



# COMUNE DI PADOVA

Settore Lavori Pubblici

ELENCO ANNUALE ANNO 2021

## PROGETTO ESECUTIVO RESTAURO DELLA TORRE DEGLI ANZIANI

IMPORTO COMPLESSIVO: Euro 1.500.000,00

<p>N.Progetto 2021/046</p> <p>Nome File ESE_56_CSA</p> <p>APRILE 2022</p>	<p>CUP</p> <p>EDP_ 2021/046 CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO PARTE TECNICA</p>	
<p><b>Progettisti</b></p> <hr/> <p>IMPIANTI</p> <p>Arch. Denis Zuin</p>	<p><b>RUP</b></p> <hr/> <p>Arch. Domenico Lo Bosco</p>	<p><b>Capo Settore</b></p> <hr/> <p>Ing. Emanuele Nichele</p>

## CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO PARTE TECNICA

(D.Lgs. 18 aprile 2016, n. 50 s. m. e i.)

### INDICE

<b>COMUNE DI PADOVA</b> .....	<b>1</b>
Settore Lavori Pubblici.....	1
ELENCO ANNUALE ANNO 2021 .....	1
<b>PRESCRIZIONI TECNICHE</b> .....	<b>5</b>
<b>CATEGORIA OG11- OS30 – IMPIANTI ELETTRICI</b> .....	<b>5</b>
1    PREMESSA .....	5
2    NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	6
3    PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI .....	11
3.1    QUALITÀ, PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE – CAMPIONATURE .....	11
3.2    MARCHE E MODELLI.....	11
3.3    STANDARD DI QUALITA' .....	11
3.4    OPERE DA RICOPRIRE .....	11
3.5    VERIFICA MONTAGGIO APPARECCHIATURE .....	11
3.6    MODALITÀ DI COLLAUDO .....	12
3.7    BUONA REGOLA DELL'ARTE.....	12
3.8    DOCUMENTAZIONE INIZIALE .....	12
3.9    DISEGNI DI CANTIERE .....	13
3.10    TEMPI E MODI DI REALIZZAZIONE DEI LAVORI.....	14
3.11    COORDINAMENTO DEI LAVORI DEL CANTIERE.....	14
4    SPECIFICHE TECNICHE DEI PRINCIPALI MATERIALI ED APPARECCHIATURE DA IMPIEGARE.....	15
4.1    NOTE GENERALI.....	15
4.2    QUADRI ELETTRICI DI B.T. ....	20
4.3    CAVIDOTTI .....	21
4.4    CASSETTE E SCATOLE .....	22
4.5    CAVI E CONDUTTORI ELETTRICI .....	22
4.6    DERIVAZIONI TERMINALI LUCE E COMANDI.....	23
4.7    DERIVAZIONI TERMINALI UTENZE FM.....	23
4.8    IMPIANTO TRASMISSIONE DATI E CHIAMATA .....	24
4.9    APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE.....	24

4.10	IMPIANTO DI TERRA .....	24
5	SPECIFICHE TECNICHE, MODALITA' ESECUTIVE E QUALITA' DEI MATERIALI .....	26
5.1	SPECIFICHE E NORME COSTRUTTIVE.....	26
5.2	QUADRI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE .....	26
5.3	SPECIFICHE TECNICHE E MODALITÀ DI ESECUZIONE PER CAVI .....	42
5.4	TUBI PROTETTIVI .....	46
5.5	CASSETTE E CONTENITORI.....	49
5.6	DISTRIBUZIONE E UTENZE TERMINALI.....	51
5.7	APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE.....	61
5.8	IMPIANTI DI TERRA .....	65
5.9	RETE DATI E TELEFONICA .....	71
5.10	IMPIANTO MULTIMEDIALE.....	76
6	VERIFICHE PROVE PRELIMINARI E COLLAUDI.....	78
6.1	VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI IMPIANTI ELETTRICI .....	78
6.2	VERIFICHE DELL'IMPIANTO.....	78
6.2.1	GENERALITA' .....	78
6.2.2	ESAME A VISTA.....	78
6.2.3	PROVE DI VERIFICA E CONTROLLI .....	84
6.2.4	VISITE E MODALITA' DI COLLAUDO .....	88
7	NORME DI MISURAZIONE .....	89
8	OBBLIGHI SPECIALI A CARICO DELL'APPALTATORE .....	90
<b>CATEGORIA OG11-OS3 e OS28 – IMPIANTI MECCANICI .....</b>		<b>95</b>
9	PREMESSA .....	95
10	PRESCRIZIONI TECNICHE CATEGORIA – IMPIANTI MECCANICI .....	95
10.1	TUBAZIONE IN MULTISTRATO .....	107
10.2	ISOLAMENTO TUBAZIONI .....	108
10.3	ISOLAMENTO IN ELASTOMERO ESPANSO .....	109
10.4	SUPPORTI ED ANCORAGGI .....	109
10.5	GIUNTI DI DILATAZIONE.....	110
10.6	VALVOLA DI SFIATO – SFOGO ARIA.....	110
10.7	PROVA DELLE CONDUTTURE .....	111
10.8	TUBAZIONI IN PE-HD.....	111
10.9	TUBAZIONE IN RAME RICOTTO PER IMPIANTI GAS REFRIFERANTE .....	113
10.10	TUBAZIONI IN ACCIAIO ZINCATO SPIRALATO .....	114



## **PRESCRIZIONI TECNICHE**

### **CATEGORIA OG11- OS30 – IMPIANTI ELETTRICI**

#### **1 PREMESSA**

Oggetto del presente Capitolato Speciale di Appalto è la descrizione delle caratteristiche tecnico-prestazionali delle lavorazioni da realizzarsi a servizio degli impianti elettrici per la ristrutturazione della Torre degli Anziani, sita in Via Oberdan, 18 a Padova.

Nell'ambito dell'intervento verranno realizzare le seguenti tipologie impiantistiche elettriche e speciali:

- Quadri elettrici di bassa tensione;
- Cavidotti;
- Casette e scatole;
- Cavi e conduttori elettrici;
- Derivazioni terminali utenze FM;
- Impianto di trasmissione dati;
- Apparecchi di illuminazione di emergenza;
- Impianto rivelazione fumo
- Impianto TVCC;

Dovranno essere rispettate le indicazioni del D.M. 11 ottobre 2017 "criteri ambientali minimi per l'affidamento dei servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici" in merito a:

- *Smaltimento materiali a fine vita;*
- *Percentuale minima del riciclato sui prodotti di fornitura.*

## 2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

La progettazione, costruzione e installazione degli impianti verrà eseguita nel rispetto di tutte le Norme vigenti.

RIF. NORMA	DESCRIZIONE
CEI 0-16 2014- F.9404 + V1 del 01/12/2014+ V2 del 07/2016+V3 del 07/2017	Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
CEI 64-8/1 2012 – Ed. VII	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali
CEI 64-8/2 2012 – Ed. VII	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 2: Definizioni
CEI 64-8/3 2012 – Ed. VII	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 3: Caratteristiche generali
CEI 64-8/4 2012 – Ed. VII	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza
CEI 64-8/5 2012 – Ed. VII	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici
CEI 64-8/6 2012 – Ed. VII	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 6: Verifiche
C CEI 64-8/7 2012 – Ed. VII	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari
CEI 64-8 V1 01/07/2013	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
CEI 64-8 V2 08/2015	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.
CEI 64-8 V3 03/2017	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a

	1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.
CEI 64-8 V4 05/2017	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.
CEI 64-8/8-1 08/2016	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 8-1: Efficienza energetica degli Impianti elettrici
CEI 64-12 2009 Seconda Edizione	Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario.
CEI 64-14 2007 Seconda Edizione	Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori.
CEI 64-50 Anno 2016	Edilizia ad uso residenziale e terziario. Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati.
CEI EN 61936-1 ( CEI 99-2 ) 01/09/2014	Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. Parte 1: Prescrizioni comuni.
CEI EN 50522 ( 2011 )	Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a..
CEI 11-17 2006 terza edizione+V1 ( 2011 ) CEI 99-4 01/09/2014	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo. Guida per l'esecuzione di cabine MT/BT del cliente/utente finale
CEI 99-5 01/07/2015	Guida per l'esecuzione degli impianti di terra delle utenze attive e passive connesse ai sistemi di distribuzione con tensione superiore a 1 kV in c.a.
CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) - 01/02/2012+CEI EN 61439-1/EC del 11/2015	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali
CEI EN 61439-2 (CEI 17-114)- 01/02/2012	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza
CEI EN 61439-3 (CEI 17-116) - 01/12/2012 +EC1 ( 01/06/2014 )	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 EN 61439-4 (CEI 17-117) - 2013 + V1 (2014)	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)Parte 4: Prescrizioni particolari per quadri per cantiere (ASC)

CEI EN 61439-5 09/2016	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 5: Quadri di distribuzione in reti pubbliche
CEI EN 61439-6 07/2013	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 6: Busbar trunking systems ( busways )
CEI EN 505881-1 ( 2018 )	Trasformatori di Media potenza a 50Hz , con tensione massima per l'apparecchiatura non superiore a 36kV, Parte 1: prescrizioni generali
CEI 81-10/1 ( 01/02/2013 ) +CEI EN 62305-1/EC del 01/11/2013	Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali
CEI 81-10/2 ( 01/02/2013 ) +CEI EN 62305-2/EC del 01/11/2013	Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio
CEI 81-10/3 ( 01/02/2013 ) +CEI EN 62305-3/EC del 01/11/2013	Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
CEI 81-10/4 ( 01/02/2013 ) +CEI EN 62305-4/EC del 01/11/2013	Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture
UNI EN 12464-1 ( Giugno 2011 )	Illuminazione dei posti di lavoro. Parte 1 : Posti di lavoro in intern
UNI EN 1838:2013	Applicazione dell'illuminotecnica Illuminazione di emergenza
UNI EN 9795 ( Ottobre 2013 )	Sistemi fissi automatici di rivelazione, di segnalazione manuale e di allarme incendio
UNI ISO 7240-19 11/2010	Sistemi fissi di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Parte 19: Progettazione, installazione, messa in servizio, manutenzione ed esercizio dei sistemi di allarme vocale per scopi d'emergenza
Delibera AEEG 180/2013/R/EEL 02/05/2013	Regolazione tariffaria per prelievi di energia reattiva nei punti di prelievo connessi in media e bassa tensione, a decorrere dall'anno 2016
UNI EN 13201-2 06/2016	Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali



UNI EN 13201-3 07/2016	Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni
CEI 306-22 05/2015	Disposizioni per l'infrastrutturazione degli edifici con impianti di comunicazione elettronica - Linee guida per l'applicazione della Legge 11 novembre 2014, n. 164
UNI EN 12464-2 06/2014	Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in esterno
D.Lgs. n.81 del 09.04.08	Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
D.M. n.37 del 22.01.08	Riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici
CEI 11-20 2000 IVa Ed	Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti I e II categoria
CEI 11-25 2001 IIa Ed. (EC 909)	Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti
CEI 11-28 1998 Ia Ed. (IEC 781)	Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione
CEI 17-5 VIIIa Ed. 2007	Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici
CEI 23-3/1 Anno 2004	Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 1
CEI 23-3/1;V1 Anno 2006	CEI 23-3/1;V1 Anno 2006
CEI 23-3/2 Anno 2007	Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 2
CEI 23-3/1;V2 Anno 2008	Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 2
EN 50173-1 10/2011	Tecnologia dell'informazione. Sistemi di cablaggio generico. Parte 1: Requisiti generali e uffici"
EN 50173-6 12/2015	Tecnologia dell'informazione - Sistemi di cablaggio strutturato Parte 6: Servizi distribuiti agli edifici
IEC 364-5-523	Wiring system. Current-carrying capacities
CPR 305/11	Regolamento prodotti da costruzione

Dlgs 106/17 del 16/06/17	Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE
--------------------------	--

Tutte le apparecchiature ed il materiale elettrico utilizzati dovranno essere costruiti a regola d'arte e saranno marchiati CE, ovvero dovrà essere verificato che abbiano ottenuto il rilascio di un attestato di conformità da parte degli organismi competenti della Comunità Economica Europea.

Tutte le apparecchiature ed il materiale elettrico utilizzati dovranno essere adatti all'ambiente in cui saranno installati ed idonei all'uso a cui saranno destinati.

Tutte le apparecchiature elettromeccaniche dovranno essere adatte all'ambiente in cui saranno installati ed idonei all'uso a cui saranno destinati.

### **3 PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI**

#### **3.1 QUALITÀ, PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE – CAMPIONATURE**

Tutte le apparecchiature in pressione dovranno essere regolarmente collaudate e provvedute della relativa targa di collaudo e/o punzonatura, nonché della marcatura CE ai sensi del D. Lgs. 93/2000. Tutti i componenti elettrici dovranno essere, ove possibile, provvisti del marchio di qualità (I.M.Q.) o della marcatura CE.

Tutti i componenti dovranno essere certificati e provvisti della marchiatura CE o di altro ente certificatore (marchiatura IMQ per le tubazioni, ecc.), oltre che idonei al servizio a cui sono destinati, corrispondenti per tipologia, qualità, per natura e per livello tecnologico ai materiali previsti a progetto.

