alle diverse connessioni della stessa apparecchiatura associata.

Pertanto, la corrente di guasto può richiudersi solo in zona sicura senza interessare il circuito a sicurezza intrinseca che limita U_o e I_o , verso la zona pericolosa, con lo stesso principio usato nelle barriere passive.

Il circuito di limitazione, non essendo soggetto a U_m , non necessita del fusibile di protezione e non richiede la connessione di terra dedicata.

Quando la limitazione della corrente I_o è realizzata tramite circuiti attivi (es. regolatori di corrente a semiconduttori), la barriera può essere utilizzata solo in sistemi con livello di protezione "ib".

Le barriere con isolamento galvanico non richiedono un sistema di terra dedicato, permettono di interfacciare dispositivi non isolati da terra e possono essere riparate; queste caratteristiche le fanno spesso preferire a quelle passive, nonostante la loro maggiore complessità.

16.2 Installazioni che rispondono alle prescrizioni dell'EPL "Gb" o "Gc" e "Db" o "Dc"

16.2.1 Apparecchiature

Negli impianti che rispondono alle prescrizioni per gli EPL "Gb" e "Db", il livello di protezione richiesto per le apparecchiature è almeno "ib" sia per quelle a sicurezza intrinseca (Categoria 2G e 2D,) sia quelle associate (Categoria (2)G e (2)D).

Negli impianti che rispondono alle prescrizioni per gli EPL "Gc" e "Dc", il livello di protezione richiesto per le apparecchiature è almeno "ic" sia per quelle a sicurezza intrinseca (Categoria 3G e 3D,) sia quelle associate (Categoria (3)G e (3)D).

Le apparecchiature elettriche, collegate ai morsetti non a sicurezza intrinseca di un apparecchiatura associata, non sono coperte dalla direttiva ATEX; ad esse è richiesto che non siano alimentate o contengano tensioni superiori al valore di U_m indicata sulla targa della apparecchiatura associata.

In genere, queste apparecchiature sono conformi alla Direttiva "Bassa Tensione" pertanto, dovrebbero avere caratteristiche sufficienti per garantire di non superare il valore di U_m .

NOTA In alcuni casi può essere necessario l'uso di dispositivi di limitazione della tensione.

La corrente presunta di corto circuito del sistema d'alimentazione non deve essere superiore a 1 500 A; la sua limitazione, nel punto in cui può manifestarsi il livello di guasto maggiore, può essere realizzata a monte con un fusibile o una protezione adeguata.

Quando la U_m è inferiore a 250 Vca, l'apparecchiatura deve essere installata in accordo una delle seguenti soluzioni:

- a) in un sistema SELV o PELV se U_m non supera 50 Vca o 120 Vcc;
- b) mediante un trasformatore d'isolamento di sicurezza in accordo alla IEC 61558-2-6 o norme equivalenti;
- c) collegata ad apparecchiature conformi alle norme della serie IEC 60950, IEC 61010-1 o altre equivalenti;
- d) alimentata direttamente da elementi o batterie.

16.2.2 Cavi

16.2.2.1 Generalità

Per le caratteristiche proprie del modo di protezione "i", i cavi da usare nei sistemi a sicurezza intrinseca non richiedono particolari requisiti costruttivi; pertanto i normali cavi da strumentazione, unipolari o multipolari, possono essere utilizzati senza problemi.

L'installazione richiede attenzione affinché i circuiti a sicurezza intrinseca, contenuti nei cavi, non siano interessati da agenti esterni riguardo sia la sicurezza (energie pericolose), sia la funzionalità (disturbi elettromagnetici); perciò, la segregazione e la schermatura, con relativa messa a terra degli schermi, devono essere messe in atto con cura per garantire l'integrità dei circuiti stessi.

È necessario identificare i cavi che contengono i circuiti a sicurezza intrinseca in modo da non confonderli con altri che non contengono circuiti a sicurezza intrinseca.

Da notare che non esistono cavi a sicurezza intrinseca, spesso sono proposti come tali per via del colore blu chiaro della guaina esterna; va ricordato però che le norme, relative alla modo di protezione "i", non pongono l'obbligo del colore blu chiaro ma, lo suggeriscono come uno dei modi per identificare cavi, contenenti circuiti a sicurezza intrinseca, a patto che non possano essere confusi con altri cavi.

La norma chiede che siano usati cavi il cui isolamento nominale sia almeno di 500 V_{ca} o 750 V_{cc} fra:

- il conduttore e terra,
- il conduttore e lo schermo
- lo schermo e terra,

All'interno delle zone pericolose, il diametro dei singoli conduttori o delle trecce di conduttori cordati deve essere maggiore di 0,1 mm.

16.2.2.2 Parametri elettrici dei cavi

Il collegamento, fra le apparecchiature in zona pericolosa (semplici o a sicurezza intrinseca) e l'apparecchiatura associata (barriera) in zona sicura, fa parte del sistema a sicurezza intrinseca perciò, la capacità e l'induttanza del cavo utilizzato devono essere considerate nell'analisi del sistema.

Lo schema equivalente di un cavo è mostrato in Fig. 16.2.2-A .

I parametri caratteristici del cavo rappresentano i valori di resistenza r , capacità c e induttanza L (in mH/km) distribuiti sulla lunghezza del cavo; da questi si ricavano facilmente i rispettivi valori totali C_c , L_c e R_c in funzione della lunghezza ℓ del cavo:

$$C_c = c \cdot \ell \text{ (in nF/km)} \quad L_c = L \cdot \ell \text{ (in mH/km)} \quad R_c = r \cdot \ell \text{ (in } \Omega/\text{km)} \text{ da cui } L_c / R_c = L/r \text{ (in mH}/\Omega\text{)}.$$

NOTA Il rapporto L_c / R_c è caratteristico del cavo e non dipende dalla sua lunghezza.

Questi parametri sono da utilizzare nell'analisi/verifica della sicurezza del sistema.

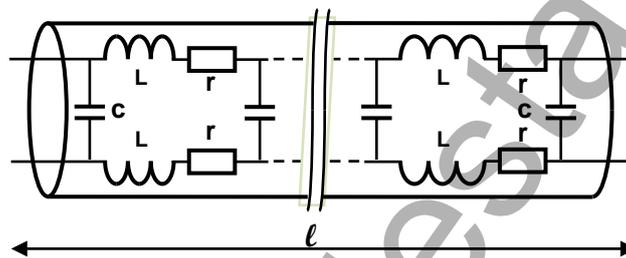


Fig. 16.2.2-A – Schema elettrico equivalente di un cavo di collegamento

Di solito, i parametri dei cavi (considerare quelli più severi) sono forniti dal costruttore; in caso contrario si possono ricavare tramite misure su un campione significativo di cavo oppure usare i valori conservativi suggeriti dalla norma :

- $c = 200\text{pF/m}$
- $L = 1\mu\text{H/m}$
- $L_c/R_c = 30\mu\text{H}/\Omega$ (per collegamenti con due o tre conduttori di un cavo di costruzione convenzionale con o senza schermo).

Per la determinazione dei parametri dei cavi da utilizzare in sistemi a sicurezza intrinseca si può fare riferimento all'allegato J della Norma CEI EN 60079-14.

16.2.2.3 Collegamento a terra degli schermi conduttori

Il principio base da rispettare è che gli schermi dei cavi, contenenti circuiti a sicurezza intrinseca siano collegati elettricamente al sistema di terra equipotenziale in un solo punto, normalmente all'estremità del circuito in zona sicura (Fig. 16.2.2-B); se lo schermo fosse a terra in due punti non equipotenziali, ci sarebbe la possibilità di circolazione di corrente pericolosa sullo schermo.

NOTA Collegare lo schermo in un punto diverso non è proibito.

Per questo, il cavo deve essere provvisto di una guaina esterna isolante per evitare contatti accidentali fra lo schermo e terra.

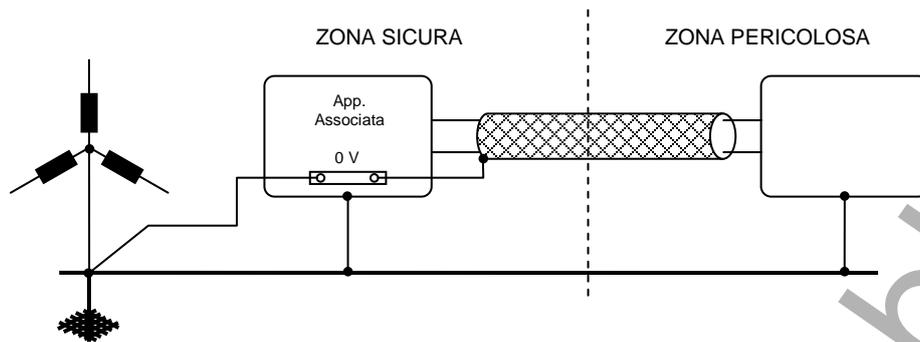


Fig. 16.2.2-B – Collegamento a terra dello schermo

Se un circuito a sicurezza intrinseca ha già un punto collegato a terra, lo schermo del cavo contenente il circuito va collegato allo stesso punto di terra (Fig.16.2.2-C).

NOTA Collegare lo schermo in un punto diverso non è proibito.

Nella Fig. 16.2.2-C a) è la barriera Zener che ha un punto del circuito collegato a terra tramite una barra dedicata e lo schermo va collegato sulla barra.

Nella Fig. 16.2-C b), la termocoppia, in zona pericolosa, ha il giunto caldo collegato alla terra strutturale; in questo caso lo schermo va collegato al giunto caldo e, da notare, l'apparecchiatura associata non può essere una barriera Zener bensì un isolatore con separazione galvanica.

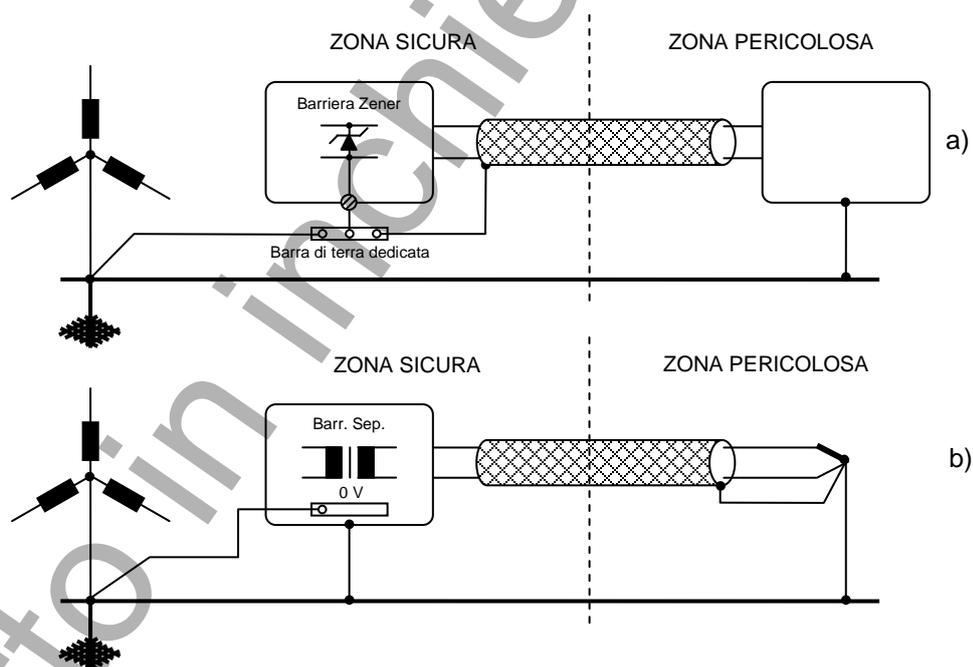


Fig. 16.2.2-C – Collegamento dello schermo con circuiti aventi già un punto a terra

In applicazioni dove vi sono più circuiti a sicurezza intrinseca contenuti in un cavo multipolare, occorre prestare attenzione al collegamento degli schermi per evitare di introdurre rischi aggiuntivi che possano invalidare il modo di protezione; un esempio applicativo è mostrato in Fig. 16.2.2-D

Poiché la termocoppia T.C. ha il giunto caldo a terra, lo schermo S1 va collegato allo stesso punto di terra.

Il trasmettitore Tx da campo ha la funzione di isolare il circuito di misura dalla strumentazione in zona sicura; è molto importante che gli schermi S1 e S2 NON vengano a contatto tra loro per non invalidare la separazione galvanica dovuta al trasmettitore Tx.

All'interno della scatola morsetti, gli schermi S2 e S3 sono collegati rispettivamente agli schermi S4, S5 per dare una continuità alla schermatura dei segnali.

Lo schermo S6 del cavo multipolare, che provvede al collegamento dei circuiti in zona pericolosa con la strumentazione in zona sicura, è collegato al punto di riferimento di terra per i circuiti a sicurezza intrinseca che, in questo caso, è la barra di terra della barriera Zener all'interno dell'armadio; allo stesso punto sono collegate le altre estremità di S4 e S5.

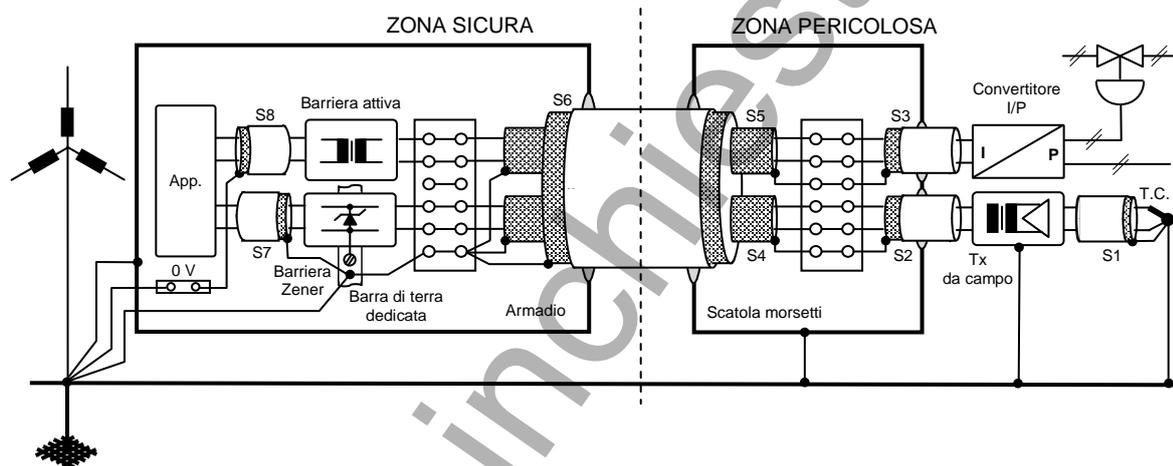


Fig. 16.2.2-D – Esempio di collegamento a terra degli schermi

La continuità della schermatura dei segnali provenienti dal campo e l'isolamento degli schermi da qualsiasi altro punto di terra, sono i requisiti essenziali per garantire non solo la segregazione dei circuiti a sicurezza intrinseca ma, anche la protezione degli stessi verso i disturbi di origine elettromagnetica.

Per via della presenza della barriera Zener anche lo schermo S7 è collegato alla barra di terra dedicata, mentre lo schermo S8 può essere collegato a un punto di terra diverso (es. la barra 0 V); per ragioni di sicurezza è però importante che S8 rimanga isolato dagli schermi del cavo proveniente dal campo.

Da notare come i collegamenti della barra di terra dedicata e degli altri punti di terra sono mantenuti separati e completamente isolati sino al punto di collegamento al sistema di terra di riferimento.

In casi particolari, lo schermo del cavo può avere più collegamenti a terra, come in Fig. 16.2.2-E purché:

- il conduttore isolato di terra sia almeno di 4 mm^2 (meglio 16 mm^2);
- l'insieme conduttore di terra e schermo sia isolato e in grado di sopportare una tensione di prova di $500 V_{ca}$ o $750 V_{cc}$ verso tutti gli altri conduttori, compresa l'eventuale armatura dei cavi;
- il conduttore isolato di terra e lo schermo del cavo siano collegati a terra nello stesso punto, normalmente in zona sicura;
- il conduttore isolato di terra sia protetto contro eventuali danneggiamenti meccanici.

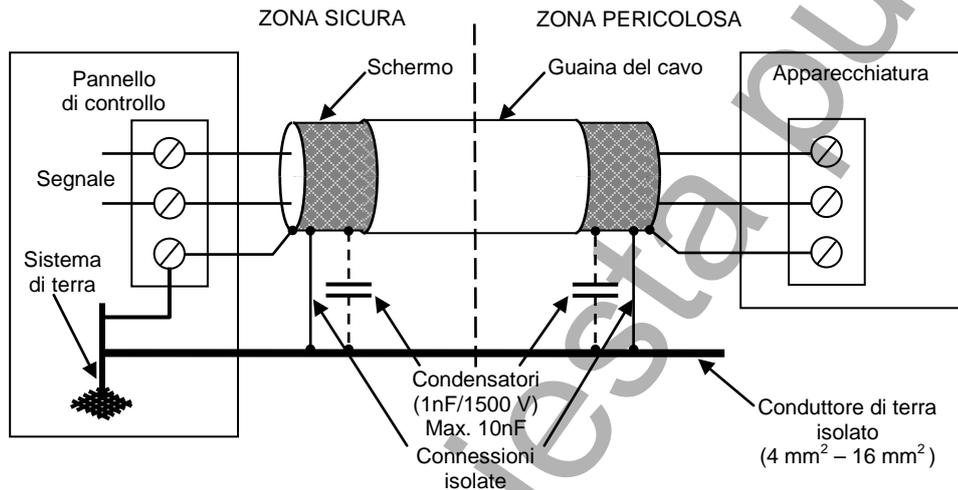


Fig. 16.2.2-E – Messa a terra multipla dello schermo

Se il conduttore di terra è in grado di garantire l'equalizzazione del potenziale fra le due estremità allora lo schermo del cavo può essere collegato a terra in più punti, compreso le due estremità.

Quando la schermatura del cavo è utilizzata per evitare disturbi indotti ad alta frequenza, allora è possibile la messa a terra multipla dello schermo; ad esempio, tramite piccoli condensatori (da $1 \text{ nF}/1500 \text{ V}$ ceramici) a condizione che la capacità totale non superi il valore di 10 nF .

16.2.2.4 Collegamento equipotenziale dell'armatura dei cavi

L'utilizzo di cavi armati nei sistemi a sicurezza intrinseca è principalmente previsto per avere una protezione meccanica per i circuiti in essi contenuti; l'armatura del cavo diventa parte della struttura e può essere messa a terra in più punti.

Il collegamento al sistema equipotenziale di terra dei cavi armati è generalmente ottenuto tramite entrate di cavo o sistemi equivalenti a ogni estremità della conduttura.

Nel caso fossero interposte cassette di derivazione o altre apparecchiature, l'armatura è normalmente collegata al sistema equipotenziale in questi punti.

Qualora fosse prescritto di non collegare l'armatura al sistema di equalizzazione nei punti intermedi, allora occorre adottare accorgimenti che garantiscano la continuità elettrica dell'armatura lungo tutto il suo percorso.

Dove non fosse pratico o non ammesso il collegamento dell'armatura al sistema equipotenziale nel punto di entrata del cavo, allora è necessario adottare misure tali da evitare l'insorgere di eventuali differenze di potenziale, fra l'armatura e il sistema di equalizzazione, che possano generare scintille pericolose in grado di innescare l'atmosfera esplosiva.

In ogni caso, è indispensabile che vi sia un collegamento di equipotenzialità fra l'armatura e il sistema di equalizzazione del potenziale.

Il dispositivo d'entrata del cavo utilizzata per isolare l'armatura da terra deve essere installato in zona sicura o in zona 2 (EPL "Gc" o "Dc").

16.2.2.5 Installazione di cavi

16.2.2.5.1 Generalità

I cavi contenenti i circuiti elettrici dei sistemi a sicurezza intrinseca devono essere installati in modo tale che i disturbi di origine elettromagnetica, dovuti alla presenza, nelle immediate vicinanze, di cavi ad alta tensione o con portata di corrente elevata, non possano influenzare negativamente l'efficacia del modo di protezione; ciò può essere ottenuto utilizzando cavi schermati e/o opportunamente distanziati dalla sorgente del disturbo.

Oltre alla protezione meccanica e ambientale, i cavi contenenti circuiti a sicurezza intrinseca, sia nei luoghi pericolosi, sia in quelli non pericolosi, devono essere installati in modo da garantire una sufficiente separazione/segregazione verso tutti gli altri cavi (Fig. 16.2.2-F).

Questo si può ottenere mediante:

- la separazione dei cavi dei diversi tipi di circuiti (Fig. 16.2.2-F a) e 16.2.2-F b), o
- la collocazione dei cavi in modo da proteggerli dal rischio di danneggiamenti meccanici (Fig. 16.2.2-F c), o
- l'uso di cavi schermati, con guaina metallica o armati per almeno un tipo di circuito; ad es. tutti i circuiti che sono a sicurezza intrinseca sono contenuti in cavi schermati (Fig. 16.2.2-F d).

NOTA È consigliato l'uso di tali cavi sia per i circuiti a sicurezza intrinseca sia per quelli che non lo sono .

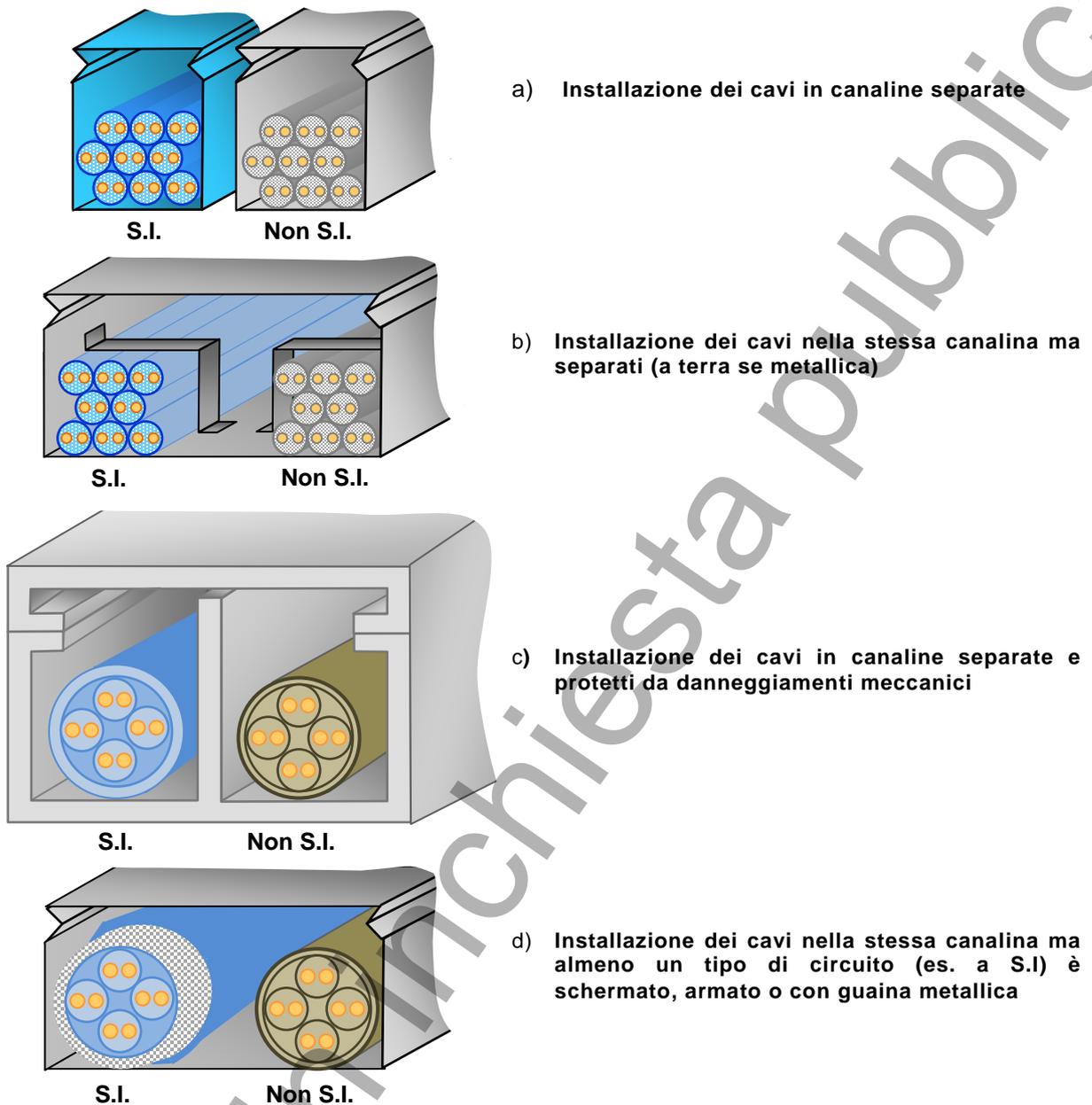


Fig. 16.2.2-F – Installazione di cavi

La Fig. 16.2.2-G mostra come potrebbero essere disposte le canaline contenenti circuiti a sicurezza intrinseca e non a sicurezza intrinseca all'interno di armadi.

