

Committente / Identificativo progetto:

**COMUNE DI SESTO  
CALENDE  
PIAZZA CESARE DA SESTO,  
1  
21018 SESTO CALENDE (VA)**

Oggetto:

**NUOVA MENSA  
SCOLASTICA  
PRESSO SCUOLA PRIMARIA  
UNGARETTI**

Logo Committente:



Immagine:



Progetto / Nome documento:

**PROGETTO ESECUTIVO**

**CAPITOLATO SPECIALE  
D'APPALTO  
PARTE SECONDA: IMPIANTI  
ELETTRICI E SPECIALI**

Numero progetto o documento:

**8792 PESEC 07.3**

Note:

Impresa aggiudicataria:

**IMPRESA VULCANO s.r.l.  
Via Marconi, 35 – Lonate  
Pozzolo (Va)p.Iva:  
06923340969**

**IMPRESA VULCANO s.r.l.**  
costruzioni civili e industriali  
Sede Legale: Via Marconi, 35 – 21015 - Lonate Pozzolo (VA)  
Sede Operativa: Via E. Ferrari 1 – Magnago (MI)  
[info@impresavulcano.it](mailto:info@impresavulcano.it)  
C.F./P.IVA 06923340969 tel. 0331/1409144

Tabella revisioni:

Revisione	Descrizione	Data	Eseguito	Verificato	Approvato
0	Emissione	16.11.2023	JRP	DeG	FNL

## INDICE

1.	PRESCRIZIONI GENERALI .....	4
1.1.	Oggetto, scopo e condizioni generali di fornitura .....	4
1.2.	Chiarimenti interpretativi .....	5
2.	QUADRI ELETTRICI.....	7
2.1.	Derivazioni .....	8
2.2.	Cablaggio interno.....	9
2.3.	Schemi.....	9
2.4.	Dati di targa .....	10
2.5.	Apprestamenti di sicurezza antinfortunistica .....	10
2.6.	Prescrizioni per l'accettazione della fornitura .....	11
2.7.	Norme specifiche di riferimento.....	12
3.	VIE CAVI PRINCIPALI.....	12
3.1.	Prescrizioni generali.....	12
3.2.	Canali portacavi .....	14
3.3.	Passerelle portacavi.....	16
3.4.	Norme specifiche di riferimento.....	17
4.	TUBI PROTETTIVI IN PVC.....	18
4.1.	Prescrizioni comuni .....	18
4.2.	Tubi rigidi .....	20
4.3.	Tubi protettivi pieghevoli .....	21
4.4.	Scatole di derivazione .....	22
4.5.	Tubazioni per le costruzioni prefabbricate .....	24
4.6.	Norme specifiche di riferimento.....	24
5.	CAVI .....	25
5.1.	Prescrizioni generali.....	25
5.2.	Isolamento dei cavi .....	25
5.3.	Colori distintivi dei cavi.....	26
5.4.	Sezioni minime ammesse .....	26
5.5.	Sezione minima del conduttore di neutro .....	28
5.6.	Sezioni minime dei conduttori di terra e di protezione .....	28
5.7.	Sezioni minime dei conduttori equipotenziali.....	28

5.8.	Giunzioni e terminazione dei cavi.....	29
5.9.	Protezione delle condutture elettriche .....	30
5.10.	Posa dei cavi in ambienti particolari .....	31
5.11.	Norme specifiche di riferimento .....	31
6.	PRESE A SPINA .....	33
6.1.	Prese a spina serie civile .....	33
6.2.	Prese a spina serie industriale .....	33
6.3.	Torrette a pavimento .....	34
6.4.	Quote minime di installazione delle prese a spina.....	35
6.5.	Norme specifiche di riferimento .....	36
7.	APPARECCHIATURE DI COMANDO E PROTEZIONE .....	37
7.1.	Prescrizioni generali.....	37
7.2.	Apparecchiature.....	37
7.3.	Cablaggi.....	39
7.4.	Norme specifiche di riferimento .....	40
8.	STAFFAGGI ANTISISMICI .....	41
8.1.	Generalità .....	41
8.2.	Normativa di riferimento .....	41
8.3.	Tipologia e distribuzione dei controventi lungo l'impianto .....	41
8.4.	Raccolta topologici.....	43
8.5.	Quadri elettrici, macchine elettriche ed armadi rack .....	44
8.6.	Progettazione costruttiva.....	44
9.	DOCUMENTAZIONE FINALE DI IMPIANTO .....	45
9.1.	Documentazione finale.....	45
9.2.	Prove su impianti elettrici .....	46

## **1. PRESCRIZIONI GENERALI**

### **1.1. Oggetto, scopo e condizioni generali di fornitura**

Con riferimento all'oggetto del presente Appalto, sono riportate nel seguito specifiche tecniche delle opere da eseguire. Tali specifiche forniscono una descrizione tecnica di base che, assieme agli altri elaborati di progetto, individua ciascun corpo d'opera nelle sue linee essenziali e sufficienti all'esecuzione delle opere; tuttavia, per ovvi limiti di esposizione, tali specifiche non si addentra in particolari installativi di estremo dettaglio né, tantomeno, nell'elencazione degli accessori di installazione e dei materiali di consumo, che in ogni modo dovranno essere tenuti in debito conto. Lo scopo primario è dare indicazioni qualitative sui particolari costruttivi delle apparecchiature principali. Per le macchine ed apparecchiature di particolare importanza impiantistica o di riguardo, saranno specificati i requisiti tecnico-costruttivi per l'acquisto.

Tutte le indicazioni specifiche a marche e modelli contenute nel progetto di cui la presente fa parte, sono intese alla univoca determinazione delle caratteristiche tecniche e del livello qualitativo richiesto. Tutte le eventuali variazioni apportate dal Concorrente o dall'Appaltatore saranno ammesse solo dietro approvazione della Direzione Lavori, e faranno riferimento a macchine od apparecchiature equivalenti dal punto di vista tecnico e qualitativo.

Si precisa che, qualora non diversamente specificato, tutte le opere descritte sono da intendersi da fornire con la formula "chiavi in mano", perfettamente funzionanti e complete di ogni dettaglio ed accessorio d'installazione.

Tutti gli impianti, i materiali, i macchinari e le apparecchiature dovranno essere realizzati a regola d'arte, come prescritto ed in conformità al D.M. 37/08.

Nell'esecuzione, l'Appaltatore (nel seguito APP) dovrà attenersi alle prescrizioni progettuali, alle indicazioni della Direzione Lavori (nel seguito DL) e della Committente (nel seguito COM), nel rispetto della completa funzionalità degli impianti e delle vigenti disposizioni Normative e di Legge. In particolare (anche nel caso in cui, nei documenti di progetto, non siano descritte e/o rappresentate alcune lavorazioni e/o operazioni), le caratteristiche degli impianti e dei loro componenti dovranno essere comunque conformi a quanto segue:

- alle Leggi e regolamenti vigenti alla data dell'appalto;
- alle Norme tecniche del CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano);
- alle Norme tecniche dell'UNI;
- alle prescrizioni del Comando locale dei VV.F. e delle autorità locali;
- alle prescrizioni Agenzia delle Dogane ed alle norme generali in tema di energia elettrica;
- alle prescrizioni delle Autorità locali;
- alle prescrizioni delle autorità comunali e/o regionali;
- alle normative e raccomandazioni dell'Ispettorato del Lavoro e dell'ASL;

- a tutte le disposizioni legislative nazionali e/o direttive europee applicabili.
- ogni altra raccomandazione, prescrizione o regolamento emanata da altri Enti ed applicabile ai documenti di progetto;

La rispondenza alle norme di citate deve essere intesa nelle modalità più restrittive e quindi applicate non solo all'impianto ma anche ad ogni singolo componente.

Nel caso in cui durante il corso delle opere divenissero operanti nuove norme e leggi inerenti all'opera in oggetto, l'Appaltatore dovrà provvedere all'adeguamento delle caratteristiche degli impianti alle nuove prescrizioni.

Tutti i materiali dovranno essere costruiti a regola d'arte e dotati di marchio o di certificazione rilasciata da un istituto riconosciuto dagli enti normativi (esempio UNI, CE, ecc).

## **1.2. Chiarimenti interpretativi**

Per quanto concerne gli argomenti non trattati, o particolari non specificati, si prescrive che i materiali adottati e l'esecuzione dei lavori corrispondano alle norme UNI o europee di pari valore ed abbiano dimensioni unificate secondo le tabelle ISO, Unel e Din in vigore.

### **Pratiche per l'applicazione ed osservanza di Norme e Certificati**

Gli impianti installati i materiali e le apparecchiature dovranno tassativamente essere in conformità con le Leggi e tutte le Normative vigenti (ISPESL, DPR, Norme CEI, VVF, UNI, direttive della Comunità Europea, ecc.).

L'APP sarà responsabile della verifica e controllo, e sarà sua responsabilità:

- segnalare tempestivamente alla DL qualsiasi eventuale difformità degli elaborati di progetto alle suddette Leggi e Normative.
- segnalare tempestivamente alla DL eventuali modifiche alla Normative e Leggi vigenti che si verificassero in corso d'opera, compreso l'adeguamento degli impianti alle stesse senza ulteriori addebiti per la COM.

Saranno a carico dell'APP tutti gli oneri derivanti da eventuali permessi, ispezioni, certificati, collaudi, da parte di Autorità, Società, Enti Competenti, necessari per la installazione ed esecuzione a regola d'arte ed in accordo con Norme e Leggi degli impianti.

Sono a carico dell'APP tutti gli oneri richiesti dagli Enti fornitori dei servizi luce, acqua, gas, telefono e fognatura.

Tutti gli impianti di cui sopra dovranno essere consegnati già collegati ed allacciati alle reti Comunali; si intendono esclusi solo i contratti fornitura.

L'APP è responsabile dell'ottenimento in tempo utile di detti Certificati, Collaudi ecc, così da non causare ritardi nell'esecuzione e nella consegna degli impianti.

Si intendono comprese la compilazione e preparazione delle pratiche necessarie per gli allacciamenti alle Società ed Enti distributori di energia e di quelle per l'approvazione di parte di impianti da parte delle Autorità competenti.

#### **Messa in funzione, a punto e conduzione di prova dell'impianto**

Completata l'installazione degli impianti l'APP dovrà mettere in funzione gli impianti per testarli ed eseguirne la messa a punto, fino a che essi forniscano in modo perfetto le prestazioni previste e richieste e siano pronti per essere sottoposti a collaudo.

Dette attività dovranno essere effettuate su tutte le singole parti e componenti degli impianti e sugli impianti nel loro complesso e si protrarranno per tutto il tempo necessario per una messa a punto completa.

L'APP dovrà garantire la presenza del proprio personale tecnico per la conduzione, le prove e la messa a punto, nonché l'intervento di specialisti esterni per sistemi ed apparecchiature particolari.

L'APP dovrà provvedere a proprio carico, senza ulteriori oneri per la COM, agli interventi per la riparazione delle apparecchiature di propria competenza.

#### **Istruzione al personale della Committente**

L'APP dovrà fornire alla COM e alle persone da essa indicate tutte le informazioni ed istruzioni necessarie per una corretta gestione, conduzione, manutenzione degli impianti e dovrà assicurare la presenza di specialisti delle singole apparecchiature e componenti.

## **2. QUADRI ELETTRICI**

Essi sono da intendersi forniti in opera, completi di tutti gli accessori d'installazione ed elettricamente connessi a tutti i circuiti in ingresso/uscita.

Nell'installazione si dovrà porre particolare cura al fine di non compromettere il grado minimo di protezione richiesto dall'ambiente di installazione.

Si precisa che i mezzi per il ripristino del grado IP per le entrate di cavo, devono essere del tipo previsto dal costruttore del quadro, o in alternativa devono essere conformi a specifiche Norme prodotte per la specifica modalità d'uso (esempio pressacavi).

Per quanto sopra, non si ammettono ripristini di gradi IP eseguiti con mezzi quali silicone, resine espanse poliuretaniche o similari non previsti specificatamente per tale scopo.

Tra i materiali di installazione è necessario considerare anche la quota parte di canalizzazione portacavi che collega ciascun quadro alla più vicina via cavi schematicamente indicata in planimetria.

Le varie linee attestate nei quadri elettrici dovranno essere opportunamente contrassegnate. Tali riferimenti andranno riportati in schemi elettrici da alloggiare in prossimità dei quadri stessi onde rendere agevole ogni intervento successivo.

I quadri dovranno essere muniti di targhe indicatrici di pericolo.

Essi dovranno essere conformi alla normativa vigente e certificati dal costruttore in tal senso. Il costruttore del quadro dovrà pertanto fornire gli schemi e i disegni costruttivi definitivi dei quadri, e i relativi certificati di conformità. Se l'installatore vuole realizzare il quadro ne diventa il costruttore e si deve assumere anche la responsabilità di dichiararlo conforme alla norma; ciò viene fatto implicitamente sottoscrivendo la dichiarazione di conformità dell'impianto alla regola dell'arte, qualora l'installatore non disponga della dichiarazione rilasciata dal costruttore del quadro.

Normalmente, i quadri dovranno avere carpenteria metallica anche se, per piccoli quadri, è ammessa carpenteria di tipo plastico. La carpenteria in materiale plastico, dovrà comunque essere utilizzata quando specificatamente richiesta dal progetto, in quanto utilizzata come misura di protezione contro i contatti indiretti (quadro a doppio isolamento).