Qualora il COMMITTENTE rifiuti dei materiali e/o delle proposte di materiali, ancorché messi in opera, perché esso li ritenga non idonei alla perfetta riuscita degli impianti e/o non corrispondenti alle indicazioni progettuali, quindi non accettabili, l'APPALTATORE deve, a sua cura e spese, allontanarli dal cantiere e/o sostituirli con altri che soddisfino alle condizioni prescritte.

#### **3.2 MARCHE E MODELLI**

La preventiva accettazione delle marche e dei modelli delle apparecchiature e dei componenti da impiegare nell'esecuzione degli impianti in oggetto è eseguita dalla D.L. e dal Committente in base alle indicazioni delle marche previste nel progetto.

#### **3.3 STANDARD DI QUALITÀ**

Le apparecchiature da impiegare per la realizzazione degli impianti che l'appaltatore sottoporrà all'approvazione della D.L. dovranno rispondere agli standard di qualità stabiliti nelle specifiche di progetto. La verifica del possesso dei requisiti di idoneità alle apparecchiature sarà effettuata, ad insindacabile giudizio, dalla D.L.

#### **3.4 OPERE DA RICOPRIRE**

L'Appaltatore deve dare piena opportunità alla D.L. di verificare, misurare e prevedere qualsiasi opera prima che sia ricoperta o comunque posta fuori vista, notificandolo per iscritto almeno con 72 ore di anticipo. La D.L. darà corso alla verifica, misura e prova, a meno che notifichi all'Appaltatore di non considerarlo necessario.

#### **3.5 VERIFICA MONTAGGIO APPARECCHIATURE**

Sarà eseguita una verifica intesa ad accertare che il montaggio di tutti i componenti, apparecchi, ecc., sia stato accuratamente eseguito, che la tenuta delle giunzioni degli apparecchi, prese, etc. con le condutture sia perfetta e che il funzionamento di ciascuna parte in ogni singolo apparecchio o componente sia regolare e corrispondente, per quanto riguarda la portata nei punti di erogazione, ai dati di progetto.

### **3.6 MODALITÀ DI COLLAUDO**

Per le operazioni di collaudo ci si avvarrà delle norme vigenti, ove presenti, e delle modalità di collaudo previste dagli enti preposti o dalle istruzioni d'uso delle marche delle apparecchiature, tutta la documentazione necessaria alla corretta esecuzione del collaudo, incluse relazioni sulle misurazioni e sulle operazioni effettuate, sarà prodotta in triplice copia e firmata da tecnico iscritto agli elenchi di cui al D.M. 37/2008 (ex legge 46/90).

Indipendentemente dai controlli da effettuarsi da parte degli Enti preposti, verranno eseguite opportune verifiche di regolare funzionamento e conformità alla vigente normativa.

Dovranno essere effettuate dall'Appaltatore tutte le operazioni di taratura, regolazione e messa a punto di ogni parte dell'impianto. E' compito dell'Appaltatore:

- eseguire i collaudi ordinati dalla D.L e/o dal Collaudatore;
- eseguire tutte le prove e collaudi previsti;
- eseguire le tarature di tutte le apparecchiature installate ( inclusi dispositivi di protezione delle celle MT, interruttori BT tarabili, ecc. )

L'Appaltatore dovrà informare per iscritto la D.L., con almeno una settimana di anticipo, quando l'impianto risulterà predisposto per le prove in corso d'opera e per le prove di funzionamento ed inoltre:

- sostenere le spese per i collaudi provvisori e definitivi;
- mettere a disposizione della D.L. e\o del Collaudatore gli apparecchi e gli strumenti di misura e controllo e la necessaria mano d'opera per le misure e le verifiche in corso d'opera ed in fase di collaudo dei lavori eseguiti.

### **3.7 BUONA REGOLA DELL'ARTE**

Gli impianti dovranno essere realizzati, oltre che secondo le prescrizioni del presente documento, anche secondo le buone regole dell'arte, intendendosi con tale denominazione le norme UNI, le norme CEI e le norme più o meno codificate di corretta esecuzione dei lavori. Tutto quanto sopra sarà ovviamente compreso nel prezzo di appalto dei lavori.

### **3.8 DOCUMENTAZIONE INIZIALE**

La produzione della documentazione iniziale richiesta nel presente paragrafo non dovrà in alcun modo creare ritardi al cronoprogramma di esecuzione delle lavorazioni: la documentazione iniziale relativa ad una fase e/o stralcio successivo dovrà essere realizzata contestualmente alle lavorazioni impiantistiche in corso.

L'esecuzione dell'opera potrà avvenire per fasi e/o stralci successivi da concordare con la D.L. ed il Committente sulla base dell'avanzamento delle varie tipologie di lavoro ( civili, meccaniche, di processo, ecc. ).

Con ampio anticipo sull'inizio dei lavori ed in tempo utile da consentirne la ponderata disamina (almeno due settimane lavorative), l'APPALTATORE dovrà presentare alla D.L./COMMITTENTE, per ciascuna fase e/o stralcio, la seguente documentazione:

- il programma dei lavori dettagliato degli impianti elettrici, distinto per ogni elementare attività e riportante, per ciascuna di esse, l'impegno temporale e della forza lavoro; il programma dei lavori dovrà essere redatto utilizzando come unità di misura del tempo il giorno lavorativo;
- i disegni costruttivi particolareggiati e quotati riportanti: le forometrie ed i basamenti, le rifodere, i tragitti ed i passaggi degli impianti, i sistemi di ancoraggio, di staffaggio e di sostegno, il posizionamento delle apparecchiature e dei macchinari;
- l'elenco completo e la quantità dei materiali, delle apparecchiature e dei manufatti da impiegare; l'elenco sarà corredato di cataloghi, specifiche tecniche e funzionali, illustrazioni, campionature ed ogni altro dato descrittivo, costruttivo ed operativo che possa essere richiesto dalla COMMITTENTE /D.L. al fine di poter verificare la rispondenza tra quanto proposto e quanto previsto nel progetto, per l'approvazione da parte della D.L. medesima; i disegni di montaggio e d'officina di tutte le apparecchiature e dei manufatti (accettati preventivamente dalla COMMITTENTE /D.L.);
- gli schemi elettrici costruttivi delle regolazioni elettroniche, della supervisione e dei quadri elettrici, compresi i fronti quadro.

### **3.9 DISEGNI DI CANTIERE**

In base ai disegni di progetto e di tutti gli elaborati allegati, l'Appaltatore deve redigere il progetto costruttivo con i disegni di dettaglio e di montaggio di tutte le opere impiantistiche da realizzare (piante e sezioni centrali tecnologiche in scala, particolari di montaggio singole apparecchiature, particolari di realizzazione opere di carpenteria come staffe, basamenti metallici, ecc., eventuali basamenti, sezioni di dettaglio dei cunicoli tecnologici a servizio dei fornitori con quotata tutta l'impiantistica da installare, ecc. ).

Per disegni di dettaglio e di montaggio si intendono:

- le piante in scala opportuna, dove siano riportate le canalizzazioni, le tubazioni, quadri, prese, corpi illuminanti, ecc, quotati rispetto ai solai, alle pareti, al pavimento o assi strutturali;
- le piante dei Locali QE, in scala opportuna, con indicati i percorsi delle reti, gli ingombri effettivi delle macchine, dei quadri, ecc. e le quote di installazione di tutti gli impianti;
- i particolari di dettaglio dei cavedi degli impianti, con gli ingombri dei vari componenti che vi sono all'interno; inoltre le sezioni ai vari piani e nei punti di uscita dai cavedi delle canalizzazioni, tubazioni, ecc.;
- la verifica degli ingombri degli altri impianti presenti negli stessi cavedi, piani o centrali, per controllarne le interferenze e per individuare percorsi ottimali per ciascuna rete;

- Devono pertanto essere confrontati i disegni dell'impiantista elettrico con quelli dell'impiantista meccanico, aeraulico e termoidraulico per definire le zone interessate da ciascuna rete,
- l'indicazione sui disegni dei carichi statici e dinamici delle apparecchiature elettriche, le potenze e le caratteristiche delle centrali, le modalità di montaggio e di ancoraggio alle strutture;
- disegni quotati per la realizzazione di opere murarie necessarie quali ad esempio basamenti, cunicoli, ecc.

Tutti i disegni di dettaglio e di montaggio, una volta approvati dalla D.L., sono considerati integrativi del progetto originale esecutivo. Modifiche e lavori non previsti potranno succedersi nel corso dei lavori e l'Appaltatore dovrà procedere ai successivi aggiornamenti del progetto senza pretendere alcun indennizzo aggiuntivo. L'Appaltatore potrà redigere il proprio progetto in fasi successive e concordate con la D.L.. Tali fasi devono risultare in seguito all'esame del Programma Lavori dettagliato sottoposto dall'Appaltatore ed accettato dalla D.L. Gli elaborati per l'approvazione dovranno essere consegnati/inviati alla D.L. per approvazione. Qualora la documentazione proposta non venga approvata dalla D.L. l'Appaltatore non potrà procedere con i relativi lavori, ma dovrà sottoporre nuovi elaborati e nuova documentazione. Nel caso di approvazione con riserva dovrà apportare le modifiche richieste e quindi procedere nel lavoro. E' comunque stabilito che l'Appaltatore non può procedere ad alcun lavoro se non è in possesso dei relativi disegni di progetto e di cantiere approvati e firmati dalla D.L.. Si precisa che tutte le approvazioni non corresponsabilizzano minimamente la D.L. sul buon funzionamento degli impianti e sulla rispondenza degli stessi in termini di collaudo in corso d'opera e finale, la cui responsabilità resta completamente a carico dell'Appaltatore.

### **3.10 TEMPI E MODI DI REALIZZAZIONE DEI LAVORI**

La realizzazione degli impianti elettrici potrà non avere carattere continuativo, l'APPALTATORE dovrà organizzare il proprio intervento nell'ambito delle varie fasi operative definite dalla COMMITTENTE /D.L.. I lavori potranno essere eseguiti con carattere di urgenza, pertanto l'APPALTATORE dovrà organizzarsi in modo tale da provvedere alla fornitura ed alla posa in opera di impianti o porzioni di impianti anche in periodi notturni, festivi e prefestivi; senza che per questo l'APPALTATORE possa avanzare alcuna pretesa di carattere economico.

### **3.11 COORDINAMENTO DEI LAVORI DEL CANTIERE**

I lavori dovranno essere condotti ed eseguiti dall'APPALTATORE nel rispetto di tutte le esigenze, soggezioni e vincoli che potessero verificarsi in cantiere, sia dovuti alla contemporanea esecuzione di altre opere affidate nel medesimo cantiere ad altre DITTE che alle esigenze produttive dello stabilimento. L'APPALTATORE sarà comunque responsabile degli eventuali danni e/o ritardi arrecati per fatto proprio e dei propri dipendenti, o assimilabili, ad altre opere anche eseguite da altre DITTE.

## **4 SPECIFICHE TECNICHE DEI PRINCIPALI MATERIALI ED APPARECCHIATURE DA IMPIEGARE**

### **4.1 NOTE GENERALI**

Tutte le apparecchiature elettriche fornite dall'impiantista termofluidico, escluse dalla presente sezione di progetto ma richiedenti alimentazione elettrica, possono essere alimentate da quadri forniti direttamente dall'impiantista termofluidico o da quadri forniti dall'impiantista elettrico come indicato sui disegni di progetto.

Per le linee elettriche di qualsiasi tipo e genere descritte in questo capitolo vengono adottate le seguenti due definizioni:

- linee elettriche di potenza per le alimentazioni a 400/230 V o a bassissima tensione (24 V, 48 V, ecc.);
- linee elettriche ausiliarie o di segnale per regolazioni, comandi, controlli, segnalazioni, ecc..

Sono a carico dell'impiantista elettrico generale le linee elettriche di alimentazione di potenza dei seguenti quadri bordo macchina (tali quadri non hanno sigle particolari in quanto si intendono inclusi nelle apparecchiature che vanno ad alimentare e controllare e sono a carico dell'impiantista termofluidico):

Sono a carico dell'impiantista elettrico generale tutte le passerelle e le vie cavi in genere per la posa delle linee elettriche di potenza ed ausiliarie degli impianti termofluidici stessi.

### **Obblighi ed oneri specifici a carico dell'appaltatore inerenti agli impianti**

Quanto risulta dal presente Capitolato e dalle tavole di progetto esecutivo allegate, definisce in modo necessario e sufficiente l'oggetto dell'Appalto e consente alle imprese/ditte concorrenti una idonea valutazione degli oneri connessi. Il presente capitolo completa le prescrizioni amministrative che regolano l'Appalto e precisa gli oneri a carico dell'Appaltatore, il tutto con riferimento specifico alle opere impiantistiche afferenti al presente elaborato.

È però evidente che nessuna rappresentazione grafica, né alcuna descrizione dettagliata può essere tanto approfondita da:

- comprendere tutti gli innumerevoli elementi accessori che costituiscono le varie parti dell'opera;
- comprendere tutti i particolari dei lavori e le innumerevoli situazioni inerenti alla posa di tubazioni, linee e canalizzazioni, quali ad esempio curvature per sotto-passare e seguire l'andamento di travi ribassati o di pilastri ecc.;
- descrivere tutte le funzioni delle singole apparecchiature;
- precisare tutti i magisteri esecutivi delle varie categorie di opere .