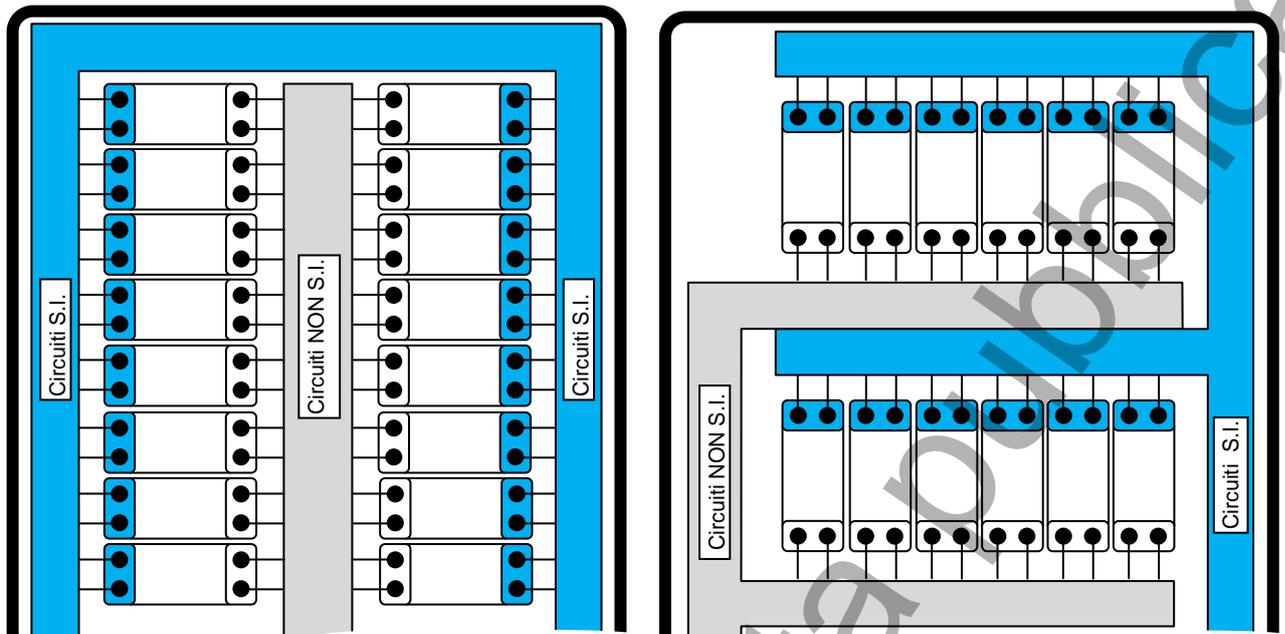


Fig. 16.2.2-G – Esempio d'installazione in armadi

16.2.2.5.2 Conduttori

Non è ammessa la presenza di conduttori di circuiti non a sicurezza intrinseca nello stesso cavo contenente conduttori di circuiti a sicurezza intrinseca (ad eccezione di quanto permesso in 16.6).

I conduttori di circuiti a sicurezza intrinseca non devono far parte dello stesso fascio o condotto contenente conduttori di circuiti non a sicurezza intrinseca a meno che non siano separati da un setto di materiale isolante o metallico connesso a terra.

La segregazione non è richiesta se sono usati cavi schermati o con guaina metallica per i circuiti a sicurezza intrinseca o per quelli che non lo sono.

16.2.2.5.3 Conduttori inutilizzati in cavi multipolari

L'uso di cavi multipolari per sistemi a sicurezza intrinseca è molto comune e può capitare che alcuni conduttori rimangano inutilizzati o sono previsti per future espansioni; in queste situazioni occorre prestare attenzione affinché tali conduttori non vadano accidentalmente a contatto con parti conduttrici di qualsiasi altro circuito.

Ogni conduttore inutilizzato all'interno di un cavo multipolare deve:

- essere adeguatamente isolato da terra e da ciascun altro conduttore ad entrambe le estremità (es. con guaine termo restringenti) o mediante morsetti idonei, oppure
- essere collegato al punto di terra di riferimento dei circuiti a sicurezza intrinseca, contenuti nello stesso cavo, (es. la terra dedicata delle barriere a diodi Zener) e, all'altra estremità, deve essere isolato da terra e da altre parti conduttrici mediante terminazioni adatte

16.2.2.6 Contrassegni dei cavi

I cavi contenenti circuiti a sicurezza intrinseca devono essere facilmente identificabili.

Se a tale scopo si usa un colore, questo deve essere il blu chiaro purché non vi siano altri cavi, contenenti circuiti non a sicurezza intrinseca, che abbiano lo stesso colore (es, cavi di alimentazione con guaina di colore blu chiaro).

All'interno di quadri o armadi, la presenza di conduttori di neutro di colore blu chiaro crea il rischio di confondere i cavi a sicurezza intrinseca con quelli che non lo sono pertanto occorre:

- raggruppare i cavi dedicati alla sicurezza intrinseca in una fasciatura comune di colore blu chiaro
- apporre etichette (es. "CAVI SICUREZZA INTRINSECA")
- eseguire il cablaggio disponendo i cavi in modo chiaro e mantenendo una separazione fisica adeguata.

Se tutti i cavi dei circuiti a sicurezza intrinseca o di quelli non a sicurezza intrinseca sono armati, con guaina metallica o schermati, non è richiesto che i cavi dei circuiti a sicurezza intrinseca siano contrassegnati.

16.2.2.7 Cavi contenenti più di un circuito a sicurezza intrinseca

I cavi multipolari usati per contenere sistemi a sicurezza intrinseca (Fig. 16.2.2-H) non devono contenere circuiti non a sicurezza intrinseca (ad eccezione di quanto permesso in 16.6).

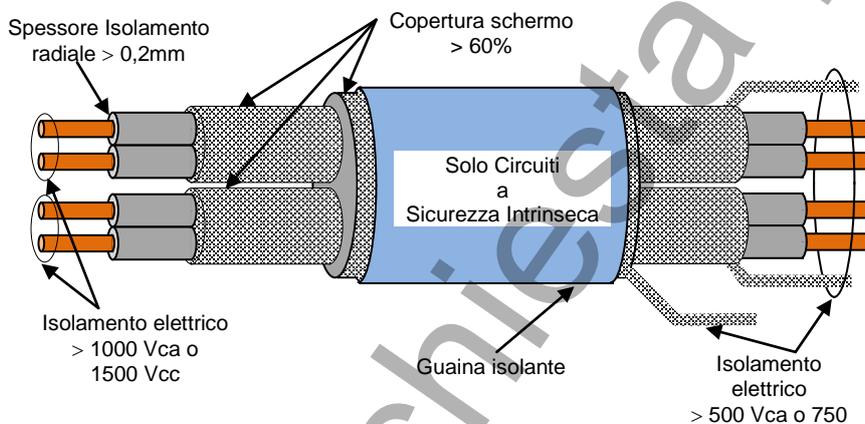


Fig. 16.2.2-H – Cavi multipolari contenenti più circuiti a sicurezza intrinseca

Nello stesso cavo si possono avere circuiti a sicurezza intrinseca con livello di protezione "ic" assieme a circuiti con livello di protezione "ia" e "ib" purché il cavo sia di Tipo A o di Tipo B (ved. 16.2.2.8).

Lo spessore radiale dell'isolante del conduttore deve essere di almeno 0,2 mm e il materiale isolante deve essere in grado di sopportare una prova di tensione applicata di almeno:

- 500 V_{ca} o 750 V_{cc} fra l'eventuale armatura o gli schermi (collegati fra loro) e tutti gli altri conduttori collegati insieme
- 1000 V_{ca} o 1500 V_{cc} fra un fascio comprendente la metà dei conduttori collegati tra loro e un altro fascio contenente l'altra metà dei conduttori collegati tra loro.
- Questa prova si applica solo se tutti i conduttori dei singoli circuiti non sono schermati

Le prove di isolamento possono essere eseguite secondo le modalità previste da Norme specifiche o, nel caso siano mancanti, si deve procedere come specificato nella Norma CEI EN 60079-11.

NOTA Questa prescrizione è soddisfatta con il riscontro delle prove eseguite fornito dal produttore del cavo, dal fornitore o dall'installatore

16.2.2.8 Tipi di cavi contenenti più di un circuito a sicurezza intrinseca e considerazioni sulle condizioni di guasto applicabili

I cavi multipolari contenenti più circuiti a sicurezza intrinseca vanno considerati nell'analisi del sistema/i a sicurezza intrinseca in essi contenuti; in particolare, vanno considerati gli eventuali guasti da applicare in base al tipo di cavo utilizzato.

La norma identifica le seguenti tipologie di cavo:

- tipo A; Cavo isolato e schermato e con schermo individuale per ogni circuito a sicurezza intrinseca; la copertura della schermatura deve essere pari ad almeno il 60 % dell'area superficiale. Per questo tipo di cavo non si considera alcun guasto fra circuiti.
- tipo B; Cavo isolato per installazione fissa, adeguatamente protetto contro eventuali danneggiamenti e con ogni circuito a sicurezza intrinseca, contenuto all'interno del cavo, con tensione massima U_0 inferiore a 60 VED. Per questo tipo di cavo non si considera alcun guasto fra circuiti.
- tipo C; Cavo isolato, ma non schermato e non protetto meccanicamente; in pratica, non è né di tipo A né di tipo B. Quando i circuiti contenuti nel cavo hanno il livello di protezione "ia" o "ib", allora è necessario prendere in considerazione fino a due cortocircuiti tra i conduttori e, contemporaneamente, fino a quattro circuiti aperti dei conduttori.

NOTA Questa regola non si applica ai circuiti con livello di protezione "ic" perché nel normale funzionamento non è previsto alcun guasto.

Nel caso il cavo contenga circuiti a sicurezza intrinseca identici, non si deve considerare alcun guasto, a condizione che ciascun circuito abbia un coefficiente di sicurezza pari a quattro volte quello richiesto per il livello di protezione "ia" o "ib".

L'uso di cavi di tipo C, per contenere circuiti a sicurezza intrinseca, è sconsigliato perché implica un'analisi molto complicata per la verifica dei sistemi contenuti in tali cavi; per contro i cavi di tipo di tipo A e di tipo B sono abbastanza comuni e non creano particolari problemi.

La preferenza va ai cavi di tipo A per via della schermatura che garantisce una efficace protezione contro i disturbi di origine elettromagnetica.

SE del caso, le indicazioni per le misure da effettuare su cavi multipolari, sono nell'allegato J della Norma CEI EN 60079-14.

16.2.3 Collegamento a terra di circuiti a sicurezza intrinseca

Il metodo di installazione deve essere scelto in relazione ai requisiti funzionali dei circuiti e in conformità alle istruzioni del fabbricante.

I circuiti a sicurezza intrinseca devono essere:

- isolati da terra (Fig. 16.2.3-A), oppure
- connessi al sistema equipotenziale di terra in un punto, sempreché tale sistema esista ed interessi l'intera zona in cui sono installati circuiti a sicurezza intrinseca (Fig. 16.2.3-B).

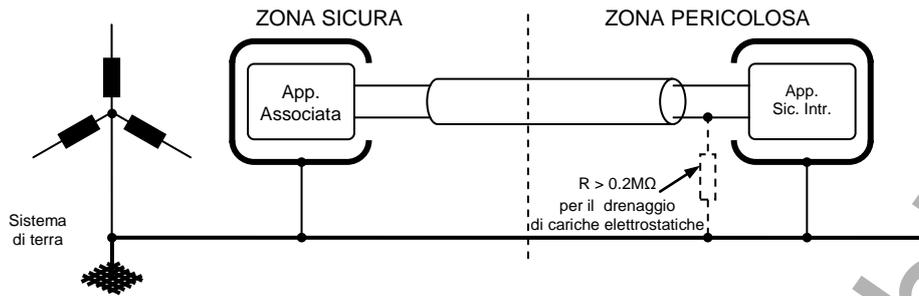


Fig. 16.2.3-A – Sistemi a sicurezza intrinseca con circuiti isolati da terra

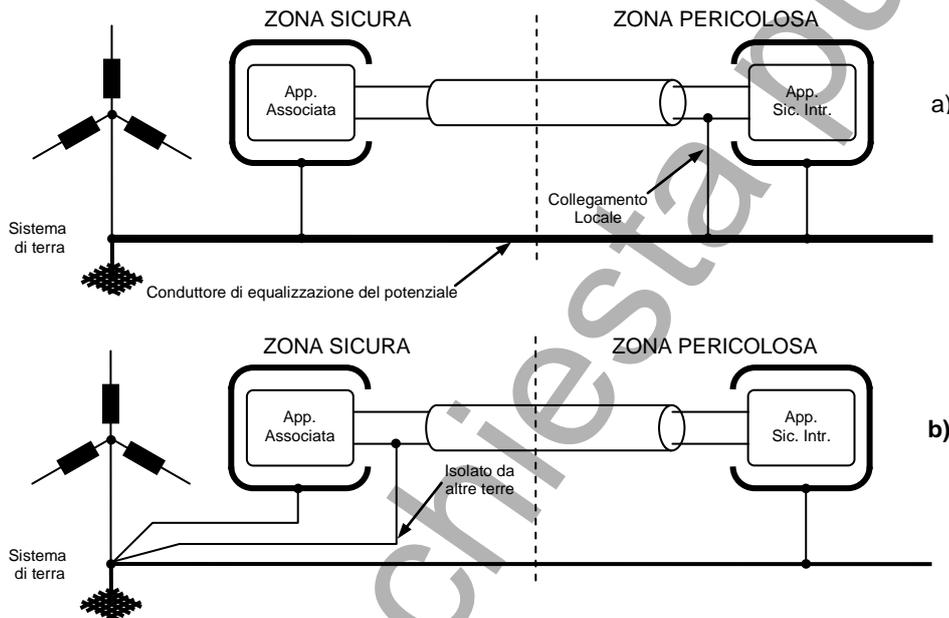


Fig. 16.2.3-B – Sistemi a sicurezza intrinseca con circuiti non isolati da terra

In pratica, per i circuiti a sicurezza intrinseca è ammesso avere, al massimo, un solo punto connesso a terra e tale connessione deve essere completamente isolata da tutte le altre terre.

Per i circuiti completamente isolati da terra è consentito avere una resistenza di valore superiore a 0,2 MΩ collegata a terra per il drenaggio delle cariche elettrostatiche che, eventualmente, potrebbero accumularsi sui conduttori del circuito stesso (Fig. 16.2.3-A; in queste situazioni il circuito è considerato isolato da terra.

NOTA Un circuito si ritiene isolato quando è in grado di sopportare una prova di rigidità dielettrica ad almeno 500 V_{ca}.

In presenza di un conduttore di equalizzazione del potenziale di terra, è possibile collegare, localmente a terra, un solo punto del circuito a sicurezza intrinseca (Fig. 16.2.3-B a).

In mancanza di un conduttore di equalizzazione, il collegamento a terra di un circuito a sicurezza intrinseca può essere effettuato direttamente al sistema di terra di riferimento purché in maniera isolata da tutte le altre terre (Fig. 16.2.3-B b).

Un circuito a sicurezza intrinseca può essere collegato a terra in più punti a condizione che siano separati galvanicamente fra loro in modo che ogni sotto-circuito abbia al massimo un solo punto di terra (Fig. 16.2.3-C).

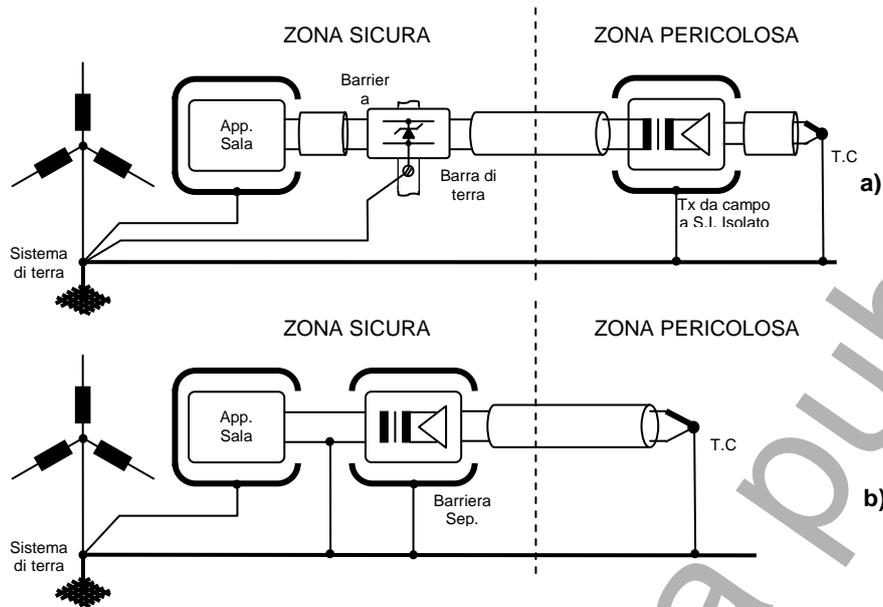


Fig. 16.2.3-C – Sistema a sicurezza intrinseca con più punti a terra

Nella fig. 16.2.3-C a), la termocoppia T.C. ha il giunto caldo a terra e la barriera Zener, per sua natura, è connessa a terra pertanto è necessario interporre, fra questi due punti, un elemento di separazione galvanica, rappresentato qui dal trasmettitore Tx a sicurezza intrinseca installato in campo.

In alternativa, l'apparecchiatura associata che interfaccia direttamente la termocoppia T.C. deve essere una barriera a separazione galvanica, come mostrato in Fig. 16.2.3-C b).

Le apparecchiature a sicurezza intrinseca e quelle semplici, che non sono in grado di sopportare una tensione di prova di $500 V_{ca}$ verso terra in conformità alla Norma CEI EN 60079-11, sono considerate come connesse a terra e, di conseguenza, è obbligatorio avere la separazione galvanica dei circuiti in zona pericolosa da quelli in zona sicura.

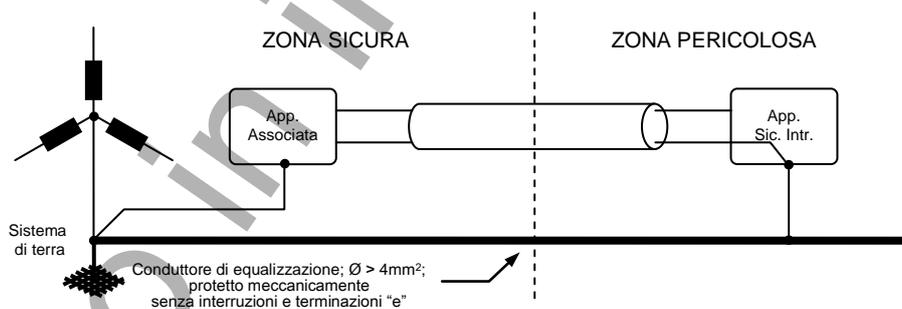


Fig. 16.2.3-D – Uso del conduttore di equalizzazione del potenziale

Quando l'apparecchiatura in campo è collegata a terra per effetto del modo di installazione, il conduttore di equalizzazione deve avere una sezione minima di 4 mm^2 , essere installato senza l'uso di connessioni a spina, protetto meccanicamente e avere terminali di tipo anti-allentante conformi alle prescrizioni del modo di protezione "e" (Fig. 16.2.3-D).

Queste situazioni, richiedono un'attenta considerazione, da parte di personale competente, specie per circuiti non isolati in zone pericolose che richiedono un livello di protezione "Ga".

In altre parole, in zona 0 è fortemente consigliabile utilizzare la separazione galvanica.

Nei sistemi a sicurezza intrinseca in cui sono utilizzate le barriere a diodi Zener è richiesto che il morsetto dedicato al collegamento a terra della barriere deve essere:

- collegato al sistema di terra equipotenziale seguendo il percorso più corto possibile (Fig. 16.2.3-E a), oppure
- collegato a un punto di terra ad alta integrità (solo per sistemi TN-S) in modo che la resistenza del collegamento sia inferiore a 1Ω (Fig. 16.2.3-E b)

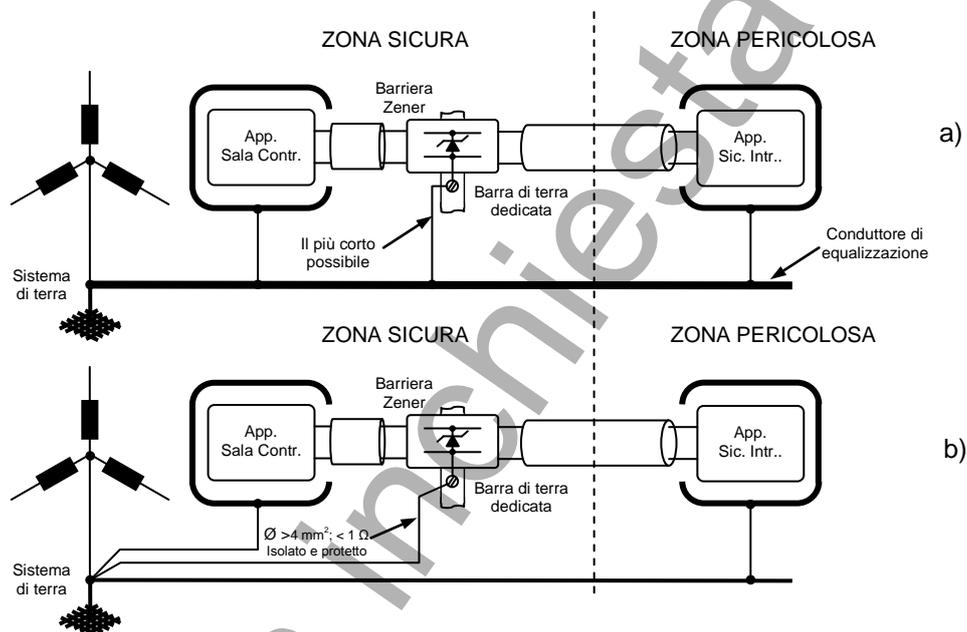


Fig. 16.2.3-E – Messa a terra delle barriere a diodi Zener

Il conduttore di terra deve essere isolato e, nel caso, protetto per evitare il contatto con altre terre fino al punto di collegamento al sistema di terra; la sezione minima richiesta è di 4 mm^2 oppure si possono usare due conduttori in parallelo di sezione almeno di $1,5 \text{ mm}^2$; se la corrente di cortocircuito presunta del sistema di alimentazione collegato ai morsetti di ingresso della barriera è tale che il collegamento a terra non sia in grado di portare tale corrente, la sezione deve essere incrementata di conseguenza.

NOTA Prestare attenzione alla continuità del collegamento specie all'interno delle cassette di derivazione o piccoli quadri.

La soluzione mostrata in Fig. 16.2.3-F è consigliata per facilitare l'esecuzione delle prove periodiche richieste per la verifica della continuità del collegamento a terra delle barriere Zener; questa particolare configurazione consente di misurare la resistenza del collegamento di terra senza compromettere la sicurezza dei circuiti interessati infatti, aprendo il circuito in qualsiasi punto è possibile misurare la resistenza del collegamento di terra pur mantenendo la connessione a terra delle barriere durante la prova.

NOTA Il valore misurato sarà quattro volte rispetto a quello del collegamento effettivo quando i due conduttori sono in parallelo

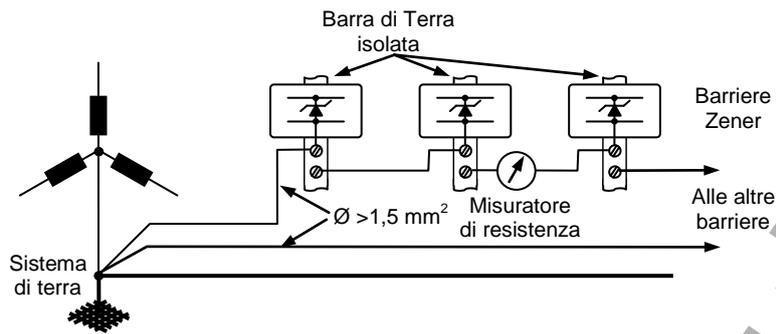


Fig. 16.2.3-F – Misura della continuità del collegamento di terra delle barriere Zener

16.2.4 Verifica dei circuiti a sicurezza intrinseca

16.2.4.1 Generalità

Un sistema a sicurezza intrinseca è un “Assemblaggio di elementi interconnessi di apparecchiature elettriche, descritti in un documento descrittivo del sistema, nel quale i circuiti o parti di circuiti, che si intendono utilizzare in atmosfere esplosive, sono circuiti a sicurezza intrinseca” (Definizione tratta dalla CEI EN 60079-25).

I sistemi contenenti circuiti a sicurezza intrinseca possono essere certificati o non certificati.

Un sistema certificato è composto da apparecchiature che non sono certificate singolarmente ed è l'insieme che viene omologato (usando la Norma CEI EN 60079-11) come fosse un apparecchiatura a sé stante.

La certificazione impone di usare il sistema esattamente come riportato nel certificato, senza alcuna deviazione, così che il documento descrittivo del sistema (Ved. 16.2.4.2) non è richiesto poiché è, in pratica, equivalente al certificato stesso.

Un sistema non certificato è composto da apparecchiature già certificate singolarmente (a meno che non siano apparecchiature semplici) e può essere installato e utilizzato dopo aver verificato la sicurezza dell'insieme, dimostrata in un documento descrittivo (Ved. 16.2.4.2) redatto dal progettista del sistema.

NOTA È la persona responsabile del documento descrittivo del sistema, deve avere la competenza necessaria per eseguire tale compito ed è autorizzato a svolgere l'incarico in nome e per conto del committente

Il modo di procedere è indicato nello schema di flusso (*flow chart*) di Fig.16.2.4-A estratto dalla Norma CEI EN 60079-25.