Ogni modifica eventuale rispetto a quanto indicato nelle tavole di progetto dovrà essere preventivamente approvata dalla D.L. o dalla Committente.

Gli schemi elaborati dal costruttore dovranno comunque rispettare i seguenti requisiti:

conformità del nome del quadro rispetto al progetto, sia in sigla (ad es.: "QGBT") che in forma estesa (ad es.: "Quadro generale bassa tensione")

riporto delle tarature dei relè di protezione, secondo quanto indicato a progetto

conservazione dei nomi delle utenze associate e della numerazione dei circuiti di potenza in conformità a quanto indicato a progetto

riporto dei dati della linea associata a ciascuna interruttore: tipo, sezione, lunghezza, posa e portata Iz

essere redatti con mezzo informatico con software assolutamente compatibili con il formato “.dwg (AutoCAD)” - i file saranno consegnati alla Committente ed alla D.L., senza protezione alcuna e liberi da diritti di copia.

I quadri elettrici di bassa tensione dovranno essere marcati CE, essere conformi alla Norma CEI EN 61439 o alla Norma CEI 23-51, nonché a tutte le norme di prodotto e le disposizioni legislative ad essi applicabili e certificati dal costruttore in tal senso.

Le unità di trasporto nelle quali i quadri a più colonne saranno suddivisi, dovranno essere stabilite dall'Appaltatore in funzione sia delle esigenze di cantiere che dagli allegati elaborati grafici.

**Si prescrive tassativamente che negli schemi elettrici COSTRUTTIVI (as-built) vengano riportati tutti i dati forniti con gli schemi di progetto e, in particolare: tutte le tarature degli apparecchi (termica, magnetica e differenziale) indicate a progetto, la tipologia e la portata dei cavi derivati, nonché l'indicazione del circuito con riferimento incrociato alle planimetrie di progetto.**

Normalmente, i quadri dovranno avere carpenteria metallica anche se, per piccoli quadri, è ammessa carpenteria di tipo plastico.

Ogni modifica eventuale rispetto a quanto indicato nelle tavole di progetto dovrà essere preventivamente approvata dalla D.L. o dalla Committente.

Le dimensioni del quadro dovranno essere attentamente verificate, così come la possibilità di posizionamento nel lay-out assegnato.

La verifica dei requisiti installativi delle apparecchiature effettivamente costruite in conformità al luogo d'installazione sarà a totale carico dell'Appaltatore.

## **2.1. Derivazioni**

Per correnti fino a 160A gli interruttori verranno alimentati direttamente dalle sbarre principali mediante cavo dimensionato in base alla corrente nominale dell'interruttore stesso.

Oltre 160A dovranno essere utilizzati collegamenti prefabbricati dimensionati in base all'energia specifica limitata dall'interruttore alimentato.

Salvo diverse esigenze gli interruttori scatolati affiancati verticalmente su un'unica piastra dovranno essere alimentati utilizzando, nelle modalità indicate dal costruttore, specifici ripartitori prefabbricati che permettano, non solo il collegamento, ma anche la possibilità di aggiungere o sostituire



apparecchi di adatte caratteristiche senza effettuare modifiche sostanziali all'unità funzionale interessata.

Dovrà essere altresì realizzata la possibilità di amarraggio e collegamento elettrico di tutti i cavi uscenti dal quadro con interposizione di morsettiera. A tale riguardo normalmente i cavi di alimentazione si attesteranno direttamente ai morsetti dell'interruttore generale, provvisto di appositi coprimorsetti, mentre non transiteranno in morsettiera i cavi uscenti con sezione superiore a 35mm<sup>2</sup>. Le sbarre dovranno essere identificate con opportuni contrassegni autoadesivi a seconda della fase di appartenenza così come le corde saranno equipaggiate con anellini terminali colorati.

## **2.2. Cablaggio interno**

Ogni conduttore per il cablaggio interno del quadro sarà completo di anellino numerato corrispondente al numero sulla morsettiera e sullo schema funzionale.

Dovranno essere identificati i conduttori per i diversi servizi (ausiliari in alternata - corrente continua - circuiti di allarme - circuiti di comando - circuiti di segnalazione) impiegando conduttori con guaine colorate differenziate oppure ponendo alle estremità anellini colorati.

I conduttori saranno riuniti a fasci entro canaline o sistemi analoghi con coperchio a scatto.

Tali sistemi consentiranno un inserimento di conduttori aggiuntivi in volume pari al 25% di quelli installati.

Non è ammesso il fissaggio con adesivi.

Si precisa che anche per i collegamenti interni dovranno essere utilizzati cavi conformi Reg. UE 305/2011 CPR.

## **2.3. Schemi**

Ogni quadro, anche il più semplice, dovrà essere corredato di apposita tasca porta-schemi dove saranno contenuti i disegni degli schemi di potenza e funzionali rigorosamente aggiornati.

## 2.4. Dati di targa

Su ogni quadro elettrico dovranno essere indicati in modo indelebile, su apposita targa, almeno i seguenti dati:

INDICAZIONE	ESEMPIO INDICAZIONE
Nome o marchio di fabbrica	
Tipo e/o numero di identificazione	
Tensione nominale di funzionamento circuiti principali	400/230 V
Sistema elettrico	Trifase + neutro (TT)
Frequenza di funzionamento	50 Hz
Tensione nominale di funzionamento circuiti ausiliari (*)	230/48 o 24 V
Tensione di prova circuiti principali (tensione isolamento nominale) (*)	In funzione della tensione nominale degli apparecchi.
Tensione di prova circuiti ausiliari (tensione isolamento nominale) (*)	In funzione della tensione nominale degli apparecchi.
Grado di protezione degli involucri (*)	IP...XX
Tenuta minima al cortocircuito, in funzione del tipo di interruttore generale (*)	A..

*Tab. 1 - Dati di targa indicati sui quadri elettrici.*

### NOTE:

I dati indicati con (\*) potranno in alternativa essere riportati sullo schema elettrico, che dovrà essere inserito in ciascun quadro. Tale schema, nella versione definitiva, sarà fornito dall'Appaltatore in triplice copia, di queste una sarà inserita in contenitore stagno in nylon ("tasca") applicato sulla parte interna del quadro e le altre verranno consegnate alla Committente.

## 2.5. Apprestamenti di sicurezza antinfortunistica

Ogni quadro dovrà essere dotato di un interruttore generale provvisto di comando manuale, che consenta di interrompere simultaneamente la continuità metallica di tutti i conduttori.

Esso dovrà portare una chiara indicazione della posizione dell'organo di manovra.

Per garantire la necessaria sicurezza antinfortunistica, i quadri dovranno essere realizzati in ottemperanza alle disposizioni delle normative inerenti (in particolari le prescrizioni in materia del DLgs 81/08). Ogni quadro elettrico dovrà essere dotato delle necessarie protezioni contro i contatti diretti (a mezzo di idonei schermi di protezione) ed indiretti (con interruzione automatica del circuito).

A tal fine in ogni quadro dovranno essere previsti almeno i seguenti apprestamenti:

- l'entrata dei conduttori di alimentazione (di norma) dovrà essere prevista nella parte superiore del quadro, in corrispondenza dell'interruttore generale; il contatto con tali conduttori sino all'entrata nell'interruttore generale dovrà essere impedito attraverso idonea schermatura con materiale isolante (ad esempio lastre in plexiglass trasparente)

- b) segnalazione di presenza tensione (dispositivi tri lampade) nelle apparecchiature, in ogni scomparto del quadro, completa esternamente di idoneo dispositivo (lampada spia) segnalatore
- c) per motivi di sicurezza tutte le apparecchiature installate sulla portella interna dei quadri elettrici dovranno avere morsetti protetti o resi inaccessibili da schermo isolante
- d) protezione delle parti attive
- e) targhe indicatori di pericolo (comprese quelle dei coprimorsetti) e di segnalazione
- f) opportuni accorgimenti contro il pericolo di contatti accidentali con parti in tensione, le quali dovranno essere protette con schermi, cuffie in plexiglass o altri sistemi similari.

Sulla portella interna non dovranno essere installate apparecchiature di potenza, ma solo eventuali segnalazioni luminose (lampada spia) con tensione 12/24V e manipolatori di circuiti ausiliari (pulsanti, selettori, ecc).

## **2.6. Prescrizioni per l'accettazione della fornitura**

Prima della posa in opera di ogni quadro elettrico l'appaltatore dovrà fornire al Committente il certificato di collaudo, secondo le prove individuali come prescritto dalle Norme EN 61439, per verificare la sua rispondenza alle prescrizioni ed alle caratteristiche sopra descritte.

Inoltre il fornitore dovrà fornire i certificati delle prove di tipo previste dalla norma EN 61439 e dei conformità alla norma EN 50102 per quanto riguarda la resistenza agli urti, effettuate dal costruttore su prototipi del quadro (apparecchiatura di serie AS). Qualora la fornitura riguardi apparecchiatura non di serie (ANS), derivata da prototipi certificati dal costruttore dovrà fornire i relativi certificati previsti dalla norma.

Il Committente si riserva di presenziare alle prove di collaudo, pertanto l'Appaltatore è tenuto a comunicare allo stesso con congruo anticipo la data di effettuazione di tali prove. Il risultato favorevole alla verifica non esime l'Appaltatore dalla responsabilità nei confronti della rispondenza della fornitura alle suddette norme, prescrizioni ecc, che sarà verificata in sede di collaudo.

## 2.7. Norme specifiche di riferimento

CEI EN 61439-1	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali (CEI 17-113).
CEI EN 61439-2	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza (CEI 17-114).
CEI EN 61439-3	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO) (CEI 17-116).
CEI EN 61439-4	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 4: Prescrizioni particolari per quadri per cantiere (ASC) (CEI 17-117).
CEI EN 61439-5	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 5: Quadri di distribuzione in reti pubbliche (CEI 17-115).
CEI EN 61439-6	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 6: Sistemi di condotti sbarre (CEI 17-116).

## 3. VIE CAVI PRINCIPALI

### 3.1. Prescrizioni generali

I canali e le passerelle dovranno avere dimensioni in sezione tali da garantire un rapporto tra la sezione del canale/passerella e quella della massa dei cavi elettrici in essa contenuti non inferiore a 2. A tale titolo si indicano, nella seguente tabella 1, gli ingombri (in cmq) dei vari tipi di cavo, a seconda della relativa sezione. Tali ingombri sono già al lordo dello spazio libero (50%) che deve accompagnare ogni cavo. Tale prescrizione non si applica ai cavi per segnalazione, di comando e per telecomunicazioni.

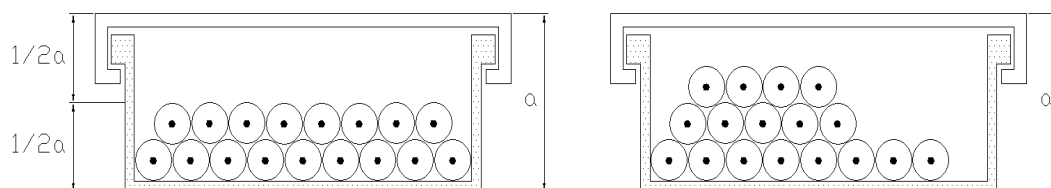
SEZIONE DEL CONDUTTORE  mmq	INGOMBRO LORDO (in cmq) DEL CONDUTTORE NEL CANALE/PASSERELLA		
	UNIPOLARE SENZA GUAINA (*)	UNIPOLARE CON GUAINA	CAVI TRIPOLARI O TETRAPOLARI
1,5	0,3	1,2	3,5
2,5	0,4	1,4	4,0
4	0,5	1,6	4,8
6	0,8	1,8	5,8
10	1,2	2,1	7,4
16	1,6	2,8	10,9
25	2,4	3,7	15,1

Tab. 2 - Ingombri dei cavi in relazione al tipo di cavo e sezione.

(\*) Entro le passerelle sono ammessi esclusivamente cavi unipolari o multipolari con guaina.

Le dimensioni minime della sezione di ogni canale o passerella saranno comunque 60 mm di larghezza e 25 mm di altezza.

In figura 2 è indicato l'assetto che dovrà avere il fascio di cavi all'interno di canali/passerelle.



*Fig. 2 - Disposizione dei cavi all'interno dei canali/passerelle.*

Se uno stesso canale/passerella è utilizzato per cavi di energia e per cavi di segnale deve essere munito di setti separatori, in alternativa si possono utilizzare cavi di segnale isolati per la tensione nominale dei cavi di energia o posati entro un ulteriore tubo protettivo.

È ammessa, ma non raccomandata, la posa di cavi di segnale isolati per la propria tensione nominale e cavi di energia di classe II<sup>1</sup>.

Nel caso di impiego di canali o passerelle metallici sarà necessario realizzarne il collegamento a terra; non occorre (ma non è proibito) collegare a terra il canale/passerella metallico che contenga solo cavi di classe II.