Deve essere perciò ben chiaro che oggetto dell'Appalto è la fornitura e la posa in opera di tutti i mezzi ANCHE SE NON ESPLICITAMENTE INDICATI, necessari per la costruzione degli impianti di cui si tratta e per realizzare i fini indicati nel progetto e nelle singole parti dei vari elaborati.

La qualità dei mezzi stessi deve corrispondere a quanto di più avanzato è reso disponibile dal progresso tecnologico nel rispetto di quanto prescritto nel presente CSA.

L'Appaltatore si impegna a verificare quanto indicato negli elaborati di progetto (CSA, calcoli, dimensionamenti di progetto e tavole grafiche allegate) sia dal lato tecnico, sia dal lato economico (valutando le quantità occorrenti e la qualità necessaria) e si assume la completa e assoluta responsabilità per il buon esito e il buon funzionamento degli impianti.

L'Appaltatore è tenuto perciò ad eseguire, compresi nei prezzi contrattuali, tutti i lavori necessari a rendere gli impianti completi di tutti i loro particolari, finiti a regola d'arte, consegnati in condizioni di perfetto funzionamento e collaudabili.

Al solo fine di parziale esemplificazione delle opere ed oneri specifici a carico dell'Appaltatore, e per eliminare qualsiasi interpretazione che non corrisponda all'intento della stazione appaltante di ottenere impianti perfettamente efficienti, si elencano qui di seguito i principali oneri specifici riguardanti gli impianti (oltre alle forniture e prestazioni espressamente indicate nel CSA e oltre, ovviamente, agli obblighi derivanti da leggi, decreti e regolamenti) che devono intendersi compresi nei prezzi unitari contrattuali:

La consegna a piè d'opera di tutti i materiali, componenti e macchinari ivi compresa ogni spesa di imballaggio, trasporto e scarico da qualsiasi mezzo di trasporto.

L'immagazzinaggio e la custodia di tutti i materiali e macchinari nei luoghi di deposito allo scopo allestiti dall'Appaltatore oppure in quelli che la stazione appaltante ritenesse di rendere a sua discrezione disponibili; il loro spostamento da un luogo di immagazzinaggio ad un altro, qualora ciò fosse necessario per esigenze di cantiere della SA; l'eventuale allestimento (se necessario per mancata disponibilità di luoghi di deposito o per altri motivi) di opere provvisorie per l'immagazzinaggio dei materiali stessi. La stazione appaltante, infatti, non assumerà alcuna responsabilità per furti o danni ad apparecchi o materiali immagazzinati o posti in opera e rifiuterà categoricamente qualsiasi materiale e/o componente che non risulti fornito o posto in opera a perfetta regola d'arte e perfettamente integro.

Lo spostamento (con tutti i mezzi all'uopo occorrenti) di tutti i materiali dai luoghi di deposito o di scarico fino ai luoghi di posa in opera, ivi compreso il tiro (con mezzi meccanici di sollevamento come gru o simili) in alto o in basso verso il luogo di posa in opera. Sono quindi compresi tutti i mezzi meccanici e la manodopera per lo scarico da qualsiasi mezzo di trasporto e per la movimentazione sia in orizzontale che in verticale.



L'approntamento e la conservazione o lo smantellamento, secondo necessità, di campionature di materiali e/o di lavorazioni che la DL in qualsiasi momento richiedesse: tale approntamento dovrà avvenire con la dovuta tempestività e senza alcun onere.

La responsabilità della conservazione in perfetta efficienza e pulizia per tutti i materiali e componenti approvvigionati a piè d'opera e/o in opera fino alla consegna parziale o totale, anticipata o finale degli impianti: a tale scopo i vari macchinari e/o componenti verranno protetti con teli di nylon durante il loro immagazzinaggio, o durante la loro giacenza in cantiere, teli che verranno tolti solo durante le lavorazioni ad essi macchinari (o componenti) afferenti; parimenti verranno usate chiusure in nylon (da togliere solo in occasione delle relative lavorazioni, delle prove e dei collaudi) su tutte le aperture di macchine, condutture, componenti, quadri elettrici, ecc., attraverso le quali possa infiltrarsi polvere o sporcizia di cantiere. Tali protezioni verranno tolte alla consegna degli impianti.

Lo smaltimento periodico alla pubblica discarica di tutti i residui di cantiere, i materiali di risulta, ecc.

La pulizia quotidiana del cantiere; lo sgombero totale finale e pulizia del cantiere e di tutti i lavori eseguiti ed i materiali installati.

Lo smaltimento anche di eventuali rifiuti pericolosi, tossici ed eventualmente speciali, che si ottenessero come risulta dei lavori di appalto: tale smaltimento dovrà essere eseguito a cura e spese dell'Appaltatore, ricorrendo, ove necessario, a Ditte specializzate nel settore.

Il montaggio del macchinario, degli apparecchi, delle tubazioni, canalizzazioni, quadri elettrici, terminali e relativi accessori e di tutto ciò che è inerente agli impianti per la posa in opera delle varie parti, ivi compresa la manovalanza in aiuto, sia per il montaggio che per il posizionamento delle macchine, le impalcature ed i ponteggi, l'energia elettrica e tutti i materiali di consumo necessari.

Provvisorio montaggio, smontaggio e rimontaggio di alcuni componenti, se questo fosse necessario per la finitura di alcune opere affidate allo stesso Appaltatore o ad altre Ditte.

Tutte le spese (personale specializzato e non, strumenti, mezzi d'opera, ecc) per le prove e verifiche preliminari sugli impianti da eseguirsi in corso d'opera, inclusi i consumi di energia.

Tutte le spese (personale specializzato e non, strumenti, mezzi d'opera, ecc) per le prove e verifiche finali di messa a punto e taratura degli impianti, ivi inclusi i consumi di energia; sono esclusi solo i consumi di energia per le prove di collaudo richieste dal Collaudatore ufficiale, ove previsto.

La fornitura e posa in opera, secondo le prescrizioni della DL, di targhette di identificazione, cartelli di istruzione e segnalazione, relativi ai lavori eseguiti.

La presentazione alla DL di tutte le notizie relative all'avanzamento dei lavori in relazione al programma e all'impiego della manodopera.

La sostituzione ovvero la riparazione di materiali e/o opere fornite dall'Appaltatore o da altre Imprese che, per ogni causa o per negligenza attribuibile all'Appaltatore stesso, fossero state danneggiate.

Il permesso di accedere nei locali in cui si esegue l'impianto agli operai di altre Ditte che vi debbano eseguire lavori affidati alle medesime e la relativa sorveglianza, per evitare danni o manomissioni ai propri materiali ed alle opere proprie, tenendo sollevata la SA da qualunque responsabilità in merito.

Provvedere affinché, in occasione delle visite di Collaudo ufficiale, gli impianti siano perfettamente funzionanti; ciò sarà ottenuto mediante delle visite di controllo agli impianti nei giorni immediatamente precedenti le visite di collaudo.

Messa a disposizione, su richiesta, di strumenti di misura, utensili, dati, disegni ed informazioni necessarie per motivi inerenti ai lavori o per operazioni inerenti sia le prove funzionali preliminari e finali che il Collaudo ufficiale; gli strumenti di misura dovranno essere completi di Certificato di taratura che attesti l'idoneità con validità massima, se non diversamente specificato, di due anni.

Oneri della "sicurezza corrente" (uso del casco, scarpe opportune ed altri dispositivi "usuali")

### **Adempimenti finali**

Lo sgombero completo finale del cantiere, provvedendo alla pulizia degli impianti nonché dei locali e al loro ripristino a lavori ultimati, nel termine che sarà fissato.

Lo sgombero, subito dopo l'ultimazione dei lavori, del locale eventualmente assegnato dalla SA, in quanto disponibile ed a discrezione della stessa, e del quale l'Appaltatore si sia servito durante l'esecuzione dei lavori per cantiere di deposito dei propri materiali ed attrezzi.

La fornitura di tutta la documentazione finale sui lavori eseguiti, come indicato negli appositi articoli successivi;

L'assistenza alla messa in funzione degli impianti, con tutte le prestazioni di manodopera necessarie, mettendo a disposizione della SA il personale dell'Appaltatore (tecnici ed operai) per tutto il tempo necessario per l'istruzione e l'assistenza al personale della SA stessa, come illustrato anche nel seguito.

### **Opere per sostegni e staffaggi vari**

Queste opere sono sempre a carico dell'Appaltatore e consistono sostanzialmente in:

fissaggio di mensole e staffe a pareti o solai in cls, compresi tasselli, pezzi speciali, profilati in acciaio aggiuntivi, ecc.

fissaggio di apparecchiature e attrezzature varie a pareti e/o solai in cls

fissaggio di apparecchiature e attrezzature varie a pareti in cartongesso e/o in laterizio

staffaggi per tubazioni, canalizzazioni, organi di intercettazione e similari nelle centrali e nei cavedi e nei cunicoli tecnici, comprendendo l'esecuzione di eventuali strutture metalliche di supporto fissate alle pareti, a pavimento o ai solai. Sono compresi elementi di ancoraggio, pezzi speciali, profilati in acciaio aggiuntivi, ecc.

staffaggi per le sospensioni degli organi terminali, di macchinari e dei vari componenti

Si precisa che le sospensioni devono risultare indipendenti dalla struttura portante del controsoffitto e non devono andare in appoggio su di esso.

Le quotazioni di queste opere sono sempre comprese nei prezzi contrattuali degli impianti.

### **Opere murarie di assistenza**

Sono comprese in tale sezione le opere inerenti alla posa di reti e di apparecchiature ovunque nel fabbricato per consentire l'installazione degli impianti.

In particolare si comprendono:

- fori di qualunque forma e dimensione ( $\leq \varnothing 150$  mm oltre a quelli già previsti nel progetto architettonico e strutturale) nei solai o pareti di qualunque tipo e loro chiusura (nel calcestruzzo, tradizionale o cartongesso). Sono fori da realizzare con trapano, carotatrice o altro mezzo, comprendendo anche le forniture accessorie per tali macchine e la pulizia dell'area dopo l'intervento
- al posto dei fori, apposite cravatte, morsetti, mensole e simili per il transito delle reti attraverso strutture in acciaio
- segnature con spray di tracce su pareti
- tracce su pareti e simili in laterizio, blocchi, cartongesso, ecc. e relativa chiusura da realizzare con personale e mezzi idonei
- opere di protezione di reti posate a pavimento, mediante l'utilizzo di strutture rigide resistenti al passaggio di persone e/o mezzi
- smontaggio e rimontaggio di controsoffitti e/o pavimenti galleggianti per interventi impiantistici e per le opere di finitura, di collaudi, ecc.
- saldature per fissaggi vari
- fori nelle pareti di qualunque tipo per scatole/cassette da incasso di qualunque forma e dimensione
- fori nei pavimenti galleggianti e nei controsoffitti per alloggiare organi terminali
- opere di protezione provvisoria e/o temporanea di reti, cassette e simili posate a parete o pavimento, mediante l'utilizzo di malta cementizia o equivalente e/o di strutture rigide resistenti al passaggio di persone e/o mezzi;
- ripristino e finitura al grezzo di tracce e fori (nel caso di diametri superiori a 50 mm con risarcimento mediante colaggio di malta neoplastica fixotropica a ritiro compensato);
- ripristino e finitura al grezzo di tracce e fori nel pavimento o solaio, per la posa di tubazioni, con ripristino del piano calpestabile in cls magro e lisciatura superficiale;
- stuccature e rasature;
- riprese di tinteggiature anche a rappezzi con più mani;
- segnatura di scavi, pozzetti, ecc.;
- fissaggio di tubazioni interrate ai pozzetti con sigillatura degli imbocchi;

- predisposizioni su solai di pilette, pozzetti e simili;
- quadrotti in calcestruzzo (dimensioni indicative cm 40x40,4 = 10 cm), da appoggiare sulla copertura, su cui vanno fissati i supporti per tubazioni di qualsiasi tipo e canalizzazioni;
- ripristino di pavimentazioni nei vari tipi;
- ponteggi e trabattelli fino a sei metri da terra del piano di calpestio;
- smontaggio e rimontaggio di controsoffitti e/o pavimenti galleggianti per interventi impiantistici e per le opere di finitura, di collaudi, ecc. .
- scarico dei materiali in arrivo di tutti i tipi, dimensioni pesi ed ingombri e loro trasporto nel magazzino di ricovero o, se sarà possibile, nella posizione di installazione finale
- sollevamenti, tiri in alto e posizionamento di tutte le macchine ed apparecchiature ovunque queste vadano installate
- manovalanza e mezzi d'opera in aiuto ai montatori per la movimentazione di cantiere.

Per tutte le opere e prestazioni precedenti l'Appaltatore deve fornire i disegni dimensionali co-struttivi prima della loro realizzazione.

Una volta realizzate tali opere l'Appaltatore deve provvedere allo sgombero dei materiali, al loro allontanamento ed alla pulizia completa della zona interessata, alla pulizia accurata, al ripristino di eventuali piccoli danni, alla rimessa in ordine delle reti a pavimento (canalizzazioni, tubazioni, cassette, ecc.), prima dell'esecuzione dei pavimenti sopraelevati, e altre opere di finitura in genere.

Tali opere sono comprese nel progetto degli impianti e comprese nei prezzi contrattuali degli impianti.