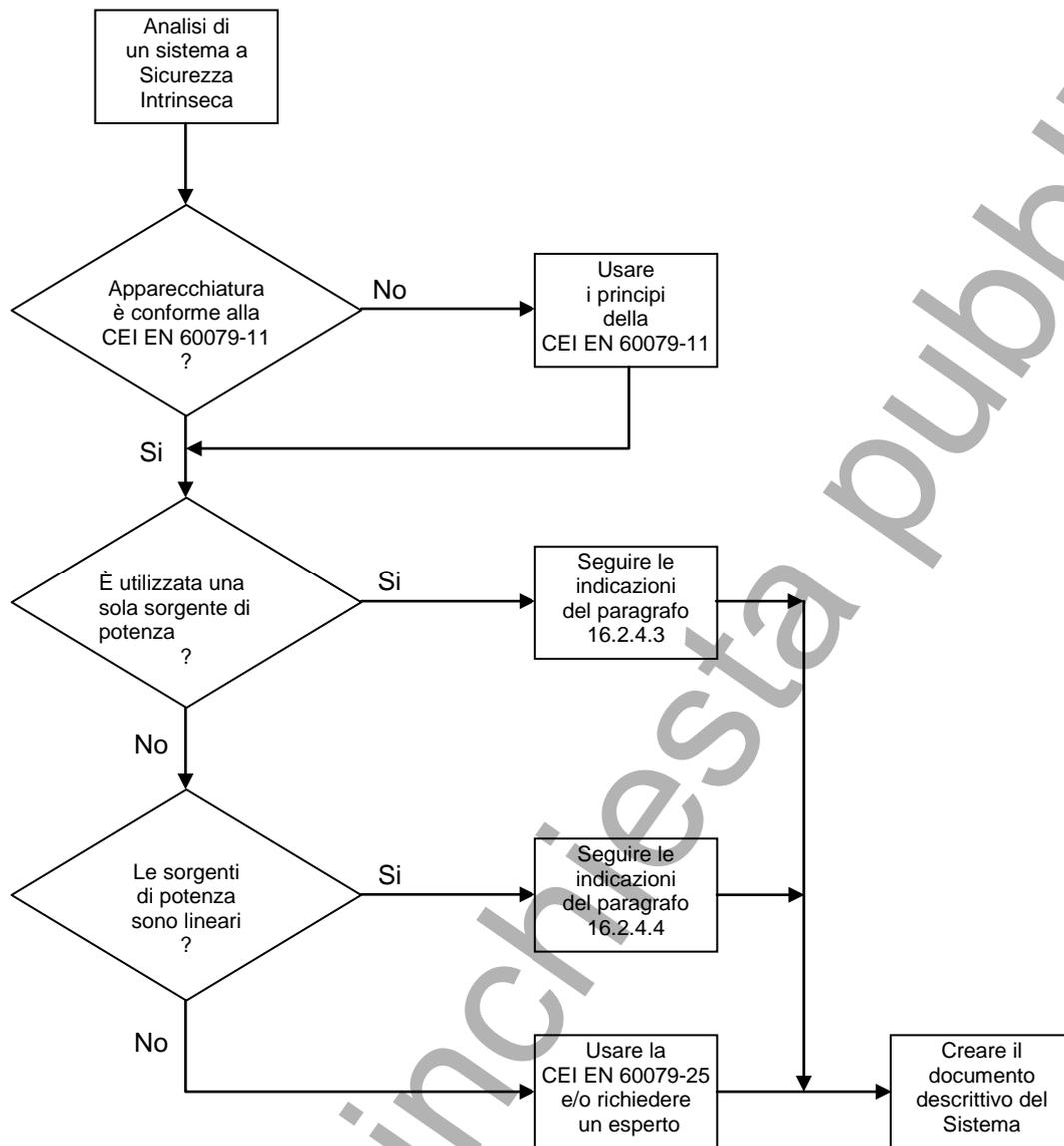


Fig. 16.2.4-A – Procedura d'analisi di sistemi a sicurezza intrinseca

Il principio fondamentale per la verifica di un sistema a sicurezza intrinseca è di confrontare i parametri elettrici (U, I e P) delle apparecchiature coinvolte, di considerare i valori massimi di capacità, d'induttanza o del rapporto L/R ammessi per il circuito in esame e redigere un documento descrittivo del sistema a dimostrare come la sicurezza sia stata ottenuta tenendo conto anche dei parametri dei cavi di collegamento.

NOTA Questi dati sono disponibili dalle targhe e dai certificati delle apparecchiature ad eccezione, ovviamente, delle apparecchiature semplici per le quali non è richiesta né la certificazione, né la marcatura.

16.2.4.2 Documento descrittivo del sistema

Dalla Norma CEI EN 60079-25, la definizione di documento descrittivo di un sistema a sicurezza intrinseca è: "Documento nel quale sono specificati gli elementi delle apparecchiature elettriche, i loro parametri elettrici e quelli del cablaggio di interconnessione"

Il documento deve essere preparato dal progettista del sistema che deve essere persona esperta, con la competenza necessaria a svolgere tale incarico e avente una buona conoscenza delle norme applicabili (CEI EN 60079-11 e CEI EN 90079-25) cui viene fatto ricorso per usufruire di dati, tabelle e grafici necessari alla corretta analisi, valutazione e verifica del sistema.

Il documento deve contenere tutte le informazioni e i dati necessari all'individuazione delle parti del sistema e alla verifica della compatibilità dei parametri elettrici (cavi inclusi) per comprovare la corretta scelta delle apparecchiature.

Con la redazione del documento, il progettista compie una sorta di procedura di "auto-certificazione", per conto dell'utilizzatore, in funzione sia della verifica iniziale (art. 3.19.3, art. 4.3 e Appendice GA) sia delle ispezioni da parte degli enti preposti alle verifiche.

Il contenuto del documento descrittivo dovrebbe includere quanto segue:

- schema a blocchi che identifichi tutte le apparecchiature presenti nel sistema, comprese le apparecchiature semplici e i cablaggi delle interconnessioni (luogo d'installazione e percorso dei cavi).
- una dichiarazione della suddivisione in Gruppi (per i Gruppi II e III), del livello di protezione di ogni parte del sistema, della classificazione di temperatura e dei limiti della temperatura ambiente
- le caratteristiche costruttive ed elettriche dei cavi di collegamento
- dettagli sui punti per i collegamenti a terra e per i collegamenti equipotenziali dei sistemi; se vengono utilizzati dispositivi di protezione contro le sovratensioni, ne deve essere inclusa un'analisi
- le misure adottate contro la comparsa di sovratensioni o correnti pericolose a seguito di disturbi elettromagnetici (es. schermature, scaricatori, ecc.)
- I riferimenti ai certificati di conformità di tutte le apparecchiature del sistema e, nel caso, le condizioni particolari d'impiego (simbolo X nel certificato); per le apparecchiature semplici, se applicabile, deve essere inclusa la giustificazione della valutazione per considerarla come tale.

NOTA È sufficiente una dichiarazione del costruttore del componente.

- i parametri elettrici (U, I, P, C, L e L/R) di tutte le apparecchiature per come sono riportate in targa e nel certificato e il campo di temperatura ambiente ammissibile di ogni singola costruzione
- se il circuito contiene diverse apparecchiature a sicurezza intrinseca allora deve essere riportata l'analisi della combinazione dei loro parametri relativa a tutte le apparecchiature semplici e quelle a sicurezza intrinseca certificate;
- la verifica della idoneità delle apparecchiature alla zona d'installazione.
- l'analisi della sicurezza del sistema effettuata per confronto fra i parametri elettrici delle apparecchiature e il calcolo dei parametri di capacità e induttanza ammessi per i cavi di collegamento.
- la classificazione del sistema (livello di protezione e gruppo di gas) mentre la classe di temperatura è relativa solo alle apparecchiature esposte all'atmosfera pericolosa.

NOTA La classificazione in temperatura di un sistema a sicurezza intrinseca non è possibile poiché solo parte di esso è in luogo pericoloso pertanto la verifica sarà relativa alle temperature superficiali massime delle sole apparecchiature esposte all'atmosfera pericolosa in pratica, la Classe di temperatura da T1 a T6 per i gas e la temperatura d'accensione della nube T_{CL} e dello strato T_L per le polveri.

Tutte le informazioni necessarie a mantenere la sicurezza e la funzionalità del sistema nel tempo (ispezioni e prove periodiche).

- La registrazione di ogni d'intervento di modifica o manutenzione e, nel caso, la verifica che la sicurezza è stata mantenuta.
- L'identificazione univoca del documento, la data di compilazione e la firma del progettista.

La forma del documento descrittivo può avere l'aspetto di disegni, schemi, manuali o documenti simili che dovrebbero essere organizzati in modo che tutte le informazioni siano di facile accesso; un documento può essere utilizzato per più sistemi purché le apparecchiature e i parametri di sicurezza siano omogenei.

Un possibile formato per il documento è suggerito dalle Fig. 16.2.4-B e 16.2.4-C tratte dalla CEI EN 60079-25.

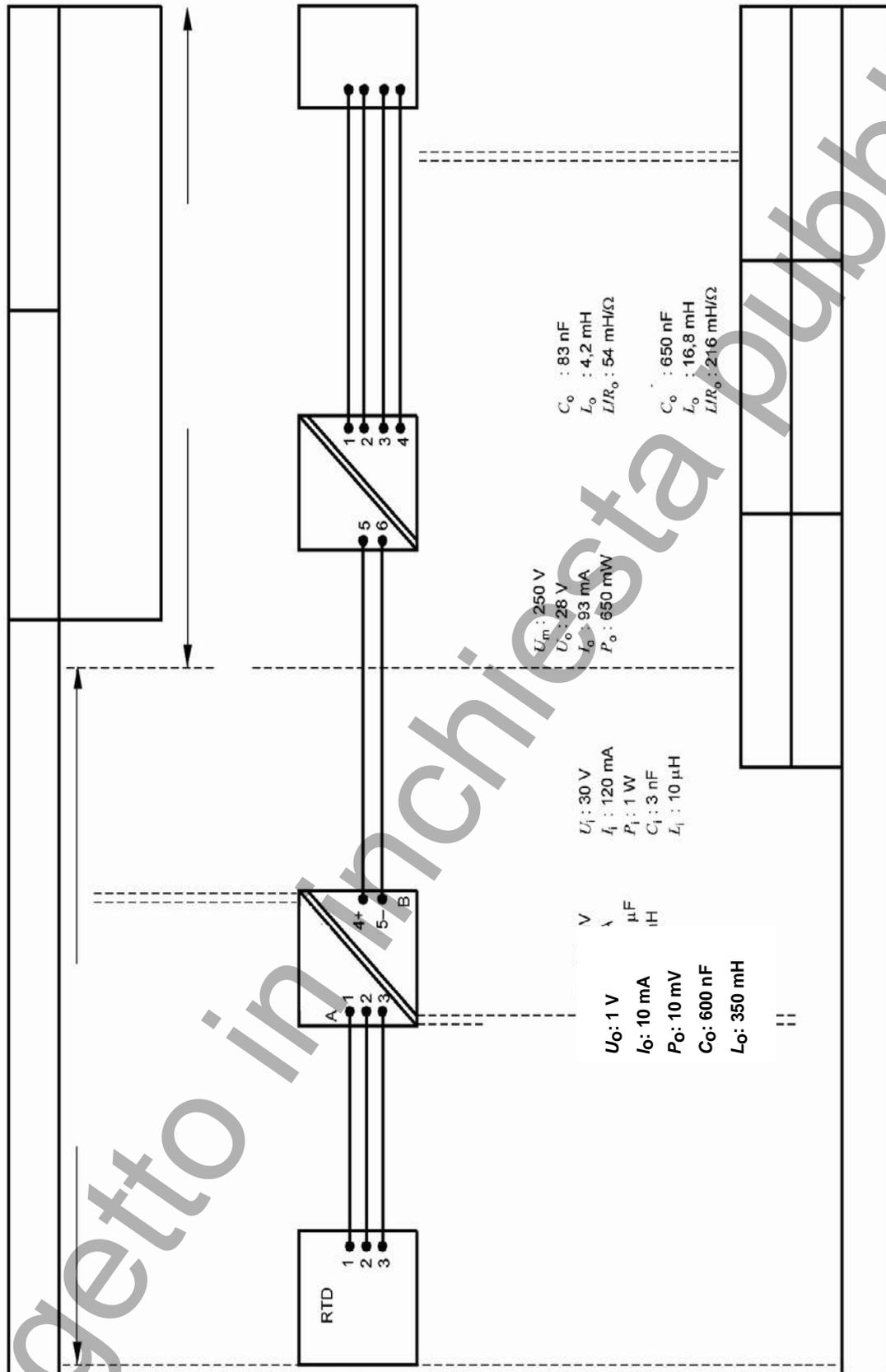
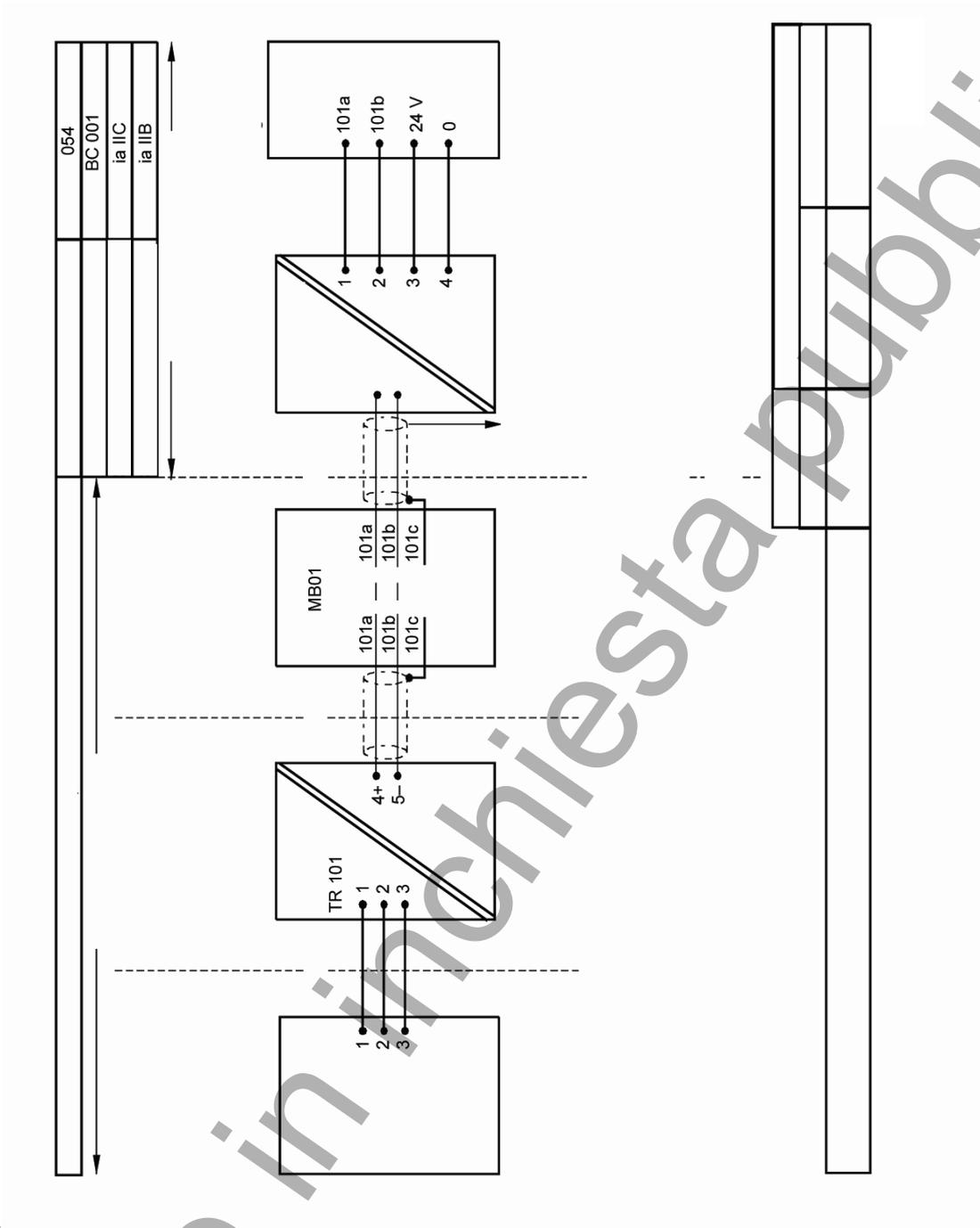


Fig. 16.2.4-B – Esempio di documento descrittivo



+++

Fig. 16.2.4-C - Esempio di disegno d'installazione

16.2.4.3 Circuiti a sicurezza intrinseca con una sola sorgente d'alimentazione

Nella maggior parte dei sistemi a sicurezza intrinseca, un apparecchiatura in campo (semplice o a sicurezza intrinseca) è connessa a una sola sorgente di potenza, cioè a un apparecchiatura associata (barriera a diodi Zener o a separazione galvanica), così da creare un sistema semplice, come l'esempio mostrato nella Fig. 16.2.4-D.

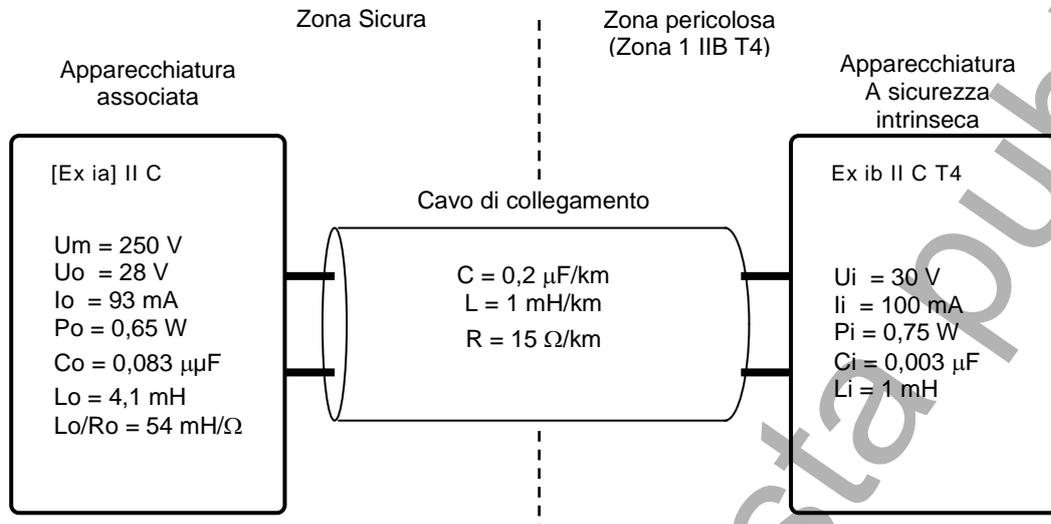


Fig. 16.2.4-D – Esempio di sistema a sicurezza intrinseca con una sola apparecchiatura associata

Il procedimento da seguire per l'analisi del sistema è qui di seguito riportato.

a) *Classificare il sistema in base al gruppo e al livello di protezione delle apparecchiature.*

Si confrontano il gruppo e il livello di protezione delle apparecchiature e si assume quello più conservativo; per esempio, se una apparecchiatura è IIC e l'altra IIB allora il gruppo per il sistema è IIB, allo stesso modo fra "ib" e "ic" si assume il livello di protezione "ic".

È evidente che un gruppo più restrittivo può essere utilizzato per sistemi con requisito inferiore e la stessa cosa vale per il livello di protezione;

Per il sistema di Fig. 16.2.4-D, la classificazione del sistema è: **Ex ib IIC**.

b) *Determinare la classe di temperatura della apparecchiatura installata nel luogo pericoloso.*

Le apparecchiature possono avere classi di temperatura diverse per diverse condizioni d'uso che, di solito, dipendono dalla temperatura ambiente e/o dai parametri d'ingresso (U_i , I_i e P_i).

Nel sistema di Fig. 16.2.4-D la classe di temperatura (T4) della apparecchiatura in campo è adatta per il luogo pericoloso considerato; da notare che è l'apparecchiatura ad essere classificata e non il sistema.

c) *Verificare che il sistema sia compatibile con le caratteristiche della zona pericolosa.*

Il gruppo e il livello di protezione assegnato al sistema devono soddisfare i requisiti di protezione richiesti dalla classificazione del luogo pericoloso (tipo di pericolo e probabilità di presenza)

Considerando l'esempio di Fig. 16.2.4-D, la classificazione del sistema (Ex ib IIC) è superiore al requisito (Ex ib IIB) relativo al luogo pericoloso interessato dal sistema.

d) Confrontare i parametri dell'apparecchiatura associata con quelli dell'apparecchiatura a sicurezza intrinseca e verificare che siano soddisfatte le seguenti condizioni:

$$U_i \geq U_o; \quad I_i \geq I_o; \quad P_i \geq P_o$$

In pratica, i parametri d'uscita della sorgente di potenza (U_o , I_o e P_o) non devono superare i parametri d'ingresso (U_i , I_i e P_i) del dispositivo di campo.

NOTA A volte, non tutti i parametri d'ingresso sono specificati nel certificato dell'apparecchiatura a sicurezza intrinseca; in queste circostanze, i parametri non specificati non sono rilevanti

Per il sistema di Fig. 16.2.4-D si avrà:

$$30 \text{ V} > 28 \text{ V}; \quad 100 \text{ mA} > 93 \text{ mA}; \quad 0,75 \text{ W} > 0,65 \text{ W}$$

Dalle relazioni sopra si può affermare che il sistema è sicuro.

e) Determinare i parametri ammessi per i cavi di collegamento.

La capacità del cavo ammessa (C_c) è ottenuta sottraendo la capacità di ingresso del dispositivo in campo (C_i) dalla capacità in uscita ammessa della sorgente di potenza (C_o):

$$C_c = C_o - C_i$$

L'induttanza del cavo ammessa (L_c) è ottenuta sottraendo l'induttanza di ingresso del dispositivo in campo (L_i) dall'induttanza in uscita ammessa della sorgente di potenza (L_o):

$$L_c = L_o - L_i$$

Per il sistema di Fig. 16.2.4-D si avrà:

$$C_c = 0,083 \mu\text{F} - 0,003 \mu\text{F} = \mathbf{0,08 \mu\text{F}}$$
 e $L_c = 4,1 \text{ mH} - 1 \text{ mH} = \mathbf{3,1 \text{ mH}}$

Conoscendo i parametri caratteristici del cavo di connessione si potrà calcolare la lunghezza del collegamento:

$$l = C_c / C = 0,08 \mu\text{F} / (0,2 \mu\text{F}/\text{km}) = \mathbf{0,4 \text{ km}}$$
 e $l = L_c / L = 3,1 \text{ mH} / (1 \text{ mH}/\text{km}) = \mathbf{3,1 \text{ km}}$

Dei due valori si prenderà quello minore, in questo caso, quello determinato dal valore della massima capacità ammessa.

In alternativa al valore di L_o può essere utilizzato il rapporto L_o/R_o , se incluso nella documentazione della apparecchiatura associata, secondo la relazione:

$$L_o/R_o > L_c/R_c$$

Questa relazione è valida solo se l'induttanza totale L_i delle apparecchiature connesse risulta inferiore all'1% del valore di L_o ; in caso contrario, il rapporto L/R del cavo deve essere obbligatoriamente ricalcolato (usando la CEI EN 60079-25) e deve essere inferiore a L_o/R_o , nel qual caso la lunghezza del cavo sarà determinata dal solo valore di C_o .

NOTA Fortunatamente queste situazioni si presentano molto raramente.

Vi sono casi (eccezionali) in cui il sistema a sicurezza intrinseca contiene capacità e induttanze concentrate la cui combinazione può aumentare il rischio di generare scintille pericolose.

NOTA Questa combinazione considera solo le capacità e le induttanze fisse e non i parametri di capacità e induttanza distribuiti del cavo impiegato

Se i valori totali di C_i e L_i , di tutte le apparecchiature connesse sono, contemporaneamente, non trascurabili ($>$ dell' 1% di C_o e L_o), i parametri ammissibili dall'apparecchiatura associata (C_o e L_o) vanno divisi per un fattore due, con la conseguenza che rimane meno capacità e induttanza a disposizione per il cavo di collegamento.

NOTA Tra le apparecchiature connesse si deve comprendere anche ogni apparecchiatura semplice che potrebbe non avere valori di L_i e C_i forniti dal costruttore. La sorgente di alimentazione potrebbe essere una costruzione associata (barriera) o un'altra apparecchiatura a sicurezza intrinseca.

Capacità limitata a 1 μ F per il gruppo IIB e 0,6 μ F per il gruppo IIC.

f) Verificare che il livello d'isolamento da terra sia accettabile, o che i requisiti della messa a terra del sistema siano soddisfatti.

Se questi criteri sono tutti soddisfatti, allora è dimostrata la compatibilità fra le due apparecchiature costituenti il sistema; un modo conveniente per registrare l'analisi del sistema è di creare una tabella riassuntiva che può essere parte integrante del documento descrittivo, come la Tabella 16.2.4-1 che utilizza i valori tratti dal sistema di Fig. 16.2.4-D.

Dall'analisi si può notare che il sistema è adatto alla zona pericolosa interessata; infatti, sia il livello di protezione (ib), sia il gruppo di gas (IIC) e la classe di temperatura dell'apparecchiatura in campo (T4) sono compatibili con i requisiti richiesti (zona 1, gas gruppo IIB T4).

Il semplice raffronto dei parametri elettrici (U, I e P) dimostra come le due apparecchiature siano compatibili per la sicurezza del sistema.

Tabella 16.2.4-1 – Esempio di tabella riassuntiva di valutazione del sistema a sicurezza intrinseca di Fig. 16.2.4-D

Riferimento Loop N°...		Apparecchiatura associata (barriera)			App. a sicurezza intrinseca	
Dati Apparecchiature	Costruttore/ Mod.	XXX / ABC			YYY / UVZ	
	Certificato	CESI 08 ATEX nnnn			PTB 09ATEX nnnn	
	Marcatura CE	II (1) G			II 2 G	
	Modo di protezione	[Ex ia] IIC			Ex ib IIC T4	
	Temperatura ambiente	- 20°C ÷ 60°C			- 20°C ÷ 80°C	
	Isolamento verso terra	> 1500 V			> 500 V	
Parametri elettrici di sicurezza	U_m	250 V			U_i	30 V
	U_o	28 V			I_i	100 mA
	I_o	93 mA			P_i	0,75 W
	P_o	0,65 W				
		IIC	IIB	IIA		
	C_o	0,083 μ F	0,65 μ F	2,15 μ F	C_i	0,003 μ F
	L_o	4,1 mH	16,4 mH	32,8 mH	L_i	1 mH
	L_o / R_o	54 mH/ Ω	216mH/ Ω	432 mH/ Ω	L_i / R_i	-
Valutazione del sistema	Classificazione del sistema: Ex ib IIC, per gas classe T4					
	$U_i \geq U_o$	30 V > 28 V			OK (rispettato)	
	$I_i \geq I_o$	100 mA > 93 mA			OK (rispettato)	
	$P_i \geq P_o$	0,75 W > 0,65 W			OK (rispettato)	
	Parametri ammissibili per il cavo di collegamento					
	IIC	$C_c = 0,083 - 0,003 = 0,08 \mu F$			$L_c = 4,1 - 1 = 3,1 \text{ mH}$	
	IIB	$C_c = 0,65 - 0,003 = 0,647 \mu F$			$L_c = 16,4 - 1 = 15,4 \text{ mH}$	
	IIA	$C_c = 2,15 - 0,003 = 2,147 \mu F$			$L_c = 32,8 - 1 = 31,8 \text{ mH}$	
Lunghezza massima (ℓ_{max}) del cavo di collegamento						
Cavo tipo A Tipo costruttivo: xxxxx	= 0,2 μ F / km	IIC	$\ell = 0,08 \mu F / 0,2 \mu F/km = \mathbf{0,4 \text{ km}}$		$\ell = 3,1 \text{ mH} / 1 \text{ mH/km} = \mathbf{3,1 \text{ km}}$	
	L = 1 mH / km	IIB	$\ell = 0,647 \mu F / 0,2 \mu F/km = \mathbf{3,23 \text{ km}}$		$\ell = 15,4 \text{ mH} / 1 \text{ mH/km} = \mathbf{15,4 \text{ km}}$	
	R = 15 Ω / km	IIA	$\ell = 2,15 \mu F / 0,2 \mu F/km = \mathbf{10,7 \text{ km}}$		$\ell = 31,8 \text{ mH} / 1 \text{ mH/km} = \mathbf{31,8 \text{ km}}$	

Per comodità, i parametri ammissibili per il cavo di collegamento sono stati calcolati per tutti i gruppi di

gas (sarebbe stato sufficiente usare quelli per il IIB) in modo che il sistema può essere utilizzato anche per luoghi pericolosi con gruppo di gas diverso da quello del sistema di Fig. 16.2.4-D.