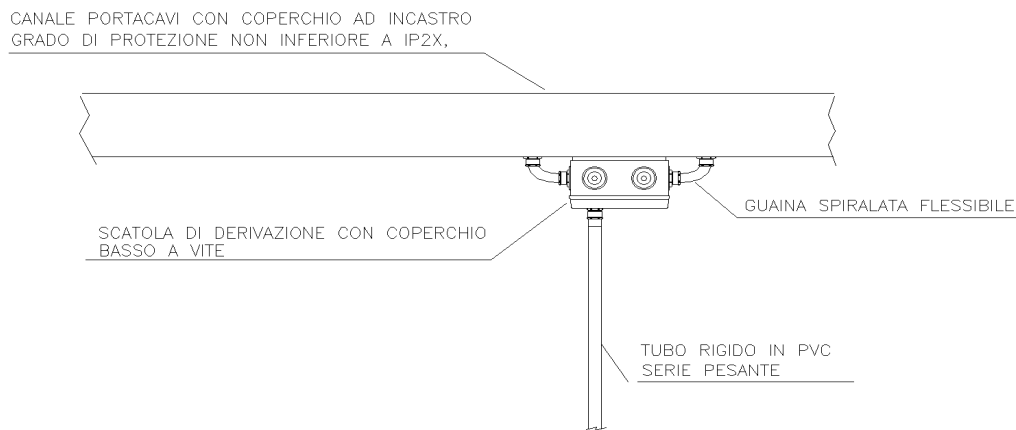
Sono da intendersi a carico dell'Appaltatore gli elementi speciali accessori (raccordi flessibili) per gli eventuali scavalcamenti tra canali/passerelle ed altri eventuali ostacoli.

Il materiale di supporto all'installazione, la bulloneria, gli staffagli, ecc, dovranno essere in acciaio zincato o cadmiato.

Le derivazioni dal canale/passerella ai vari circuiti dovranno essere realizzate in idonee scatole di derivazione saldamente fissate al canale/passerella stesso, secondo quanto indicato nella figura 3. In presenza di cavi di energia e di cavi di segnale dovranno essere previste scatole di derivazione distinte o dotate di setti separatori.

---

<sup>1</sup> I cavi di classe II sono dotati di guaina ed hanno un grado di isolamento di un gradino superiore di quello necessario per il sistema elettrico servito.



*Fig. 3 - Derivazione canale/passarella – utenza/circuiti vari.*

È ammessa, ma non raccomandata, la realizzazione di connessioni all'interno di canali/passarelle ma in questo caso è necessario rispettare alcune regole:

- le connessioni dovranno essere nel minor numero possibile;
- le parti attive non dovranno essere accessibili al dito di prova (IPXXB);
- se il canale/passarella è installato in luogo ove è richiesto un grado di protezione maggiore, ad esempio IP44, tale grado di protezione è richiesto pure per la connessione;
- le giunzioni effettuate all'interno del canale/passarella dovranno unire cavi aventi le medesime caratteristiche (tipo e sezione dei conduttori) e del medesimo colore;
- il riempimento del canale/passarella non dovrà superare il 50% dello spazio disponibile, tenuto conto delle connessioni.

### **3.2. Canali portacavi**

Il canale deve essere munito di coperchio, avere grado di protezione minimo IP2X e non presentare asperità o spigoli vivi che possano danneggiare i cavi.

Nel canale possono essere posati i seguenti tipi di cavi:

- cavi unipolari senza guaina (es: H07Z1-K type 2, FG17, FS17);
- cavi unipolari e/o multipolari con guaina (es: FG16OM16, FG16OR16).

Se il canale è posto ad altezza superiore a 2,5 m e non è soggetto a sollecitazioni meccaniche, può essere posato anche senza coperchio; in tal caso è ammessa, ma non raccomandata, la posa di cavi senza guaina.

### **Canali portacavi metallici**

I canali metallici dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- costruzione in lamiera laminata d'acciaio e rivestimento in lega di alluminio, zinco, silicio
- trattamento di zincatura o verniciatura tale da renderli adatti alla posa anche in ambienti particolarmente aggressivi
- elementi rettilinei caratterizzati da particolare bordatura laterale a tasca che ne consenta l'aggancio ai sistemi di supporto senza richiederne la foratura
- lunghezza standard degli elementi rettilinei che consentano un passo di soli 250 mm. riducendo a casi eccezionali la necessità di taglio dei canali
- sistemi di sospensione che consentano il fissaggio delle canalizzazioni su qualsiasi tipo di struttura con possibilità di scegliere l'altezza delle canalizzazioni sul piano di utilizzazione
- rispondenza ai requisiti prescritti dalle Norme CEI 23-31
- marchio IMQ
- predisposizione per posa a parete o a soffitto.

Nelle canalizzazioni previste per l'utilizzo delle condutture di protezione, i mezzi destinati ad assicurare la continuità elettrica devono essere protetti contro l'allentamento.

I canali dovranno riportare le marcature specificate al punto 3.1.2 della Norma CEI 23-31 ed in particolare:

- contrassegno o nome del fabbricante
- identificazione del modello del fabbricante
- grado di protezione IP.

L'informazione indicata al punto a) deve essere riportata sul coperchio; quelle dei punti a) e b) devono essere riportate sull'imballo, sul canale, sul corpo delle giunzioni, dei raccordi e sulle testate.

L'Appaltatore dovrà fornire i dati caratteristici dei canali secondo quanto indicato al punto 3.1.1 della Norma CEI 23-31.

### **Canali portacavi di materiale plastico isolante**

Il sistema di canali sarà del tipo monofilare in PVC autoestinguente (classe 1 di reazione al fuoco), antiurto con coperchio inseribile a pressione smontabile senza attrezzo.

I canali ed i relativi accessori dovranno essere privi di fori di aerazione.

Anche gli elementi di raccordo, giunzione, derivazione, curve, ecc saranno in PVC autoestinguente antiurto.

I canali dovranno riportare (ad intervalli non superiori ad 1 m) le marcature specificate al punto 3.1.2 della Norma CEI 23-32 ed in particolare:

- a) Contrassegno o nome del fabbricante;
- b) Identificazione del modello del fabbricante.

L'informazione indicata al punto a) deve essere riportata sul coperchio; quelle dei punti a) e b) devono essere riportate sull'imballo, sul canale, sul corpo delle giunzioni, dei raccordi e sulle testate. L'Appaltatore dovrà fornire i dati caratteristici dei canali secondo quanto indicato al punto 3.1.1 della Norma CEI 23-32.

### 3.3. Passerelle portacavi

Si ribadisce che all'interno delle passerelle sono ammessi esclusivamente cavi unipolari o multipolari con guaina (es: FG16OM16, FG16OR16).

Qualora vengano utilizzate passerelle metalliche, esse dovranno garantire la continuità elettrica, una volta montate secondo le istruzioni del costruttore; tale requisito permette il collegamento a terra di tutta la massa della passerella in uno o più punti<sup>2</sup>.

Non è ammesso l'uso della passerella come PE.

#### Classificazione

CLASSE	PERCENTUALE DI APERTURE PRESENTI	MODO DI POSA CEI 64-8
<i>PASSERELLE A FONDO CONTINUO</i>		
A	Fino al 2% (compreso)	12
B	Dal 2% al 15% (compreso)	
C	Dal 15% al 30% (compreso)	
D	Oltre il 30%	13
<i>PASSERELLE A TRAVERSINI</i>		
X	Fino all'80% (compreso)	16
Y	Dall'80% al 90% (compreso)	
Z	Oltre il 90%	

Nota: il fondo continuo della passerella può essere di tipo:

- pieno
- perforato
- a rete.

<sup>2</sup> La messa a terra delle passerelle non è richiesta se si usano cavi in classe di isolamento II.



### **Marcatura e documentazione**

Tutti i componenti del sistema devono riportare, in modo durevole e leggibile, almeno le seguenti marcature:

1. nome, marchio commerciale o marchio di identificazione del costruttore o del venditore responsabile
2. numero o sigla di riferimento del tipo
3. marcatura CE.

Il costruttore deve inoltre fornire la seguente documentazione:

- istruzioni di montaggio e installazione;
- precauzioni da adottare contro sollecitazioni pericolose dovute a dilatazione termica;
- la classificazione della passerella;
- le dimensioni fondamentali;
- le distanze fra i supporti e tutte le indicazioni correlate con il carico di sicurezza;
- i metodi di fissaggio della passerella ai supporti;
- le caratteristiche dei materiali correlate con condizioni ambientali particolari (per esempio la resistenza agli agenti corrosivi più comuni).

### **3.4. Norme specifiche di riferimento**

CEI 23-31	Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e porta apparecchi.
CEI 23-32	Sistemi di canali di materiale plastico isolante e loro accessori ad uso portacavi e porta apparecchi per soffitto e parete.
CEI 23-76	Sistemi di passerelle portacavi a fondo continuo e a traversini per la posa dei cavi.
CEI EN 50085-1	Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche. Parte 1: Prescrizioni generali.
CEI EN 50085-2-1	Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche. Parte 2-1: Sistemi di canali e di condotti per montaggio a parete e a soffitto.
CEI EN 50085-2-2	Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche. Parte 2-2: Prescrizioni particolari per sistemi di canali e di condotti per montaggio sotto pavimento, a filo pavimento o sopra pavimento.
CEI EN 61537	Sistemi di canalizzazioni e accessori per cavi – Sistemi di passerelle portacavi a fondo continuo e a traversini.

## **4. TUBI PROTETTIVI IN PVC**

### **4.1. Prescrizioni comuni**

I tubi di protezione dei cavi dovranno essere in PVC autoestinguente, rigidi, per posa a vista, pieghevoli, corrugati, per posa sottotraccia; nella posa a vista le tubazioni dovranno essere complete di opportuni raccordi atti a garantire un grado di protezione non inferiore a IP40 se non diversamente specificato negli elaborati di progetto.

L'uso di tubi "flessibili" installati a vista, è in generale, solo consentito per tratti terminali dei circuiti (ad esempio collegamento da scatola di derivazione ad utilizzatore).

Tali tubazioni flessibili avranno le caratteristiche prestazionali minime indicate nelle tabelle UNEL relative, saranno del tipo spiralato, con anima di rinforzo, ed autoestinguenti.

In generale solo ove esistano particolari vincoli e/o difficoltà di posa di tubi esterni rigidi, a seguito di autorizzazione da parte della D.L., l'Appaltatore potrà utilizzare tubi flessibili, aventi le caratteristiche sopradescritte.

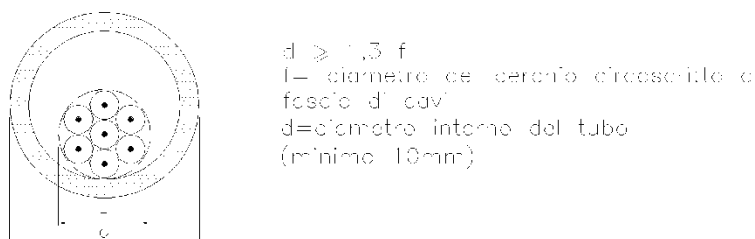
Eventuali curve dovranno avere un ampio raggio e comunque non inferiore al raggio minimo di curvatura dei cavi in esse contenute.

La distanza minima tra il bordo esterno di ogni tubo elettrico e quello di qualsiasi tubo/canale telematico dovrà essere di 20 cm.

Il materiale di supporto all'installazione, gli staffaggi, le bullonerie, ecc, dovrà essere in acciaio zincato o cadmiato.

Per garantire le prestazioni sopraindicate, l'Appaltatore dovrà installare tubi, sia rigidi che flessibili, dotati di marchio di qualità (IMQ/CEI), sui quali saranno (a distanza di non più di 3 m) riportate le indicazioni richieste dalla normativa. In particolare dovrà essere riportato il codice di classificazione a 3 cifre (prima cifra per la resistenza meccanica, seconda e terza cifra per la classe di temperatura).

Le dimensioni interne dei tubi protettivi dovranno essere tali da permettere l'agevole infilaggio dei cavi dopo la messa in opera dei tubi stessi; a tale scopo è raccomandato negli ambienti ordinari che il diametro interno dei tubi sia almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 10 mm. Il fascio di cavi interno al tubo dovrà avere una disposizione simile a quella rappresentata nella figura 1 seguente.



*Fig. 4 - Disposizione dei cavi all'interno del tubo.*

Tutti i tubi dovranno essere collegati mediante interposizione di idonee scatole o cassette di derivazione ispezionabili, eventualmente dotate di morsettiere.

Tali cassette saranno previste per ogni giunzione o derivazione e, in ogni caso:

- a) sui tubi almeno ogni tre curve;
- b) dove occorre un brusco cambiamento di direzione;
- c) dopo 15 m di tubo rettilineo;
- d) in corrispondenza di ogni utilizzatore fisso collegato direttamente (es: apparecchio di illuminazione).

Qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi dovranno essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate.

È ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, amovibili solo con attrezzo, tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi. I tubi protettivi dei conduttori elettrici collocati in cunicoli che ospitano altre canalizzazioni dovranno essere disposti in modo da non essere soggetti ad influenze dannose in relazione a sovrariscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa ecc.

Se nel caso, onde evitare che i cavedi verticali, ove sono posati i circuiti elettrici con i relativi tubi, siano facile veicolo di propagazione di eventuali incendi (anche di origine esterna all'impianto elettrico) si dovrà provvedere a sigillare, con appositi materiali ad espansione, lo spazio attorno ai tubi negli attraversamenti di ogni parete e/o pavimento.

Ove esista rischio di formazione di condensa all'interno dei tubi (locali interrati, umidi, ecc), e nei tratti orizzontali di lunghezza maggiore di 10 m, i tubi dovranno essere installati in modo da permettere lo scarico dell'eventuale condensa (la pendenza minima richiesta è del 2%).

Nel vano degli ascensori o montacarichi non è consentita la messa in opera di conduttori o tubazioni di qualsiasi genere che non appartengano all'impianto dell'ascensore o del montacarichi stesso. I circuiti degli impianti a tensione ridotta per diffusione sonora, illuminazione di sicurezza, trasmissione dati, nonché quelli per impianti telefonici o citofonici e rilevazione fumi, dovranno avere i conduttori, in ogni caso, sistemati in tubazioni dedicate.