#### **4.2 QUADRI ELETTRICI DI B.T.**

Nella valutazione de quadri elettrici si intendono inclusi:

- le carpenterie;
- le apparecchiature di potenza ed ausiliarie previste negli schemi di progetto;
- sbarre di rame;
- gli allacciamenti e connessioni alle linee di potenza ed ausiliarie (comando e controllo) in arrivo ed in partenza dai quadri;
- cablaggio dei circuiti ausiliari e di potenza fino alle morsettiere ingresso/uscita;
- strumenti di misura, di controllo e di automazione;
- morsettiere e apparecchiature ausiliarie;
- lampade di segnalazione, manipolatori, apparecchiature di comando e di manovra di circuiti ausiliari;
- accessori per la realizzazione del quadro;
- targhette e schemi sinottici;
- schemi affissi a parete su supporto rigido o sottovetro.

Nel prezzo unitario di ogni quadro si intendono inoltre incluse tutte le opere indispensabili a realizzare gli schemi esposti nelle tavole grafiche ed a fornire l'opera conforme alla normativa ed alla buona tecnica costruttiva, ivi incluse le richieste di ritocchi e miglioramenti avanzati dalla DL.

Analogamente ai quadri elettrici, sono valutati anche i quadri per speciali utilizzi, (quadri di rifasamento, carica batterie, soccorritori, ecc.) quando questi non siano già presenti all'interno di quadri specifici (quadri generali, quadri principali, ecc.).

#### **4.3 CAVIDOTTI**

Rientrano in questa categoria le vie cavi che non rientrano nei prezzi delle utenze terminali (punti luce, punti prese, punti alimentazione, ecc.). Esse sono:

- passerelle;
- canali;
- scale portacavi;
- tubazioni in materiale plastico;
- tubazioni in acciaio zincato o inox;
- cavidotti interrati.

Il metodo di valutazione e di misurazione sarà "a metro", seguendo lo sviluppo reale della rete in pianta sui disegni esecutivi per ciascun tipo e sezione di tubazione, canale o scale portacavi.

Per quanto riguarda la distribuzione all'interno dei cavedi verticali, le vie cavi sono contabilizzate considerando la reale altezza del piano.

Devono intendersi inclusi e mediamente compensati nel prezzo unitario tutti i seguenti i oneri:

- sfridi e scarti dovuti alle lavorazioni o al tipo di posa;
- quota parte del fissaggio dei cavi e/o dei setti separatori;
- accessori per giunzione, trasposizione, chiusura di estremità, cambio di direzione sia orizzontale che verticale, ingresso con flangia nei quadri;
- accessori di giunzione fra tubi dello stesso tipo o diverso, cambi di direzione, ingresso in cassette, passerelle/canali e quadri mantenendo il grado di protezione richiesto;
- accessori quali supporti, mensole, tiges, collari, viti, tasselli, bulloni e qualunque altro apparecchio o sistema di sostegno e di fissaggio;
- collegamenti equipotenziali ovvero morsetti per la messa a terra, possibilmente di tipo prestampato e adatti alla congiunzione tra i canali;
- pezzi speciali e prestampati;
- saldature e forature dei canali, incluse eventuali guarnizioni antiabrasive per la protezione dei cavi;
- accessori di identificazione e marcatura con contrassegni colorati nel caso di canali;
- accessori di identificazione e segnalazione colorati nel caso di tubazioni interrate.

#### **4.4 CASSETTE E SCATOLE**

Per tutte quelle cassette e scatole che non rientrano nei prezzi delle utenze finali (punto luce, punti prese, punto alimentazione, ecc.), il metodo di valutazione e di misurazione sarà "a numero" intendendo inclusi e mediamente compensati nel prezzo unitario tutti i seguenti oneri:

- qualsiasi tipo di accessorio per il fissaggio del componente su qualsiasi tipo di parete o di supporto;
- foratura, ed eventuale filettatura dei fori, delle pareti delle cassette o scatole per imbocco con tubi e canali;
- setti separatori;
- eventuali piastre di fondo in lamiera zincata;
- fissaggio al fondo delle cassette o scatole delle morsettiere di derivazione;
- morsettiere a scelta della DL;
- marcatura delle morsettiere secondo codici stabiliti con la DL;
- fornitura e applicazione di contrassegni a mezzo targhette con scritte indelebili sulle cassette e sulle scatole stesse;
- eventuali schemi esplicativi delle morsettiere;
- imbocchi, raccordi, pressacavi.

#### **4.5 CAVI E CONDUTTORI ELETTRICI**

Si intendono:

- cavi di BT;
- cavi speciali.

Per tutti i cavi che non rientrano nei prezzi delle utenze finali (punto luce, punto di alimentazione, ecc.), il metodo di valutazione e di misurazione sarà "a metro" (per ciascun tipo e sezione di cavo) intendendo inclusi e mediamente compensati nel prezzo unitario tutti i seguenti oneri:

- code terminali, sfridi e scarti dovuti alla posa delle linee;
- formazione di teste di cavo (esclusi i terminali di MT conteggiati separatamente);
- ancoraggi a canali, a passerelle, a scale posa cavi, a cavidotti di vario genere;
- capicorda e/o terminazioni;
- morsetti e/o fascette di ancoraggio;
- contrassegni di origine e destinazione applicati a mezzo collari in plastica con scritte indelebili;
- accessori di identificazione, marcatura e numerazione di tutti i conduttori, coerente con i disegni esecutivi;
- ancoraggi a canali, a scale posa cavi, a cavidotti di vario genere;
- collegamenti a sbarre o morsetti di ogni genere;
- verifica della concordanza e sequenza delle fasi;

- prove di tensione applicata (ove necessario).

Nel caso di posa sospesa in aria si intendendo inclusi e mediamente compensati nel prezzo unitario anche i seguenti oneri:

- tesatura della linea;
- legatura agli isolatori;
- formazione di losanghe;
- esecuzione di fori a parete e del fissaggio, con malta di cemento, di ganci, staffe e mensole.
- Sono esclusi dal prezzo unitario perché conteggiati a parte i seguenti materiali e apparecchiature:
  - sostegni;
  - l'armamento della linea (mensole, ganci, perni, isolatori, ecc);
  - morsettiere (incluse nelle cassette e carpenterie);
  - giunti in linea e di derivazione;
  - muffole di giunzione e derivazione.

La contabilizzazione dei cavi sarà effettuata sui disegni esecutivi facendo riferimento allo sviluppo lineare di ogni singola linea dal punto di partenza al punto di arrivo, aggiungendo i soli tratti necessari al superamento di dislivelli fra punti a quote diverse e includendo eventuali scorte previste.

Per quanto riguarda la distribuzione all'interno dei cavedi verticali, i cavi sono contabilizzati considerando la reale altezza del piano.

#### **4.6 DERIVAZIONI TERMINALI LUCE E COMANDI**

Le derivazioni terminali luce e comandi quali:

- punti luce;
- punti di comando;
- punti di alimentazione organi di controllo.
- sono contabilizzati "a numero".

Sono voci di elenco che comprendono componenti elementari quali: tubazioni, scatole, morsetti, scatole portafrutto complete di placca e supporti, apparecchiature di comando, conduttori e accessori.

Si considerano derivazioni tutti i punti di alimentazione ai terminali luce e comandi dalla distribuzione secondaria, indipendentemente dalla distanza da questa (prezzo medio fra le varie lunghezze).

#### **4.7 DERIVAZIONI TERMINALI UTENZE FM**

Le derivazioni terminali utenze FM quali:

- punti di alimentazione utenze terminali;
- gruppi prese a parete e/o pavimento;
- punti prese;
- quadretti di servizio (laboratori, ecc.).

- sono contabilizzati "a numero".

Sono voci di elenco che comprendono componenti elementari quali: di tubazioni, scatole, morsetti, scatole portafrutto complete di placca e supporti, apparecchiature di utilizzazione, conduttori e accessori.

Si considerano derivazioni tutti i punti di alimentazione ai terminali delle utenze FM dalla distribuzione secondaria indipendentemente dalla distanza da questa (prezzo medio fra le varie lunghezze).

#### **4.8 IMPIANTO TRASMISSIONE DATI E CHIAMATA**

Le derivazioni terminali e dorsali utenze DATI E CHIAMATA quali:

- punti di collegamento presa dati RJ45 Cat. 6E;
- apparecchiature telefoniche;
- gruppi prese a parete e/o pavimento;
- punti prese telematico;
- sono contabilizzati "a numero" o "corpo".

Sono voci di elenco che comprendono componenti elementari quali: di tubazioni, scatole, morsetti, scatole portafrutto complete di placca e supporti, apparecchiature di utilizzazione, conduttori e accessori.

#### **4.9 APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE**

Gli apparecchi di illuminazione sono contabilizzati "a numero". Nel prezzo unitario si intendono inclusi:

- l'apparecchio completo di equipaggiamento elettrico, schermo, ottica, elementi di supporto;
- accessori per il fissaggio su qualsiasi tipo di parete o soffitto;
- accessori per il fissaggio in controsoffitto comprendenti sia i materiali per l'allineamento alla struttura del controsoffitto sia il fissaggi direttamente al soffitto (catenelle, cavetti, distanziatori, ecc);
- cablaggio interno di eventuali sistemi a fila continua;
- equipaggiamento di lampade in numero e potenza indicata e, se non diversamente specificato, eventuale unità di alimentazione;
- accessori di completamento come indicato nella descrizione dell'apparecchiatura.

È sempre compreso l'onere per il fissaggio di detti corpi illuminanti a strutture di supporto di qualsiasi genere.

#### **4.10 IMPIANTO DI TERRA**

I materiali di protezione, quali:

- piatto o conduttore in rame acciaio zincato o altro materiale per dispersore di terra;
- piatto o conduttore in acciaio per tratti esterni;
- conduttori per la realizzazione dell'impianto di dispersione;



sono contabilizzati "a metro" di sviluppo lineare. L'importo è comprensivo di sfridi di lavorazione e accessori.

## 5 SPECIFICHE TECNICHE, MODALITA' ESECUTIVE E QUALITA' DEI MATERIALI

### 5.1 SPECIFICHE E NORME COSTRUTTIVE

Si precisa che tutti i materiali che verranno installati dovranno essere dotati di Marchio di Qualità (I.M.Q.) e che tutti gli impianti dovranno essere realizzati in conformità con quanto disposto dalle norme C.E.I. e che i materiali dovranno rispondere alle prescrizioni indicate dalle tabelle C.E.I.-UNEL. Nella scelta di materiali non univocamente specificati nel presente documento e/o nei suoi allegati si prescrive inoltre quanto segue:

- Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti oggetto del presente devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono essere tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità, alle quali possono essere esposti durante l'esercizio;
- Tutti i materiali per l'esecuzione delle opere previste nell'appalto devono avere caratteristiche e dimensioni tali da rispondere alle norme CEI – UNEL attualmente in vigore;
- In particolare i materiali e gli apparecchi per i quali è prevista la concessione del Marchio di Qualità devono essere muniti del contrassegno I.M.Q.

### 5.2 QUADRI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE

#### Caratteristiche tecniche generali - Generalità

I quadri elettrici di bassa tensione dovranno essere conformi alle norme:

CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) – 01/02/2012+CEI EN 61439 - 1/Ed del 11/2015	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali
CEI EN 61439-2 (CEI 17-114)- 01/02/2012	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza
CEI EN 61439-3 (CEI 17-116) - 01/12/2012 +EC 1 ( 01/06/2014 )	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 EN 61439-4 (CEI 17-117) - 2013 + V1 ( 2014	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)Parte 4: Prescrizioni particolari per quadri per cantiere (ASC)

CEI EN 61439-5 09/2016	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 5: Quadri di distribuzione in reti pubbliche
CEI EN 61439-6 07/2013	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 6: Busbar trunking systems ( busways )

Le apparecchiature montate nei quadri elettrici dovranno rispondere alle prescrizioni generali di seguito descritte e presentare caratteristiche tecniche secondo quanto specificato nei disegni di progetto; dovranno in particolare possedere caratteristiche tecniche adeguate a quelle delle utenze da alimentare e dimensionate per i livelli di corto circuito previsti.

Tutti gli accessori utilizzati all'interno dei quadri (sbarre, attacchi, supporti isolanti, profilati, piastre, ecc.) dovranno essere prodotti standard realizzati dal costruttore dell'involucro; dovranno essere rispettate le modalità installative indicate dal costruttore stesso. Non saranno accettate soluzioni con costruzioni artigianali.

Sulle porte e sui pannelli apribili potranno essere fissati solamente strumenti di misura, selettori di comando, lampade di segnalazione luminosa, che dovranno essere di tipo modulare, quadrati o rettangolari, con identificazione del servizio.

La posizione di pulsanti, selettori di comando, lampade, ecc., dovrà essere razionalmente studiata in base alla collocazione della relativa apparecchiatura controllata.

I quadri dovranno essere sempre dotati di pulsante per consentire la prova contemporanea di tutte le lampade di segnalazione installate sui quadri stessi.

Ogni quadro dovrà essere predisposto in modo che al mancare ed al successivo ritorno della tensione di rete, le utenze prima alimentate possano riprendere in modo automatico il loro regolare funzionamento.

Il grado di protezione dei quadri elettrici dovrà essere non inferiore a quanto indicato negli schemi unifilari con minimo IP3X con porte chiuse e IP2X con porte aperte.