Nella pratica, si trovano spesso più sistemi semplici in uno stesso "loop", occorre individuarli e, per ognuno di essi redigere un documento descrittivo.

Ad esempio, nella Fig. 16.2.2-D si possono identificare tre sistemi semplici a sicurezza intrinseca: il primo dal trasmettitore Tx da campo alla termocoppia, il secondo dalla barriera a separazione galvanica al convertitore I/P in campo e il terzo dalla barriera a diodi Zener al trasmettitore Tx da campo.

Da notare che il trasmettitore Tx svolge la duplice funzione di apparecchiatura associata verso la termocoppia e da apparecchiatura a sicurezza intrinseca verso la barriera a diodi Zener.

Nel caso in cui l'apparecchiatura in campo fosse una apparecchiatura semplice, è ovvio che i parametri ammissibili per il cavo di collegamento diventano quelli della sorgente di alimentazione; cioè C_o , L_o e L_o/R_o .

16.2.4.4 Circuiti a sicurezza intrinseca con più di un'apparecchiatura associata

Quando un circuito intrinsecamente sicuro comprende più di un'apparecchiatura associata, oppure due o più circuiti a sicurezza intrinseca interconnessi tra loro, si deve verificare la sicurezza intrinseca dell'insieme; in pratica si deve determinare: il gruppo, il livello di protezione e la classe di temperatura, relativa alle sole apparecchiature esposte all'atmosfera pericolosa, considerando la combinazione delle sorgenti di potenza presenti nel sistema.

Questa verifica deve essere eseguita tramite calcoli teorici o per mezzo di una prova di laboratorio con l'apparecchio scintillatore e si deve tenere conto del rischio di un ritorno di tensioni e correnti nell'apparecchiatura associata provenienti dal resto del circuito.

La procedura di calcolo, per determinare le tensioni e le correnti massime in sistemi a sicurezza intrinseca con più sorgenti aventi caratteristiche tensione/corrente lineari, proposta dalla CEI EN 60079-14, è semplificata rispetto a quella contenuta nella CEI EN 60079-25 e fornisce risultati più conservativi che portano a un'installazione sicura.

NOTA Una sorgente con caratteristica lineare ha la limitazione passiva della corrente d'uscita ottenuta tramite una resistenza.

Le procedure proposte dalle due norme possono essere usate comunque in alternativa tra di loro.

Lo schema da seguire per l'analisi di questi sistemi a sicurezza intrinseca è simile, nel concetto, a quello già visto per sistemi semplici (ved. 16.2.4.3) ed è qui di seguito riportato:

- determinare i valori più elevati di tensione e corrente presenti nel sistema, nonché la massima potenza trasferibile all'apparecchiatura in campo, usando i valori di U_o , I_o e P_o indicati sulle apparecchiature associate;
- verificare che, alla massima tensione (U_o), la corrente più elevata del sistema (I_o) moltiplicata per un fattore di sicurezza 1,5 non superi la corrente ottenuta dalle curve di accensione per circuiti resistivi, per l'appropriato gruppo di gas, riportate nella CEI EN 60079-11;
- ricavare la massima induttanza ammissibile (L_o) dalle curve di accensione per i circuiti induttivi, per l'appropriato gruppo di gas, riportate nella CEI EN 60079-11, utilizzando la massima corrente nel sistema (I_o) moltiplicata per un fattore di sicurezza 1,5;
- ricavare la massima capacità ammissibile (C_o) dalle appropriate curve di accensione per i circuiti capacitivi, per l'appropriato gruppo di gas, riportate nella IEC 60079-11, utilizzando la massima tensione del sistema (U_o) moltiplicata per un fattore di sicurezza 1,5;
- controllare che U_o , I_o e P_o (dove $P_o = I_o U_o/4$) siano compatibili con l'apparecchiatura a sicurezza intrinseca collegata;
- controllare che i valori massimi ammissibili di C_o e L_o siano compatibili con i requisiti del sistema;
- determinare il gruppo del sistema, tenendo conto del gruppo di gas delle curve di accensione utilizzate per ricavare i parametri di capacità e induttanza dell'insieme;
- verificare che la classe di temperatura dell'apparecchiatura in campo sia compatibile con i requisiti del sistema.

Nell'analisi della sicurezza di questi sistemi occorre tenere presente che:

- il sistema sarà considerato di livello di protezione "ib", anche se tutte le apparecchiature associate sono di livello di protezione "ia", quando la valutazione è effettuata sulla base di soli calcoli teorici senza alcuna prova di laboratorio con l'apparecchio scintillatore; per i circuiti con livello di protezione "ic", il fattore di sicurezza da considerare deve essere l'unità;
- l'analisi teorica è applicabile soltanto quando le sorgenti di potenza hanno la limitazione resistiva della corrente (uscita con caratteristica corrente / tensione lineare) e non è applicabile a sorgenti che utilizzano altre forme di limitazione della corrente;

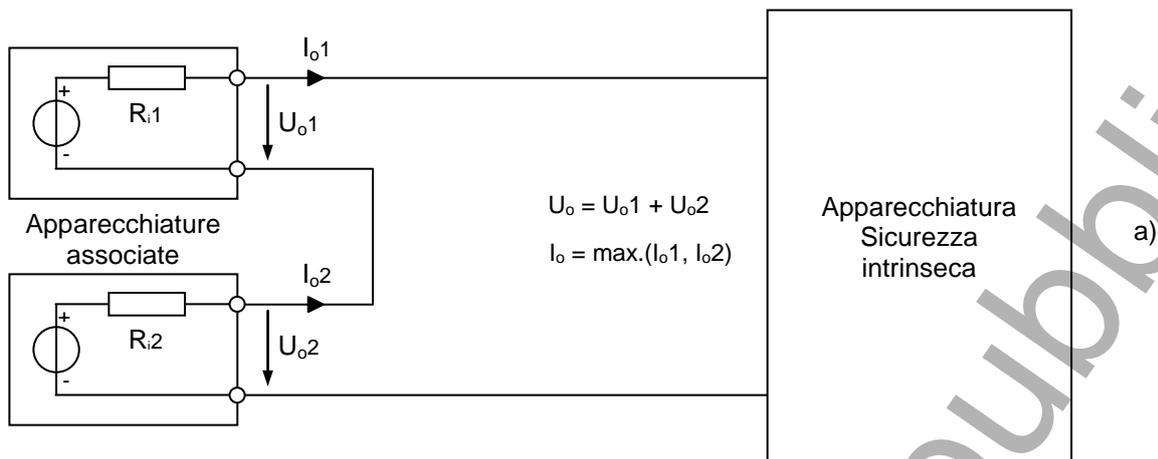
NOTA Per le apparecchiature associate con caratteristiche di corrente/tensione non lineari, si possono seguire le indicazioni della CEI EN 60079-25 e/o fare ricorso ad un esperto.

- i parametri di capacità e induttanza devono essere determinati U_0 e I_0 del sistema, in condizioni di guasto e in ciascun punto del sistema; i guasti devono essere applicati al sistema elettrico nel suo insieme e non alle singole parti;
- dove le interconnessioni, fra le sorgenti di potenza, sono realizzate in condizioni controllate, così da avere un'adeguata segregazione e protezione meccanica, allora le interconnessioni sono considerate per il guasto dovuto all'apertura e al cortocircuito, ma non per un'inversione dei collegamenti, o per il cambiamento di una connessione da serie a parallelo o viceversa.

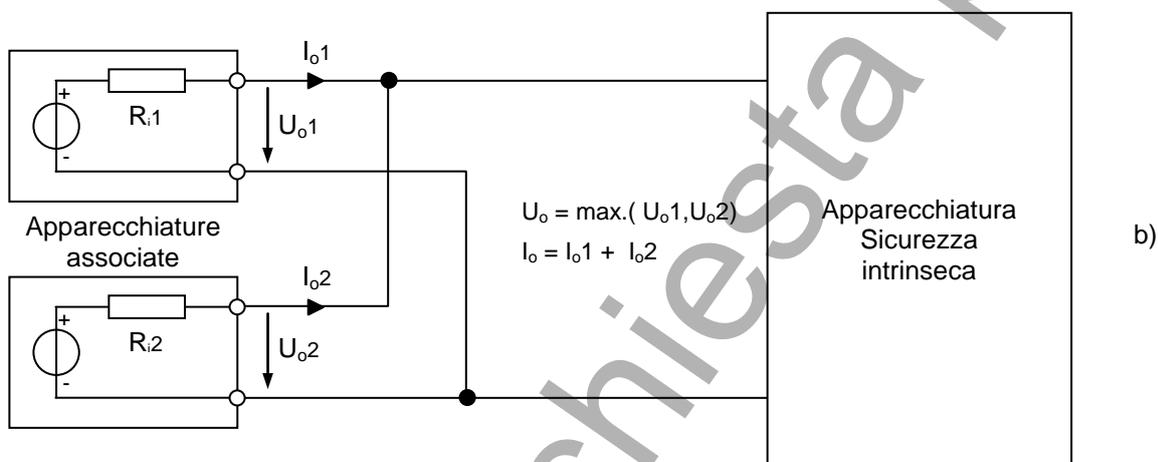
NOTA Le interconnessioni, realizzate all'interno di "rack" o quadri situati in luoghi controllati, soddisfano al grado d'integrità richiesto.

In base al collegamento fra le apparecchiature associate (Fig. 16.2.4-E), gli ulteriori valori di tensione (U_0) e di corrente (I_0) che derivano dalla interconnessione devono essere determinati in condizioni di normale funzionamento e di guasto, tenendo conto della possibilità di:

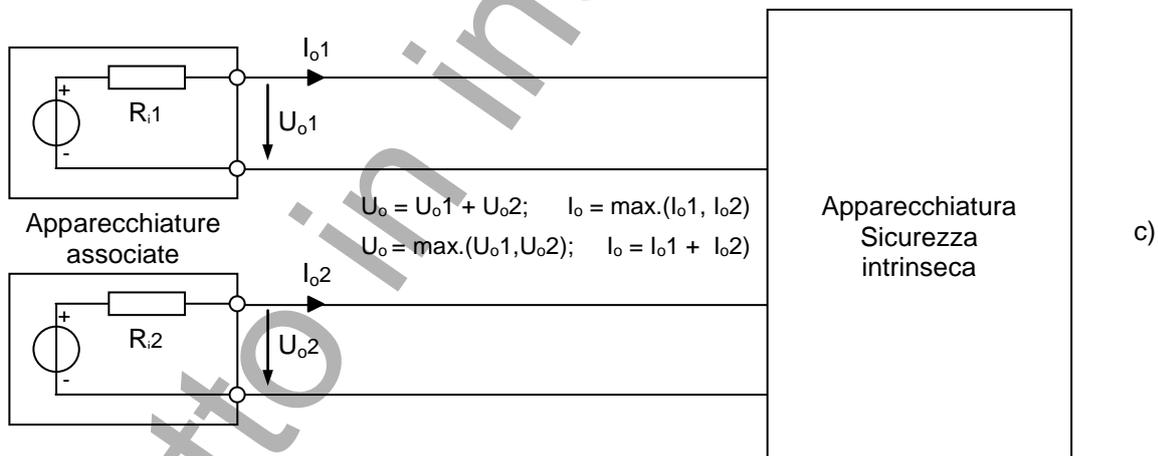
- Somma delle sole tensioni (Fig. 16.2.4-E a)
- Somma delle sole correnti (Fig. 16.2.4-E b), oppure
- Somma delle tensioni e delle correnti (Fig. 16.2.4-E c)



Collegamento in serie di apparecchiature



Collegamento in parallelo di apparecchiature



Collegamento non definito di apparecchiature

Fig. 16.2.4-E – Sistemi con più di una apparecchiatura associata

Nel caso di collegamento in serie (Fig. 16.2.4-E a) è possibile solo la somma delle tensioni: $U_o = U_{o1} + U_{o2}$, invece la loro differenza: $U_o = U_{o1} - U_{o2}$ non è presa in considerazione.

NOTA Se le apparecchiature associate sono del tipo a isolamento galvanico, allora è possibile solo la somma delle tensioni indipendentemente dalla polarità delle sorgenti. Con barriere a diodi Zener, non è possibile il collegamento in serie delle sorgenti poiché il punto di terra dedicato le mantiene sempre collegate fra loro; è invece possibile la somma delle tensioni con barriere polarizzate.

Per la sicurezza del sistema si considerano le seguenti condizioni:

$$U_{o1}, I_{o1} \quad U_{o2}, I_{o2} \quad U_o = U_{o1} + U_{o2}, I_o = \max. \text{ tra } (I_{o1}, I_{o2})$$

Nel caso di collegamento in parallelo (Fig. 16.2.4-E b) è possibile solo la sommatoria delle correnti: $I_o = I_{o1} + I_{o2}$.

Per la sicurezza del sistema si considerano le seguenti condizioni:

$$U_{o1}, I_{o1} \quad U_{o2}, I_{o2} \quad U_o = \max. \text{ tra } (U_{o1}, U_{o2}), I_o = I_{o1} + I_{o2}$$

In tutti gli altri casi in cui non è possibile stabilire il tipo d'interconnessione fra le sorgenti di potenza, si deve considerare sia il collegamento in serie sia quello in parallelo (Fig. 16.2.4-E c).

Per la sicurezza del sistema si considera, separatamente, sia la somma delle tensioni, sia la somma delle correnti:

$$U_{o1}, I_{o1} \quad U_{o2}, I_{o2} \quad U_o = U_{o1} + U_{o2}, I_o = \max. \text{ tra } (I_{o1}, I_{o2}) \quad U_o = \max. \text{ tra } (U_{o1}, U_{o2}), I_o = I_{o1} + I_{o2}$$

I circuiti equivalenti più restrittivi e i relativi parametri in uscita devono essere utilizzati per la valutazione e l'analisi del sistema a sicurezza intrinseca; per ciascun circuito equivalente, si calcola il valore della massima potenza trasferibile (P_o) verso l'apparecchiatura in campo e si derivano i massimi valori di capacità (C_o) e di induttanza (L_o o in opzione L_o/R_o) ammessi per il circuito collegato.

NOTA La potenza trasferibile dal circuito combinato è la somma delle potenze di ciascuna sorgente solo quando le sorgenti hanno la stessa corrente (collegamento in serie) o la stessa tensione (collegamento in parallelo) in uscita.

La somma delle tensioni determinerà il valore più restrittivo per la capacità C_o .

La somma delle correnti determinerà il valore più restrittivo per l'induttanza (L_o).

L_o e il rapporto L_o/R_o , se applicabile, possono essere determinati da uno dei circuiti considerato per conto proprio.

Non sempre l'induttanza minima coincide con la corrente massima del circuito e il rapporto minimo L_o/R_o , se utilizzato, può non coincidere con l'induttanza minima.

Per i livelli di protezione "ia" (ved. NOTA) e "ib", nella determinazione di questi valori, in tutte le circostanze deve essere usato un fattore di sicurezza 1,5; per il livello "ic" è sufficiente un fattore di sicurezza di 1,0.

NOTA La Norma CEI EN 60079-14 non prevede un sistema "ia" quando si utilizzano calcoli teorici e non prove di laboratorio.

Di seguito si illustra quanto proposto dal metodo della Norma CEI EN 60079-25).

Avendo stabilito i circuiti equivalenti rappresentativi, questi possono essere usati come se ci fosse una singola sorgente di potenza e la procedura mostrata in 16.2.4.3 può essere adottata per verificare la sicurezza dell'intero sistema.

Se le resistenze interne delle apparecchiature associate ($R_i = U_o/I_o$) sono note, si può usare in alternativa, il metodo di valutazione della CEI EN 60079-25; vale a dire:

per il circuito di Fig. 16.2.4-E a)

$$U_{o1}, I_{o1} \quad U_{o2}, I_{o2} \text{ e } U_o = U_{o1} + U_{o2}, I_o = (U_{o1} + U_{o2})/(R_{i1} + R_{i2})$$

per il circuito di Fig. 16.2.4-E b)

$$U_{o1}, I_{o1} \quad U_{o2}, I_{o2} \text{ e } U_o = (U_{o1} R_{i2} + U_{o2} R_{i1})/(R_{i1} + R_{i2}), I_o = I_{o1} + I_{o2}$$

per il circuito di Fig. 16.2.4-E c)

$$U_{o1}, I_{o1} \quad U_{o2}, I_{o2} \text{ e}$$

$$U_o = U_{o1} + U_{o2}, I_o = (U_{o1} + U_{o2})/(R_{i1} + R_{i2}) \quad U_o = (U_{o1} R_{i2} + U_{o2} R_{i1})/(R_{i1} + R_{i2}), I_o = I_{o1} + I_{o2}$$

Quando due o più sorgenti di potenza, con differenti tensioni in uscita, sono interconnesse tra loro, la corrente circolante risultante può causare una ulteriore dissipazione nei circuiti di regolazione ma, dove i circuiti hanno la limitazione di corrente di tipo resistivo (lineare), la dissipazione aggiuntiva non è considerata pericolosa per la sicurezza intrinseca.

Le apparecchiature in zona pericolosa possono contenere una sorgente di potenza (esempio batterie interne); in questo caso l'apparecchiatura presenta parametri d'uscita che devono essere considerati in combinazione con qualsiasi sorgente di potenza presente nelle apparecchiature associate.

Una tale analisi deve normalmente includere l'inversione dell'interconnessione a causa della possibilità di guasto dei collegamenti.

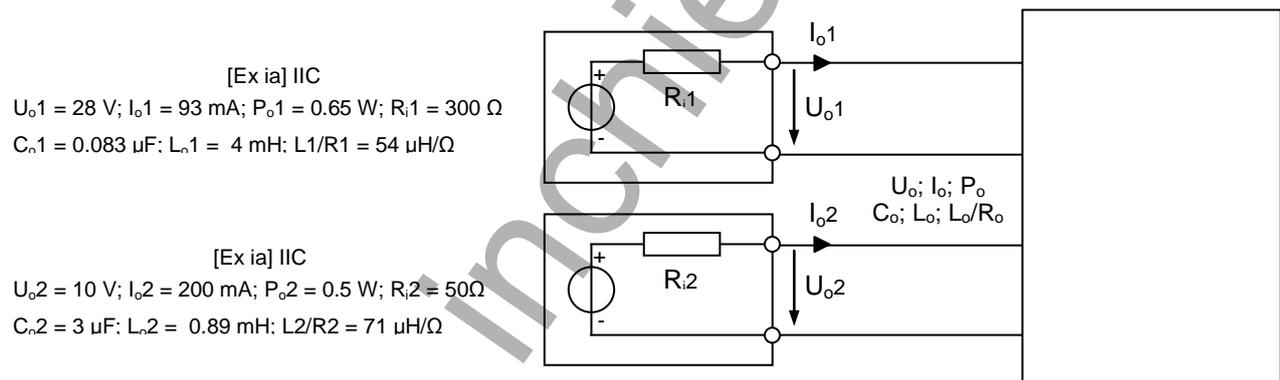


Fig. 16.2.4-F – Esempio di sistema con più di una apparecchiatura associata

Come esempio di calcolo, consideriamo il sistema di Fig. 16.2.4-F e mettiamo a confronto le procedure delle norme CEI EN 60079-14 e CEI EN 60079-25.

CEI EN 60079-14

Collegamento in serie

$$U_o = U_{o1} + U_{o2} = 28\text{V} + 10\text{V} = 38 \text{ V}$$

$$I_o = \max.(I_{o1}, I_{o2}) = 200 \text{ mA}$$

$$P_o = (U_o \cdot I_o)/4 = (38 \cdot 200\text{mA})/4 = 1,9 \text{ W}$$

Gruppo IIA

$$C_o = 1,06 \mu\text{F}$$

$$L_o = 7,11 \text{ mH}$$

CEI EN 60079-25

$$U_o = U_{o1} + U_{o2} = 28\text{V} + 10\text{V} = 38\text{V}$$

$$I_o = (U_{o1} + U_{o2})/(R_{i1} + R_{i2})$$

$$I_o = (28 \text{ V} + 10 \text{ V})/(300\Omega + 50\Omega) = 108,6 \text{ mA}$$

$$P_o = (U_o \cdot I_o)/4 = (38\text{V} \cdot 108,6 \text{ mA})/4 = 1,03 \text{ W}$$

Gruppo II B

$$C_o = 0.336 \mu\text{F}$$

$$L_o = 12,06 \text{ mH}$$

Collegamento in parallelo

$$U_o = \max.(U_{o1}, U_{o2}) = 28 \text{ V}$$
$$I_o = I_{o1} + I_{o2} = 293 \text{ mA}$$
$$P_o = (U_o \cdot I_o)/4 = (28\text{V} \cdot 293\text{mA})/4 = 2,05 \text{ W}$$

Gruppo II B

$$C_o = 0,65 \mu\text{F} \quad L_o = 1,65 \text{ mH}$$
$$U_o = (U_{o1} \cdot R_{i2} + U_{o2} \cdot R_{i1}) / (R_{i1} + R_{i2})$$
$$U_o = (28 \text{ V} \cdot 50\Omega + 10 \text{ V} \cdot 300\Omega) / (300\Omega + 50\Omega) =$$
$$I_o = I_{o1} + I_{o2} = 93 \text{ mA} + 200 \text{ mA} = 293 \text{ mA}$$
$$P_o = U_o \cdot I_o/4 = 12,57 \text{ V} \cdot 293 \text{ mA} = 0,92 \text{ W}$$

Gruppo II C

$$C_o = 1,15 \mu\text{F} \quad L_o = 0,41 \text{ mH}$$

Come si può notare la procedura adottata dalla Norma CEI EN 60079-14 fornisce risultati più conservativi rispetto alla Norma CEI EN 60079-25, così il progettista del sistema può garantire un ampio margine di sicurezza usando un metodo di verifica semplificato a scapito però di una maggiore flessibilità di utilizzo del sistema.

Il calcolo per il parametro L_o/R_o non è possibile con il metodo proposto dalla Norma CEI EN 60079-14. Quando si usa la CEI EN 60079-25 occorre conoscere i valori delle resistenze interne delle sorgenti di potenza (barriere); il consiglio è di affidarsi ad un esperto.

16.2.4.5 Circuiti a sicurezza intrinseca con caratteristica tensione/corrente non lineare

Nelle applicazioni in cui vi sono più di due apparecchiature associate, di cui una o più di esse ha l'uscita con caratteristica tensione/corrente non lineari, si deve procedere con molta attenzione e l'analisi deve essere svolta da parte di una persona competente; la Norma CEI EN 60079-25 fornisce tutti i dettagli necessari per la corretta valutazione di tali sistemi.

NOTA Nelle sorgenti con caratteristica non lineare d'uscita, la limitazione della corrente è attiva, ottenuta tramite circuiti elettronici.

In pratica, per i circuiti con sorgenti non lineari, le curve di accensione della norma CEI EN 60079-11 non possono usate; pertanto, la valutazione della sicurezza intrinseca di sistemi, contenenti sorgenti non lineari, deve essere eseguita utilizzando gli appositi grafici della Norma CEI EN 60079-25.

Nell'interconnessione di sorgenti di potenza con uscita non lineare, si deve tenere conto dell'interazione fra i circuiti che può causare un aumento considerevole della dissipazione dei componenti dei circuiti di regolazione; per questo si raccomanda di avere una sola sorgente di potenza non lineare combinata con sorgenti lineari e/o trapezoidali.

NOTA Una sorgente con caratteristica trapezoidale d'uscita è composta di un generatore di tensione, una resistenza di limitazione della corrente e da elementi limitatori di tensione (es. diodi Zener) connessi direttamente ai terminali d'uscita dell'insieme.

La procedura fornita dalla Norma CEI EN 60079-25 non è applicabile per Zona 0, quindi è valida solo per sistemi con livello di protezione "ib"

16.2.4.6 Sistemi Fieldbus a sicurezza intrinseca

L'uso della tecnologia Fieldbus consente di alimentare e, contemporaneamente, trasmettere/ricevere dati da dispositivi in campo, usando un singolo cavo bipolare.

La tipologia dei sistemi a Fieldbus è specificata nelle norme della serie CEI EN 61158; in particolare, per il livello fisico??, le caratteristiche sono:

- velocità di trasmissione: 31,25 kb/s;
- trasmissione: "Half-duplex" sincrona;
- modulazione: di corrente con codifica Manchester II;
- N° dispositivi sul bus: fino a 32 dispositivi sul bus;
- elementi attivi: uno solo alla volta;
- topologia: lineare o ad albero con terminazione.

In zone con pericolo d'esplosione, si può usare un sistema Fieldbus a sicurezza intrinseca come quello riportato in Fig. 16.2.4-G.