In installazioni ove sia prescritto un grado di protezione almeno IP4X, le derivazioni da canali, quadri elettrici, ecc, non devono essere fatte tramite fori e tubi semplicemente infilati ma si devono effettuare derivazioni con l'installazione di idonei pressatubi (o pressacavi).

Dovrà sempre essere garantita un'agevole sfilabilità dei conduttori.

## 4.2. Tubi rigidi

I tubi isolanti rigidi vengono solitamente utilizzati per installazioni a vista, ma risultano idonei anche per la posa incassata nella muratura.

I tubi isolanti rigidi per impianti in vista dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- serie pesante
- colore grigio RAL 7035 (se non indicato diversamente negli elaborati di progetto)
- materiale termoplastico a base di cloruro di polivinile (PVC) rigido autoestinguente
- rispondente alle Norme CEI 23-81
- resistenza allo schiacciamento superiore a 2000 Newton su 5 cm. A 20°C
- urto a freddo (-5°C) previo condizionamento a + 60°C, a -5°C con martello di massa variabile con il diametro
- curvatura a freddo (-5°C) eseguita con molla piegatubo in acciaio
- cedimento a caldo per 24 ore a + 60° senza alterazioni
- resistenza alla temperatura mediante pressione di una sfera per 1 ora a + 60°C
- resistenza alla fiamma autoestinguente in meno di 30 secondi
- rigidità dielettrica superiore a 2000V a 50 Hz per 15 minuti
- resistenza di isolamento superiore a 100 MOhm per 500 V di esercizio per 1 minuto
- manicotti, curve, raccordi, tubo scatola con raccordo rapido ad espansione con le medesime caratteristiche ed in grado di garantire grado di protezione medesimo della tubazione.

I tubi non dovranno transitare in prossimità di condutture di fluidi ad elevata temperatura o di distribuzione del gas e non si stufferanno a tubazioni, canali o comunque altri impianti.

I percorsi delle tubazioni dovranno essere prevalentemente verticali e orizzontali.

Nella tabella 3 è indicato il diametro che devono avere i tubi protettivi rigidi in relazione alla sezione, al tipo ed al numero dei cavi che saranno contenuti entro la tubazione.

Cavi			Sezione (mmq)					
Uo/U	Tipo		Num.	1,5	2,5	4	6	10
450/750 V	Cavo unipolare PVC (senza guaina)		1	16	16	16	16	16
			2	16	16	16	20	25
			3	16	16	20	25	32
			4	16	20	20	25	32
			5	20	20	20	32	32
			6	20	20	25	32	40
	Cavo multipolare PVC	Bipol.	1	16	20	20	25	32
			2	32	40	40	50	--

		Tripol.	1	16	20	20	25	40
			2	32	40	40	50	--
		Quadr.	1	20	20	25	32	40
			2	40	40	50	50	--
			3	40	50	50	--	--

Tab. 3 - Diametro (mm) dei tubi rigidi in PVC, in relazione alla sezione, al tipo e al numero di cavi.

Le dimensioni dei tubi rigidi sono riportate nella figura 5 seguente:

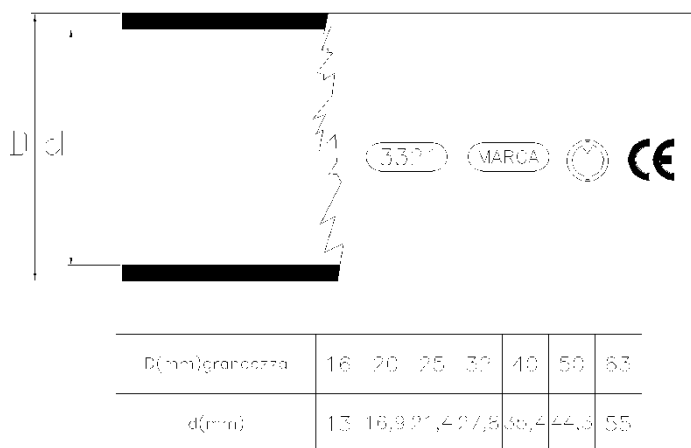


Fig. 5 - Dimensioni commerciali dei tubi rigidi.

#### 4.3. Tubi protettivi pieghevoli

I tubi protettivi pieghevoli (corrugati) dovranno essere utilizzati incassati nelle strutture.

I tubi pieghevoli, come quelli rigidi, incassati nel pavimento dovranno essere almeno di tipo “medio” per quanto riguarda la resistenza allo schiacciamento e all’urto, codice 33 secondo la Norma CEI 23-46, mentre quelli incassati nelle pareti, o a soffitto, dovranno essere di tipo leggero, codice 22.

Le dimensioni dei tubi pieghevoli sono riportati nella figura 6 seguente:

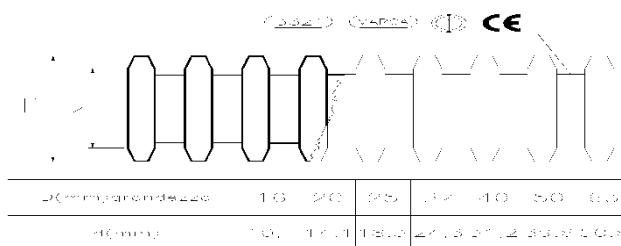


Fig. 6 - Dimensioni commerciali dei tubi pieghevoli.

Nella tabella 4 è indicata la grandezza minima che devono avere i tubi protettivi flessibili, in relazione alla sezione, al tipo e al numero dei cavi che saranno contenuti entro la tubazione.

Cavi				Sezione (mmq)					
Uo/U	Tipo		Num.	1,5	2,5	4	6	10	
450/750 V	Cavo unipolare PVC (senza guaina)		1	16	16	16	16	16	
			2	16	20	20	25	32	
			3	16	20	25	32	32	
			4	20	20	25	32	32	
			5	20	25	25	32	40	
			6	20	25	32	32	40	
			7	20	25	32	32	40	
			8	25	32	32	40	50	
	Cavo multipolare PVC		Bipol.	1	20	25	25	32	40
				2	32	40	50	50	63
				3	40	50	50	63	--
			Tripol.	1	20	25	25	32	40
				2	40	40	50	63	63
				3	40	50	50	63	--
			Quadr.	1	25	25	32	32	50
				2	40	50	50	63	--
				3	50	50	63	--	--

Tab. 4 - Diametro (mm) dei tubi flessibili in PVC, in relazione alla sezione, al tipo e al numero di cavi.

#### 4.4. Scatole di derivazione

Le giunzioni dei conduttori dovranno essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti o morsettiere. Le cassette dovranno essere costruite in modo che, nelle condizioni ordinarie di installazione, non sia possibile introdurvi corpi estranei; dovrà inoltre risultare agevole la dispersione di calore in esse prodotta ed il coperchio delle cassette dovrà offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo.

Le giunzioni dei cavi poste all'interno delle scatole di derivazione non dovranno occupare più del 60% del volume interno della cassetta stessa.

Per la posa in vista, le cassette dovranno essere costituite in materiale plastico stampato "autoestinguente" e con una buona resistenza agli urti, con coperchio in materiale plastico, fissato per mezzo di viti ed ingresso dei conduttori realizzato mediante bocchettoni pressatubo filettati. Per la posa incassata le cassette saranno in resina stampata, di forma cubica o parallelepipedica, con coperchio, in resina stampata, fissata per mezzo di viti. Le tratte di tubi tra le cassette dovranno avere andamento il più possibile rettilineo per assicurare il facile inserimento o la rimozione dei cavi. Dovranno essere impiegate cassette aventi dimensioni minime di 80mm di diametro, se rotonde oppure dimensioni di 70x70x35mm, se rettangolari.

La tabella 5 fornisce indicativamente, per ogni scatola di derivazione, il numero massimo dei tubi attestabili, in relazione alla grandezza dei tubi stessi

Dimensioni interne della cassetta (mm) (LxPxH)	Predisposizione per numero scomparti	Grandezza dei tubi (mm)						
		ø16	ø20	ø25	ø32	ø40	ø50	ø63
90x90x45	1	7	4	3	—	—	—	—
120x100x50	1	10	6	4	—	—	—	—
120x100x70	1	14	9	6	—	—	—	—
150x100x70	1	18	12	8	4	4	2	—
160x130x70	1	20	12	8	6	4	2	—
200x150x70	2	24	16	10	6	4	4	—
300x150x70	3	—	24	16	10	6	5	2
390x150x70	4	—	—	20	12	8	6	3
480x160x70	3	—	—	24	16	10	6	4
520x200x80	3	—	—	—	—	12	8	6

Tab. 5 - Numero massimo di tubi attestabili sulle scatole di derivazione.

I circuiti di sicurezza dovranno essere separati dai circuiti ordinari, pertanto si prescrive l'utilizzo di scatole di derivazione separate o, nel caso non si possa evitare l'utilizzo di scatole di derivazione in comune con i circuiti ordinari, l'uso di setti separatori.

La norma di prodotto EN 60670-1 (CEI 23-48) "Scatole e involucri per apparecchiature elettriche fisse per usi domestici e similari. Parte 1. Prescrizioni generali" identifica che le cassette di derivazione o involucri possono essere montati ad incasso, a semi-incasso o sporgenti. La suddetta norma prescrive la prova al filo incandescente di 650°C per le parti in materiale isolante degli involucri. La temperatura al filo incandescente sale a 850° per le scatole e gli involucri destinati ad esse installati ad incasso o semi incasso in pareti cave, soffitti o pavimenti cavi.

La norma 64-8, nella sezione 422 "Protezione contro gli incendi", tenuto conto dell'art. 751.04.1.4 prevede la temperatura di prova al filo incandescente secondo la tabella 6 seguente, in funzione della tipologia di ambiente (luogo marcio o ordinario).

Scatole, cassette, quadretti, placche e coperchi	Temperatura del filo incandescente	
	Luoghi marci	Luoghi ordinari
Componenti da incasso sotto intonaco (pareti in muratura tradizionale e prefabbricate)	650 °C	550 °C
Componenti da incasso per pareti vuote (pareti in truciolo, tramezze in legno, ecc.)	850 °C	850 °C
Componenti applicati in parete	650 °C	550 °C
Parti dei componenti di cui sopra che tengono in posizione parti sotto tensione (escluse le parti relative al conduttore di protezione).	850 °C	850 °C

Tab. 6 – Scelta delle scatole di derivazione in funzione del luogo di posa

Il controsoffitto è assimilato a posa in cavità, pertanto le scatole di derivazione ivi posate dovranno avere resistenza al filo incandescente di 850°C. Se per il fissaggio delle scatole si fa uso di resina poliuretanica, essa deve avere le medesime caratteristiche della scatola, ovvero resistenza al filo incandescente di 850°C.

Le prescrizioni di cui sopra si applicano anche ai quadri elettrici (centralini) per uso domestico o simile.

Le scatole di derivazione che conterranno derivazioni o alimentazioni terminali di impianti di sicurezza, distribuiti resistenti al fuoco per costruzione (cavo resistente al fuoco come luce di sicurezza, rivelazione fumi, Evac) dovranno essere anch'esse resistenti al fuoco. Tali scatole dovranno avere certificazione PH120 secondo la EN50200, possibilmente complete di morsettiera in ceramica. Il colore potrà essere speciale (es: colore RAL 2003) per un più immediato riconoscimento della scatola contenente l'impianto di sicurezza.

#### **4.5. Tubazioni per le costruzioni prefabbricate**

I tubi protettivi annegati nel calcestruzzo dovranno rispondere alle prescrizioni delle norme CEI 23-82. Saranno inseriti nelle scatole preferibilmente con l'uso di raccordi atti a garantire una perfetta tenuta. La posa dei raccordi sarà eseguita con la massima cura in modo che non si creino strozzature. I tubi dovranno essere uniti tra loro per mezzo di appositi manicotti di giunzione. La predisposizione dei tubi dovrà essere eseguita con tutti gli accorgimenti della buona tecnica in considerazione del fatto che alle pareti prefabbricate non è in genere possibile apportare sostanziali modifiche né in fabbrica né in cantiere. Le scatole da inserire nei getti di calcestruzzo avranno caratteristiche tali da sopportare le sollecitazioni termiche e meccaniche che si presentano in tali condizioni.

#### **4.6. Norme specifiche di riferimento**

CEI 23-26	Tubi per installazioni elettriche - Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori.
CEI 23-81	Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori.
CEI 23-82	Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori.
CEI EN 50086-1	Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Parte 1: Prescrizioni generali.
CEI EN 61386-1	Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali



## **5. CAVI**

### **5.1. Prescrizioni generali**

Le condutture elettriche dovranno essere installate secondo le prescrizioni generali del Capitolo 52 della Norma CEI 64-8.

Come già specificato nella relazione tecnica, si ricorda che, il Comitato Elettrotecnico Italiano ha emesso, in data 1° settembre 2016, la Norma CEI UNEL 35016 che fissa, sulla base delle prescrizioni normative installative CENELEC e CEI, le quattro classi di reazione al fuoco per i cavi elettrici in relazione al Regolamento Prodotti da Costruzione (UE 305/2011), che consentono di rispettare le prescrizioni installative nell'attuale versione della Norma CEI 64-8.

La suddetta Norma CEI UNEL si applica a tutti i cavi elettrici per installazioni permanenti negli edifici e nelle altre opere di ingegneria civile (esempi: abitazioni, edifici industriali e commerciali, uffici, ospedali, scuole, metropolitane, ecc.).