L'uscita e l'ingresso dei cavi nei quadri elettrici dovrà garantire il grado di protezione IP previsto utilizzando appositi accessori (pressacavo per ogni cavo ovvero moduli tipo Roxtec o equivalente approvato).

Caratteristiche elettriche principali:

- tensione di isolamento nominale: 660 V;
- tensione di esercizio: 400/230 V;

- frequenza nominale: 50 Hz;
- tensione di prova a 50 Hz per 1 minuto circuiti di potenza: 2500 V;
- tensione di prova a 50 Hz per 1 minuto circuiti ausiliari: 1500 V.

corrente nominale di breve durata ammissibile per 1 secondo non inferiore ai dati progettuali sui disegni di progetto;

corrente nominale di cresta ammissibile non inferiore ai dati progettuali sui disegni di progetto;

apparecchiature dimensionate per una corrente di corto circuito non inferiore ai dati progettuali sui disegni di progetto.

### **Involucri in lamiera**

I quadri elettrici di bassa tensione con involucri in lamiera dovranno essere realizzati, in generale, da scomparti prefabbricati con intelaiatura autoportante in lamiera di acciaio pressopiegata avente spessore minimo di 2 mm e pannelli di chiusura in lamiera di acciaio ribordata dello spessore di 1,5 mm e comunque sufficientemente robusta per sostenere le apparecchiature e per resistere alle sollecitazioni a cui sono sottoposti.

Gli scomparti dovranno essere affiancabili e componibili tra loro in modo da ottenere la configurazione richiesta.

La parte superiore e quella inferiore degli scomparti dovranno essere chiuse con lamiere asportabili, per permettere l'ingresso/uscita dei cavi indifferentemente dal basso o dall'alto.

I quadri dovranno essere realizzati in modo tale da permettere eventuali futuri ampliamenti ai lati, con l'aggiunta di ulteriori scomparti; a tale scopo, le estremità laterali dei quadri dovranno essere chiuse con pannelli asportabili in lamiera di acciaio.

Ogni scomparto dovrà essere suddiviso in celle o zone, contenenti i vari componenti elettrici e meccanici, separate fra loro con lamiere di segregazione tali da garantire un grado di protezione minimo IP2X.

Dovranno essere studiate e realizzate delle canalizzazioni per la circolazione naturale dell'aria in modo da garantire:

il mantenimento delle temperature interne, entro i limiti imposti dalle norme CEI/IEC applicabili;

la compartimentazione delle celle o zone dei singoli scomparti, per evitare che l'eventuale sviluppo di aria ionizzata all'interno di una cella vada ad interessare altre parti in tensione.

Nel caso di installazione in locali con pavimento sopraelevato, la posa dovrà essere effettuata mediante telaio in profilato d'acciaio saldato, verniciato con doppia mano di fondo e una mano finale di colore nero, completo di piedini regolabili con base bugnata e forata per consentire il fissaggio al pavimento mediante tasselli e collante; particolari accorgimenti dovranno essere adottati per l'affiancamento tra telaio e piano di calpestio sopraelevato (es. profilato a L saldato lungo tutto il perimetro superiore del telaio per consentire l'appoggio del piano di calpestio).

La viteria dovrà essere in acciaio inox con bulloni di tipo "autograffiante"; le viti di chiusura delle portine dovranno essere di tipo imperdibile con impronta a croce.

Le cerniere dovranno essere di tipo prefabbricato con elevato grado di robustezza e dovranno consentire l'apertura delle portine con angoli maggiori di 100°.

Le portine anteriori dovranno essere previste di guarnizioni di battuta e corredate di serratura di sicurezza unificata per tutti i quadri della fornitura; le portine incernierate dovranno avere almeno due punti di chiusura per altezze di 600 o 800 mm e almeno tre punti di chiusura per altezze maggiori di 800 mm.

### **Involucri in materiale termoplastico**

I quadri in materiale termoplastico isolante dovranno essere costruiti secondo criteri di robustezza meccanica sia nell'intelaiatura che nelle parti mobili, dovranno essere resistenti agli agenti chimici (acqua, soluzioni saline, acidi, basi e olii minerali), agli agenti atmosferici ed ai raggi UV.

Il materiale termoplastico dovrà essere autoestinguento secondo le norme UL 94 V-0 e UL 94 5VB e resistente al calore anormale ed al fuoco fino a 960 °C (prova del filo incandescente) secondo la norma CEI 89-12 (CEI EN 60695-2-10).

Le caratteristiche estetiche e dimensionali dei quadri dovranno risultare omogenee nell'ambito di uno stesso progetto.

### **Sbarre e connessioni**

In tutti i quadri elettrici di bassa tensione in cui siano previste connessioni con sbarre, queste dovranno essere realizzate in piatto di rame elettrolitico a spigoli arrotondati ed essere dimensionate per le correnti nominali e di corto circuito prescritte.

Le sbarre devono essere ancorate e sostenute da supporti reggi-sbarre in materiale isolante tali da assicurare la tenuta agli sforzi elettrodinamici conseguenti alle correnti di guasto dell'impianto.

Le sbarre con portate maggiori di 250 A saranno argentate o stagnate almeno nelle zone di connessione al fine di prevenire fenomeni di ossidazione.

Le sbarre dovranno essere dimensionate secondo i seguenti criteri:

sbarre principali, in base alla corrente nominale del quadro;

sbarre di derivazione verticali facendo la sommatoria delle correnti nominali degli interruttori alimentati;

sbarre di derivazione alle singole apparecchiature in base alla corrente nominale delle apparecchiature.

Le connessioni in cavo devono essere limitate al minimo indispensabile; in tutti i casi in cui sia possibile dovranno essere utilizzate sbarre.

La sequenza delle fasi deve essere, guardando il fronte del quadro, RSTN da sinistra a destra, dal fronte verso il retro e dall'alto verso il basso.

### **Messa a terra**

I quadri dovranno essere percorsi longitudinalmente o verticalmente da una sbarra di terra in rame, avente sezione minima pari a 125 mm<sup>2</sup> e comunque dimensionata sul valore delle correnti di guasto previste.

Le estremità della sbarra di terra dovranno essere dotate della possibilità di collegamento al dispersore di terra con conduttori aventi sezione fino a 120 mm<sup>2</sup>.

A tale sbarra dovranno essere collegati, in modo da garantire una efficace e sicura continuità elettrica, tutti gli elementi di carpenteria e i componenti principali del quadro. A tal riguardo i collegamenti dovranno essere completi di capocorda di tipo ad occhiello e realizzati con rondelle elastiche e bulloni. I collegamenti di terra di tutte le masse metalliche mobili o asportabili dovranno essere eseguiti con cavo flessibile di colore giallo-verde o con treccia di rame stagnato di sezione non inferiore a 16 mm<sup>2</sup>.

I quadri a cassetta per installazione a parete potranno essere dotati, in sostituzione della sbarra di terra, di adatti morsetti aventi superficie di contatto adeguata alle correnti di guasto previste.

### **Interruttori automatici**

Gli interruttori automatici impiegati all'interno dei quadri di BT potranno essere di tipo aperto, scatolato o modulare in versione rimovibile, estraibile, o fissa a seconda del tipo di utilizzazione previsto e della corrente nominale delle utenze da proteggere. La tipologia è sempre riscontrabile nei disegni di progetto.

Gli interruttori di tipo modulare, con modulo 17,5 mm o multipli, dovranno essere rispondenti alle norme CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1) per usi domestici e similari ove non diversamente specificato. Essi saranno impiegati nei quadri secondari di distribuzione per portate uguali o inferiori a 100 A per i circuiti che alimentano le utenze finali. L'esecuzione dovrà essere adatta per montaggio su profilato DIN da 35 mm. La curva di intervento magnetotermico dovrà essere scelta in funzione del tipo di carico da alimentare. Gli interruttori magnetotermici in generale dovranno sempre essere dotati di dispositivi di protezione su tutte le fasi.

Il conduttore di neutro dovrà essere interrotto e/o protetto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 64-8; è da tenere presente che nel caso di adozione di un sistema tipo TN-C, il conduttore PEN non dovrà in alcun caso venire sezionato, né protetto.

Il potere di interruzione dovrà essere almeno pari alla corrente di corto circuito trifase presunta nel punto di installazione, salvo i casi in cui sia accettata la protezione di sostegno, con i limiti imposti dalle norme CEI 64-8.

Tutti gli interruttori di uguale portata e pari caratteristiche dovranno essere tra loro intercambiabili.

Tutte le apparecchiature di tipo scatolato dovranno essere equipaggiate di proprie coperture predisposte dal costruttore sui punti di connessione dei cavi tali da garantire un grado di protezione minimo IP20 a porte aperte; si escludono pertanto schermi o analoghe protezioni artigianali.

Gli interruttori estraibili dovranno, in particolare, essere equipaggiati con otturatori sulle parti fisse, azionati automaticamente dal movimento dell'interruttore durante la manovra di sezionamento, per garantire un grado di protezione IP2X con interruttore estratto e/o sezionato.

I circuiti ausiliari dovranno inserirsi automaticamente nelle relative parti fisse con l'introduzione degli interruttori nelle celle; non sono accettate soluzioni a presa e spina inseribili a mano dall'operatore.

### **Interruttori differenziali**

Gli interruttori differenziali saranno costituiti da un dispositivo ad intervento differenziale per guasto a terra, in genere da associare agli interruttori magnetotermici.

Gli interruttori differenziali, dovranno essere rispondenti alle norme CEI EN 61009.

Dovrà essere garantita la selettività di intervento differenziale tra gli interruttori posti a monte e quelli posti a valle; a tale scopo la protezione differenziale dell'interruttore a monte dovrà avere una corrente di intervento di almeno una grandezza superiore a quella dell'interruttore a valle e tempo di ritardo superiore al tempo totale di apertura del dispositivo a valle.

Per portate fino a 250 A il dispositivo differenziale e l'interruttore automatico potranno essere integrati in un unico apparecchio, senza necessità di alimentazione ausiliaria esterna.

Per portate superiori ai 250 A il dispositivo differenziale dovrà agire sullo sganciatore di apertura dell'interruttore automatico a cui risulta accoppiato; in tal caso il differenziale dovrà essere alimentato da un trasformatore toroidale entro cui devono essere fatti passare tutti i conduttori attivi del circuito da proteggere. Tale dispositivo dovrà essere equipaggiato di segnalazione ottica di regolare funzionamento.

Oltre che nei casi previsti dalle norme CEI applicabili e in quelli indicati sugli schemi di progetto, gli interruttori differenziali dovranno anche essere previsti sempre nei sistemi TT e in tutti i circuiti in cui la protezione contro i contatti indiretti non sia realizzata con le protezioni indicate dalle norme CEI 64-8 o tramite interruzione automatica del circuito con intervento delle protezioni magnetotermiche.

Nei quadri secondari potranno essere utilizzati interruttori differenziali puri, senza protezione magnetotermica, a monte di gruppi di interruttori automatici relativi ad utenze omogenee; tali differenziali dovranno avere portata nominale non inferiore a 25A e dovranno risultare protetti dal dispositivo magnetotermico previsto a monte.

Tutti gli interruttori differenziali dovranno essere dotati di pulsante per la prova del circuito di scatto.

Nel caso di utilizzo di interruttori quadripolari per utenze tripolari, questi dovranno avere tutti i poli cablati a monte per garantire il funzionamento del test di prova differenziale.

### **Contattori**

I contattori dovranno essere previsti in funzione delle seguenti categorie di impiego:

- AC3 per avviamento di motori (carichi induttivi);
- AC1 negli altri casi (carichi resistivi).

I contattori dovranno essere adatti per montaggio fisso entro quadri secondari e ad armadio, dotati di tutti gli accessori e contatti ausiliari necessari per la realizzazione degli schemi elettrici richiesti. Quando impiegati per avviamento motori, le loro caratteristiche elettriche dovranno essere coordinate con quelle dei motori da comandare, con quelle degli interruttori automatici o fusibili posti a monte e con i relé termici accoppiati.

### **Relè termici**

I relé termici per la protezione contro il sovraccarico, dovranno essere tipicamente utilizzati in esecuzione fissa tripolare in serie ai contattori e agli interruttori automatici, con i quali devono essere coordinati, per i circuiti di avviamento motori.

I relé termici dovranno avere ampio campo di regolazione della corrente di intervento ed essere dotati di almeno due contatti ausiliari di scambio.

Il riarmo dei relé dovrà essere di tipo manuale.

I relé di tipo bimetallico dovranno essere compensati contro le variazioni di temperatura ambiente.

Per la protezione da motori con tempi di avviamento particolarmente lunghi dovranno essere impiegati relé termici per avviamento pesante.

Nel caso di utilizzo di relè di tipo "industriale" (non modulare) questi potranno essere installati sul fondo del quadro garantendo però lo spazio frontale libero da qualsiasi apparecchiatura e accessorio (barre DIN, canaline di cablaggio, ecc.) con esclusione di eventuali ausiliari di comando e segnalazione installati direttamente sulla portina di chiusura.

### **Interruttori automatici magnetotermici salvamotori**

Le partenze con salvamotore potranno essere utilizzate per i circuiti di avviamento motori in alternativa all'impiego di interruttore magnetico / relé termico (con contattore), in accordo con i disegni di progetto.