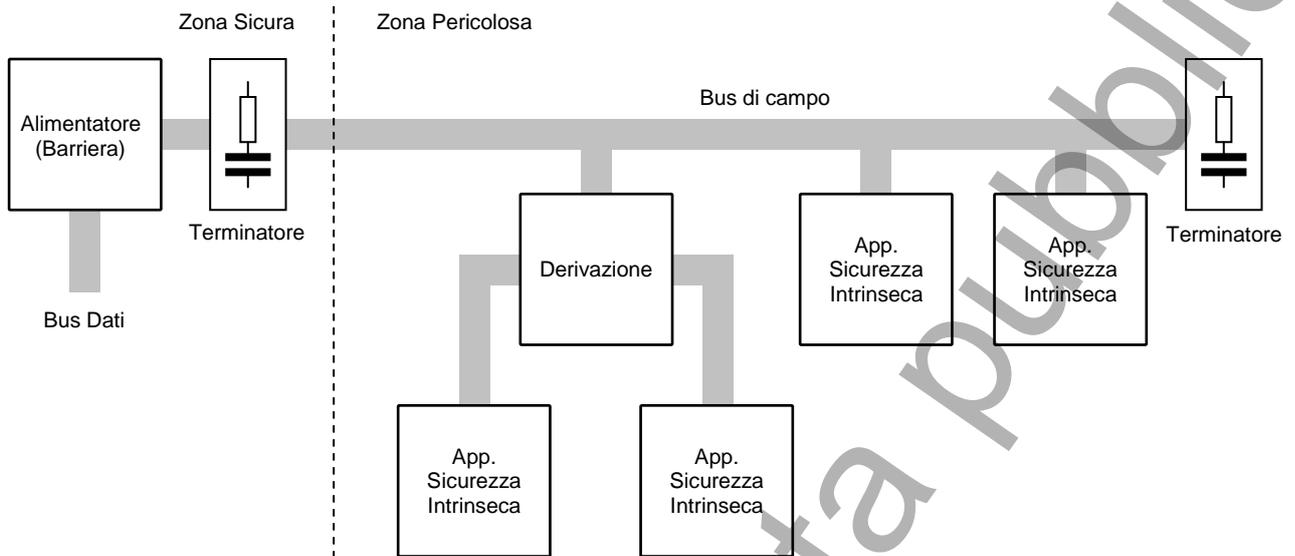


Fig. 16.2.4-G – Esempio di Fieldbus a sicurezza intrinseca

L'alimentatore, in zona sicura, fornisce la necessaria potenza per il corretto funzionamento dei dispositivi collegati ma, funge anche da apparecchiatura associata (barriera) per limitare l'energia verso la zona pericolosa e di solito si utilizza un'apparecchiatura associata con separazione galvanica perché non richiede il sistema di terra dedicato delle barriere a diodi Zener.

I dispositivi in campo sono collegati al bus in modo diretto o attraverso derivazioni e il trasferimento dei dati può avvenire solo quando sono "interrogati" dall'unità di comando.

I terminatori di linea sono necessari per mantenere la qualità del segnale digitale.

Il sistema di Fig. 16.2.4-F deve soddisfare le seguenti condizioni:

$$U_i \geq U_o, \quad I_i \geq I_o, \quad P_i \geq P_o, \quad C_o \geq (C_c + \sum C_i); \quad L_o \geq (L_c + \sum L_i)$$

dove:

- U_o, I_o, P_o parametri elettrici della barriera (alimentatore)
- U_i, I_i, P_i parametri elettrici dei dispositivi in campo, incluse le terminazioni.
- C_o massima capacità collegabile alla barriera (alimentatore)
- C_c capacità totale del bus di campo (derivazioni comprese)
- $\sum C_i$ sommatoria delle capacità dei dispositivi in campo
- L_o massima induttanza collegabile alla barriera (alimentatore)
- L_c induttanza totale del bus di campo (derivazioni comprese)
- $\sum L_i$ sommatoria delle induttanze dei dispositivi in campo

L'analisi di un sistema di questo genere, seppure fattibile (usando i parametri di ogni singola apparecchiatura), sarebbe molto complicata e i risultati potrebbero essere tanto riduttivi da limitare il numero dei dispositivi collegati e/o ridurre in modo sensibile la lunghezza utile del bus.

Prove sperimentali hanno dimostrato che la sicurezza intrinseca di un sistema a Fieldbus è garantita se sono rispettate le precise condizioni contenute in un modello, denominato FISCO, secondo il quale è necessario che tutti gli elementi del sistema: alimentatore, cavo, dispositivi di campo e terminatori presentino parametri elettrici compatibili con quelli previsti dal modello (Fig. 16.2.4-H).

NOTA FISCO è l'acronimo di Fieldbus Intrinsically Safe Concepti.

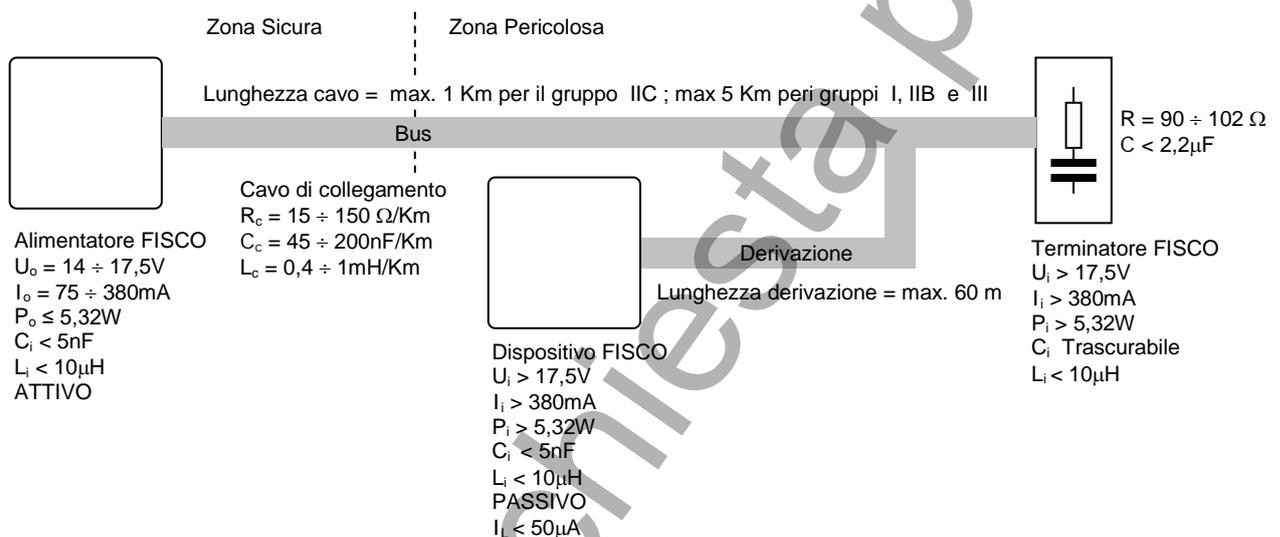


Fig. 16.2.4-H – I parametri del modello FISCO

L'analisi e il documento descrittivo del sistema si semplificano; infatti, è sufficiente elencare le apparecchiature coinvolte che, certificate e marcate con il termine "FISCO", possono essere utilizzate senza verificare la compatibilità fra i parametri, in quanto rispondenti ai requisiti del modello FISCO (riportati nella Fig. 16.2.4-H). [Ex 26!!!]

La massima lunghezza, sia per il cavo del bus sia per quello delle derivazioni, è quella ammessa dal modello FISCO.

I requisiti per i sistemi Fieldbus a sicurezza intrinseca, secondo il modello FISCO, sono specificati nelle norme CEI EN 60079-11 e CEI EN 60079-25, alle quali si rimanda per i particolari relativi alla costruzione, analisi e verifica di tali sistemi.

NOTA I requisiti per i sistemi FISCO erano specificati nella Norma CEI EN 60079-27 che è stata sostituita parte dalla CEI EN 60079-11 e parte dalla CEI EN 60079-25.

Tutte le apparecchiature di un sistema FISCO devono essere del medesimo gruppo di I, II o III e il livello di protezione del sistema ("ia", "ib" oppure "ic"), sarà determinato da quello meno restrittivo delle apparecchiature utilizzate nel sistema.

Il livello di protezione "ic" era denominato FNICO, derivato dal modello FISCO come specifico per zona 2; ora è identificato come FISCO "ic" che, rispetto al modello FISCO "ia" e "ib", permette una corrente lo maggiore (112 mA ÷ 570 mA) e fino a 20 μ H d'induttanza per i dispositivi in campo, mentre tutti gli altri parametri rimangono uguali; avendo più potenza disponibile, il modello FISCO "ic" ammette un maggior numero di dispositivi collegabili sul bus.

NOTA FNICO è l'acronimo di Fieldbus Non Incendive Concept, come era indicato dalla Norma CEI EN 60079-27. Il livello di protezione "ic" considera il funzionamento ordinario senza applicare alcun guasto. I cavi usati in sistemi FISCO devono soddisfare i requisiti previsti dalla Norma CEI EN 60079-25 e, nel caso di utilizzo di cavi multipolari (per più sistemi a Fieldbus), questi devono essere di tipo A o di tipo B.

NOTA Nessun guasto da applicare al cavo.

Per la misura dei parametri del cavo FISCO vedi allegato J della CEI EN 60079-14.

16.3 Installazioni rispondenti alle prescrizioni dell'EPL "Ga" o "Da"

Nei sistemi a sicurezza intrinseca che interessano zone dove è richiesto un livello di protezione EPL "Ga" (Zone 0), le apparecchiature a sicurezza intrinseca o semplici e quelle associate devono avere un livello di protezione "ia"; analogamente per le zone dove è richiesto un livello di protezione EPL "Da" (Zone 20), le apparecchiature devono essere conformi ai requisiti dell'CEI EN 60079-11 per il gruppo III e avere un livello di protezione "ia".

Nelle applicazioni, dove le apparecchiature a sicurezza intrinseca o quelle semplici sono installate in zona 0 o 20, è preferibile usare, come interfaccia, apparecchiature associate a separazione galvanica.

L'uso di barriere a diodi Zener è possibile solo se tutte le apparecchiature, connesse ai terminali in zona sicura delle barriere, sono isolate dalla rete di alimentazione tramite un trasformatore il cui primario sia protetto da un fusibile con adeguato potere d'interruzione (Fig.16.3-A).

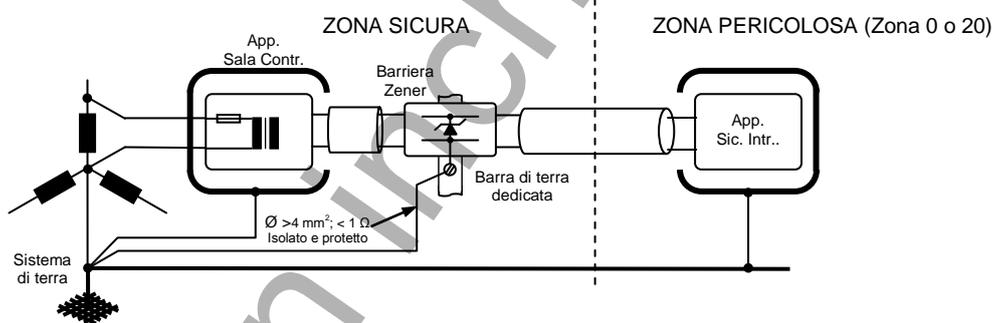


Fig. 16.3-A – Uso di barriere a diodi Zener per segnali da zona 0 o 20

Nel caso il circuito in zona 0 o 20 abbia già un punto a terra (es. termocoppia con giunto caldo a terra o sonda di conducibilità) questo deve essere l'unico punto del sistema connesso a terra a meno di dimostrare che non si verifichi alcuna condizione di guasto per la presenza di più connessioni a terra.

Se la messa terra del circuito è richiesta per motivi funzionali, la connessione deve essere eseguita fuori dalla zona 0 o 20, ma il più vicino possibile all'apparecchiatura che richiede l'EPL "Ga" o "Da".

Per sistemi a sicurezza intrinseca in cui il circuito è suddiviso in sotto-circuiti, quelli che si trovano in zona 0 o 20 devono avere un livello di protezione "ia", mentre per i sotto-circuiti che non si trovano in tali zone è sufficiente un livello di protezione "ib" o "ic" in relazione ai requisiti del luogo pericoloso.

Se dall'analisi del rischio risulta che un luogo pericoloso, per il quale è richiesto un EPL "Ga" o "Da", può essere soggetto all'impatto di fulmini e relative conseguenze, allora è necessario proteggere i circuiti dei sistemi a sicurezza intrinseca, installati nella zona pericolosa, dalle sovratensioni indotte, causate dal fenomeno atmosferico.

Esempi di tali situazioni sono i serbatoi di stoccaggio di liquidi infiammabili, le colonne di distillazione negli impianti petrolchimici dove, il rischio è generalmente associato all'estensione dell'impianto e/o alle apparecchiature esposte e non può essere ridotto semplicemente usando cavi o serbatoi interrati.

La Fig.16.3-B mostra un esempio applicativo di protezione (altre tecniche sono parimenti accettabili); il sensore all'interno della gabbia di Faraday di un serbatoio, contenente liquido infiammabile, genera il segnale elettrico, relativo alla grandezza fisica da misurare e, attraverso il trasmettitore a sicurezza intrinseca, lo invia all'apparecchiatura associata (in questo caso, una barriera a separazione galvanica) in zona sicura.

Un fulmine che colpisce il serbatoio genera una corrente che è dispersa attraverso le fondamenta della struttura e il collegamento di equalizzazione del potenziale; per la durata del fenomeno si sviluppa una tensione transitoria (tipicamente 60 kV), tra il punto d'impatto e il sistema di terra, che potrebbe danneggiare l'isolamento sia della apparecchiatura associata, sia dell'apparecchiatura a sicurezza intrinseca e creare una scarica laterale, all'interno del serbatoio, capace di innescare l'accensione dei vapori presenti e quindi l'esplosione.

La protezione si ottiene inserendo due dispositivi di soppressione delle sovratensioni, detti anche LPD (Lighting Protecting Device), uno installato il più vicino possibile, preferibilmente entro 1 m, dall'apparecchiatura a sicurezza intrinseca e l'altro vicino all'ingresso dell'apparecchiatura associata in zona sicura.

I dispositivi LPD devono essere in grado di supportare un picco di corrente di scarica di almeno 10 kA (8/20 μ S di impulso, secondo la norma IEC 60060-1, 10 operazioni) e il collegamento tra il dispositivo e il punto di messa a terra deve essere di rame e avere una sezione minima di 4mm².

Il sistema è indirettamente messo a terra in due punti, ma durante il funzionamento normale in queste connessioni non circola corrente perché occorre una tensione relativamente elevata per far fluire una corrente significativa, perciò i circuiti sono sufficientemente sicuri.

L'inclusione dei dispositivi di protezione, pur non influenzando sui parametri di tensione e corrente dei circuiti a sicurezza intrinseca, introduce tuttavia piccoli valori di capacità e induttanza che devono essere considerati nella verifica del sistema; il documento descrittivo deve includere la rete di soppressione dei transitori e la messa a terra indiretta in due punti deve essere analizzata descrivendo la motivazione della sua accettabilità

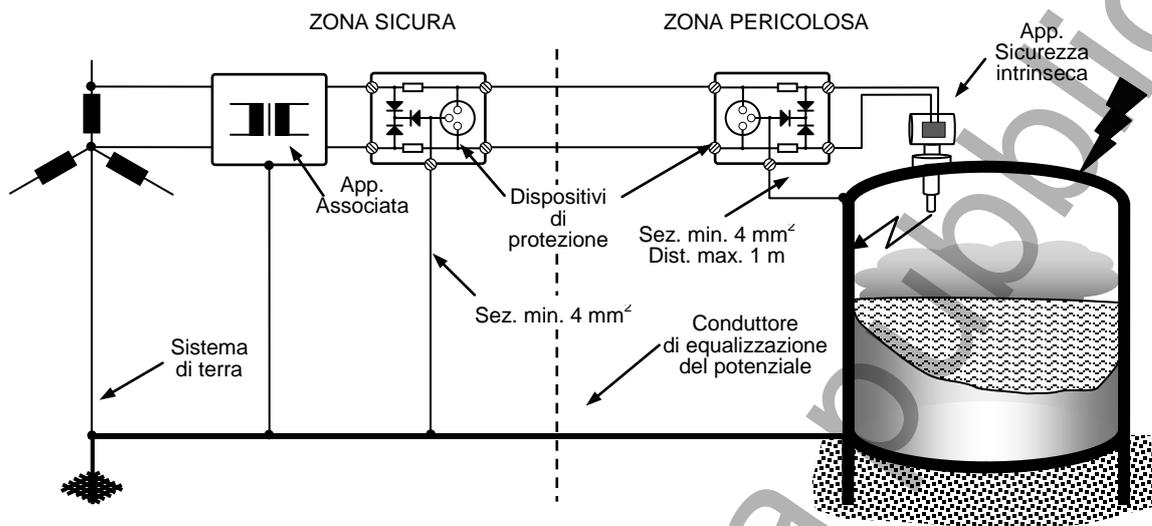


Fig. 16.3-B – Protezione di un circuito a sicurezza intrinseca contro le sovratensioni

La tensione d'innescio del dispositivo di protezione contro le sovratensioni deve essere stabilita dall'utilizzatore e da un esperto, in funzione dell'installazione specifica.

NOTA Ulteriori informazioni sull'uso dei dispositivi di protezione sono riportate nella Norma CEI EN 60079-25.

Il cavo tra l'apparecchiatura a sicurezza intrinseca e il dispositivo di protezione contro le sovratensioni, in un luogo che richiede un EPL "Ga" deve essere installato in modo da essere protetto dai fulmini.

16.4 Apparecchiature semplici

La norma sulla sicurezza intrinseca (CEI EN 60079-11) distingue fra le apparecchiature complesse che richiedono la certificazione e le apparecchiature semplici che non richiedono alcuna certificazione, né marcatura (ved.16.1.3.1).

Lo scopo è di permettere l'uso di apparecchiature, che non pregiudicano la sicurezza intrinseca di un sistema, senza dover ricorrere alla certificazione da parte di un organismo notificato.

È fondamentale stabilire, in base ai requisiti della CEI EN 60079-11, se un'apparecchiatura è effettivamente semplice oppure no e, se la decisione non è facile, allora l'apparecchiatura probabilmente non è semplice.

NOTA Nel caso, ricorrere al costruttore che può dichiarare se l'apparecchiatura è semplice oppure no.

Sebbene non sia obbligatorio certificare un'apparecchiatura semplice, non è escluso che il costruttore abbia preferito ricorrere all'omologazione del suo prodotto; in questo caso l'apparecchiatura è marcata, come richiesto dalla norma, ma può essere usata nel modo previsto per le apparecchiature semplici.

L'apparecchiatura semplice, per sua natura, non è legata all'EPL e può essere usata in ogni sistema a sicurezza intrinseca senza particolari problemi.

I componenti passivi come: interruttori, morsetti, cassette di connessione (Junction Boxes), connettori e spine possono essere incluse nei sistemi a sicurezza intrinseca senza modificare la valutazione del sistema; nel caso di elementi resistivi occorre tenere conto del possibile effetto di riscaldamento del componente ai fini della classificazione in temperatura (vedi 16.4.3).

I limiti di: 1.5 V, 0.1 A e 25 mW dei parametri elettrici generati, consentono di includere l'apparecchiatura semplice in un sistema intrinsecamente sicuro senza la necessità di ricalcolare la sicurezza del sistema.

I componenti reattivi, come capacità e induttanze, possono essere usate come apparecchiature semplici in un sistema, purché il loro valore sia noto e ben definito in modo da essere considerato nella valutazione della sicurezza del sistema; in genere, non è comune avere capacità e induttanze di dimensioni significative è il concetto di apparecchiatura semplice consente l'uso di piccoli condensatori (es. per il disaccoppiamento a radiofrequenza) senza analizzare di nuovo il sistema.

Nel caso, La capacità e l'induttanza totale, aggiunti al sistema, devono essere inferiore a 1% dei rispettivi parametri ammessi dalla sorgente di potenza (barriera) per ignorare il loro effetto nel sistema (vedi. 16.2.4.3).

Se l'apparecchiatura semplice non è in grado di sopportare una tensione di prova di $500 V_{ca}$ o $750 V_{cc}$, allora è considerata a terra e ciò deve essere tenuto in considerazione nell'analisi del sistema (vedi 16.2.3).

In conformità alla Norma CEI EN 60079-11, morsetti del circuito di una apparecchiatura semplice devono stare a una distanza di almeno 50 mm dai morsetti o dalle connessioni di altri circuiti non a sicurezza intrinseca oppure devono essere provvisti di mezzi di separazione per garantire tale distanza.

Le apparecchiature semplici, in sistemi a sicurezza intrinseca, devono essere facilmente identificabili tramite etichettatura durevole nel tempo e che può contenere informazioni supplementari come, ad esempio, il numero di riferimento del circuito cui è inserita.

16.4.1 Sistemi a sicurezza intrinseca con apparecchiature semplici

Un'apparecchiatura semplice può essere la sola collegata all'apparecchiatura associata (barriera) ma, spesso è inserita, in serie o in derivazione, in un circuito che comprende anche un'apparecchiatura a sicurezza intrinseca; un esempio è mostrato in Fig.16.4-A.

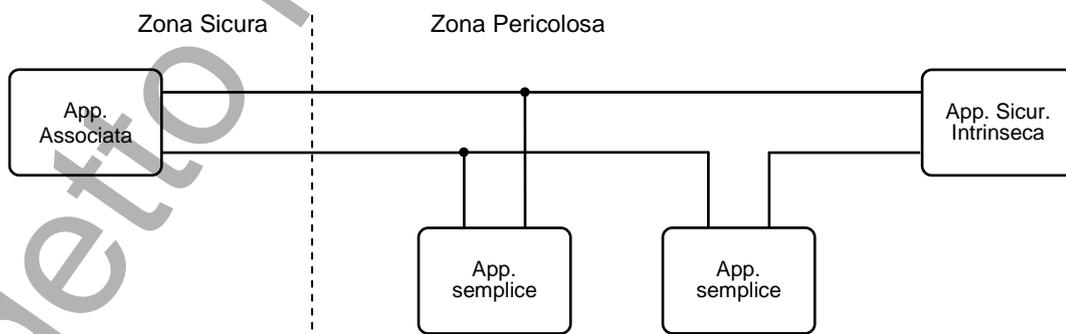


Fig. 16.4-A – Esempio di sistema a sicurezza intrinseca con apparecchiature semplici

Quando l'apparecchiatura semplice è la sola connessa all'apparecchiatura associata, i parametri (C_c e L_c) per il cavo di collegamento sono esattamente quelli (C_o e L_o) ammessi dalla barriera, purché la capacità e l'induttanza interne dell'apparecchiatura semplice siano inferiori all'1% di quelli ammessi dalla sorgente di potenza.

Nel caso generale mostrato dalla Fig.16.4-A, è necessario stabilire se e quanto le apparecchiature semplici possano influire sui parametri dell'insieme.

La difficoltà maggiore nell'utilizzo di apparecchiature semplici, in sistemi a sicurezza intrinseca, è la corretta scelta dell'apparecchiatura associata poiché è quest'ultima a determinare la sicurezza dell'insieme.

La scelta dipende da molteplici fattori: il tipo, la polarità e l'entità del segnale, l'isolamento da terra del circuito, e la presenza o meno di un sistema di equalizzazione del potenziale di terra.

Si deve stabilire se usare barriere a separazione galvanica o a diodi Zener e di quale tipo, ne consegue che la scelta deve essere fatta da persona competente in grado di garantire, sia la funzionalità, sia la sicurezza del sistema a sicurezza intrinseca.

16.4. Apparecchiature con parametri assimilabili a quelli delle apparecchiature semplici

Vi sono apparecchiature a sicurezza intrinseca (certificate) con parametri d'uscita equivalenti a quelli di un'apparecchiatura semplice, il cui uso più comune è per strumenti di misura, indicatori e soglie d'allarme installati in luoghi con pericolo d'esplosione e, come per le apparecchiature semplici, possono essere inserite in un circuito intrinsecamente sicuro con piccoli cambiamenti nella documentazione del sistema.

NOTA In genere queste apparecchiature a sicurezza intrinseca (certificate) sono alimentate direttamente dal circuito in cui sono inserite (auto-alimentate) ma, potrebbero anche essere alimentate da batterie

Quando più apparecchiature di questo tipo sono incluse nello stesso circuito, bisogna prestare attenzione per essere certi che non siano superati i parametri permessi per le apparecchiature semplici.

Un elemento favorevole nell'analisi, deriva dal fatto che la tensione d'uscita (U_o) di queste apparecchiature è presente solo in condizioni di guasto e che l'applicazione del conteggio dei guasti deve essere fatta considerando il sistema nel suo insieme pertanto, si può applicare un guasto alla volta delle apparecchiature e valutare la sicurezza per la combinazione più sfavorevole dei loro parametri d'uscita.

Questa considerazione è accettabile per sistemi "ib" in Zona 1 mentre, per sistemi "ia" in

Zona 0 è necessaria una conoscenza dettagliata dei parametri; sfortunatamente tali dati non sono sempre disponibili e quindi la valutazione non è normalmente applicata in sistemi "ia".

Se è noto che i parametri dell'apparecchiatura sono puramente resistivi, allora qualsiasi numero di apparecchiature può essere incorporato in sistemi "ic"

Un esempio d'analisi di un sistema contenente più apparecchiature assimilabili a quelle semplici è qui di seguito esposto con riferimento alla Fig.16.4-B.