Pertanto tutti i cavi per posa fissa che saranno installati all'interno degli edifici, dovranno essere obbligatoriamente conformi alla normativa sopra citata.

Anche tutti i cavi relativi ai cablaggi interni dei quadri di media tensione e dei quadri di bassa tensione dovranno essere eseguiti con cavi conformi al regolamento CRP UE 305/11.

**Se al momento della realizzazione dell'impianto, entrassero in commercio cavi equivalenti conformi al regolamento CRP UE 305/11 che alla data di redazione della presente non sono stati considerati perché non ancora reperibili, quanto previsto nel capitolato e negli elaborati di progetto dovrà essere automaticamente sostituito, al fine di non pregiudicare il buon esito delle operazioni di collaudo finale. Non saranno comunque accettate richieste di maggiori oneri per l'utilizzo di cavi conformi alla normativa CPR.**

### **5.2. Isolamento dei cavi**

I cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria dovranno essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale ( $U_o/U$ ) non inferiori a 450/750V (simbolo di designazione 07). Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando, con tensione nominale  $\leq 110V$ , dovranno essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500V (simbolo di designazione 05). Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale, con cavi previsti con tensioni nominali superiori, dovranno essere adatti alla tensione nominale maggiore.

Tutti i cavi elettrici impiegati per i circuiti di bassa tensione (BT) saranno rispondenti alle norme CEI inerenti e porteranno pertanto impresso sul rivestimento il marchio IMQ/CEI; dovranno inoltre disporre dei contrassegni attestanti che il cavo è stato costruito a regola d'arte anche in relazione alle caratteristiche prestazionali richieste in appalto i cui valori minimi sono indicati nel seguito.

Ove non espressamente indicato negli elaborati di progetto, le sezioni dei conduttori dei cavi in argomento, coordinate (secondo le disposizioni delle norme CEI 64-8) all'organo di protezione inerente, dovranno essere adottate nel rispetto delle tabelle UNEL 35024.

### **5.3. Colori distintivi dei cavi**

I conduttori impiegati negli impianti dovranno essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722-74 e 00712.

In particolare i conduttori di neutro e di protezione dovranno essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde (GV).

I conduttori di fase dovranno essere contraddistinti in modo univoco, in tutto l'impianto, dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone.

Ove non espressamente indicato negli elaborati di progetto, i conduttori per corrente continua dovranno avere colorazione rosso (+) e nero (-).

Nei circuiti SELV (bassissima tensione di sicurezza) saranno utilizzati cavi di colore diverso dagli altri circuiti.

### **5.4. Sezioni minime ammesse**

Le sezioni, scelte tra quelle unificate nelle tabelle CEI-UNEL, dovranno garantire la portata di corrente prevista, per i diversi circuiti.

In ogni caso le sezioni minime dei conduttori in rame dovranno essere:

- 0,50 mmq per i circuiti di segnalazione e di telecomando;
- 1,5 mmq per illuminazione di base, derivazione per prese a spina per apparecchi con potenza unitaria non superiore 2,2 kW;
- 2,5 mmq per utilizzatori con potenza unitaria compresa tra 2,2 e 3,6 kW;
- 4 mmq per montanti singoli e linee che alimentano i singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3,6 kW.

Nella tabella 7 è indicata la portata (I<sub>z</sub>) da considerare per cavi in rame isolati in PVC posati in tubo o canale e la massima corrente nominale (I<sub>n</sub>) ammessa dall'interruttore di protezione contro il sovraccarico.

Numero dei conduttori ( <sup>1</sup> )		Sezione del cavo							
		1,5 mmq	2,5 mmq	4 mmq	6 mmq	10 mmq	16 mmq	25 mmq	35 mmq
2	I <sub>z</sub>	16,5 A	23 A	30 A	38 A	52 A	69 A	90 A	111 A
	I <sub>n</sub>	16 A	20 A	25 A	32 A	50 A	63 A	80 A	100 A
3	I <sub>z</sub>	15 A	20 A	27 A	34 A	46 A	62 A	80 A	99 A
	I <sub>n</sub>	10 A	20 A	25 A	32 A	40 A	50 A	80 A	80 A
4	I <sub>z</sub>	13 A	18 A	24 A	30 A	41,6 A	55 A	72 A	89 A
	I <sub>n</sub>	10 A	16 A	20 A	25 A	40 A	50 A	63 A	80 A
6	I <sub>z</sub>	12 A	16 A	21 A	27 A	36 A	49 A	63 A	78 A
	I <sub>n</sub>	10 A	16 A	20 A	25 A	32 A	40 A	63 A	63 A
8	I <sub>z</sub>	11 A	15 A	19,5 A	25 A	34 A	45 A	58,5 A	72 A
	I <sub>n</sub>	10 A	10 A	16 A	25 A	32 A	40 A	50 A	63 A
9	I <sub>z</sub>	10,5 A	14 A	19 A	24 A	32 A	43,5 A	56 A	69 A
	I <sub>n</sub>	10 A	10 A	16 A	20 A	32 A	40 A	50 A	63 A
12	I <sub>z</sub>	9,5 A	13 A	17 A	21 A	29 A	40 A	51,5 A	63,5 A
	I <sub>n</sub>	6 A	10 A	16 A	20 A	25 A	40 A	50 A	63 A
15	I <sub>z</sub>	9 A	12 A	16 A	20 A	28 A	37 A	48 A	59 A
	I <sub>n</sub>	6 A	10 A	16 A	20 A	25 A	32 A	40 A	50 A
18	I <sub>z</sub>	8,5 A	11,5 A	15 A	19 A	26 A	35 A	45 A	56 A
	I <sub>n</sub>	6 A	10 A	10 A	16 A	25 A	32 A	40 A	50 A
24	I <sub>z</sub>	7,5 A	10 A	13,5 A	17,5 A	23,5 A	31,5 A	40,5 A	50,5 A
	I <sub>n</sub>	6 A	10 A	10 A	16 A	20 A	25 A	40 A	50 A
<sup>(1)</sup> Numero dei conduttori (cavi unipolari o anime dei cavi multipolari) posati entro lo stesso tubo o canale. Non vanno considerati nel numero: a) Il conduttore di protezione, b) Il conduttore di neutro, nei circuiti quadripolari sostanzialmente equilibrati.									

Tab. 7 - Portata (I<sub>z</sub>) dei cavi (unipolari o multipolari) in rame, isolati in PVC, posati in tubo o canale e massima corrente nominale (I<sub>n</sub>) dell'interruttore di protezione contro il sovraccarico.

In assenza di specifica indicazione negli elaborati di progetto l'appaltatore è tenuto ad installare (in funzione del tipo di cavo suddetto e della relativa condizione di posa) cavi aventi portata adeguata (secondo le indicazioni delle tabelle UNEL) in funzione della corrente di impiego (I<sub>b</sub>), della lunghezza dei circuiti e dell'uso cui sono destinati, tenuto conto della temperatura dell'ambiente di posa (30°C se non diversamente indicato negli elaborati di progetto), della caduta di tensione globale massima ammissibile (pari al 4% della tensione a vuoto tra il punto di consegna o trasformazione e l'utenza finale, se non diversamente indicato negli elaborati di progetto), del numero di conduttori/cavi attivi posati all'interno dello stesso tubo/canale e del tipo di posa del tubo o del canale.

Inoltre la sezione di ogni cavo dovrà essere coordinata, secondo le disposizioni delle Norme CEI 64-8, all'organo di protezione (di solito interruttore automatico) opportuno sia per la protezione da sovracorrenti che per la protezione dai contatti indiretti.

### 5.5. Sezione minima del conduttore di neutro

La sezione dei conduttori neutri non dovrà essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase.

Per i conduttori dei circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mmq se in rame (25 mmq se in alluminio), è ammesso il neutro di sezione ridotta pari alla metà del conduttore di fase, ma comunque non inferiore a 16 mmq se in rame (25 mmq se in alluminio), purché siano soddisfatte le condizioni degli artt. 522, 524, 543.1.4 delle norme CEI 64-8.

### 5.6. Sezioni minime dei conduttori di terra e di protezione

Il conduttore di protezione dovrà avere sezione e caratteristiche idonee secondo quanto indicato nella seguente tabella 8:

Sezione dei conduttori di fase dell'impianto $S$ (mmq)	Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione $S_p$ (mmq)
$S \leq 16$ $16 < S \leq 35$ $S > 35$	$S_p = S$ 16 $S_p = S/2$

Tab. 8 - Relazione tra le sezioni dei conduttori di protezione e dei conduttori di fase.

In alternativa ai criteri sopra indicati è ammesso il calcolo della sezione minima del conduttore di protezione mediante il metodo analitico indicato al paragrafo a) dell'art. 543.1.1 delle norme CEI 64-8.

La sezione del conduttore di terra, dovrà essere non inferiore a quella del conduttore di protezione suddetta con i minimi di seguito indicati:

*Sezione minima (mmq):*

- |   |         |         |
|---|---------|---------|
| - protetto contro la corrosione ma non meccanicamente | 16 (Cu) | 16 (Fe) |
| - non protetto contro la corrosione                   | 25 (Cu) | 50 (Fe) |

In assenza di specifica indicazione sugli elaborati di progetto e ove possibile, il conduttore di terra dovrà essere di sezione pari a 50 mmq. in rame nudo posato in intimo contatto con il terreno in modo da contribuire, quale dispersore orizzontale, ad abbassare il valore della resistenza di terra.

### 5.7. Sezioni minime dei conduttori equipotenziali

I conduttori equipotenziali dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nella Norma CEI 64-8, che qui vengono sinteticamente riassunte:

*Conduttori equipotenziali:*

- a) Detta  $S_e$  la sezione del conduttore equipotenziale e  $S_p$  la sezione del conduttore di protezione principale dovrà essere:  $S_e > S_p/2$ ;
- b) Il valore minimo della sezione  $S_e$  dovrà essere di 6 mmq;
- c) Quando il conduttore equipotenziale è in rame non sarà richiesta una sezione  $S_e$  maggiore di 25 mmq.

*Conduttori equipotenziali supplementari:*

Un conduttore equipotenziale supplementare che connette due masse dovrà avere sezione non inferiore a quella del conduttore di protezione di sezione minore.

Un conduttore equipotenziale supplementare che connette una massa a masse estranee dovrà avere sezione non inferiore a metà della sezione del relativo conduttore di protezione.

Un conduttore equipotenziale che connette fra di loro due masse estranee, o che connette una massa estranea all'impianto di terra, dovrà avere sezione non inferiore a 2,5 mmq se è prevista una protezione meccanica, 4 mmq se non è prevista una protezione meccanica.

Nel caso si utilizzino masse estranee per assicurare il collegamento equipotenziale supplementare, dovranno essere soddisfatte le prescrizioni indicate dalla Norma CEI 64-8.

## **5.8. Giunzioni e terminazione dei cavi**

Le giunzioni e le terminazioni dei cavi, dovranno essere realizzate secondo quanto indicato dalle norme CEI 20-24 e CEI 20-33, in particolare utilizzando morsetti (di giunzione o di derivazione) del tipo con vite di pressione e cappuccio di resina. In proposito si ricordi che è vietato ridurre la sezione dei conduttori per farli entrare nel morsetto.

Le connessioni dovranno essere effettuate nel minor numero possibile.

I dispositivi di connessione dovranno garantire i requisiti di isolamento e di resistenza meccanica e dovranno essere ubicati entro le scatole di derivazione.

Le connessioni devono essere accessibili e pertanto sono vietate all'interno di tubi protettivi; renderle accessibili interrompendo il tubo è, ovviamente, un rimedio peggiore del male.

I terminali di partenza e di arrivo di ogni cavo saranno opportunamente numerati ed identificati in modo univoco, secondo le specifiche della norma CEI 16-4. Quando possibile, "al fine di rendere semplificata l'individuazione dei circuiti per una più razionale realizzazione impiantistica, i cavi

costituenti le dorsali di alimentazione di quadri elettrici, box a parete, ecc, non dovranno essere posati nello stesso contenitore (tubo, canale, ecc) in cui transitano le linee in uscita dagli elementi (quadri elettrici, box a parete, ecc) suddetti”.

Qualora, in relazione al tipo di ambiente (es.: locali umidi, installazioni all'esterno), sia previsto un impianto avente grado di protezione superiore a IP20, nelle posa in opera dei cavi si dovrà operare con estrema attenzione al fine di non danneggiare parti di impianto che devono conservare le caratteristiche di tenuta prescritte.

In nessun caso dovranno essere effettuate giunzioni o derivazioni mediante attorcigliamento e o nastratura dei conduttori.

### **5.9. Protezione delle condutture elettriche**

I conduttori che costituiscono gli impianti dovranno essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti. La protezione contro i sovraccarichi dovrà essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8. In particolare i conduttori saranno scelti in modo che la loro portata ( $I_z$ ) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego ( $I_b$ ) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza di trasmettere in regime permanente). Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione dovranno avere una corrente nominale ( $I_n$ ) compresa fra la corrente di impiego del conduttore ( $I_b$ ) e la sua portata nominale ( $I_z$ ) ed una corrente in funzionamento ( $I_f$ ) minore o uguale a 1,45 volte la portata ( $I_z$ ). In tutti i casi dovranno essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \qquad I_f \leq 1,45 I_z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI 23-3 e CEI 17-5. Gli interruttori automatici magnetotermici dovranno interrompere le correnti di corto circuito che potranno verificarsi nell'impianto per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione:

$$I^2 t \leq K s^2$$

(artt. 434.3, 434.3.1, 434.3.2 e 434.2 delle norme CEI 64-8).