I salvamotori dovranno essere costruiti secondo le norme CEI 17-50 (CEI EN 60947-4-1), CEI 17-44 (CEI EN 60947-1), CEI 17-5 (CEI EN 60947-2), CEI 17-11 (CEI EN 60947-3).

Le caratteristiche di tali dispositivi (tarature, campi di regolazione, ecc.) dovranno essere scelte con gli stessi criteri utilizzati nel caso di partenze motore con apparecchi separati.

Il coordinamento dovrà sempre essere di tipo 2, tale da assicurare le prestazioni nominali delle apparecchiature, dopo un guasto, senza che si renda necessario alcun intervento di manutenzione.

La protezione contro il corto circuito dovrà essere data dall'interruttore automatico che ha anche la protezione termica regolabile integrata.

Il salvamotore dovrà essere accessoriato con contatti per segnalazione a distanza di stati ed anomalia.

Il salvamotore dovrà essere in esecuzione adatta per montaggio su profilato DIN da 35 mm.



Quando è richiesta l'esecuzione di quadro tipo "motor control center", il salvamotore dovrà essere inserito nel cassetto (fisso o estraibile) unitamente al contattore e dovrà avere la manovra dell'interruttore rinviata sul cassetto.

### **Fusibili**

I fusibili impiegati nei circuiti di potenza dovranno essere di tipo cilindrico o a coltello ad alto potere di interruzione, con elevate caratteristiche di limitazione della corrente di corto circuito presunta; la caratteristica di intervento dovrà essere adeguata al tipo di utenza da proteggere (motore o altro). Se utilizzati in serie a contattori o a sezionatori, i fusibili dovranno essere coordinati con essi.

### **Sezionatori e interruttori di manovra-sezionatori**

I sezionatori (di tipo sottocarico e a vuoto) dovranno essere in grado di resistere termicamente e dinamicamente alle correnti di guasto previste; a tale scopo dovrà esserci coordinamento tra interruttore magnetotermico a monte e sezionatore stesso.

### **Trasformatori di corrente e di tensione**

I trasformatori di corrente e di tensione dovranno avere prestazioni e classi di precisione adeguate ai carichi da alimentare.

I trasformatori di corrente dovranno avere custodia in materiale termoplastico autoestinguente ed essere adatti per installazione fissa all'interno dei quadri.

I trasformatori di tensione dovranno avere custodia metallica messa a terra ed essere adatti per installazione fissa all'interno dei quadri.

Tutti i trasformatori dovranno avere un morsetto secondario collegato a terra.

### **Limitatori di sovratensione (SPD)**

Ove previsti, gli scaricatori dovranno essere del tipo a spinterometro autoestinguente (scaricatori di sovracorrente in bassa tensione) e a varistore con ossido di zinco (scaricatori di sovratensione in bassa tensione); essi dovranno rispondere alle norme CEI EN 61643-11.

Gli scaricatori saranno in genere inseriti a valle degli interruttori o sezionatori generali e protetti da opportuni fusibili o interruttori automatici.

La sezione del conduttore di terra che collega ogni singolo scaricatore all'impianto di terra dovrà essere di almeno 16 mm<sup>2</sup>.

In ogni caso la sezione dei conduttori di cablaggio sugli scaricatori dovrà essere adeguata al livello di corrente di corto circuito nel punto di installazione.

I cablaggi tra gli scaricatori all'interno dei quadri elettrici dovranno evitare la realizzazione di "spire" tra il conduttore di terra e gli altri conduttori.

In presenza di elevato numero di armoniche, dovranno essere installati scaricatori di tipo a varistore.

Le caratteristiche di tensione, corrente ed isolamento sono riscontrabili nei disegni di progetto.

### **Relè di protezione**

I relé di protezione associati agli interruttori magnetotermici potranno essere di tipo elettromeccanico o elettronico, secondo quanto prescritto sui disegni di progetto.

Gli altri relè di protezione dovranno essere adatti per montaggio incassato sulla portella dei quadri.

Quando richiesto, i circuiti amperometrici dovranno essere alimentati da trasformatori di corrente con secondario da 5 A o da 1 A; i circuiti voltmetrici dovranno essere alimentati da trasformatori di tensione con secondario a 100 V.

### **Strumenti di misura**

Gli strumenti di misura dovranno essere adatti per montaggio incassato sulla portella dei quadri.

Quando richiesto, i circuiti amperometrici dovranno essere alimentati da trasformatori di corrente con secondario da 5 A o da 1 A; i circuiti voltmetrici dovranno essere alimentati da trasformatori di tensione con secondario a 100 V.

I voltmetri dei quadri di bassa tensione potranno essere alimentati direttamente a 400 V.

Gli strumenti di misura dovranno essere di tipo digitale con visualizzazione numerica (e a barre per tensioni e correnti) e adatti per montaggio su barra DIN.

Le grandezze misurate dovranno indicare il "vero valore efficace" (true RMS).

### **Apparecchiature ausiliarie**

I quadri dovranno essere equipaggiati con tutte le apparecchiature ausiliarie necessarie per renderli completi e pronti al funzionamento anche se non indicati nei disegni di progetto.

In generale dovranno essere previsti:

- relè ausiliari;
- indicatori luminosi;
- commutatori e selettori di comando e di misura;
- pulsanti;
- resistenze anticondensa, comandate da termostati;
- ventilazione forzata in settori dei quadri dove siano presenti apparecchiature elettroniche di regolazione e controllo.

I dispositivi e le apparecchiature che devono essere visualizzati e manovrati dall'esterno dei quadri, dovranno essere previsti per montaggio incassato sulle portelle, con grado di protezione minimo IP5X a porta chiusa e IP2X sui terminali posteriori.

### **Inverter**

Gli inverter, impiegati per l'azionamento a velocità variabile di motori asincroni trifasi, dovranno essere alloggiati dentro i quadri di distribuzione delle rispettive utenze regolate, in appositi scomparti predisposti, di dimensioni tali da garantire, a quadro chiuso, grado di protezione idoneo, adeguata ventilazione e smaltimento della temperatura anche mediante feritoie predisposte allo scopo realizzate con accessori e componenti standard.

Gli inverter dovranno essere del tipo a codifica PWM vettoriale con controllo del vettore tensione, con frequenza regolabile in uscita da 5 a 60 Hz.

Gli inverter dovranno essere dotati di tastiera di comando e di programmazione e display di controllo, in grado di riportare i parametri e i codici di allarme. Dovranno inoltre essere dotati di funzione di riavvio dopo mancanza di alimentazione con possibilità di selezione.

Tutte le indicazioni riportate sul display dovranno essere in lingua italiana o comunque acronimi di inequivocabile significato.

Durante le operazioni di avvio e di arresto, gli inverter dovranno essere in grado di supportare le commutazioni del circuito motore. Tali commutazioni non dovranno provocare danni al variatore e non richiederanno la presenza di una logica di interblocco esterna.

I variatori di velocità dovranno essere forniti di filtri antidisturbo in ingresso ed in uscita, in modo che l'installazione e l'esercizio risultino conformi ai vigenti limiti di emissione e di immunità nel campo della compatibilità elettromagnetica.

Gli inverter dovranno avere contatti puliti per la segnalazione di:

- anomalia generale, che cumulerà gli allarmi di sovratensione / sottotensione, guasto generale, corto circuito / sovracorrente, sovratemperatura, blocco motore;
- intervento protezione I2t.

Gli inverter dovranno essere dotati di morsetti per il collegamento a sonde di tipo PTC e per il collegamento del comando e della regolazione dalla unità periferica. Tale regolazione dovrà effettuarsi mediante segnali in corrente ( $0 \div 20$  o  $4 \div 20$  mA) o in tensione ( $0 \div 10$  V o  $2 \div 10$  V).

### **Apparecchiature di regolazione**

Quando richiesto dai disegni di progetto i quadri dovranno comprendere, oltre ai cubicoli di potenza, una colonna, o un cubicolo, o comunque lo spazio sufficiente per il contenimento delle apparecchiature di regolazione, che sono escluse dalla presente sezione.

Salvo per i quadri bordo macchina e per i quadri di modeste dimensioni (a servizio di una sola macchina), i regolatori dovranno essere posti in una sezione del quadro completamente segregata elettricamente e meccanicamente (colonna a sé stante, cubicolo, sezione del quadro con proprio pannello di accesso).

A tale scopo l'appaltatore degli impianti elettrici dovrà coordinarsi con l'appaltatore degli impianti termofluidici.

Il cablaggio interno dei pannelli di regolazione dovrà essere realizzato con gli stessi criteri descritti in precedenza.

### **Interblocchi**

I quadri dovranno essere dotati di tutti gli interblocchi necessari per prevenire errate manovre che potrebbero compromettere oltre che l'efficienza e l'affidabilità delle apparecchiature, la sicurezza del personale addetto all'esercizio dell'impianto.

Tutti i blocchi a chiave dovranno essere realizzati in modo tale che l'estrazione della chiave mantenga le apparecchiature bloccate nella posizione in cui si trovano.

Le sequenze di manovra e il tipo dei blocchi meccanici dovranno essere sottoposti per approvazione alla D.L..

L'accoppiamento delle chiavi di interblocco dovrà essere effettuato mediante inanellamento saldato tale da garantire l'impossibilità di disaccoppiare le chiavi stesse.

### **Cablaggi interni**

Tutti i conduttori di cablaggio dovranno essere realizzati con conduttori flessibili in rame, con isolamento non propagante l'incendio e a ridottissima emissione di gas tossici e corrosivi, del tipo N07G9-K dimensionati per la portata nominale delle apparecchiature ovvero con sistemi di cablaggio rapido di tipo prefabbricato.

I conduttori dei circuiti in partenza e in arrivo dovranno essere adeguatamente fissati alla struttura del quadro in modo che il loro peso non gravi sulle apparecchiature e in modo che possano sopportare le elevate sollecitazioni elettrodinamiche delle correnti di corto circuito.

I conduttori dovranno essere collegati alle apparecchiature con appositi capicorda a pressione.

I circuiti ausiliari e di potenza dovranno essere posti entro canaline in PVC autoestinguenti, esenti da emissioni tossiche, non igroscopiche, traforate e con coperchio.

Il capo di ogni conduttore fissato a morsetti o ad apparecchiature dovrà essere numerato mediante anellino segnafile.

Tutti i circuiti, sia di potenza che ausiliari che entrano od escono dal quadro dovranno far capo ad apposite morsettiere di tipo componibile, adeguate alle sezioni dei cavi collegati e dotate di cartellini di numerazione.

Tutti i segnali in arrivo da apparecchiature fuori quadro dovranno far capo a relé ausiliari con zoccolo in esecuzione estraibile e morsetti di collegamento anteriori.

### **Circuiti ausiliari**

I circuiti ausiliari di comando, segnalazione e misura all'interno dei quadri, dovranno essere realizzati con conduttori flessibili in rame, con isolamento non propagante l'incendio e a ridottissima emissione di gas tossici e corrosivi, del tipo FG17, di sezione adeguata, posati su cavidotti in materiale termoplastico, riuniti a fascio. Dovranno essere alimentati in bassissima tensione c.a., tramite trasformatore di sicurezza.

La densità di corrente nei conduttori non dovrà eccedere il valore risultante dalle prescrizioni delle norme CEI 20-21 moltiplicato per un coefficiente di sicurezza pari a 0,8; tale valore, che sarà riferito alla corrente

nominale  $I_n$  dell'organo di protezione e non alla corrente di impiego  $I_b$  della conduttura in partenza, non dovrà essere comunque superiore a  $4 \text{ A/mm}^2$ .

Per i diversi circuiti dovranno comunque essere impiegate le seguenti sezioni minime:

- circuiti amperometrici:  $4 \text{ mm}^2$ ;
- circuiti voltmetrici:  $2,5 \text{ mm}^2$ ;
- circuiti di comando e segnalazione:  $1,5 \text{ mm}^2$ ;
- circuiti di comando e segnalazione all'interno di apparecchiature:  $1 \text{ mm}^2$ .

Tutti i collegamenti dovranno essere effettuati mediante capicorda a compressione di tipo preisolato, adeguati al cavo e all'apparecchiatura da cablare, con esclusione di qualsiasi adattamento di sezione e/o di dimensione del cavo o del capocorda stesso.

Le estremità dei conduttori dovranno essere provviste di identificazione in conformità agli schemi funzionali e/o di cablaggio e di terminali isolati.

### **Morsettiere**

Le morsettiere dovranno essere di tipo componibile con serraggio dei conduttori di tipo indiretto, installate su guida DIN e opportunamente identificate per gruppi di circuiti appartenenti alle diverse sezioni costituenti il quadro secondo le modalità previste nel presente paragrafo; l'eventuale suddivisione tra gruppi di morsettiere adiacenti, appartenenti a diverse sezioni, dovrà avvenire mediante separatori. Le morsettiere ausiliarie per circuiti voltmetrici e amperometrici dovranno essere rispettivamente, di tipo sezionabile e cortocircuitabile, riunite in appositi complessi protetti da schermo in resina trasparente. Le morsettiere dovranno essere accessibili con quadro in servizio.

Ad ogni dispositivo di serraggio di ciascun morsetto non dovrà essere cablato più di un conduttore; l'eventuale equipotenzializzazione dovrà avvenire tra i morsetti mediante opportune barrette "di parallelo".