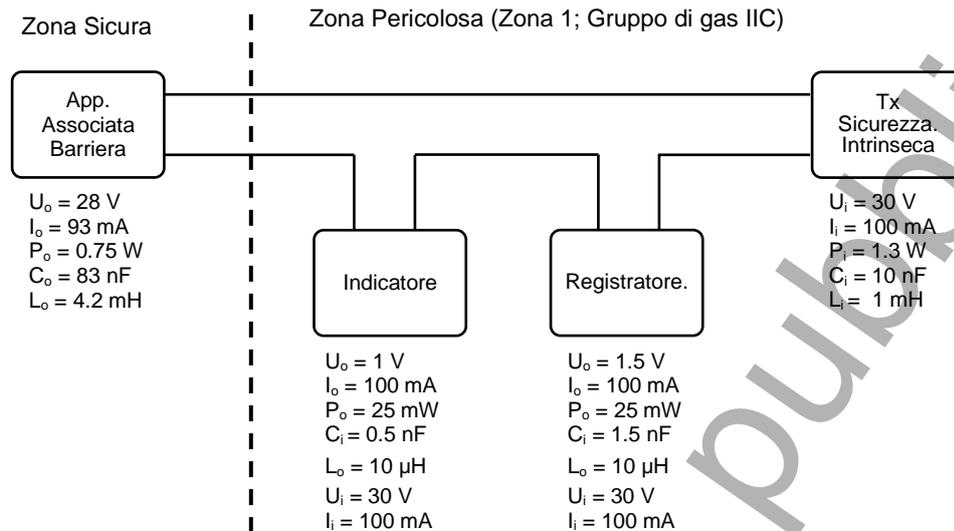


Fig. 16.4-B – Esempio di sistema con apparecchiature assimilabili a quelle semplici

Il sistema è in Zona 1 quindi si applica un guasto alla volta e si considerano i parametri più sfavorevoli seguendo lo procedura qui sotto riportata.

- I) La massima tensione ai capi del Tx sarà:
 $\sum U_o \leq U_i$; $28 \text{ V} + 1,5 \text{ V} = 29,5 \text{ V} < 30 \text{ V}$ **verifica positiva** (il valore di 1,5 V è quello del registratore)
- II) La corrente massima nel circuito sarà:
 $I_o \leq I_i$; $93 \text{ mA} < 100 \text{ mA}$ **verifica positiva** (il valore è determinato dalla barriera)
- III) La massima potenza sul Tx sarà:
 $\sum P_o \leq P_i$; $0,75 \text{ W} + 0,025 \text{ W} = 0,775 \text{ W} < 1,3 \text{ W}$ **verifica positiva**
- IV) Dalle curve della CEI EN 60079-11, applicando il coefficiente di sicurezza 1.5 alla tensione U_o del sistema che è diventata 29.5 V, si deriva la massima capacità ammessa che risulta pari a 70 nF.

La massima capacità C_c ammessa per il cavo sarà:

$$C_c \leq (C_o - \sum C_i); C_c \leq (70 \text{ nF} - (10 \text{ nF} + 0,5 \text{ nF} + 1,5 \text{ nF})) \leq 58 \text{ nF}$$

La massima induttanza L_c ammessa per il cavo sarà:

$$L_c \leq (L_o - \sum L_i); L_c \leq (4,2 \text{ mH} - 1 \text{ mH}) \leq 3,2 \text{ mH}; \text{L'induttanza di } 10 \text{ } \mu\text{H} \text{ è considerata trascurabile.}$$

Da notare che i parametri C_o e L_o della barriera sono quelli per il gruppo di gas IIC; ovviamente, se il gas presente in zona pericolosa appartiene a un gruppo diverso (IIB o IIA) l'analisi va fatta con i parametri del gruppo di gas corrispondente.

Nel documento descrittivo il sistema sarà classificato: Ex ib IIC adatto per Zona 1.

Se il sistema fosse per Zona 0 si devono considerare due guasti e fare le sommatorie di $\sum U_o$ e $\sum P_o$ nel caso più sfavorevole; la corrente (I_o) rimane quella della barriera.

Se il sistema fosse per Zona 2, la condizione è di normale funzionamento, non si applica alcun guasto, e non c'è alcuna limitazione nel numero di apparecchiature che si possono usare in serie nel circuito.

16.4.3 La classificazione in temperatura delle apparecchiature semplici

Le apparecchiature semplici devono essere classificate per la massima temperatura superficiale che possono sviluppare nelle condizioni di guasto ed è compito del progettista del sistema determinare la classe di temperatura in base alla massima potenza P_o che può essere trasferita dalla sorgente di potenza del circuito in cui sono installate.

La massima temperatura superficiale deve essere calcolata come segue:

$$T = P_o \cdot R_{th} + T_{amb}$$

Dove:

T è la temperatura superficiale;

P_o è la massima potenza trasferita dalla costruzione associata;

R_{th} è la resistenza termica (K/W) (specificata dal fabbricante per le condizioni di installazione applicabili);

T_{amb} è la temperatura ambiente nel punto di installazione della costruzione semplice

È dimostrato sia teoricamente, sia praticamente che più è piccola la superficie riscaldata, più è alta la temperatura richiesta per accendere una data atmosfera esplosiva.

Per piccoli componenti, come transistori o resistenze, è ammesso che superino la temperatura permessa dalla classe di temperatura purché siano rispettate le condizioni di seguito descritte.

Al componente, che presenta un'area superficiale superiore a 20 mm² può essere assegnata una classe di temperatura T4, se la massima potenza fornita dalla sorgente di potenza non supera i valori indicati nella seguente tabella.

NOTA L'adeguamento dei limiti massimi di potenza non può essere applicato per il Gruppo III.

Max. Temperatura ambiente	°C	40	50	60	70	80
Max. Potenza dissipata	W	1,3	1,25	1,2	1,1	1,0

Alle apparecchiature semplici può essere assegnata una classe di temperatura T4 o T5 in base alle seguenti condizioni:

- componenti con un'area superficiale inferiore a 20 mm² (esclusi i reofori) possono essere classificati T4 se la loro temperatura superficiale non supera i 275 °C;
- componenti con un'area superficiale superiore a 20 mm² ma inferiore a 1000 mm² (esclusi i reofori) possono essere classificati T4 se la loro temperatura superficiale non supera i 200 °C;
- componenti con un'area superficiale inferiore a 1 000 mm² (esclusi i reofori) possono essere classificati T5 se la loro temperatura superficiale non supera i 150 °C.

Per le apparecchiature semplici, come interruttori, contatti, connettori e morsetti, se usati entro i loro limiti d'impiego, si può assumere che abbiano una sovratemperatura di 40 K, allora la classe di temperatura è:

- T6 a una temperatura ambiente massima di 40 °C;
- T5 a una temperatura ambiente massima di 55 °C;
- T4 a una temperatura ambiente massima di 80 °C.

Nella pratica, non è semplice progettare un sistema che possa essere usato con gas che richiedono la classe di temperatura più restrittiva, ma attualmente il solo gas con classe di temperatura T6 è il solfuro di carbonio (CS₂) quindi, una classe di temperatura T4 è in genere adeguata.

Se, per qualsiasi ragione, non è evidente che la massima temperatura superficiale sia ben inferiore a 135 °C (ad esempio 100 °C) allora, con grande probabilità, l'apparecchiatura non è semplice.

16.5 Scatole morsetti

PREMESSA

La norma si riferisce a *scatole morsetti* e mai a custodie, armadi, quadri e simili contenenti apparecchiature; tuttavia, le regole applicabili ai morsetti contenuti in scatole, sono applicabili anche a quelli contenuti in custodie, armadi, quadri e simili.

16.5.1 Generalità

Una custodia, contenente circuiti a sicurezza intrinseca separati, deve garantire un grado di protezione minimo affinché la loro segregazione non sia compromessa dalla presenza di umidità o per l'eventuale ingresso di polvere o per l'accesso a parti conduttrici; tali situazioni potrebbero portare a una combinazione di circuiti che non è stata valutata.

La custodia deve essere adatta alle condizioni ambientali del luogo di utilizzo, si consiglia un grado di protezione minimo IP54.

NOTA I dispositivi d'ingresso cavi devono mantenere il grado di protezione della custodia.

Le custodie contenenti circuiti a sicurezza intrinseca dovrebbero essere ben identificabili e portare un segnale di avvertimento tipo: "ATTENZIONE – CIRCUITI A SICUREZZA INTRINSECA" o una scritta equivalente.

Da notare che, l'utilizzo di custodie a sicurezza aumentata, dotate di morsetti a sicurezza aumentata, soddisfa i requisiti d'installazione.

La segregazione tra i morsetti dei circuiti a sicurezza intrinseca e le parti collegate a terra deve essere di almeno 3 mm, vedi Fig.16.5-A.

Ove applicabile, devono essere soddisfatte le prescrizioni della CEI EN 60079-0 per le custodie non metalliche e loro parti (es. resistenza all'urto, resistenza alla luce, invecchiamento artificiale) o per le custodie metalliche e loro parti (es. resistenza all'urto, quantità di metallo leggero utilizzato nelle leghe).

Se offrono un'integrità simile contro interferenze e danneggiamenti, possono essere utilizzati metodi alternativi di montaggio.

16.5.2 Scatole morsetti con un solo circuito a sicurezza intrinseca

Per un singolo circuito a sicurezza intrinseca, non ci sono prescrizioni supplementari.

16.5.3 Scatole morsetti con più di un circuito a sicurezza intrinseca

Nelle custodie contenenti più circuiti a sicurezza intrinseca, che non sono stati valutati come combinazione, i terminali devono garantire una distanza minima di 6 mm, fra le parti conduttrici nude degli elementi di connessione di circuiti a sicurezza intrinseca diversi, vedi Fig.16.5-A.

16.5.4 Scatole morsetti con circuiti a sicurezza intrinseca e circuiti non a sicurezza intrinseca

Le custodie, che contengono circuiti sia a sicurezza intrinseca sia non a sicurezza intrinseca, devono essere conformi alle seguenti prescrizioni minime:

- a) se installata in un luogo pericoloso, la custodia e gli eventuali componenti non a sicurezza intrinseca, in essa contenuti, devono essere dotati di un modo di protezione adeguato alla classificazione del luogo;
- b) la distanza di separazione in aria, tra le parti conduttrici nude dei circuiti a sicurezza intrinseca e quelle dei circuiti non a sicurezza intrinseca, deve essere almeno di 50 mm. Nel caso, disporre un setto di separazione isolante o metallico collegato a terra, tale da garantire la distanza di 50 mm in ogni direzione attorno al setto stesso o, in alternativa, deve essere esteso fino a 1,5 mm dalle pareti della custodia, ved Fig.16.5-A;

NOTA I setti di separazione devono essere rigidi e robusti con spessore di almeno 0,45 mm se metallici e almeno 0,9 mm se non metallici.

- c) i coperchi delle custodie, che permettono l'accesso a parti in tensione di circuiti non a sicurezza intrinseca, devono avere una targa con scritto "ATTENZIONE – NON APRIRE QUANDO IN TENSIONE"; oppure
- d) tutte le parti nude in tensione, di circuiti non a sicurezza intrinseca, devono avere un coperchio interno separato che assicuri, quando la custodia dell'apparecchiatura viene aperta, un grado di protezione minimo IP30; sul coperchio interno deve essere prevista una targa supplementare con scritto "ATTENZIONE – CIRCUITI NON A SICUREZZA INTRINSECA PROTETTI MEDIANTE COPERCHIO INTERNO IP30".

NOTA Il coperchio interno fornisce un livello minimo di protezione quando la custodia deve essere aperta per brevi periodi, ad esempio per la manutenzione/regolazione sotto tensione di circuiti a sicurezza intrinseca. Il coperchio non è previsto per fornire protezione dalle scosse elettriche.

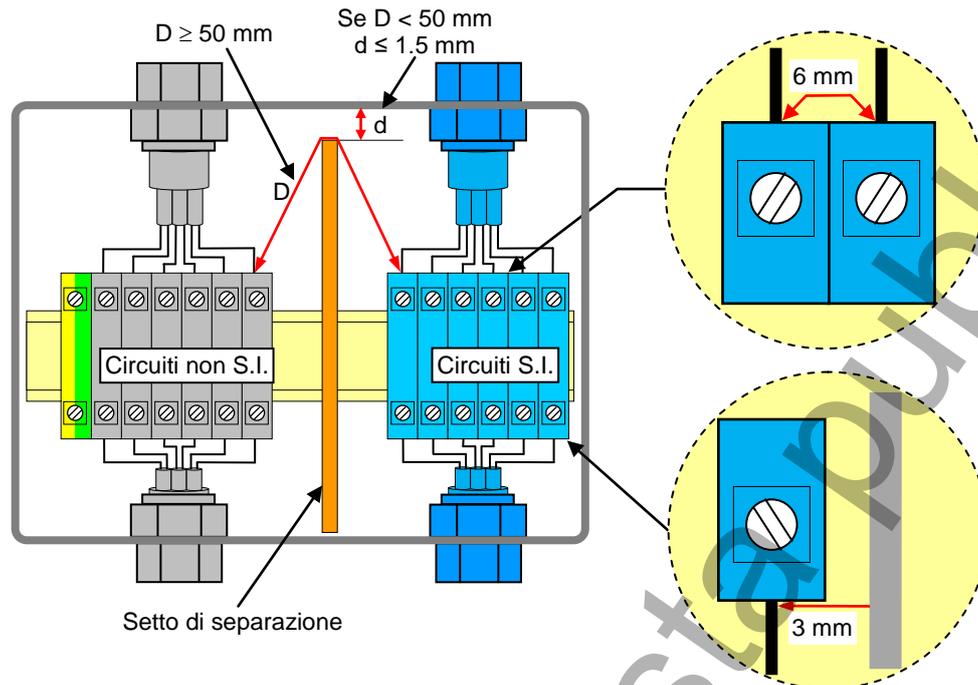


Fig. 16.5-A – Esempio di scatola morsetti

I morsetti dei circuiti a sicurezza intrinseca devono essere identificati in modo chiaro e duraturo affinché non siano confusi con quelli dei circuiti non a sicurezza intrinseca; se a questo scopo si utilizza un colore, questo deve essere il blu chiaro a patto che tale colore non sia già stato usato per altri elementi non a sicurezza intrinseca.

Occorre prestare attenzione alla disposizione dei terminali e del metodo di cablaggio per rendere improbabile il contatto fra i circuiti, nel caso un filo si scollegi dal proprio terminale (es. tramite fascette ferma-cavo).



Fig. 16.5-B – Quadro di controllo con barriere, alimentatori e componenti "i"

La Fig.16.5-C è un esempio d'installazione non corretta di circuiti a sicurezza intrinseca e non a sicurezza intrinseca, nella stessa cassetta (eccessiva lunghezza dei fili, poca di separazione fra i cavi, mancanza di fascette, uso scorretto del colore blu).



Fig. 16.5-C – Esempio di cablaggio non corretto

16.5.5 Spine e prese a spina utilizzate per connessione esterne

Spine e prese a spina (connettori maschi e femmine) utilizzate per la connessione di circuiti a sicurezza intrinseca esterni devono essere separate e non intercambiabili con quelle di circuiti non intrinsecamente sicuri.

Se l'apparecchiatura è provvista di più di una spina e presa per le connessioni esterne e il loro scambio può compromettere il modo di protezione, tali spine e prese devono essere disposte in modo che lo scambio non sia possibile, ad esempio, mediante chiavi d'accoppiamento dedicate oppure devono essere identificate, ad esempio, mediante contrassegni o colori codificati, per rendere evidente lo scambio.

Quando un connettore contiene circuiti di terra e il modo di protezione dipende dalla connessione a terra, allora il connettore dovrebbe essere costruito in conformità alle prescrizioni relative ai morsetti, alle connessioni e ai conduttori di terra della CEI EN 60079-11.

16.6 Applicazioni particolari

Per alcune applicazioni particolari, quali il monitoraggio di cavi di potenza, i circuiti che utilizzano i principi della sicurezza intrinseca sono compresi nello stesso cavo dei circuiti di potenza.

Tali installazioni richiedono una specifica analisi dei rischi connessi.

Per le applicazioni particolari sono ammessi circuiti a sicurezza intrinseca e non a sicurezza intrinseca all'interno dello stesso assieme di spine e prese, a condizione che la progettazione risponda alle prescrizioni della CEI EN 60079-11 e di quella della serie CEI EN 60079 relativa al modo di protezione utilizzato per proteggere i circuiti che non sono a sicurezza intrinseca e quelli cui non è richiesta la sicurezza intrinseca quando gli altri circuiti sono alimentati.

17 Prescrizioni supplementari per le custodie a sovrappressione interna

[ALLO STUDIO. Si rimanda al corrispondente capitolo della Norma].

18 Prescrizioni supplementari per il modo di protezione “n”

[ALLO STUDIO. Si rimanda al corrispondente capitolo della Norma].

19 Prescrizioni supplementari per il modo di protezione “o” – immersione in olio

[ALLO STUDIO. Si rimanda al corrispondente capitolo della Norma].

20 Prescrizioni supplementari per il modo di protezione “q” – riempimento pulverulento

[ALLO STUDIO. Si rimanda al corrispondente capitolo della Norma].

21 Prescrizioni supplementari per il modo di protezione “m” – Incapsulamento

[ALLO STUDIO. Si rimanda al corrispondente capitolo della Norma].

22 Prescrizioni supplementari per il modo di protezione “op” – radiazione ottica

[ALLO STUDIO. Si rimanda al corrispondente capitolo della Norma].

23 Prescrizioni supplementari per il modo di protezione “t” – protezione mediante custodia

[ALLO STUDIO. Si rimanda al corrispondente capitolo della Norma].

Appendice GA

Verifica iniziale

Schede di verifica per apparecchiature specifiche

PREMESSA

La presente Appendice GA si riferisce solo alla "Verifica iniziale" (verifica di conformità) di cui al par. 4.3 e riguarda esclusivamente gli aspetti direttamente connessi con il pericolo di accensione (innesco) che potrebbe derivare dagli impianti elettrici siti in luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas e vapori infiammabili o polveri combustibili; esse sono pertanto integrative delle prescrizioni generali per le verifiche degli impianti elettrici, per le quali si rimanda alle norme e guide CEI specifiche.

NOTA 1 Le schede di verifica sono derivate dalla CEI EN 60079-17, per quanto relativo alle verifiche approfondite.

Le Tab. C.1, C.2 e C.3 riportano la lista delle verifiche di apparecchiature specifiche.

Tabella C.1 – Lista delle verifiche iniziali per Ex “d”, Ex “e”, Ex “n” e Ex “t”

Per i modi di protezione “m”, “o”, “op”, “q” può essere utilizzata la presente Tabella C1 relativamente alle custodie e al loro contenuto.

Controllare che:		Ex “d”	Ex “e”	Ex “n” Ex “t”
		Grado della verifica: Approfondito		
A	GENERALITA' (PER TUTTE LE APPARECCHIATURE)			
1	L'apparecchiatura elettrica sia adatta alle prescrizioni della zona /EPL del luogo ove installata. <i>Vedere il Cap.5, la documentazione del fornitore dell'apparecchiatura, il DPE, la documentazione di classificazione dei luoghi (zone) e confrontare i dati con quelli di targa.</i> <i>Per le apparecchiature dove in targa, nel numero del certificato compare la lettera “X” deve essere verificato anche il certificato di conformità emesso dall'organismo di certificazione.</i>	X	X	X
2	Il gruppo dell'apparecchiatura elettrica sia corretto. <i>Vedere 5.5, esaminare la documentazione del fornitore dell'apparecchiatura, la documentazione di classificazione dei luoghi (zone) e confrontare i dati con quelli di targa.</i>	X	X	X
3	La classe di temperatura dell'apparecchiatura elettrica sia corretta (solo per i gas). <i>Vedere 5.6, la documentazione del fornitore dell'apparecchiatura, la documentazione di classificazione dei luoghi (zone) e confrontare i dati con quelli di targa.</i>	X	X	n
4	La massima temperatura superficiale dell'apparecchiatura sia corretta <i>Vedere 5.6, esaminare la documentazione del fornitore dell'apparecchiatura, la documentazione di classificazione dei luoghi (zone) e confrontare i dati con quelli di targa.</i>	X	X	t
5	Il grado di protezione (IP) dell'apparecchiatura sia adeguato per il livello di protezione/il gruppo/la conducibilità. <i>Vedere 5.4, esaminare la documentazione del fornitore dell'apparecchiatura, la documentazione di classificazione dei luoghi (zone) e confrontare i dati con quelli di targa.</i> <i>Nelle apparecchiature, involucri e scatole, i fori non utilizzati siano correttamente tappati; nei quadri, il fondo sia chiuso.</i>	X	X	X
6	L'identificazione del circuito dell'apparecchiatura elettrica sia corretta <i>Vedere la documentazione di progetto e confrontare con l'apparecchiatura e/o il cavo.</i> <i>L'apparecchiatura deve essere provvista di un contrassegno permanente che indichi la sorgente di alimentazione.</i> <i>L'apparecchiatura, oppure il cavo, deve essere provvista di un numero di identificazione nelle immediate vicinanze dell'apparecchiatura.</i> <i>La sorgente di alimentazione può essere individuata da un disegno, o da un elenco, sul quale sia segnato un riferimento al numero riportato sull'apparecchiatura o sul cavo. Il componente deve essere individuato in maniera chiara ed inequivocabile su un disegno nel quale il punto di alimentazione sia identificato tanto direttamente che indirettamente per mezzo di un elenco.</i>	X	X	X
7	L'identificazione del circuito dell'apparecchiatura elettrica sia disponibile <i>Verificare l'apparecchiatura e la sua connessione</i>	X	X	X
8	La custodia, le parti in vetro e le guarnizioni e/o i materiali di tenuta tra le parti in vetro e le parti metalliche siano in condizioni soddisfacenti. <i>Verificare l'apparecchiatura</i>	X	X	X
9	Non ci siano danni o modifiche non autorizzate <i>Esaminare la documentazione del fabbricante e confrontare con l'apparecchiatura</i>	X	X	X
10	Non ci siano segni evidenti di modifiche non autorizzate <i>Esame visivo dell'apparecchiatura</i>	X	X	X

continua

continuazione

Controllare che:		Ex "d"	Ex "e"	Ex "n" Ex "t"
		Grado della verifica: Approfondito		
11	Viterie, dispositivi di ingresso cavi (diretti e indiretti) ed elementi di chiusura siano di tipo corretto e siano completi ed ben serrati. <i>Verificare che le viterie (mezzi di unione) e i dispositivi di ingresso cavi installati siano conformi alla documentazione del fornitore, al certificato di conformità e alla documentazione di classificazione dei luoghi (zone).</i>	X	X	X
12	I coperchi filettati delle custodie siano del tipo corretto, ben serrati e bloccati <i>Esaminare la documentazione del fornitore e confrontare con i tipi di coperchi installati.</i> <i>Controllare che i coperchi siano serrati a fondo e, ove previsto, essere bloccati (es. con il grano filettato)</i>	X		
13	Le superfici dei giunti piani siano pulite e non danneggiate e le eventuali guarnizioni siano in condizioni soddisfacenti e ben posizionate. <i>I giunti che normalmente non si possono smontare non è necessario che siano sottoposti alle verifiche di cui in A13 e A16.</i> <i>Se le custodie sono state verniciate dopo l'installazione, la vernice non deve essersi infiltrata nel giunto.</i>	X		
14	Le condizioni delle guarnizioni delle custodie siano soddisfacenti. <i>Per i giunti che normalmente non si possono smontare non è necessario che siano eseguite verifiche approfondite, fatti salvi i casi in cui, da una verifica ravvicinata, sussistano dubbi sulle condizioni delle guarnizioni.</i> <i>Per le custodie apribili, invece, tutte le custodie devono essere aperte e accertato il buon stato delle guarnizioni.</i>	X	X	X
15	Non ci siano segni evidenti dell'ingresso di acqua e polvere all'interno della custodia in conformità con il relative grado IP. <i>Le custodie devono essere aperte e accertata l'assenza di segni evidenti di ingresso acqua e polvere.</i>	X	X	X
16	Le dimensioni degli interstizi delle giunzioni flangiate siano: – entro i limiti stabiliti così come indicato nella documentazione del fabbricante, oppure – entro i limiti massimi consentiti dalle norme di costruzione in vigore alla data dell'installazione, oppure – entro i limiti massimi consentiti dalla documentazione disponibile presso l'installazione. <i>La verifica deve essere eseguita solo sui giunti di tipo smontabile e quando l'esame a vista delle superfici di una giunzione flangiata suggerisca che le dimensioni possono essere state superate.</i> <i>Confrontare le dimensioni con la documentazione del fabbricante.</i> <i>(vedere le Note alla Tabella C.1)</i>	X		
17	Le connessioni elettriche siano ben serrate <i>La verifica, eseguita con l'uso di utensili (attrezzi) deve essere eseguita quando, da una verifica ravvicinata sussistano dubbi sul serraggio delle connessioni.</i> <i>(vedere le Note alla Tabella C.1)</i>		X	X
18	I morsetti non utilizzati siano ben serrati <i>La verifica approfondita con l'uso di utensili (attrezzi) deve essere eseguita quando, da una verifica ravvicinata sussistano dubbi sul serraggio delle connessioni.</i> <i>(vedere le Note alla Tabella C.1)</i>		X	n
19	I dispositivi di interruzione in cella chiusa ed a chiusura ermetica non siano danneggiati. <i>Questa verifica riguarda le apparecchiature con modo di protezione "n"</i> <i>Verificare l'apparecchiatura.</i>			n