Essi dovranno avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

Il potere di interruzione degli interruttori dovrà essere riferito a:

- portata  $\leq 125A$  CEI EN 60898 (CEI 23-3)
- portata  $> 125A$  CEI EN 60947-2 Cat. riferito a  $I_{cs}$

L'intervento degli interruttori in caso di corto circuito dovrà essere selettivo, essendo vietata la protezione in back up.

Protezione di circuiti particolari:

- dovranno essere protette singolarmente le derivazioni all'esterno;
- dovranno essere protette singolarmente le derivazioni installate in ambienti speciali ed umidi;
- dovranno essere protetti singolarmente i motori di potenza superiore a 2 kW.

#### **5.10. Posa dei cavi in ambienti particolari**

##### ***Propagazione del fuoco lungo i cavi***

I cavi in aria installati singolarmente, cioè distanziati tra loro di almeno 250 mm, dovranno rispondere alla prova di non propagazione della fiamma prevista dalla Norma CEI 20-35. Quando i cavi fossero raggruppati in ambiente chiuso in cui sia da contenere il pericolo di propagazione di un eventuale incendio, dovranno essere conformi alla Norma CEI 20-22.

##### ***Provvedimenti contro il fumo e connessi allo sviluppo di gas tossici e corrosivi***

I cavi in fornitura all'interno dei locali al terzo piano dovranno essere a bassa emissione di fumo e di gas tossici e corrosivi come prescritto dalle Norme CEI 20-37 e 20-38.

#### **5.11. Norme specifiche di riferimento**

CEI 11-17	Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
CEI EN 60446	Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo macchina, marcatura e identificazione. Individuazione dei conduttori tramite colori o codici alfanumerici.
CEI 20-13	Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV.
CEI 20-14	Cavi isolati con polivinilcloruro di qualità R2 con grado di isolamento superiore a 3 (per sistemi elettrici con tensione nominale da 1 a 20 kV).
CEI 20-24	Giunzioni e terminazioni per i cavi di energia.
CEI 20-27	Cavi per energia e segnalamento - Sistema di designazione.
CEI 20-33	Giunzioni e terminazioni per i cavi di energia a tensione $U_0/U$ non superiore a 600/1000 V in corrente alternata e 750 V in corrente continua.
CEI 20-40	Guida per l'uso dei cavi a bassa tensione.
CEI 20-22/0	Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali.

CEI 20-22/2	“Prove d’incendio su cavi elettrici Parte 2: Prova di non propagazione dell’incendio”.
CEI 20-22/3	“Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio - Prova di propagazione della fiamma verticale di fili o cavi montati verticalmente a fascio”.
CEI EN 60332-2-1	Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d’incendio Parte 2-1: Prova per la propagazione verticale della fiamma su un piccolo singolo conduttore o cavo isolato – Apparecchiatura.
CEI UNEL 35016	Classe di reazione al fuoco dei cavi in relazione al regolamento EU “Prodotti da Costruzione” (205/2011).
CEI EN 50525	Cavi energia con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
CEI EN 50399	Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio. Misura dell’emissione di calore e produzione di fumi sui cavi durante la prova di sviluppo di fiamma – apparecchiatura di prova, procedure e risultati.
CEI EN 60332-1-2	Prove su cavi elettrici ed ottici in condizioni di incendio. Parte 1-2: prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o un cavo isolato – procedura per la fiamma 1 kW premiscelato.
CEI 20-116	Cavi elettrici – applicazioni estese dei risultati di prova (EXAP rules).
CEI EN 60754-2	Prova sui gas emessi durante la combustione di materiali prelevati dai Cavi Parte 2: Determinazione dell’acidità (mediante la misura del pH) e della conduttività.
CEI EN 50267-2-3	Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi Parte 2-3: Procedure di prova - Determinazione del grado di acidità (corrosività) dei gas dei cavi mediante il calcolo della media ponderata del pH e della conduttività.
CEI EN 61034-2	Misura della densità del fumo emesso dai cavi che bruciano in condizioni definite Parte 2: Procedura di prova e prescrizioni.
CEI EN 50575	Cavi per energia, controllo e comunicazioni - Cavi per applicazioni generali nei lavori di costruzione soggetti a prescrizioni di resistenza all’incendio.
CEI 64-8/5	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Parte 5: scelta ed installazione dei componenti elettrici e relative varianti.



## **6. PRESE A SPINA**

### **6.1. Prese a spina serie civile**

Dovranno essere utilizzate prese di corrente modulari per usi domestici e similari conformi alle relative Norme CEI tipo:

- 2P+T 10A standard italiano, con terra centrale, a poli allineati, con alveoli schermati
- 2P+T 16A standard italiano, con terra centrale, a poli allineati, con alveoli schermati
- 2P+T 16A standard italiano, con terra centrale, a poli allineati, con alveoli schermati, tipo bipasso
- 2P+T 16A standard italiano/tedesco P40, con terra laterale e centrale e alveoli schermati, tipo universale

Le prese dovranno avere grado di protezione minimo IP2X, salvo diversa prescrizione riportata negli elaborati grafici o nella documentazione di progetto.

I relativi interruttori (di comando e di protezione), uno per ogni presa, potranno essere di tipo unipolare e dovranno avere portata adeguata.

Prese ed interruttori inerenti dovranno essere installati entro "scatole portafrutti", in materiale termoplastico di tipo incassato a parete e/o a vista e dotate di placca di copertura in metallo (con relativo telaio portafrutti idoneamente schermato) o in materiale termoplastico/resina, fissabile alla scatola stessa per mezzo di viti.

Le prese di corrente che alimentano utilizzatori elettrici con forte assorbimento (es. lavatrice, lavastoviglie, cucina, condizionatori, ecc) dovranno avere un proprio dispositivo di protezione da sovracorrente, interruttore bipolare con fusibile sulla fase o interruttore magnetotermico.

### **6.2. Prese a spina serie industriale**

Dovranno essere utilizzate prese industriali tipo CEE 17 conformi alle Norme CEI 23-12/1 e 23-12/2 e relative varianti.

Ogni presa dovrà essere di tipo bipolare o di tipo tripolare più neutro più polo di terra disposto in basso ("ore 6"). La portata nominale di corrente, alla tensione di 220-240 V (colore blu) o 380-415 V (colore rosso), sarà di 16A oppure 32A e comunque coordinata con il cavo/conduttori di alimentazione (sezione minima 2,5mmq) ed i dispositivi di protezione inerenti.

Ogni presa industriale dovrà essere completa di:

- a) interruttore onnipolare di comando
- b) dispositivo di interblocco con l'interruttore di comando (atto a permettere l'inserimento/disinserimento della spina solo in mancanza di tensione nella presa)
- c) fusibili (se non diversamente indicato).

Presa, interruttore di blocco e organo di protezione dovranno essere installati entro scatola di tipo esposto in materiale termoplastico, completa di coperchio di protezione del vano presa con chiusura a molla.

Solo se richiesto dalle condizioni ambientali del locale in cui è installato l'impianto, tale sistema nella sua globalità dovrà garantire un grado di protezione minimo IP44 (simbolo unificato: una goccia all'interno di un triangolo).

In ogni caso a coperchio aperto il grado di protezione minimo che dovrà assicurare la presa sarà IP2X.

L'altezza dell'installazione delle prese dovrà essere tale da evitare urti accidentali con le stesse. Nelle centrali tecnologiche l'altezza di installazione dovrà essere pari a 115 cm.

### **6.3. Torrette a pavimento**

Le torrette a pavimento e le scatole affioranti dal pavimento (prese a scomparsa) dovranno essere costituite da materiali isolanti che superino la prova della stufa a 60°C per un tempo di 60min e la prova del filo incandescente a 650°C.

I componenti elettrici non dovranno costituire pericolo di innesco o di propagazione di un incendio per materiali adiacenti.

Le torrette a pavimento e le scatole affioranti dovranno assicurare almeno un grado di protezione IP52 nell'accoppiamento meccanico sul piano del pavimento, in previsione di liquidi per la pulitura. In caso in cui lo spargimento dei liquidi di lavaggio sia escluso, il grado di protezione richiesto è IP4X.

Il grado di protezione non si riferisce alla presa con relativa placca, che può avere grado di protezione inferiore.

Nei pavimenti in cui si prevedono spargimenti di liquido, le prese a comparsa installate con direzione di inserzione orizzontale o prossima all'orizzontale devono avere grado di protezione, sul contorno del coperchio, IP4X ad eccezione del passaggio per l'entrata dei cavi, nel quale è ammesso grado di protezione IP2X.

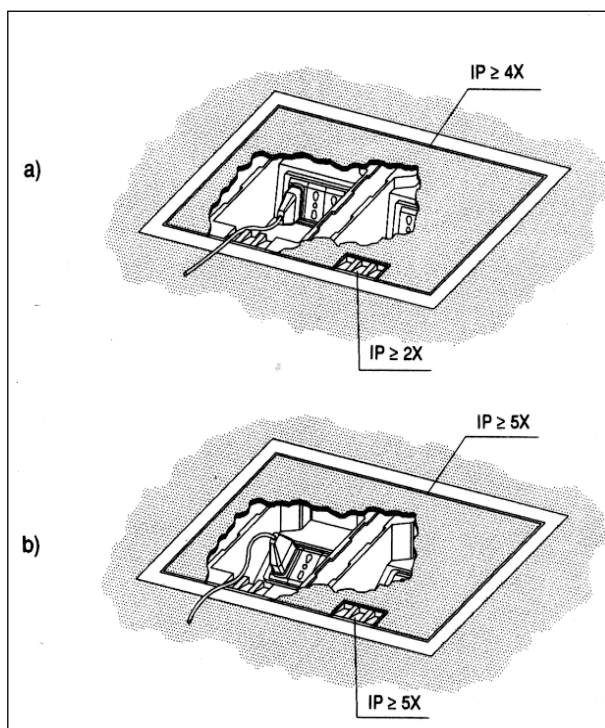


Fig. 7 - Torrette a scomparsa.

- a) Asse d'intersezione delle prese orizzontale, o prossimo all'orizzontale  
Grado di protezione minimo:
- IP4X sul contorno del coperchio;
  - IP2X sull'entrata dei cavi.
- b) Asse d'intersezione delle prese verticale, o prossimo alla verticale  
Grado di protezione minimo:
- IP5X sul contorno del coperchio
  - IP5X sull'entrata dei cavi

#### 6.4. Quote minime di installazione delle prese a spina

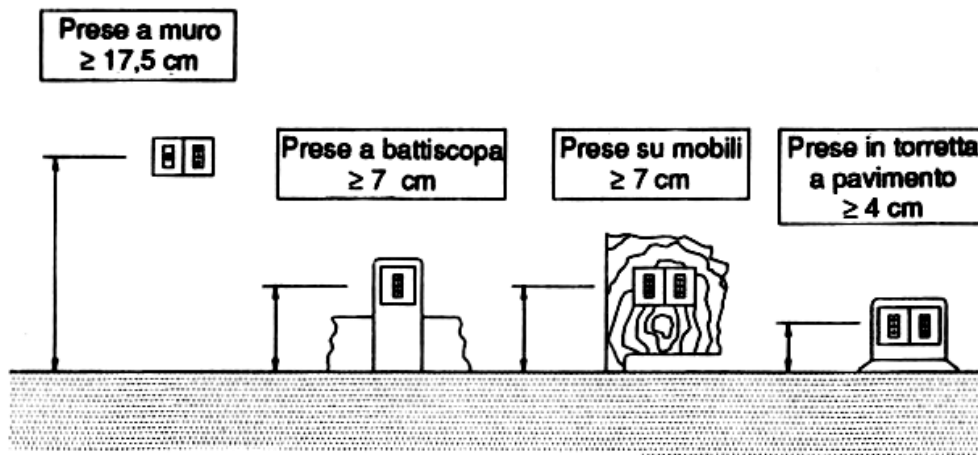


Fig. 8 - Quote minime di installazione delle prese a spina.

**6.5. Norme specifiche di riferimento**

CEI 23-12	Prese a spina per usi industriali.
CEI 23-12/1	Spine e prese per uso industriale. Parte 1: Prescrizioni generali.
CEI 23-12/2	Spine e prese per uso industriale. Parte 2: Prescrizioni per intercambiabilità dimensionale per spine e prese con alveoli cilindrici.
CEI 23-57	Spine e prese per uso domestico e similare. Parte 2: Requisiti particolari per adattatori.
CEI EN 50075	Spine non smontabili bipolari 2,5 A 250 V, con cavo, per il collegamento degli apparecchi di Classe II per usi domestici e similari.

## **7. APPARECCHIATURE DI COMANDO E PROTEZIONE**

### **7.1. Prescrizioni generali**

I quadri elettrici dovranno contenere le apparecchiature di comando e di protezione dei componenti dell'impianto e, ove richiesto, tutte le apparecchiature necessarie alla misura delle correnti di ciascuna fase e delle tensioni concatenate. Tali indicatori, di tipo digitale dovranno essere cablati sull'alimentazione generale del quadro e dovranno essere incassati in appositi spazi modulari. Inoltre tali indicatori dovranno risultare installati ad una quota massima di 2 m, rispetto al piano pavimento.

Tutti i materiali e gli apparecchi utilizzati nella costruzione dei quadri elettrici dovranno essere rispondenti alle prescrizioni delle Norme CEI (in particolare CEI 17-13/1 e, se applicabile, CEI 17-13/3), delle tabelle UNEL e provvisti di marchio italiano di qualità (IMQ), se prevista dalle norme la relativa concessione per il tipo di materiale/apparecchiatura.