Le morsettiere di attestazione dell'alimentazione ausiliaria a 230V c.a. dovranno essere complete di targhette con opportuna simbologia antinfortunistica o scritte indicanti parti in tensione.

Non saranno ammesse morsettiere di tipo sovrapposto.

Dovrà essere previsto un numero di morsetti ausiliari disponibili in quantità pari al 10% di quelli utilizzati. Sui quadri che alimentano unità di trattamento aria (UTA), dovrà essere predisposta in morsettiera la possibilità di effettuare l'arresto di tutti i ventilatori tramite un comando proveniente dalla centralina rilevamento incendio.

### **Materiali isolanti**

I materiali isolanti impiegati all'interno dei quadri elettrici dovranno essere di tipo autoestinguente, esenti da emissioni tossiche, non igroscopici, ad elevate caratteristiche di resistenza alle scariche superficiali e all'invecchiamento.

### **Accessori**

I quadri dovranno essere dotati almeno dei seguenti accessori:

- schema elettrico, schema funzionale e schema topografico con l'indicazione delle zone d'impianto custoditi in apposita tasca portaschemi in plastica rigida all'interno del quadro;
- targa di identificazione del quadro posta sulla parte superiore del quadro stesso;
- targa del costruttore completa dei dati richiesti dalle norme CEI 17-6 e fissate con viti e/o rivetti;
- targhette di identificazione delle utenze in alluminio, ovvero in materiale plastico autoestinguento, con scritte pantografate inserite su apposite guide porta etichette in plastica o magnetiche (tipo Italfit h≥15 mm o equivalenti) fissate con viti zincate o in nylon sul fronte del quadro; eventuali spazi vuoti dovranno essere completati con targhette senza scritte in modo da evitare la possibilità di scorrere lungo le guide;
- (eventuali) targhe di istruzione e/o di indicazione di pericolo con dicitura o simbologia di colore nero o rosso su fondo giallo, fissate sopra ogni schermatura e/o pannello di protezione contro contatti diretti su parti in tensione;
- golfari di sollevamento.

#### **Riserva**

Il quadro dovrà garantire, sia per quanto riguarda la portata delle sbarre, sia per quanto riguarda lo spazio disponibile all'interno delle canalizzazioni e per l'installazione di nuove apparecchiature, una riserva di almeno il 20%.

#### **Marchature**

Ogni apparecchiatura elettrica all'interno del quadro e ogni estremità dei cavi di cablaggio dovrà essere contrassegnata in modo leggibile e permanente con le sigle indicate negli schemi elettrici, in modo da consentirne l'individuazione.

Le marchature dovranno essere conformi alle norme CEI 16-7 art.3 ed essere del seguente tipo:

- targhette adesive o ad innesto da applicare a freddo per tutte le apparecchiature elettriche (morsetti, interruttori, strumentazione, ausiliari di comando e segnalazione, ecc.) posizionate sulle apparecchiature stesse o nelle vicinanze sulla struttura del quadro;
- anelli o tubetti porta-etichette, ovvero tubetti pre-siglati termorestringenti per le estremità dei cavi di cablaggio;
- cinturini con scritta indelebile per tutti i cavi in arrivo e partenza nel quadro con riportate le sigle di identificazione della linea, il tipo di cavo, la conformazione e la lunghezza secondo quanto riportato negli schemi elettrici.

Non saranno ammesse identificazioni dei cavi mediante scritte effettuate a mano sulle guaine dei cavi stessi, ovvero mediante targhette in carta legate o incollate ai cavi.

#### **Trattamento delle superfici e verniciatura dei quadri in lamiera**

Tutte le superfici metalliche dei quadri dovranno essere opportunamente trattate e verniciate in modo da resistere all'usura del tempo e alle condizioni ambientali del luogo di installazione. In particolare dovrà essere adottato il seguente ciclo:

- lavaggio;
- fosfatazione;
- asciugatura;
- verniciatura con applicazione elettrostatica di smalto in polvere termoindurente, con spessore minimo di 60 micron;
- polimerizzazione in forno.

L'appaltatore potrà proporre il proprio ciclo di verniciatura, anche se diverso da quello prescritto, sottoponendolo all'approvazione da parte della D.L.

Il colore finale dovrà essere concordato con la D.L. sulla base delle tabelle di codifica RAL.

#### **Modalità di posa in opera**

I quadri di bassa tensione dovranno essere installati secondo le istruzioni del costruttore, con completa accessibilità per le operazioni di manutenzione, e con sufficiente circolazione dell'aria.

Per la perfetta messa a livello, i quadri dovranno essere installati con opportuni telai di base in profilato di acciaio saldato e verniciato con doppia mano di fondo e una mano finale di colore nero.

Le altezze di installazione, rispetto al pavimento, delle apparecchiature all'interno dei quadri devono rispettare, nei limiti del possibile, le seguenti indicazioni:

- strumenti di misura: max 2 m;
- dispositivi di manovra: tra 0,8 e 1,6 m;
- morsettiere: min 30 cm.

I quadri e tutti i loro componenti dovranno essere installati in modo tale da evitare reciproche influenze con altre apparecchiature, che possano determinare declassamenti.

I quadri elettrici di bassa tensione dovranno essere in grado di funzionare nelle seguenti condizioni:

- Installazione: all'interno;
- Ambiente: normale;
- temperatura ambiente massima: 40°C;
- temperatura ambiente minima: 5°C;
- umidità relativa: 50% a 40°C.

#### **Prove controlli e certificazioni**

Le prove in officina presso il Costruttore dovranno essere eseguite nel rispetto di quanto previsto dalle norme di prodotto. L'Appaltatore dovrà avvisare la Stazione Appaltante circa la data di effettuazione delle prove la quale si riserverà il diritto di presenziare alle prove stesse.

Dovranno essere eseguite le seguenti prove di accettazione:

- conformità al progetto;
- verifica dati di targa e caratteristiche nominali;
- esame a vista per quanto riguarda:
  - tipologia e classificazione del quadro;
  - grado di protezione esterno (incluso il fondo) e interno (tra le celle);
  - protezione contro i contatti diretti e indiretti;
  - provvedimenti contro il guasto interno;
  - verifica cablaggio (tipologia dei conduttori e delle morsettiere);
  - verifica serraggio conduttori;
  - identificazione delle apparecchiature interne, dei conduttori, dei terminali e delle morsettiere;
  - identificazione e segnalazione di apparecchi che possono mantenere cariche pericolose dopo il loro sezionamento;
- provvedimenti per una corretta aerazione delle apparecchiature di protezione;
- verifica delle sezioni sbarre, conduttori, giunzioni, isolatori, ecc.;
- verifica delle tarature interruttori e fusibili di protezione;
- verifica dimensionale (conformità ai disegni costruttivi);
- esame a vista dei collegamenti di terra;
- verifica funzionale degli interblocchi meccanici;
- prova di tensione applicata a frequenza industriale del circuito principale;
- prova di tensione applicata dei circuiti ausiliari e di comando;
- verifica dei limiti di sovratemperatura;
- prove di funzionamento meccanico;
- prova dei dispositivi ausiliari elettrici:
  - circuiti di apertura e chiusura;
  - lettura e controllo strumentazione;
  - protezioni;
  - verifica cablaggio contatti ausiliari;
  - verifica interblocchi elettrici;
  - verifica segnalazioni luminose di "stato" e di "allarme";
  - verifica di continuità del circuito di protezione e relativo dimensionamento.

Quando richiesto dagli altri documenti di progetto, dovranno inoltre essere eseguite le seguenti prove di tipo indicate su almeno un quadro di verifica della tenuta al corto circuito.

Il collaudo in officina dovrà essere documentato da un certificato allegato ad ogni quadro elettrico che attesti le prove effettuate e i relativi risultati.



Inoltre l'Appaltatore dovrà fornire le certificazioni attestanti il superamento, da parte di una apparecchiatura di analoghe caratteristiche, delle prove di tipo previste dalle norme.

Tutti i quadri elettrici consegnati in cantiere dovranno essere provvisti di dichiarazione di conformità alle specifiche norme, e relativo certificato di collaudo in officina che attesti le prove e la verifica delle prestazioni richieste indicate negli elaborati di progetto. La presenza di tale documento è una delle condizioni essenziali per l'accettazione in cantiere. Copie dei certificati dovranno essere consegnate alla DL mentre gli originali dovranno essere conservati dall'installatore e consegnati con la documentazione finale di tutti gli impianti.

Prima della fase di accettazione dovranno essere eliminate tutte le anomalie eventualmente riscontrate nel collaudo in officina che non possono in alcun modo essere eliminate in cantiere.

Le prove di accettazione consisteranno in:

- esame della documentazione redatta dal costruttore;
- esame di consistenza della fornitura completa anche delle parti accessorie;
- esame dello stato dell'apparecchiatura con particolare attenzione all'assenza di anomalie visibili quali ammaccature e aggiustamenti non conformi a quanto esaminato o precedentemente concordato con il costruttore.

Dopo la posa in opera e prima della messa in funzione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

- esame a vista per quanto riguarda:
- l'assenza di danneggiamenti;
- la corretta identificazione dell'apparecchiatura;
- il corretto collegamento dei circuiti di potenza e ausiliari completi delle identificazioni dei conduttori conformi a quanto indicato nel presente elaborato;
- la pulizia da polvere e rimasugli di lavorazione in ogni parte interna ed esterna dell'apparecchiatura;
- prova di tenuta in tensione alla frequenza industriale (qualora il quadro sia stato riassemblato a seguito del trasporto in cantiere);
- prova di tenuta di tutti i serraggi e collegamenti di potenza e ausiliari;
- esame e regolazione delle tarature dei dispositivi di protezione di ciascun interruttore sulla base degli assorbimenti di corrente delle apparecchiature installate a valle ovvero della relazione di calcolo sulle linee;
- analisi della selettività dei dispositivi di protezione.

Successivamente alla messa in funzione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

- funzionamento delle segnalazioni ottiche;
- funzionamento degli ausiliari;
- prova di sgancio di emergenza (ove presente);

- verifica di funzionamento dei dispositivi differenziali alla corrente di guasto  $I_{dn}$ ;
- verifica di congruità con gli schemi costruttivi.

Tutti i controlli e prove in cantiere dovranno essere documentati e trasmessi alla DL, completi di data e firma del responsabile dell'impresa che attesta l'idoneità delle verifiche.

### **5.3 SPECIFICHE TECNICHE E MODALITÀ DI ESECUZIONE PER CAVI**

#### **Caratteristiche tecniche generali**

I cavi utilizzati negli impianti elettrici dovranno essere di primaria marca.

La scelta delle sezioni dei conduttori dovrà basarsi sulle seguenti considerazioni:

- il valore massimo di corrente transitante nei conduttori non dovrà eccedere l'80% della loro portata stabilita secondo le tabelle CEI-UNEL per le condizioni di posa stabilite;
- la massima caduta di tensione a valle del quadro generale fino all'utilizzatore più lontano dovrà essere minore del 4%, salvo i valori prescritti per impianti particolari;
- la massima caduta di tensione ammessa ai morsetti di utenze motore, dovrà essere pari al 5% nel funzionamento continuo a pieno carico e del 15% in fase di avviamento;
- la protezione delle condutture contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti.

La sezione minima dei conduttori, salvo prescrizioni particolari dovrà essere:

- per i circuiti di segnalazione ed assimilabili 1 mm<sup>2</sup>;
- per i circuiti luce ed ausiliari 1,5 mm<sup>2</sup> (dorsale da scatola di derivazione) 2,5 mm<sup>2</sup> (dorsale principale);
- per i circuiti FM 2,5 mm<sup>2</sup> (dorsale da scatola di derivazione) 4 mm<sup>2</sup> (dorsale principale).

I colori dei cavi di energia, dovranno essere i seguenti:

- fase R nero
- fase S grigio
- fase T marrone
- neutro azzurro
- terra giallo verde

Non sarà ammesso l'uso dei colori azzurro e giallo verde per nessun altro servizio, nemmeno per gli impianti ausiliari.

Tutti i cavi di nuova installazione all'interno dell'edificio dovranno essere rispondenti al regolamento CPR entrato in vigore il 1 Luglio del 2017.

#### **Designazione dei cavi**

Negli schemi elettrici, le designazioni delle linee in partenza o in arrivo dai quadri dovranno essere fatte secondo le sigle unificate delle tabelle CEI-UNEL, in base alle quali risulta pure deducibile in modo inequivocabile, la formazione delle linee e, in particolare, se esse risultano costituite da cavi unipolari o da cavi multipolari.

Per facilitare l'identificazione si riportano i seguenti esempi di designazione di formazione di linea:

cavo FG17 4x1x1,5: quattro conduttori unipolari di sez.1,5 mmq, tensione nominale 450/750V;

cavo FG16OM16 0,6/1 kV 4x1x10: quattro conduttori unipolari di sez.10 mmq, tensione nominale 0,6/1 kV;

cavo FG16OM16 0,6/1 kV 5x6: un conduttore multipolare con 5 cavi di sez.6 mmq, tensione nominale 0,6/1 kV;

### **Modalità di posa in opera**

La posa dei cavi dovrà essere eseguita seguendo scrupolosamente le indicazioni del costruttore.