continua

continuazione

Controllare che:		Ex "d"	Ex "e"	Ex "n" Ex "t"
		Grado della verifica: Approfondito		
20	I componenti incapsulati non siano danneggiati <i>Questa verifica riguarda i componenti "e" delle apparecchiature con modo di protezione composto "de" e le apparecchiature con modo di protezione "n"</i> - Verificare l'apparecchiatura.		X	n
21	I componenti a prova d'esplosione non siano danneggiati <i>Questa verifica riguarda i componenti "d" delle apparecchiature con modo di protezione composto "de" e le apparecchiature con modo di protezione "n"</i> - Verificare l'apparecchiatura		X	n
22	La custodia a respirazione limitata sia in condizioni soddisfacenti – (solo per il modo di protezione "nR") <i>Verificare l'apparecchiatura</i>			n
23	Il dispositivo di prova, sia predisposto, e sia funzionante – (solo per il modo di protezione "nR") <i>Verificare l'apparecchiatura</i>			n
24	La prova della respirazione limitata sia soddisfacente – (solo per il modo di protezione "nR")	X	X	n
25	I dispositivi di respirazione e drenaggio siano in condizioni soddisfacenti <i>Verificare l'apparecchiatura facendo riferimento alla norma di prodotto</i>	X	X	n
APPARECCHIATURE SPECIFICHE (ILLUMINAZIONE)				
26	Le lampade fluorescenti non presentino segni e/o fenomeni riconducibili agli effetti di fine-vita (EOL) <i>Verificare l'apparecchiatura</i>		X	X
27	Le lampade a scarica ad alta intensità non presentino segni e/o fenomeni riconducibili agli effetti di fine-vita (EOL) <i>Verificare l'apparecchiatura</i>	X	X	X
28	Il tipo delle lampade, i parametri nominali, la configurazione e la posizione dei dispositivi di connessione (spinotti) siano corretti. <i>Vedere il par. 5.12, il Cap.12, esaminare la documentazione del fornitore dell'apparecchiatura, la documentazione di classificazione dei luoghi (zone) e confrontare i dati con quelli di targa.</i> <i>Per le apparecchiature dove in targa, dopo il numero del certificato compare una lettera "X" deve essere verificato anche il certificato di conformità emesso dall'organismo di certificazione.</i>	X	X	X
APPARECCHIATURE SPECIFICHE (MOTORI)				
29	Le ventole dei motori siano ad una distanza sufficiente dalla custodia e/o dagli elementi di protezione (coperchi), i sistemi di raffreddamento non siano danneggiati, le fondazioni non presentino segni di sgretolamento o crepe. <i>Vedere il Cap. 6 e verificare l'apparecchiatura.</i>	X	X	X
30	Il flusso dell'aria di ventilazione non sia impedito <i>Verificare che le griglie di protezione della ventola e gli eventuali filtri dell'aria siano correttamente installati e puliti.</i>	X	X	X
31	La resistenza d'isolamento degli avvolgimenti del motore sia soddisfacente <i>Eseguire le misure con la macchina a temperatura ambiente, facendo riferimento, per le modalità di esecuzione e ai valori accettabili alle norme di prodotto e guide CEI di riferimento (es. Guida CEI 64-14), nonché alle istruzioni del fabbricante.</i> <i>Registrazione i valori misurati (es. tra le singole fasi e le altre connesse al PE) e l'esito della prova (es. positiva, negativa). Riportare anche la data di esecuzione e le condizioni ambientali durante la prova (es. ambiente: interno, o esterno, o protetto, temperatura, clima: asciutto, o umido, o bagnato).</i>	X	X	X

continua

continuazione

Controllare che:		Ex "d"	Ex "e"	Ex "n" Ex "t"
		Grado della verifica: Approfondito		
B	IMPIANTI – GENERALITA'			
1	Il tipo di cavo sia appropriato <i>Vedere il Cap. 9, esaminare la documentazione di classificazione dei luoghi (zone), la documentazione del fornitore del cavo e confrontare le prescrizioni con le caratteristiche del cavo installato.</i>	X	X	X
2	I cavi non presentino danni evidenti. <i>Verificare i cavi sul posto.</i> <i>Per quelli interrati è opportuna una misura d'isolamento prima di ricoprire i cavi con la sabbia e la terra per evidenziare eventuali cavi danneggiati; per le modalità di esecuzione e i valori accettabili fare riferimento alle norme di prodotto e guide CEI (es. Guida CEI 64-14),</i>	X	X	X
3	La sigillatura di passanti, condotti, tubi e/o tubi protettivi sia soddisfacente <i>Vedere il Cap. 9 e verificare quanto realizzato</i>	X	X	X
4	I raccordi di bloccaggio e le muffole dei cavi siano correttamente riempiti. <i>Vedere il Cap. 9 e verificare quanto realizzato</i>	X		
5	Sia mantenuta l'integrità dei sistemi con tubo protettivo e la relativa interfaccia con sistemi misti <i>Vedere il Cap. 9 e verificare sul posto.</i>	X	X	X
6	I conduttori di terra, compresi tutti i collegamenti equipotenziali supplementari, siano soddisfacenti, per es. le connessioni siano serrate ed i conduttori abbiano una sezione sufficiente. <i>Verifica dell'impianto (es. le connessioni siano serrate a fondo, i conduttori abbiano una sezione sufficiente e le guaine dei conduttori siano di colore giallo/verde)</i>	X	X	X
7	L'impedenza dell'anello di guasto (sistema TN) o la resistenza di terra (sistema IT) sia soddisfacente <i>Eeguire le misure con i cavi e le apparecchiature a temperatura ambiente, facendo riferimento, per le modalità di esecuzione e ai valori accettabili alle norme di prodotto e guide CEI di riferimento (es. Guida CEI 64-14), nonché alle istruzioni del fabbricante.</i> <i>Registrare i valori misurati (es. tra le singole fasi e le altre connesse al PE) e l'esito della prova (es. positiva, negativa). Riportare anche la data di esecuzione e le condizioni ambientali (es. ambiente: interno, o esterno, o protetto, temperatura, clima: asciutto, o umido, o bagnato).</i>	X	X	X
8	I dispositivi di protezione ad intervento automatico siano regolati correttamente (non sia possibile il ripristino automatico) <i>Verificare l'apparecchiatura e confrontare con la documentazione di progetto e la documentazione del fabbricante.</i>	X	X	X
9	I dispositivi di protezione ad intervento automatico operino entro i limiti consentiti <i>(vedere le Note alla Tabella C.1)</i>	X	X	X
10	Le condizioni d'uso specifiche (se applicabili) siano rispettate. <i>Verificare le condizioni d'uso specifiche e confrontarle con quelle riportate nei documenti di progetto e nelle istruzioni dei fabbricanti.</i>	X	X	X
11	Le estremità dei cavi non utilizzati siano correttamente protette. <i>Vedere il Cap. 9 e verificare sul posto.</i>	X	X	X
12	Gli ostacoli adiacenti ai giunti flangiati delle custodie a prova di esplosione siano in accordo con la Norma CEI EN 60079-14, par.14.2. <i>Vedere il par. 14.2 della norma e verificare sul posto.</i>	X		
13	Le installazioni a tensione/frequenza variabili siano conformi alla pertinente documentazione. <i>Esaminare la documentazione di progetto e quella del fabbricante</i>	X	X	X

continua

Continuazione

Controllare che:		Ex "d"	Ex "e"	Ex "n" Ex "t"
		Grado della verifica: Approfondito		
IMPIANTI – SISTEMI SCALDANTI (ved. il Cap. 13 e l'Allegato F della norma)				
14	I sensori di temperatura siano funzionanti in conformità alla documentazione del fabbricante. <i>Vedere il Cap. 13 della norma, esaminare la documentazione del fabbricante e verificare sul posto il rispetto delle prescrizioni.</i>	X	X	t
15	I dispositivi di interruzione di sicurezza siano funzionanti in conformità alla documentazione del fabbricante. <i>Esaminare la documentazione di progetto e quella del fabbricante</i>	X	X	t
16	Il valore impostato dei dispositivi di interruzione di sicurezza sia sigillato <i>Esaminare la documentazione di progetto, la documentazione del fabbricante e verificare l'apparecchiatura</i>	X	X	
17	Il ripristino del dispositivo interruzione di sicurezza del sistema di riscaldamento sia possibile solo tramite apposito utensile. <i>Esaminare la documentazione di progetto, la documentazione del fabbricante e verificare l'apparecchiatura</i>	X	X	
18	Non sia possibile il ripristino automatico. <i>Esaminare la documentazione di progetto, la documentazione del fabbricante e verificare l'apparecchiatura</i>	X	X	
19	Il ripristino del dispositivo di interruzione di sicurezza sia impedito in condizioni di guasto <i>Esaminare la documentazione di progetto, la documentazione del fabbricante e verificare l'apparecchiatura – Deve essere impedito il ripristino automatico.</i>	X	X	
20	Il dispositivo di interruzione di sicurezza sia indipendente dal sistema di controllo <i>Esaminare la documentazione di progetto, la documentazione del fabbricante e verificare l'apparecchiatura –</i>	X	X	
21	L'interruttore azionato dal livello, se richiesto, sia installato e regolato correttamente <i>Verificare la documentazione di progetto, quella del fornitore e il dispositivo di protezione</i>	X	X	
22	L'interruttore azionato dalla portata (flusso) del fluido, se richiesto, sia installato e regolato correttamente <i>Verificare la documentazione di progetto, quella del fornitore e il dispositivo di protezione</i>	X	X	
IMPIANTI – MOTORI				
23	I dispositivi di protezione dei motori operino entro i limiti di tempo t_E oppure t_A <i>Verificare la documentazione del fornitore, la targa del motore e il dispositivo di protezione</i>		X	
C	CONDIZIONI AMBIENTALI			
1	Le apparecchiature elettriche siano adeguatamente protette contro la corrosione, le condizioni atmosferiche, le vibrazioni ed altri fattori avversi <i>Verificare l'ambiente e i componenti dell'impianto - Ved. l'Appendice GB</i>	X	X	X
2	Non ci siano accumuli inammissibili di polvere o sporcizia <i>Verificare l'ambiente e i componenti dell'impianto</i>	X	X	X
3	Gli isolamenti elettrici siano puliti ed asciutti <i>Verificare l'interno dei componenti dell'impianto.</i>		X	X

Tabella C.2 – Lista delle verifiche iniziali per le installazioni Ex “i”

Controllare che:		Grado della verifica: Approfondito
A	APPARECCHIATURE	
1	L'apparecchiatura elettrica sia adatta alle prescrizioni della zona /EPL del luogo ove installata. <i>Vedere i Cap.5 e 16, esaminare la documentazione del fornitore dell'apparecchiatura, il DPE, la documentazione di classificazione dei luoghi (zone) e confrontare i dati con quelli di targa.</i> <i>Per le apparecchiature dove in targa, dopo il numero del certificato compare una lettera "X" deve essere verificato anche il certificato di conformità emesso dall'organismo di certificazione.</i>	X
2	L'apparecchiatura elettrica installata sia quella precisata nella documentazione <i>Vedere il Cap.5, esaminare la documentazione di progetto e confrontare i dati con quelli di targa.</i>	X
3	La categoria ed il gruppo dell'apparecchiatura elettrica e/o il circuito siano corretti <i>Vedere i par.5.5 e 16, esaminare la documentazione del fornitore dell'apparecchiatura, la documentazione di classificazione dei luoghi (zone) e confrontare i dati con quelli di targa</i>	X
4	Il grado IP dell'apparecchiatura sia adeguato al Gruppo III relativo alla sostanza presente <i>Vedere i par. 5.4 e 16, esaminare la documentazione del fornitore dell'apparecchiatura, la documentazione di classificazione dei luoghi (zone) e confrontare i dati con quelli di targa.</i> <i>Nelle apparecchiature, involucri e scatole, i fori non utilizzati siano correttamente tappati; nei quadri, il fondo sia chiuso.</i>	X
5	La classe di temperatura dell'apparecchiatura sia corretta <i>Vedere i par. 5.6 e 16, esaminare la documentazione del fornitore dell'apparecchiatura, la documentazione di classificazione dei luoghi (zone) e confrontare i dati con quelli di targa.</i>	X
6	Il campo di variazione della temperatura ambiente dell'apparecchiatura sia corretto per l'installazione. <i>Esaminare la documentazione di progetto, la documentazione del fornitore dell'apparecchiatura e confrontare i dati con quelli di targa.</i>	X
7	Il campo di variazione della temperatura di funzionamento dell'apparecchiatura sia corretto per l'installazione. <i>Esaminare la documentazione di progetto, la documentazione del fornitore dell'apparecchiatura e confrontare i dati con quelli di targa</i>	X
8	L'impianto sia chiaramente munita di targhette. <i>Esaminare la documentazione di progetto e confrontare con l'apparecchiatura e/o il cavo.</i> <i>L'apparecchiatura deve essere provvista di un contrassegno permanente che indichi la sorgente di alimentazione.</i> <i>L'apparecchiatura, oppure il cavo, deve essere provvista di un numero di identificazione nelle immediate vicinanze dell'apparecchiatura.</i> <i>La sorgente di alimentazione può essere individuata da un disegno, o da un elenco, sul quale sia segnato un riferimento al numero riportato sull'apparecchiatura o sul cavo. Il componente deve essere individuato in maniera chiara ed inequivocabile su un disegno nel quale il punto di alimentazione sia identificato tanto direttamente che indirettamente per mezzo di un elenco.</i>	X
9	La custodia, le parti in vetro e le guarnizioni e/o i materiali di tenuta tra le parti in vetro e le parti metalliche siano in condizioni soddisfacenti. <i>Verificare l'apparecchiatura</i>	X
10	I pressacavi e gli elementi di chiusura siano del tipo corretto, completi e ben serrati <i>Verificare l'apparecchiatura</i>	X
11	Non ci siano danni o modifiche non autorizzate. <i>Esaminare la documentazione del fabbricante e confrontare con l'apparecchiatura</i>	X
12	Non ci siano segni evidenti di modifiche non autorizzate. <i>Esame visivo dell'apparecchiatura</i>	X

continua

Continuazione

Controllare che:		Grado della verifica: Approfondito
A	APPARECCHIATURE	
13	Le barriere di sicurezza con diodi, gli isolatori galvanici (barriere), i relè e gli altri dispositivi di limitazione dell'energia siano di tipo approvato, siano installati secondo i requisiti della certificazione e siano effettivamente messi a terra ove richiesto. <i>Vedere i par. 5.5 e 16, esaminare il "documento descrittivo del sistema a sicurezza intrinseca di cui all'art.16.2.4.2, la documentazione del fornitore dell'apparecchiatura e confrontare i dati con quelli di targa.</i>	X
14	Le condizioni delle guarnizioni delle custodie siano soddisfacenti. <i>Per i giunti che normalmente non si possono smontare non è necessario che siano eseguite verifiche approfondite, fatti salvi i casi in cui, da una verifica ravvicinata, sussistano dubbi sulle condizioni delle guarnizioni.</i> <i>Per le custodie apribili, invece, tutte le custodie devono essere aperte e accertato il buon stato delle guarnizioni.</i>	X
15	Le connessioni elettriche siano ben serrate. <i>(vedere le note alla Tabella C.2)</i>	X
16	I circuiti stampati siano puliti e privi di danneggiamenti <i>Verificare l'apparecchiatura.</i>	X
17	La tensione massima delle apparecchiature associate U_m non sia superata. <i>Vedere i par. 5.5 e 16, esaminare il "documento descrittivo del sistema a sicurezza intrinseca di cui all'art.16.2.4.2, la documentazione del fornitore dell'apparecchiatura e confrontare i dati con quelli di targa.</i>	X
B	IMPIANTI	
1	I cavi siano installati in conformità alla pertinente documentazione <i>Vedere il Cap.16, esaminare il "documento descrittivo del sistema a sicurezza intrinseca di cui all'art.16.2.4.2, la documentazione del fornitore del cavo e confrontare i dati con quelli del cavo utilizzato.</i>	X
2	Gli schermi dei cavi siano collegati a terra in conformità alla norma e alla presente guida. <i>Vedere il Cap.16, esaminare il "documento descrittivo del sistema a sicurezza intrinseca di cui all'art.16.2.4.2, la documentazione del fornitore del cavo e confrontare i dati con quelli del cavo utilizzato.</i>	X
3	I cavi non presentino danni evidenti <i>Verificare i cavi sul posto.</i> <i>Per quelli interrati è opportuna una misura d'isolamento prima di ricoprire i cavi con la sabbia e la terra per evidenziare eventuali cavi danneggiati; per le modalità di esecuzione e i valori accettabili fare riferimento alle norme di prodotto e guide CEI (es. Guida CEI 64-14),</i>	X
4	La sigillatura di passanti, condotti, tubi e/o tubi protettivi sia soddisfacente <i>Vedere i Cap. 9 e 16 e verificare sul posto.</i>	X
5	Le connessioni punto a punto siano tutte corrette <i>Vedere il Cap.16, il "documento descrittivo del sistema a sicurezza intrinseca di cui all'art.16.2.4.2, la documentazione di progetto e confrontare i dati con i punti di connessioni realizzati.</i>	X
6	Per i circuiti non isolati galvanicamente, la continuità dei circuiti messi a terra sia soddisfacente (per es. le connessioni siano ben serrate ed i conduttori abbiano una sezione sufficiente) <i>Verifica dell'impianto (es. le connessioni siano serrate a fondo, i conduttori abbiano una sezione sufficiente e le guaine dei conduttori siano di colore giallo/verde).</i>	X
7	Le connessioni di terra non inficino l'integrità del modo di protezione. <i>Verificare quanto realizzato</i>	X
8	La messa a terra dei circuiti a sicurezza intrinseca sia soddisfacente. <i>Verifica dell'impianto (es. le connessioni siano serrate a fondo, i conduttori abbiano una sezione sufficiente e le guaine dei conduttori siano di colore giallo/verde)</i>	X

continua

continuazione

Controllare che:		Grado della verifica: Approfondito
B	IMPIANTI	
9	La resistenza di isolamento sia soddisfacente. <i>Eseguire le misure con i componenti dell'impianto a temperatura ambiente, facendo riferimento, per le modalità di esecuzione e ai valori accettabili alle norme di prodotto e guide CEI di riferimento (es. Guida CEI 64-14), nonché alle istruzioni del fabbricante.</i> <i>Registrare i valori misurati (es. tra le singole fasi e le altre connesse al PE) e l'esito della prova (es. positiva, negativa). Riportare anche la data di esecuzione e le condizioni ambientali (es. ambiente: interno, o esterno, o protetto, temperatura, clima: asciutto, o umido, o bagnato).</i>	X
10	La separazione dei circuiti a sicurezza intrinseca da quelli non a sicurezza intrinseca sia assicurata laddove tutti i circuiti siano nella medesima custodia o scomparto. <i>Vedere l'art. 16.5.4, esaminare la documentazione del fabbricante e verificare l'apparecchiatura</i>	X
11	La protezione dal corto circuito dei circuiti di alimentazione sia conforma alla pertinente documentazione. <i>Esaminare la documentazione di progetto e confrontare i dati del dispositivo installato.</i>	X
12	Le condizioni d'uso specifiche (se applicabili) siano rispettate. <i>Esaminare la documentazione di progetto e confrontare le condizioni d'uso effettive.</i>	X
13	Le estremità dei cavi non utilizzati siano correttamente protette <i>Vedere i Cap. 9 e 16 e confrontare con quanto realizzato.</i>	X
C	CONDIZIONI AMBIENTALI	
1	Le apparecchiature elettriche siano adeguatamente protette contro la corrosione, le condizioni atmosferiche, le vibrazioni ed altri fattori avversi. <i>Verificare l'ambiente e i componenti dell'impianto - Ved. l'Appendice GB</i>	X
2	Non ci siano accumuli inammissibili di polvere o sporcizia sulle parti esterne. <i>Verificare l'ambiente e i componenti dell'impianto</i>	X

Tabella C.3 – Lista delle verifiche iniziali per le installazioni Ex “p” e “pD”

Controllare che:		Grado della verifica: Approfondito
A	APPARECCHIATURE	
1	L'apparecchiatura elettrica sia adatta alle prescrizioni della zona /EPL del luogo ove installata. <i>Vedere il Cap.5, esaminare la documentazione del fornitore dell'apparecchiatura, il DPE, la documentazione di classificazione dei luoghi (zone) e confrontare i dati con quelli di targa.</i> <i>Per le apparecchiature dove in targa, dopo il numero del certificato compare una lettera "X" deve essere verificato anche il certificato di conformità emesso dall'organismo di certificazione.</i>	X
2	Il gruppo dell'apparecchiatura elettrica sia corretto. <i>Vedere 5.5, la documentazione del fornitore dell'apparecchiatura, la documentazione di classificazione dei luoghi (zone) e confrontare i dati con quelli di targa.</i>	X
3	La classe di temperatura o la temperatura superficiale dell'apparecchiatura elettrica sia corretta. <i>Vedere 5.5, esaminare la documentazione del fornitore dell'apparecchiatura, la documentazione di classificazione dei luoghi (zone) e confrontare i dati con quelli di targa.</i>	X
4	L'identificazione del circuito dell'apparecchiatura sia corretta. <i>Esaminare la documentazione di progetto e confrontare con l'apparecchiatura e/o il cavo.</i> <i>L'apparecchiatura deve essere provvista di un contrassegno permanente che indichi la sorgente di alimentazione.</i> <i>L'apparecchiatura, oppure il cavo, deve essere provvista di un numero di identificazione nelle immediate vicinanze dell'apparecchiatura.</i> <i>La sorgente di alimentazione può essere individuata da un disegno, o da un elenco, sul quale sia segnato un riferimento al numero riportato sull'apparecchiatura o sul cavo. Il componente deve essere individuato in maniera chiara ed inequivocabile su un disegno nel quale il punto di alimentazione sia identificato tanto direttamente che indirettamente per mezzo di un elenco.</i>	X
5	L'identificazione del circuito dell'apparecchiatura sia disponibile. <i>Verificare l'apparecchiatura e la sua connessione</i>	X
6	La custodia, le parti in vetro e le guarnizioni e/o i materiali di tenuta tra le parti in vetro e le parti metalliche siano in condizioni soddisfacenti. <i>Verificare l'apparecchiatura.</i>	X
7	Non ci siano modifiche non autorizzate. <i>Esaminare la documentazione del fabbricante e confrontare con l'apparecchiatura</i>	X
8	Non ci siano segni evidenti di modifiche non autorizzate. <i>Esame visivo dell'apparecchiatura</i>	X
9	Il tipo, i parametri nominali e la posizione degli apparecchi di illuminazione, siano corretti. <i>Esaminare la documentazione di progetto, la documentazione del fabbricante degli apparecchi e confrontare con quanto installato. Per la posizione degli apparecchi sarebbe opportuno verificare anche che essi non siano soggetti a stillicidio di sostanze pericolose o corrosive e di avvalersi di un "luxmetro" o strumento analogo per individuare eventuali zone d'ombra dovute ad ostacoli non previsti.</i>	X
B	IMPIANTI	
1	Il tipo di cavo sia appropriato. <i>Vedere il Cap. 9, esaminare la documentazione del fornitore del cavo, la documentazione di classificazione dei luoghi (zone) e confrontare i dati con quelli del cavo installato.</i>	X

Controllare che:		Grado della verifica: Approfondito
2	I cavi non presentino danni evidenti. <i>Verificare i cavi sul posto.</i> <i>Per quelli interrati è opportuna una misura d'isolamento prima di ricoprire i cavi con la sabbia e la terra per evidenziare eventuali cavi danneggiati; per le modalità di esecuzione e i valori accettabili fare riferimento alle norme di prodotto e Guide CEI (es. Guida CEI 64-14),</i>	X

continua

continuazione

Controllare che:		Grado della verifica: Approfondito
B	IMPIANTI	
3	I conduttori di terra, compresi tutti i collegamenti equipotenziali supplementari, siano soddisfacenti, per esempio, le connessioni siano serrate ed i conduttori abbiano una sezione sufficiente <i>Verifica dell'impianto (es. le connessioni siano serrate a fondo, i conduttori abbiano una sezione sufficiente e le guaine dei conduttori siano di colore giallo/verde)</i>	X
4	L'impedenza dell'anello di guasto (sistema TN) o la resistenza di terra (sistema IT) sia soddisfacente. <i>Eeguire le misure con i cavi e le apparecchiature a temperatura ambiente, facendo riferimento, per le modalità di esecuzione e ai valori accettabili alle norme di prodotto e guide CEI di riferimento (es. Guida CEI 64-14), nonché alle istruzioni del fabbricante.</i> <i>Registrare i valori misurati (es. tra le singole fasi e le altre connesse al PE) e l'esito della prova (es. positiva, negativa). Riportare anche la data di esecuzione e le condizioni ambientali (es. ambiente: interno, o esterno, o protetto, temperatura, clima: asciutto, o umido, o bagnato).</i>	X
5	I dispositivi di protezione ad intervento automatico operino entro i limiti consentiti. <i>Verificare l'apparecchiatura e confrontare con la documentazione di progetto e la documentazione del fabbricante.</i> <i>(Vedere le note alla Tabella C.3)</i>	X
6	I dispositivi di protezione ad intervento automatico siano regolati correttamente. <i>Verificare l'apparecchiatura e confrontare con la documentazione di progetto e la documentazione del fabbricante.</i>	X
7	La temperatura del gas di protezione immesso (es. aria) sia inferiore alla massima specificata. <i>Esaminare la documentazione di progetto, la documentazione del fabbricante delle apparecchiature e confrontare con quanto realizzato.</i>	X
8	I condotti, i tubi protettivi e le custodie siano in buono stato. <i>Verificare sul posto.</i>	X
9	Il gas di protezione sia sostanzialmente privo di impurità. <i>Esaminare la documentazione di progetto, la documentazione del fabbricante delle apparecchiature e confrontare con quanto realizzato</i>	X
10	La pressione e/o la portata del gas di protezione siano adeguate <i>Verificare la documentazione di progetto, la documentazione del fabbricante delle apparecchiature e confrontare con quanto realizzato.</i>	X
11	I manometri e/o gli indicatori di portata, gli allarmi e gli interblocchi funzionino correttamente. <i>Verificare l'apparecchiatura.</i>	X
12	Le condizioni d'installazione di barriere antiscintilla ed antiparticelle nelle canalizzazioni di uscita del gas che attraversino luoghi pericolosi siano soddisfacenti <i>Verificare l'apparecchiatura.</i>	X
13	Le condizioni d'uso specifiche (se applicabili) siano rispettate. <i>Verificare la documentazione di progetto, la documentazione del fabbricante delle apparecchiature e confrontare con quanto realizzato.</i>	X

continua

Controllare che:		Grado della verifica: Approfondito
C	CONDIZIONI AMBIENTALI	
1	Le apparecchiature elettriche siano adeguatamente protette contro la corrosione, le condizioni atmosferiche, le vibrazioni ed altri fattori avversi. <i>Verificare l'ambiente e i componenti dell'impianto - Ved. l'Appendice GB</i>	X
2	Non ci siano accumuli inammissibili di polvere o sporcizia. <i>Verificare l'ambiente e i componenti dell'impianto</i>	X

NOTE ALLA TABELLA C.1.