### **7.2. Apparecchiature**

Gli interruttori e le altre apparecchiature dovranno essere incassati in apposite finestre tali da garantire un grado di protezione minimo IP20.

Ove non espressamente indicato negli elaborati di progetto, le apparecchiature installate nei quadri di comando (compresi i componenti necessari per rendere efficiente e funzionale l'impianto quali ad esempio trasformatori, suonerie, portafusibili, lampade di segnalazione, prese di corrente, ecc) dovranno essere del tipo modulare e componibili con fissaggio a scatto su appositi profilati normalizzati imbullonati alle strutture.

Nel posizionamento delle apparecchiature (interruttori, sezionatori, ecc) dovranno essere rigorosamente rispettate le distanze di sicurezza (indicate dalle Case costruttrici) sia tra loro che tra queste e la massa metallica. Quindi le apparecchiature dovranno essere disposte in modo da garantire il loro corretto funzionamento ed un'agevole attuazione delle operazioni di manutenzione e/o modifica.

Tali apparecchiature, il cui comando dovrà sempre risultare accessibile dall'esterno (quindi con esclusione di montaggio all'interno), dovranno risultare installate ad una quota compresa tra 0,8 m e 1,8 m dal piano pavimento.

Ove non indicato negli elaborati progettuali di appalto, l'Appaltatore dovrà dimensionare ogni parte del quadro in funzione dei coefficienti di contemporaneità indicati dalle Norme CEI 17-13.

All'interno dei quadri le apparecchiature dovranno essere contraddistinte mediante indicazioni (sigle) che ne consentano l'immediata individuazione. Le stesse sigle dovranno essere riportate sugli schemi elettrici relativi ad ogni quadro elettrico.

Le apparecchiature poste e/o che si affacciano sulla portella interna dovranno essere contraddistinte mediante idonee targhette, riportanti la denominazione del circuito protetto (per ogni interruttore), costituite da materiale inalterabile nel tempo.

- Interruttori automatici: Se l'interruttore deve proteggere il cavo dal sovraccarico, occorrerà controllare che la portata del cavo sia superiore, o uguale, alla corrente nominale dell'interruttore.
- Nel caso di utilizzo di interruttori regolabili, questi dovranno essere inaccessibili alle persone non addestrate, ad esempio posti all'interno di un quadro chiuso a chiave.
- Nel caso di utilizzo di interruttori scatolati, onde agevolare le installazioni sui quadri e l'intercambiabilità, è preferibile che gli apparecchi da 100A a 250A abbiano le stesse dimensioni d'ingombro
- Interruttori non automatici e sezionatori: L'interruttore di manovra (chiamato anche interruttore non automatico) non è idoneo ad interrompere correnti di cortocircuito, o di sovraccarico di elevata intensità. Se l'interruttore possiede anche le caratteristiche di sezionatore viene denominato interruttore di manovra-sezionatore. Sarà necessario proteggere dalle sovracorrenti gli interruttori di manovra e gli interruttori di manovra-sezionatori ponendo a monte un idoneo dispositivo di protezione, a meno che essi non siano combinati con fusibili e quindi autoprotetti.
- Contattori di potenza e ausiliari: I contattori di potenza e ausiliari, ove richiesti/necessari, dovranno essere correttamente dimensionati per i carichi indicati. Quelli dei quadri per le centrali tecnologiche dovranno avere almeno due contatti ausiliari (1NA e 1NC) in più di quelli utilizzati normalmente.
- Relè termici: La taratura relativa all'utenza da proteggere è da intendersi come valore centrale del campo valori che un relè può coprire. La reinserzione del relè scattato dovrà essere sempre manuale, escludendo pertanto ogni tipo di automatismo di ripristino.
- Trasformatori: I trasformatori per i servizi ausiliari dovranno essere ad avvolgimenti separati. Dovranno essere di tipo impregnati in resina con capacità di sovraccarico istantaneo di almeno il 500%.
- Selettori, commutatori, ecc: I selettori ed i commutatori saranno in esecuzione per servizio pesante, per montaggio a bordo macchine, protezione del comando dalla polvere.
- Morsettiera di potenza: Le morsettiere dovranno avere i morsetti per i conduttori di neutro e per i conduttori di terra chiaramente contraddistinti. I morsetti devono essere montati su elementi isolati di materiale ceramico oppure di materiale con caratteristiche equivalenti al materiale ceramico e di sezione superiore a quella del cavo da ospitare. Ogni morsetto sarà numerato

secondo l'ordine di cablaggio. Lo stesso numero dovrà comparire sui cavi in ingresso ed in uscita del morsetto stesso.

- La numerazione sarà effettuata con cartellini in plastica, stampati, alloggiati in astucci trasparenti infilati sui cavi.
- Pulsanti, indicatori luminosi: I colori dei pulsanti e/o degli indicatori luminosi, in accordo con i dettati della Norma CEI 16-3, dovranno essere individuati secondo la tabella 1 di seguito riportata.

COLORE	SIGNIFICATO PULSANTE	SIGNIFICATO INDICATORE
ROSSO	Azione di emergenza Arresto/disinserzione	<i>Pericolo o allarme</i> Avvertimento di potenziale pericolo o di situazione che richiede immediato intervento (ad esempio, il blocco dell'apparecchiatura a seguito di intervento della protezione termica)
GIALLO	Intervallo	<i>Attenzione</i> Per cambiamento di condizioni (ad esempio, lo stato di funzionamento di una pompa di sollevamento acqua di scarico)
VERDE	Avviamento/inserzione	<i>Sicurezza</i> Condizione, sicura di funzionamento (ad esempio, l'assenza di tensione per esclusione dell'alimentazione e/o sezionamento)
BLU	Altro significato (diverso da quelli sopra indicati)	Significato specifico (diverso da quelli sopra indicati)
BIANCO	Significato non specifico	Assenza di significato specifico (ad esempio, la presenza di tensione a seguito di inserimento dell'alimentazione)

Tab. 1 - Colori dei pulsanti e/o degli indicatori luminosi.

### 7.3. Cablaggi

I circuiti elettrici all'interno dei quadri dovranno essere realizzati a regola d'arte. Nella cablatura si dovranno evitare rigorosamente sia le giunzioni intermedie dei conduttori che la posa di tratti di condutture isolate senza ulteriori protezioni, rispetto a parti metalliche che presentano spigoli vivi. Non saranno ammesse installazioni di più conduttori in un unico morsetto (anche se di adeguata sezione), ad eccezione dei circuiti di piccola dimensione ( $I_n \leq 25$  A).

I collegamenti fra le apparecchiature nei quadri ed i cavi (in entrata ed uscita) dovranno essere cablati in maniera ordinata e razionale, entro apposite canaline portacavi in PVC.

Tutti i cavi in uscita dovranno essere riportati su apposita morsettiera numerata. Il quadro dovrà disporre di morsetti di riserva nella misura di almeno il 30% di quelli impiegati.

Le morsettiere, dovranno avere calibro non inferiore a quella della sezione dei relativi conduttori che devono bloccare e comunque essere adatte per conduttori di sezione non inferiore a 4mmq.

I conduttori che collegano eventuali apparecchiature installate sulle portelle dovranno essere protetti con spirale flessibile e non dovranno trasmettere sollecitazioni ai morsetti.

La sezione minima ammessa per i conduttori sarà:

- Circuiti ausiliari 1,5 mmq;
- Circuiti di potenza 4 mmq.

Le sezioni effettive dovranno essere scelte in relazione alle particolari modalità di posa e raggruppamento dei conduttori ed alle esigenze di garantire il raffreddamento degli stessi, comunque la densità di corrente dovrà essere  $\leq 2\text{A/mm}^2$ .

#### **7.4. Norme specifiche di riferimento**

CEI 16-3	Principi di codifica per i dispositivi indicatori e per gli attuatori.
CEI 17-43	Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS).
CEI 17-50	Apparecchiature a bassa tensione. Parte 4: Contattori e avviatori.
CEI 17-51	Apparecchiature a bassa tensione. Parte 6: Apparecchiatura a funzioni multiple.
CEI 17-52	Metodo per la determinazione della tenuta al cortocircuito delle apparecchiature assiemate non di serie (ANS).
CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua.
CEI EN 61439-1	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali (CEI 17-113).
CEI EN 61439-3	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO) (CEI 17-116).
CEI EN 60947-1	Apparecchiature a bassa tensione. Parte 1: Regole generali.



## **8. STAFFAGGI ANTISISMICI**

### **8.1. Generalità**

La presente specifica riguarda le indicazioni progettuali e d'installazione relative ai sistemi di staffaggio e di supporto di tipo antisismico.

### **8.2. Normativa di riferimento**

#### **EN 1998, Eurocodice 8**

La serie EN 1998 (Eurocodice 8) riguarda specificatamente la resistenza sismica. Questa Norma è suddivisa in diverse sezioni: la Parte 1 dell'Eurocodice 8 - Standard EN 1998-1 (EN 1998-1:2004 Design of structures for earthquake resistance - Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings) si applica alla progettazione di strutture in edifici ed opere di ingegneria strutturale nelle zone sismiche.

Oltre all'EN 1998-1, per particolari tipologie di strutture di supporto sono necessarie regole aggiuntive contenute nelle sezioni da EN 1998-2 a EN 1998-6 che trattano disposizioni specifiche per strutture particolari (quali ponti, silos, torri, fondazioni, ...), nonché indicazioni per la valutazione e l'adeguamento degli edifici esistenti.

#### **Le Norme Italiane - NTC 2008**

In Italia il calcolo sismico deve essere eseguito secondo le indicazioni contenute nelle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (Decreto Ministeriale 14 Gennaio 2008 - Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni) - di seguito NTC 2008 - ai Capitoli 2, 3 e 7 e nella successiva Circolare d'applicazione (Circolare 2 Febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni"). In particolare, nel Capitolo 7 ai Paragrafi 7.2.3 e 7.2.4 vengono descritti i criteri di progettazione per elementi non strutturali ed impianti.

È importante sottolineare che le NTC 2008 derivano dall'Eurocodice 8; il calcolo dell'azione sismica sugli elementi non strutturali presenta, infatti, la stessa modalità di calcolo in entrambe le Norme.

### **8.3. Tipologia e distribuzione dei controventi lungo l'impianto**

I controventi di un impianto installato in modalità antisismica devono essere disposti tra loro, rispetto all'asse principale della tubazione o dell'impianto in generale, ad una distanza ( $b$ ) che deve essere valutata in funzione dell'accelerazione sismica, della massa dell'apparecchiatura sostenuta e della tipologia degli stessi.

Per questo motivo si possono distinguere tre tipologie fondamentali di supporti resistenti al sisma:

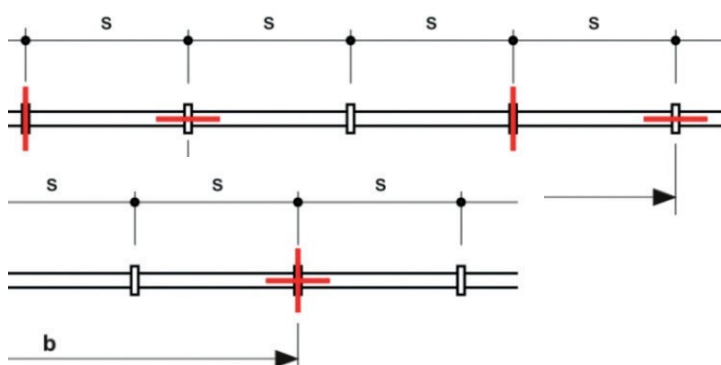
- controvento longitudinale, disposto longitudinalmente alla direzione principale dell'impianto (es.: resistenza alle azioni orizzontali che agiscono lungo l'asse della tubazione);

- controvento trasversale, disposto perpendicolarmente alla direzione principale dell'impianto (es.: resistenza alle azioni orizzontali che agiscono trasversalmente alla tubazione);
- controvento a 4 vie, struttura composta da controventi sia longitudinali che trasversali, progettata per resistere a tutte le azioni agenti sul piano orizzontale.

È ovviamente vantaggioso che i controventi si trovino ad una distanza reciproca che sia un multiplo della distanza usuale tra i fissaggi ( $s$ ), così da poter installare il rinforzo sulla stessa staffa per il sostegno statico dell'impianto.

**Fig. 3.1**

Controventi longitudinali e trasversali separati ed alternati, disposti ad un interasse  $b$



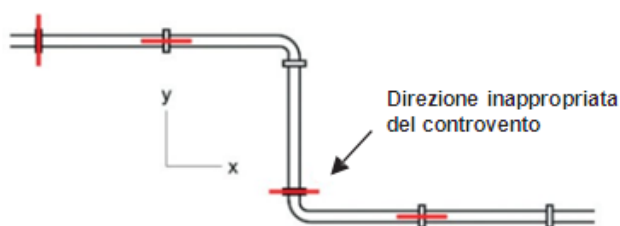
**Fig. 3.2**

Controventi longitudinali e trasversali installati sullo stesso supporto dei tubi  
- controvento a 4 vie

Laddove la tubazione cambi direzione, è necessario usare maggiore cautela per assicurarsi che i controventi non siano installati lungo una sola di esse (fig. 3.3); in tal caso, può rendersi necessaria l'installazione di gruppi identici di controventi in alternanza lungo l'asse del tubo (fig.3.4).

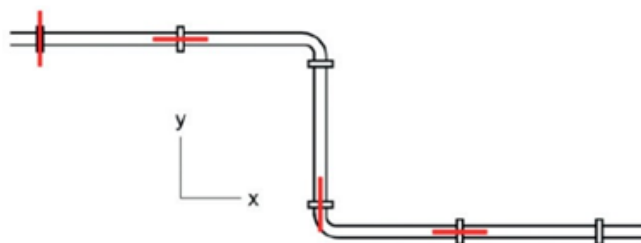
**Fig. 3.3**

Disposizione errata dei controventi - nessuno in direzione  $y$  in prossimità della curva



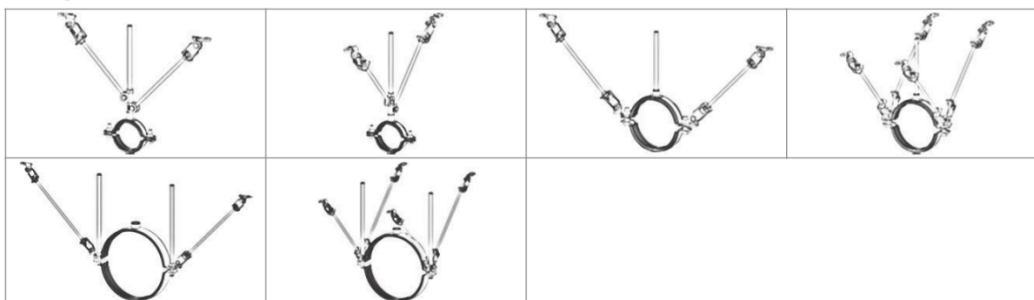
**Fig. 3.4**

Forze orizzontali in direzione  $y$  assorbite dai controventi longitudinali in prossimità della curva

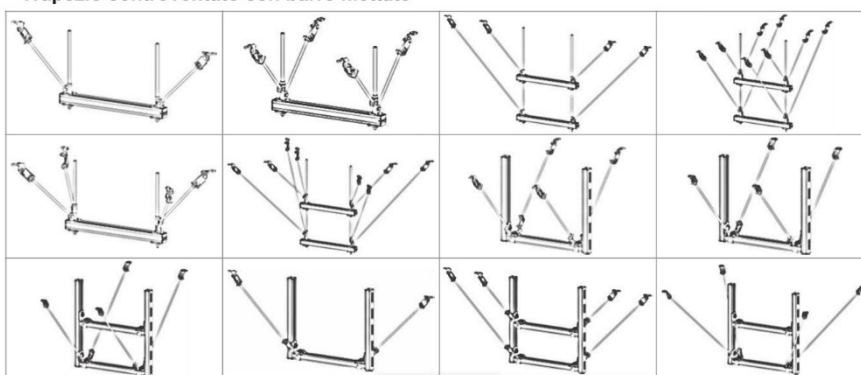


#### 8.4. Raccolta topologici

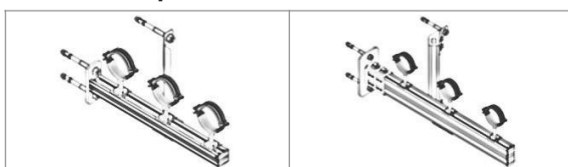
**Singola tubazione**



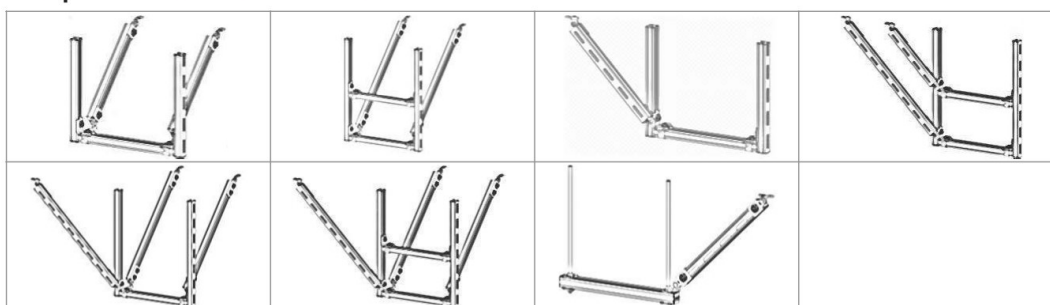
**Trapezio controventato con barre filettate**



**Mensola a parete**



**Trapezio controventato con binari**



### **8.5. Quadri elettrici, macchine elettriche ed armadi rack**

I quadri elettrici in armadio, le macchine elettriche ed i rack, siano essi addossati a parete o al centro della stanza, avendo sviluppo verticale sono soggetti a possibili ribaltamenti, dal momento che le forze agenti aumentano all'aumentare dell'altezza sull'elemento considerato.

L'eventuale ribaltamento potrebbe causare disconnessione delle linee elettriche di alimentazione rendendo inutilizzabili alcune utenze, ma soprattutto potrebbero presentarsi linee in tensione non protette meccanicamente.

Le azioni correttive che possono essere messe in campo sono le seguenti:

- realizzazione di sistemi di eliminazione delle forze orizzontali;
- aumento della lunghezza dei cavi per garantire riserva utile per sopperire ad eventuali spostamenti e permettere un eventuale ricollegamento degli stessi qualora dovessero staccarsi o subire danni;
- adozione di eventuali piastre sulla faccia opposta alla parete per aumentare la superficie su cui le forze agiscono e ridurre il rischio di estrazione dei tasselli applicati dal lato di interesse.

Si precisa che andranno verificate anche le caratteristiche tecniche delle pareti, risultando queste dover ovviamente resistere ad eventuali azioni aggiuntive.

### **8.6. Progettazione costruttiva**

L'Appaltatore dovrà richiedere e redigere, a firma di tecnico abilitato, il progetto degli elementi di sostegno e collegamento antisismico degli impianti e delle apparecchiature ai sensi del Cap. 7.2.4 del D.M. 14/01/2008, a proprio onere e cura ed in conformità a quanto consentito dalle linee guida per la vulnerabilità sismica applicabili all'oggetto.

Il progetto di cui sopra dovrà essere sottoposto, prima della realizzazione, al giudizio ed alla formale accettazione della Direzione Lavori.

Tutti gli staffaggi e le guide metalliche per l'ancoraggio delle apparecchiature saranno in acciaio zincato e dovranno essere lavorati agli utensili prima della zincatura, e con bulloneria in acciaio inossidabile.

All'Appaltatore è fatto obbligo di utilizzare esclusivamente accessori in acciaio zincato standard e/o specifici dei più qualificati produttori.

## **9. DOCUMENTAZIONE FINALE DI IMPIANTO**

### **9.1. Documentazione finale**

A seguito dell'aggiudicazione dell'appalto, verrà consegnato all'Appaltatore tutta la documentazione grafica di progetto su supporto informatico in formato Autocad, e comunque da concordare con DL e Committente prima dell'aggiudicazione dell'appalto, da aggiornare in corso d'opera e come as built.

A fine lavori, dovrà essere consegnata alla Committente, a carico della ditta appaltatrice la seguente documentazione in triplice copia (Una per l'Ufficio tecnico, una a disposizione del manutentore e una a disposizione del collaudatore dell'impianto):

- Dichiarazione di conformità degli impianti secondo il DM 37/08, completa di tutti gli allegati previsti;
- Disegni di progetto aggiornati con tutte le varianti occorse in opera, su supporto cartaceo ed informatico in formato Autocad e PDF. La documentazione in PDF dovrà essere completa di firma
- Documentazione tecnico-costruttiva degli apparecchi installati.
- Disegni costruttivi, manuali tecnici e libretti di manutenzione delle macchine ed apparecchiature installate, secondo quanti richiesto nelle specifiche tecniche allegate;
- Dichiarazione di prestazione DoP dei cavi CPR installati;
- Documentazione tecnico-costruttiva degli apparecchi installati;
- Schemi dei quadri elettrici completi di tutti gli ausiliari, le interconnessioni fra i sistemi, i di certificati di collaudo del costruttore;
- Certificati di collaudo in fabbrica di apparecchiature quali quadri elettrici, quadri di regolazione, macchine elettriche (eventuali)
- Dichiarazione di corretta posa dei sacchetti o materiali per il ripristino REI, con denominazione univoca di cadaun ripristino REI, riportata in tavola e in campo mediante targa identificativa;
- Certificato di prova di resistenza al fuoco dei sacchetti o materiali per il ripristino REI e bolla di consegna del materiale da parte del fornitore;
- Schede riportanti tutte le prove di collaudo effettuate
- Schede di coordinamento delle protezioni con le linee posate
- Tabella con interconnessioni segnali tra i vari sistemi e componenti
- Relazioni tecniche con esplicitato il funzionamento impostato per i sistemi elettronici (ad esempio, programmazione rivelazione fumi)
- Per ogni macchina o apparecchio, lista di parti di ricambio per un normale esercizio del periodo di due anni.

- Manuale di manutenzione impianto con indicate le frequenze delle operazioni di manutenzione ordinaria previste per l'impianto realizzato.

Unitamente a ciò, alla Committente ed alla D.L. dovrà essere fornita una documentazione riportante i report di tutte le misure e verifiche effettuate in corso d'opera secondo la norma CEI 64/8 parte 6 e in sede di collaudo.

## **9.2. Prove su impianti elettrici**

Al termine delle lavorazioni l'appaltatore dovrà eseguire tutte le verifiche finali imposte dalla norma CEI 64-8/6.

- L'esame a vista, da eseguirsi con impianto fuori tensione dovrà essere atto ad accertare che i componenti elettrici siano conformi alle prescrizioni di sicurezza, correttamente messi in opera e non danneggiati visibilmente. Esso comporta anche una verifica dei sistemi di protezione contro i contatti diretti ed indiretti, delle precauzioni contro la propagazione del fuoco, la verifica degli organi di comando, delle connessioni e la presenza di schemi e cartellonistica. L'esame a vista dovrà accertare che i componenti siano:

- conformi alle prescrizioni di sicurezza delle relative norme;
- scelti correttamente e messi in opera in accordo con le prescrizioni della presente Norma e tenendo conto delle istruzioni del costruttore e della documentazione di progetto;
- non visibilmente danneggiati o difettosi, in modo tale da compromettere la sicurezza.

e dovrà essere conforme a quanto indicato sulla norma CEI 64-8/6:

- deve riguardare i metodi di protezione contro i contatti diretti ed indiretti (Capitolo 41)
- verificare la presenza di barriere tagliafiama o altre precauzioni contro la propagazione del fuoco e metodi di protezione contro gli effetti termici (Capitolo 42, sezione 527)
- verificare la presenza e la corretta messa in opera dei dispositivi di sezionamento e comando (sezione 536)
- verifica della scelta dei componenti elettrici e delle misure di protezione idonei con riferimento alle influenze esterne (sezione 422, articolo 512.2, sezione 522)
- verifica della corretta identificazione dei conduttori di neutro e di protezione (articolo 514.3)
- verifica dei dispositivi di comando unipolari connessi ai conduttori di fase (sezione 537)

- verifica dell'identificazione dei circuiti, dei fusibili, degli interruttori, dei morsetti (sezione 514)
  - verifica dell'idoneità delle connessioni dei conduttori (sezione 526)
  - presenza e adeguatezza dei conduttori di protezione, compresi i conduttori per il collegamento equipotenziale supplementare (Capitolo 54)
  - verifica dell'agevole accessibilità dell'impianto per interventi operativi e di manutenzione (Sezioni 513 e 514)
  - verifica di tutte le targhette e nomenclatura dei componenti dell'impianto, con corrispondenza sui documenti di progetto as built
- esecuzione delle prove quali:
- prova di continuità dei conduttori (vedi 6.4.3.2);
  - misura della resistenza di isolamento (vedi 6.4.3.3);
  - misura della resistenza di isolamento per verificare l'efficacia della protezione mediante SELV, PELV o separazione elettrica (vedi 6.4.3.4);
  - misura della resistenza di isolamento per verificare l'efficacia della resistenza/impedenza del pavimento e delle pareti (vedi 6.4.3.5);
  - prova di polarità (vedi 6.4.3.6);
  - prove e misure per verificare l'efficacia della protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione (vedi 6.4.3.7);
  - prova e/o misura per verificare l'efficacia delle protezioni aggiuntive (vedi 6.4.3.8);
  - prova della sequenza delle fasi (vedi 6.4.3.9);
  - prove di funzionamento (vedi 6.4.3.10);
  - misura della caduta di tensione (vedi 6.4.3.11).
  - misura dei valori di illuminamento dei locali, sia ordinario che emergenza
  - test funzionamento dei dispositivi di sgancio
  - verifica di tutte le logiche di avviamento, automazione
  - verifica del funzionamento di tutte le logiche di ingresso e uscita dei sistemi BMS e funzionamento allarmi impianto

Le modalità di verifica ed i risultati ottenuti andranno annotati in idoneo verbale che, redatto in triplice copia (oltre che su supporto magnetico), andrà allegato alla documentazione finale d'impianto di cui al paragrafo precedente, al fine di essere a disposizione del collaudatore. Le prove saranno eseguite prima dall'APP, poi dalla DLLL ed infine dal Collaudatore nominato dalla COM.

Tali verifiche sono obblighi contrattuali, e pertanto sono da intendersi comprese nel totale dell'appalto. L'appaltatore dovrà poi fornire assistenza, anch'essa compresa, alla DLL e al Collaudatore nominato dalla Committente.