Pos A.16

Gli interstizi tra le superfici dei giunti non devono superare in alcun punto i valori massimi indicati nella Norma CEI EN 60079-1 (31-58).

Ferma restando la libertà di decisione del tecnico incaricato della verifica, in considerazione del fatto che le apparecchiature sono certificate, quindi rispondenti alle norme di prodotto, e verificate dal fabbricante prima della consegna, nella generalità dei casi può essere sufficiente verificare che le superfici di contatto delle giunzioni siano pulite e prive di oggetti anche piccoli che potrebbero aumentare le dimensioni degli interstizi.

La verifica può essere eseguita anche alla fine del montaggio riguardante le singole apparecchiature.

Pos A.17 e A.18

La verifica può essere eseguita anche alla fine del montaggio riguardante le singole apparecchiature; es. la verifica del serraggio dei morsetti nella morsettiera di un motore, può essere eseguita dopo il collegamento del cavo e prima della chiusura del coperchio.

Sarebbe opportuno che la verifica venisse eseguita da una persona diversa da quella che ha eseguito il collegamento.

Pos B.9

Verificare la documentazione dei dispositivi di protezione ad intervento automatico installati ed accertare che essi operino entro i limiti consentiti dal progetto elettrico dell'impianto.

NOTE ALLA TABELLA C.2.

Pos A.15

La verifica può essere eseguita anche alla fine del montaggio riguardante le singole apparecchiature; es. la verifica del serraggio dei morsetti nella morsettiera di un motore, può essere eseguita dopo il collegamento del cavo e prima della chiusura del coperchio.

Sarebbe opportuno che la verifica venisse eseguita da una persona diversa da quella che ha eseguito il collegamento.

NOTE ALLA TABELLA C.3.

Pos B.5

Verificare la documentazione dei dispositivi di protezione ad intervento automatico installati ed accertare che essi operino entro i limiti consentiti dal progetto elettrico dell'impianto.

Appendice GB

Influenze esterne – Scelta dei materiali e protezione superficiale (Informativa)

GB.1 Generalità

I materiali dovrebbero essere scelti, trattati e protetti con modalità tali che i cambiamenti prevedibili delle loro caratteristiche e della loro compatibilità quando in combinazione con altri materiali, non determinino una riduzione della protezione fornita; per detti materiali dovrebbe essere prestata la dovuta attenzione, in particolare, alla corrosione e alla resistenza all'usura, alla conducibilità elettrica, alla resistenza agli urti, alla resistenza all'invecchiamento e agli affetti delle variazioni di temperatura.

La corrosione è spesso associata con la scelta dei materiali. È pertanto di estrema importanza che durante la pianificazione di un progetto, l'attenzione sia rivolta verso tutti quei fattori che possono influenzare la corrosione medesima:

- tipi di materiali (serie elettrochimica), massimo +0,6 V (ved. Tab. GB.1-1);
- ubicazione (luoghi aperti oppure chiusi);
- caratteristiche ambientali attorno all'apparecchiatura (presenza di acqua, fluidi corrosivi, ecc.);
- varietà di materiali (valutazione del costo in relazione ai costi dei materiali);
- aspettativa di vita dell'installazione;
- grado di sicurezza, rilevanza dell'operatività;
- progettazione semplice ed efficace, e scelta dei materiali.

Un materiale resistente alla corrosione è un materiale che quando esposto alle condizioni climatiche, all'atmosfera aggressiva, a gas o fluidi corrosivi, ecc., per i quali è stato scelto, una volta in servizio, mantiene la sua forma, la sua struttura e non altera le sue caratteristiche.

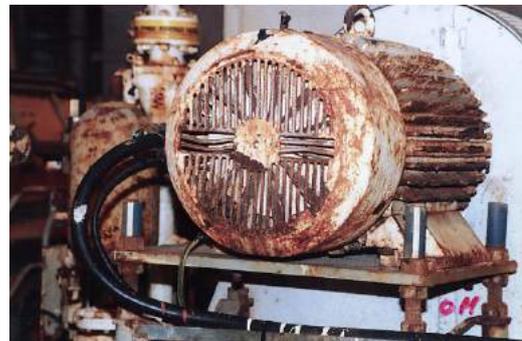


Fig. GB.1-A – Le immagini mostrano il risultato dell'errata scelta del metallo e di come questo sia aggredito dalla corrosione

**Tabella GB.1-1 – Serie elettrochimica di alcuni metalli comuni
(potenziali elettrici generati galvanicamente in mV)**

Simbolo chimico	Platino	Acciaio inossidabile	Argento	Nickel / Monel	Rame	Bronzo	Stagno	Piombo	Acciaio	Alluminio 99,5%	Acciaio temprato	Cadmio	Cromo	Zinco
	PI	Ss	Ag	Ni/M	Cu	Br	Sn	Pb	Steel	Al	(Hs)	Cd	Cr	Zn
PI	0	250	350	430	570	650	800	840	1000	1090	1095	1100	1200	1400
Ss	250	0	100	180	320	400	550	590	750	840	845	845	950	1150
Ag	350	100	0	80	220	300	450	490	650	740	750	745	850	1050
Ni/M	430	180	80	0	140	220	370	410	570	660	665	670	770	970
Cu	570	320	220	140	0	80	230	270	430	520	525	530	630	830
Br	650	400	300	220	80	0	150	190	350	440	445	450	550	750
Sn	800	550	450	370	230	150	0	40	200	290	295	300	400	600
Pb	840	590	490	410	270	190	40	0	160	250	255	260	360	560
Steel	1000	750	650	570	430	350	200	160	0	90	95	100	200	400
Al	1090	840	740	660	520	440	290	250	90	0	5	10	110	310
(Hs)	1095	845	745	665	525	445	295	255	95	5	0	5	105	305
Cd	1100	850	750	670	530	450	300	260	100	10	5	0	100	300
Cr	1200	950	850	770	630	550	400	360	200	110	105	100	0	200
Zn	1400	1150	1050	970	830	750	600	560	400	310	305	300	200	0

GB.2 Scelta dei materiali

GB.2.1 Materiale plastico

Il materiale plastico è largamente utilizzato nella realizzazione di apparecchiature e componenti Ex; la sua migliore qualità è la buona capacità di resistenza alla corrosione. È importante prestare attenzione alle istruzioni fornite dal fabbricante nei confronti dei gas e dei liquidi corrosivi per i quali l'apparecchiatura o il componente è adatto. Il materiale plastico grezzo (materia prima) per apparecchiature Ex è appositamente normalizzato in accordo alla Norma CEI EN 60079-0 per quanto relativo ai requisiti, tra gli altri, di resistenza agli urti, invecchiamento e radiazioni ultraviolette.

GB.2.2 Acciaio

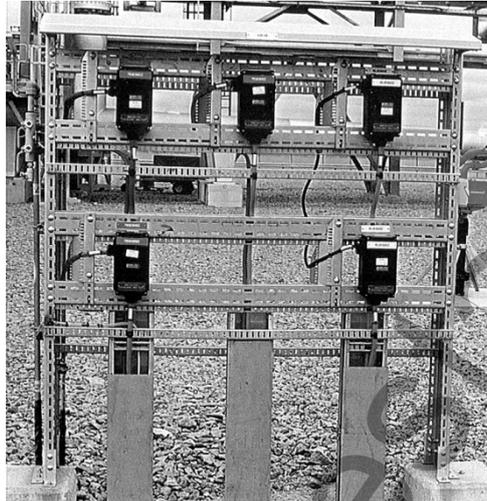
L'acciaio non legato, che pertanto non può essere definito inossidabile, è tra i metalli che possono essere esposti alla corrosione. Questo tipo di materiale richiede di essere trattato superficialmente. Ci sono molte specifiche riguardanti le modalità di trattamento dell'acciaio affinché possa ottenere una buona resistenza alla corrosione. Tuttavia, si può generalmente affermare che la qualità del materiale è tale per cui sia più adatto per un ambiente asciutto e, considerando anche i costi di manutenzione, non è consigliato per l'uso in impianti in mare aperto.

GB.2.3 Acciaio inossidabile

Il termine acciaio inossidabile è utilizzato quale termine generico per l'identificazione di tutta una serie di qualità di acciai legati (o leghe di acciaio). Il più comune è l'acciaio legato con cromo o nichel-cromo. L'esperienza mostra che nelle situazioni di maggior esposizione in ambiente marino il solo acciaio resistente alla corrosione è quello di tipo AISI 316/316L (17-12-2,5 HO). Ma anche un acciaio di questa qualità, se è utilizzato con altri tipi di metalli comuni, si rivela esposto alla corrosione.

Generalmente le custodie in acciaio presentano pareti sottili che si raffreddano con rapidità, per esempio quando pulite oppure esposte a rapide escursioni di temperatura. Questo implica che la custodia sarà soggetta ad una riduzione della pressione al suo interno e che aria umida sia risucchiata al suo interno attraverso le guarnizioni ed altri componenti simili. Questa aria umida tenderà a condensare creando problemi di corrosione all'interno della custodia stessa.

L'acciaio resistente agli acidi ha un'elevata resistenza meccanica e una buona resistenza alla corrosione, ma il costo è superiore a quello degli acciai legati con basso tenore di elementi oltre il ferro ed il carbonio.



**Fig. GB.2-A – Disposizione tipica di apparecchiature per esterno.
Le apparecchiature sono realizzate in materiale plastico e il telaio è realizzato
in acciaio resistente agli acidi.**

GB.2.4 Ghisa

La ghisa è il materiale metallico più esposto alla corrosione. L'apparecchiatura è ben protetta solo se la superficie è adeguatamente trattata. Le custodie in ghisa sono spesso combinate con coperchi in alluminio (es. nel modo di protezione "d"), e la corrosione si manifesta rapidamente tra i componenti metallici che in combinazione con l'ottone reagiscono galvanicamente.

GB.2.5 Ottone

L'ottone è una lega metallica nella quale il rame e lo zinco sono gli elementi principali. Questa lega metallica è esposta alla corrosione in minima parte dato che è relativamente nobile e consegnata senza trattamenti particolari, ma la sua superficie deve essere trattata (resa inerte).

Se il metallo ha la superficie trattata con un supporto contenente componenti metallici che possono reagire galvanicamente in combinazione con l'ottone, possono presentarsi problemi di corrosione (per esempio, il rilascio di piccole particelle).

L'ottone non deve essere accoppiato con l'alluminio a causa della sua posizione nella serie dei potenziali elettrici che ne determinerà la corrosione per effetto galvanico.

L'utilizzazione di guaine termorestringenti associate a pressacavi in ottone non è consigliata essendo in grado, col tempo, di disintegrare l'ottone stesso.

L'ottone è più pesante e costoso dell'acciaio.

GB.2.6 Rame-Nichel

Così come desumibile dal suo nome, si tratta di una lega di rame e nichel. Questa lega metallica è resistente alla corrosione, è consegnata priva di trattamenti ed è preferibile che non sia trattata superficialmente.

Una combinazione con altri metalli può causarne la corrosione per effetto galvanico. Questo materiale è adatto per fusioni e laminazione.

La lega di rame-nichel, essendo un materiale relativamente costoso e pesante, determina elevati costi di produzione delle apparecchiature, ma essendo praticamente privo di manutenzione data la sua resistenza alla corrosione, una volta in servizio, si rivela economicamente molto competitivo.

GB.2.7 Alluminio

L'alluminio deve essere legato con altri metalli, al fine di essere utilizzato quale materiale per la realizzazione delle apparecchiature e componenti. La composizione della lega è cruciale per la resistenza alla corrosione e come per altre leghe essa deve essere mantenuta isolata dall'acciaio. La lega di alluminio maggiormente adatta per l'uso in aree situate in mare aperto è la AA 6082 (Al-Si 1 Mg Mn) per i profilati ottenuti per estrusione, la SG 100 A (Al-Si 10 Mg) per gli elementi ottenuti per fusione.

Generalmente, la lega di alluminio-magnesio (Gruppo 5xx.x) ha una buona resistenza alla corrosione ed è ampiamente utilizzata quale lega resistente all'acqua marina. Queste leghe hanno dimostrato di essere specificatamente adatte a temperature estremamente basse, mostrandosi più resistenti e duttili, contrariamente all'acciaio che diventa fragile.

GB.2.8 Bronzo

Il bronzo è una lega di rame (Cu) e stagno (Sn).

La lega di bronzo lavorabile (alpha bronze) resiste bene alla corrosione. Ha più o meno le stesse caratteristiche dell'ottone, ma è un po' più costosa.

GB.3 Trattamenti superficiali e vernici protettive

GB.3.1 Requisiti generali e specifiche

Il trattamento superficiale e le vernici protettive giocano un ruolo fondamentale nel mantenimento dell'integrità e la manutenzione di apparecchiature Ex.

Per definire correttamente il trattamento superficiale o il ciclo di verniciatura protettiva dovrebbero essere fatte delle considerazioni dipendenti dal processo di fabbricazione e dal materiale di cui è composta l'apparecchiatura Ex.

Deve essere eseguita una classificazione dell'ambiente in cui è installata l'apparecchiatura Ex in accordo alle indicazioni definite nella ISO 12944-2, considerando i requisiti del sistema di vernice protettiva.

Il tipo di preparazione della superficie per il sistema deve essere preso in considerazione ed applicato secondo i dettami della ISO 12944-4.

I sistemi di verniciatura di protezione devono essere specificati secondo i requisiti fissati nella ISO 12944-5, considerando le classi di corrosività atmosferica e i limiti di durabilità richiesti.

Le prestazioni dei sistemi di verniciatura di protezione devono essere misurati con prove di laboratorio e metodi, in accordo ai requisiti della ISO 12944-6.

I sistemi di verniciatura di protezione devono essere inoltre specificati in accordo ai requisiti della Norma CEI EN 60079-0, in relazione allo spessore di materiale depositato. Questa limitazione è intesa a permettere una dissipazione delle cariche elettrostatiche attraverso l'isolamento a terra. In questo modo la carica statica non è più in grado di raggiungere livelli di innesco.

Categorie di corrosività atmosferica per sistemi di verniciatura di protezione

Per gli scopi dei sistemi di verniciatura di protezione fissati dalla ISO 12944-2, l'ambiente atmosferico è classificato nelle seguenti sei categorie di corrosività atmosferica (Codice C):

- **C1:** corrosività molto bassa;
- **C2:** corrosività bassa;
- **C3:** corrosività media;
- **C4:** corrosività alta;
- **C5-I:** corrosività molto alta (Ambiente Industriale);
- **C5-M:** corrosività molto alta (Ambiente Marino);

La Tabella GB.3-1 mostra la classificazione delle condizioni atmosferiche ambientali in accordo alla ISO 12944-2 basate sullo spessore, come pure esempi tipici di ambienti interni ed esterni.

Tabella GB.3-1 – Classificazione corrosività di ambienti atmosferici in accordo alla ISO 12944-2

Categoria corrosività	Corrosività ambiente	Atmosfera in esterno	Atmosfera in interno
C1	molto bassa	Non applicabile	Edifici riscaldati con aria pulita, come uffici, luoghi commerciali, uffici, scuole, alberghi
C2	bassa	Atmosfera con basso inquinamento. Aree rurali	Edifici non riscaldati dove la condensazioni può avvenire, depositi ecc.
C3	media	Atmosfera Industriale e/o urbana, inquinamento da anidride solforosa modesta. Aree costali con bassa salinità.	Locali di produzione con molta umidità e parziale inquinamento, come impianti alimentari, lavanderie, burrifici, ecc.
C4	alta	Aree industriali e costiere con salinità moderate	Impianti chimici, aree costali, porti
C5-I (Industriale)	molto alta	Aree industriali con umidità molto alta ed atmosfera aggressiva	Aree di edifici dove si forma condensazione ed altro grado di inquinamento
C5-M (Marino / Offshore)		Aree costiere ed off-shore con alto livello di salinità	Aree o edifici con condensazione permanente ed alto livello di inquinamento

NOTA La Norma ISO serie 12944 non comprende tutti gli acciai ed i metalli, può comunque essere utilizzata come riferimento per i materiali non compresi.

GB.3.2 Prestazioni di durabilità del sistema di verniciatura di protezione

Il livello di difettosità prima del primo intervento di manutenzione straordinaria deve essere specificato in accordo alle ISO 4628-1 ÷ ISO 4628-5, salvo diversamente specificato tra le parti interessate, come fabbricante dell'apparecchio "Ex" ed utilizzatore.

In accordo alla ISO 12944-1, il campo di durabilità non rappresenta un termine assoluto di vita. Al contrario ciò può essere una considerazione tecnica che può aiutare l'utilizzatore per pianificare un piano di manutenzione. La manutenzione dei sistemi di verniciatura è spesso richiesta nel caso di frequenti intervalli causati da scolorimento, squamatura, ecc.

La valutazione del degrado della vernice protettiva applicata, va fatta in base alle difettosità tipiche descritte nella ISO 4628-1 ÷ ISO 4628-5. Deve essere presunto, in accordo alle tabelle dell'Annex A della ISO 12944-5, che il principale intervento di manutenzione sulla vernice dovrebbe essere condotto per ragioni di protezione da corrosione nel momento in cui raggiunge il livello di area corrosione secondo "Ri3" (1 % dell'area che mostra ruggine), in accordo ai requisiti della ISO 4628-3. In base a questa preconditione, la durabilità del sistema di verniciatura per protezione è espressa nei termini della ISO 12944-2 nelle seguenti tre situazioni:

- **Bassa (L)**: durabilità tra i 2 e 5 anni;
- **Media (M)**: durabilità tra i 5 ed i 15 anni;
- **Alta (H)**: durabilità superiore ai 15 anni.

Per le apparecchiature "Ex" di uso generale dovrebbe essere previsto un sistema di verniciatura di protezione che corrisponde alla categoria di corrosività C3 secondo ISO 12944-2. I sistemi di protezione per apparecchiature generiche dovrebbero corrispondere ad una situazione di durabilità media (M: tra i 5 ed i 15 anni).

Altre categorie di corrosività, ad esempio C4, C5-M e C5-I, dovrebbero essere specificate per ambienti industriali ed off-shore più aggressivi.

La categoria di corrosività deve essere selezionata dall'utilizzatore tenendo in considerazione, per ogni particolare applicazione, le caratteristiche ambientali del sito di installazione, come pure le influenze esterne aggressive presenti. Il requisito atteso di prestazione di curabilità delle apparecchiature "Ex" deve essere selezionato tenendo conto dell'affidabilità, dei costi di manutenzione e riparazione e della disponibilità.

GB.4 Impianti in mare aperto - Installazione (ved. anche la IEC 61892-7)

Nei luoghi con pericolo d'esplosione, le condutture in tubo con conduttori isolati posati al loro interno non sono ammessi (ved. IEC 61892-7, 7.5.1).

NOTA Questa prescrizione significa che, tra gli altri, nei luoghi con pericolo d'esplosione non sono ammessi "i sistemi in tubo conduit. Tuttavia, è consentito l'uso di tubi aperti aventi la funzione di protezione meccanica di cavi.

Se, quale alternativa, l'installazione di cavi non è raccomandata, per le apparecchiature pre-assemblate può anche essere accettato l'uso del sistema in tubo normalizzato dal fornitore.

Tuttavia, tale installazione deve attestarsi in una scatola di terminazione progettata per il collegamento di un sistema in tubo ad un sistema in cavo. L'installazione, nel suo insieme, deve essere certificata e deve soddisfare le prescrizioni della IEC 61892 (tutte le parti).

GB.4.1 Cavi temporanei

I cavi temporanei posati su strutture permanenti devono essere installati con modalità tali da non danneggiare gli impianti permanenti e che siano facili da rimuovere.

I cavi temporanei non dovrebbero essere tirati attraverso elementi di transito dei cavi previsti per cavi permanenti.

GB.4.2 Terminazioni

I cavi con armatura a treccia devono avere una guaina termorestringente esterna, che sia applicata per intero sulla parte di cavo rimovibile.

I cavi di strumentazione e di telecomunicazione provvisti sia di armatura a treccia che schermo devono avere una guaina termorestringente sia interna che esterna come segue:

- la guaina interna deve essere applicata al disopra del riempitivo interno, deve cioè essere applicata al disotto dell'armatura così che realizzi l'isolamento tra l'armatura e lo schermo;
- la guaina esterna deve essere applicata per intero sulla parte di cavo rimovibile.

La guaina interna può essere omessa se il riempitivo interno è di almeno 50 mm.

Quando lo schermo deve essere lasciato scollegato (per esempio, nel caso della strumentazione in campo), esso deve essere sigillato ed isolato tramite un cappello isolante, che consenta di effettuare le prove di isolamento senza scollegare il tutto.

Per ridurre al minimo la durata dei lavori a caldo per l'applicazione delle termorestringenti, nelle unità in servizio può essere utilizzato nastro auto-vulcanizzante.

I cavi ad alta tensione dovrebbero essere fissati con terminali a compressione, a meno che non sia specificato un altro tipo di terminazione. Tutti i conduttori del cavo devono essere terminati tramite terminali oppure connettori a compressione in base al tipo di terminazione, a meno che il terminale sia di tipo progettato per essere utilizzato senza connettori. I connettori a compressione dovrebbero essere del tipo nel quale le corde conduttrici siano inserite attraverso il connettore così da raggiungere il fondo del terminale.

Dovrebbe essere previsto un adeguato supporto dei cavi quando entrano nei quadri.

GB.4.3 Scelta dei pressacavi

Pressacavi, elementi di chiusura e dispositivi di drenaggio devono essere scelti così come stabilito nella Tab. 4.3-1.

Tabella GB.4.3-1 – Scelta dei pressacavi

Tipi di custodie	Tipi di pressacavi
Custodie in material plastico (per quanto relativo a cavi in campo)	In plastica per grandezze inferiori a M32
Custodie in materiale plastico, rinforzate con una piastra metallica per il fissaggio di pressacavi di cavi di alimentazione e cavi multipolari	Ottone
Custodie metalliche (eccetto quelle in alluminio)	Ottone/Acciaio inossidabile (AISI 316)
Custodie in alluminio	Acciaio inossidabile/Ottone nichelato

I certificati dei pressacavi, degli elementi di chiusura e dei dispositivi di drenaggio devono rispettare i requisiti del certificato dell'apparecchiatura nei quali essi sono montati. Nelle apparecchiature "d" con entrate dirette devono essere utilizzati solamente pressacavi "d". I pressacavi devono essere adatti per cavi a treccia, con la treccia terminata all'interno del pressacavo. Tutti gli altri pressacavi devono essere di tipo passante. Sui pressacavi non devono essere utilizzati elementi di protezione e simili.

GB.5 Impianti in ambienti con basse temperature e/o ampie escursioni di temperatura

GB.5.1 Motori elettrici

Nei motori, i cuscinetti devono essere lubrificati mediante un tipo di grasso che non congeli. Questo generalmente accade a -40 °C, e può comportare il danneggiamento del cuscinetto nonché quello dell'avvolgimento.

I materiali isolanti e la vernice possono congelare e rompersi all'avviamento del motore per effetto delle sollecitazioni meccaniche.

Le morsettiere sono spesso realizzate con materiali polimerici o termoplastici e sono vulnerabili; esse devono essere progettate per basse temperature tenendo conto delle sollecitazioni che possono essere trasmesse a causa di vibrazioni, ecc.

Le tenute degli alberi e le guarnizioni devono essere accuratamente controllate.

Le ventole devono essere fatte di un materiale in grado di resistere alle basse temperature.

I motori ubicati all'aperto o soggetti ad ampie e rapide variazioni di temperatura devono essere forniti con riscaldatori anticondensa, che devono essere energizzati quando il motore è fermo. I quadri elettrici, i quadri di controllo e le cassette di derivazione ubicate all'aperto devono essere fornite con riscaldatori anticondensa controllati termo-staticamente.

GB.5.2 Apparecchiature per l'illuminazione di emergenza

Le apparecchiature per l'illuminazione di emergenza richiedono, oltre ai requisiti di protezione contro l'esplosione, anche un'alimentazione sicura dato che le batterie esposte a basse temperature presentano problemi durante la ricarica; tradizionalmente:

- le batterie incorporate sono inutili;
- deve essere considerato l'impiego di sistemi UPS;
- la luce emessa dai tubi fluorescenti sarà più debole;
- devono essere considerate sorgenti luminose a fibra-ottica oppure a LED;
- i metodi di sostituzione delle sorgenti luminose devono essere semplificati.

GB.5.3 Torce elettriche portatili

Le torce e le altre apparecchiature elettriche portatili devono resistere alle basse temperature quando cadono a terra per cause accidentali.

Le torce sono anche parte degli equipaggiamenti di emergenza a bordo di scialuppe e devono essere del tipo protetto contro l'esplosione nonché provviste di batterie completamente cariche. Per gli equipaggiamenti di emergenza e le scialuppe dovrebbero essere considerate batterie ricaricabili costantemente sottocarica.

GB.5.4 Custodie di trasmettitori

Le custodie dei trasmettitori devono essere progettate per ambienti freddi. I sistemi di riscaldamento tramite resistenza superficiale non devono terminare prima del punto di ingresso della linea di trasmissione del segnale nella custodia. I riscaldatori all'interno delle custodie sono progettati solamente per mantenere caldo il trasmettitore, per cui vi è una sezione vulnerabile della linea di trasmissione del segnale proprio all'ingresso alla custodia.

I sistemi di riscaldamento tramite resistenza superficiale devono essere predisposti sulla linea di trasmissione del segnale e devono essere collegati al sensore del trasmettitore.

BIBLIOGRAFIA

Si ringraziano i membri del SC 31J che hanno fornito i contributi bibliografici e fotografici per l'elaborazione della presente Guida.

Progetto in inchiesta pubblica

La presente Norma è stata compilata dal Comitato Elettrotecnico Italiano e beneficia del riconoscimento di cui alla legge 1° Marzo 1968, n. 186.

Editore CEI, Comitato Elettrotecnico Italiano, Milano – Stampa in proprio
Autorizzazione del Tribunale di Milano N. 4093 del 24 Luglio 1956

Direttore Responsabile: Ing. R. Bacci

Comitato Tecnico Elaboratore
CT 31- Materiali antideflagranti

Altre norme di possibile interesse sull'argomento

PROGETTO