I cavi potranno essere installati secondo le modalità di posa previste dalla norma CEI 64-8.

I cavi lungo il percorso non dovranno presentare giunzioni intermedie. Saranno ammesse giunzioni di conduttori solamente nelle cassette e nei quadri e con appositi morsetti di sezione adeguata; non saranno accettate giunzioni nelle passerelle portacavi.

Il raggio di curvatura dei cavi dovrà tenere conto di quanto specificato dai costruttori.

La sezione dei conduttori delle linee principali e dorsali dovrà rimanere invariata per tutta la loro lunghezza.

**Posa dei cavi entro passerelle e canali**

I cavi entro passerelle o canali dovranno essere posati in modo ordinato, paralleli fra loro, senza attorcigliamenti e incroci, rispettando il raggio di curvatura indicato nelle tabelle; particolare attenzione dovrà essere posta per cavi disposti a strato o a fascio che dovranno avere sezioni simili o adiacenti (cioè aventi le sezioni dei conduttori comprese entro tre sezioni adiacenti unificate in rispondenza all'art. 4.2 della tabella CEI-UNEL 35024/1).

Cavi di sezione diversa dovranno essere opportunamente separati da una distanza pari ad almeno:

due volte il diametro esterno del cavo di sezione superiore in caso di cavi unipolari;

una volta il diametro esterno del cavo di sezione superiore in caso di cavi multipolari.

Nei tratti verticali i cavi dovranno essere ancorati alle passerelle con passo di 0,5 m; nei tratti orizzontali i cavi dovranno essere legati alle passerelle e ai canali mediante fascette in corrispondenza di curve, diramazioni, incroci, cambiamenti di quota e lungo i tratti in rettilineo almeno ogni 5 m. I cavi dovranno essere fissati anche nel caso di canali chiusi (non forati) utilizzando apposite barre trasversali.

I morsetti di ancoraggio alle scale posacavi dovranno essere di tipo aperto; si esclude l'uso di morsetti metallici chiusi in particolare nel caso di cavi unipolari.

I cavi di tipo ad isolamento minerale posati direttamente in vista senza ausilio di cavidotti dovranno avere percorsi rettilinei; i percorsi a soffitto dovranno seguire, per quanto possibile, l'andamento delle pareti. Il fissaggio dovrà essere effettuato con appositi cavallotti disposti ogni metro ovvero, nel caso di strutture aventi rilevanza estetica e/o artistica, mediante legature con filo di rame e appositi fissaggi da definire in sede DL.

### **Posa dei cavi interrati**

La posa di cavi interrati dovrà essere eseguita nel rispetto delle norme CEI 11-17.

I cavi interrati dovranno essere posati entro tubazioni o cunicoli predisposti allo scopo e idonei a sopportare le sollecitazioni esterne.

La temperatura di posa non dovrà essere inferiore a 0° C per cavi isolati in PVC e -25° C per cavi isolati in materiali elastomerici.

La forza di trazione necessaria durante l'infilaggio di cavi in rame dovrà essere esercitata sui conduttori e non sull'isolamento e non dovrà essere maggiore di 60 N/mm<sup>2</sup>.

Per garantire un'azione di tiro costante e senza strappi si dovrà effettuare tale operazione mediante organi a controllo di trazione; inoltre per facilitare tali operazioni dovranno essere utilizzati appositi rulli che permettano di ridurre lo sforzo, garantire il raggio minimo di curvatura del cavo ed evitare danneggiamenti o malformazioni all'isolamento e al conduttore.

La posa di cavi di energia in tubo isolante e in vicinanza di altri cavi, tubazioni metalliche, serbatoi e cisterne di carburante dovrà rispettare le seguenti distanze:

- $\geq 0,3$  m negli incroci con cavi interrati per telecomunicazioni ovvero tubazioni metalliche;
- $\geq 0,3$  m in caso di percorsi paralleli tra cavi di energia e di telecomunicazioni ovvero tubazioni metalliche;
- $\geq 1,0$  m in caso di vicinanza a serbatoi contenenti liquidi o gas infiammabili;
- $\geq 0,5$  m negli incroci o percorsi paralleli con tubazioni di gasdotti interrati.

Per posa in tubazioni interrate o in cunicoli, dovrà essere sigillato l'ingresso con riempitivi.

### **Siglatura**

Ogni cavo dovrà essere contrassegnato in modo leggibile e permanente, in modo da consentirne l'individuazione.

Le siglature dovranno essere conformi alle norme CEI 16-7 art.3, e realizzate con anelli o tubetti porta-etichette, oppure tubetti pre-siglato o termorestringenti.

Le siglature dovranno essere applicate:

- su entrambe le estremità;
- in corrispondenza di ogni cassetta di derivazione;
- ogni 20 m lungo le passerelle e scale porta cavi;
- in corrispondenza di ogni cambio di percorso.

La sigla dovrà riportare il numero di identificazione del circuito.

Dovranno essere siglati anche tutti i conduttori degli impianti ausiliari in conformità agli schemi funzionali costruttivi.

Per ogni linea di potenza facente capo a morsetti entro quadri elettrici la siglatura dovrà essere eseguita come segue:

- siglatura della linea sul morsetto e sul conduttore;

- siglatura della fase (RSTN), sul singolo conduttore e sul morsetto.

### **Connessioni terminali**

Le connessioni terminali dei cavi comprenderanno la formazione delle terminazioni ed il collegamento ai morsetti.

Le terminazioni dovranno essere di tipo e sezione adatte alle caratteristiche del cavo su cui verranno montate e dall'apparecchio a cui verranno collegate; si esclude qualsiasi adattamento di dimensione o sezione del cavo o del capocorda stesso.

Nel caso di cavi multipolari, la guaina dovrà essere opportunamente rifinita nel punto di taglio con manicotti termorestringenti.

Per le connessioni dei cavi siano essi di energia, di comando, di segnalazione e misura, si dovranno impiegare capicorda a compressione in rame stagnato, del tipo preisolato o protetto con guaina termorestringente.

Ad ogni dispositivo di serraggio di ciascun morsetto non dovrà essere cablato più di un conduttore; l'eventuale equipotenzializzazione dovrà avvenire tra i morsetti mediante opportune barrette "di parallelo".

I cavi, presso i punti di collegamento, dovranno essere fissati con fascette o collari, oppure si dovranno utilizzare appositi pressacavi, in modo da evitare sollecitazioni sui morsetti di quadri o cassette, ecc.

### **Prove, controlli e certificazioni**

Il materiale consegnato in cantiere dovrà essere conforme alle marche e tipologie presentate dall'impresa e formalmente approvate dalla DL nelle fasi preliminari alla consegna.

Prima della fase di accettazione dovranno essere espletate tutte le eventuali note e adeguamenti concordate tra DL e impresa in fase di approvazione che non possono in alcun modo essere eliminate in cantiere.

Le prove di accettazione consisteranno in:

- esame di consistenza della fornitura completa anche delle parti accessorie;
- esame dello stato del materiale con particolare attenzione all'assenza di anomalie visibili.

Prove e controlli iniziali

Durante le fasi di installazione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

esame a vista per quanto riguarda:

- la corretta installazione completa di tutti gli accessori previsti dalla documentazione di progetto;
- la separazione, ove prevista, di circuiti con tensioni non compatibili ovvero funzioni diverse, nel rispetto della normativa e delle prescrizioni di progetto;
- l'assenza di danneggiamenti;
- il corretto collegamento dei circuiti completi delle identificazioni dei conduttori conformi a quanto indicato nel presente elaborato;

- prova di tenuta di tutti i serraggi e connessioni;
- verifica resistenza isolamento (F/F, F/N, F/T, N/T) sui cavi BT con tensione nominale U0/U: 450/750 V: 500 Vc.a. per 1 minuto, sulle singole linee: valore minimo 0,5 MΩ;
- verifica resistenza isolamento (F/F, F/N, F/T, N/T) sui cavi BT con tensione nominale U0/U: 0,6/1 kV: 1000 Vc.a. per 1 minuto, sulle singole linee: valore minimo 1 MΩ;
- verifica resistenza isolamento sui cavi MT: tensione applicata per 15 minuti, pari a 4 U0, sulle singole linee.

Successivamente alla alimentazione e messa in funzione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

- misure di impedenza dell'anello di guasto e relativi valori di corrente di c.to c.to effettuate sia sul quadro generale di BT che a valle dei circuiti più rappresentativi definiti dalla DL e nelle diverse condizioni di alimentazione (da rete normale e da rete di emergenza);
- verifica di rispondenza dei circuiti alle denominazioni presenti nei quadri elettrici.

#### **Documentazione delle prove in cantiere**

Tutti i controlli e prove in cantiere dovranno essere documentati e trasmessi alla DL, completi di data e firma del responsabile dell'impresa che attesta l'idoneità delle verifiche.

#### **5.4 TUBI PROTETTIVI**

I tubi protettivi, di qualunque materiale siano, dovranno essere espressamente prodotti per impianti elettrici e dovranno risultare privi di sbavature alle estremità e privi di asperità taglienti lungo le loro generatrici interne ed esterne.

I tubi dovranno avere idonei raccordi di giunzione ed accessori, onde ottenere il grado di protezione richiesto.

Tutta la raccorderia dovrà essere del tipo a pressatubo o filettata a seconda dei casi.

I cambi di direzione dovranno essere eseguiti preferibilmente con curve rigide ovvero con curve pieghevoli di produzione standard, costituite da uno spezzone di guaina completo di raccordi per tubo; non saranno in nessun caso ammesse curve ispezionabili ad angolo ristretto e nemmeno piegature del tubo se non in casi eccezionali da definire in sede di DL e per angoli superiori a 170°. I raccordi tubo-guaina dovranno garantire un diametro interno costante per tutta la lunghezza del cavidotto.

Le giunzioni tubo-cassetta dovranno essere effettuate con raccordi predisposti allo scopo tali da garantire il grado di protezione richiesto; non saranno ammesse guarnizioni, passacavi concentrici, flessibili del tipo "ad incisione" ovvero combinazioni di ghiera e contro-ghiera. Il fissaggio del raccordo sulla parete interna della cassetta dovrà essere garantito da una ghiera di tenuta; non sarà ammessa la raccorderia flessibile o con innesto a scatto.

In ogni caso non sarà ammesso l'impiego di derivazioni a "T".

#### **Modalità di posa in opera**

Il montaggio dei tubi dovrà essere eseguito seguendo scrupolosamente le indicazioni del costruttore.

I tubi dovranno essere posati con percorso regolare e senza accavallamenti.

All'interno degli edifici i tubi dovranno essere messi in opera parallelamente alle strutture, sia sui piani orizzontali che su quelli verticali (non saranno ammessi percorsi diagonali).

Le tracce sulle murature dovranno essere effettuate secondo percorsi verticali e orizzontali, comunque di preferenza in una fascia di 30 cm dal filo soffitto, filo pavimento e filo pareti.

Per qualsiasi tipo di posa dovrà essere prevista in modo tassativo e rigoroso l'assoluta sfilabilità dei conduttori dai tubi in qualunque momento; si dovranno installare cassette rompitratta per soddisfare questo requisito (almeno una ogni 10 metri ed in corrispondenza di ogni brusco cambio di direzione). La curvatura dei tubi non dovrà mai avere raggio inferiore a 10 volte il diametro della sezione del cavo maggiore.

Non sarà ammesso utilizzare lo stesso tubo per cavi con servizi diversi e con tensione di riferimento differente.

Salvo prescrizioni particolari il diametro esterno minimo dei tubi dovrà essere di 20 mm.

I diametri indicati nei documenti di progetto con un solo numero si riferiscono al diametro esterno.

Il diametro interno dei tubi dovrà essere pari almeno a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi in essi contenuti.

Non si dovrà transitare con tubi protettivi in prossimità di condutture di fluidi ad elevata temperatura o di distribuzione del gas e di ammararsi a tubazioni, canali o comunque altre installazioni impiantistiche meccaniche.

I tubi previsti vuoti dovranno comunque essere dotati di fili pilota in materiale non soggetto a ruggine.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione delle costruzioni dovranno essere usati particolari accorgimenti, quali tubi flessibili o doppi manicotti.

#### **Posa in opera di tubi pieghevoli in materiale isolante**

Per le tubazioni pieghevoli in materiale isolante non saranno ammesse giunzioni lungo tutto il tratto di tubo.

Nella posa ad incasso, nei tratti a pavimento, i tubi, prima di essere ricoperti con malta, dovranno essere ben fissati tra loro ed alla soletta, onde evitare successivi spostamenti durante la copertura per i lavori di ultimazione del pavimento.

Nella posa in vista e nei controsoffitti i tubi dovranno essere fissati con appositi sostegni in materiale plastico od in acciaio cadmiato, posti a distanza opportuna ed applicati alle strutture con tasselli ad espansione o fissati con viti o saldatura su sostegni già predisposti, con interdistanza massima di 1 m. Le giunzioni tra tubazioni e l'ingresso dei tubi nelle cassette dovranno avvenire attraverso appositi raccordi idonei al grado di protezione richiesto.

L'uso di tubi pieghevoli, nella posa in vista, sarà in generale consentito per i tratti terminali dei circuiti, come tra cassette di dorsale ed utenze finali.

**Posa in opera di tubi rigidi in materiale isolante**

Il fissaggio in vista alle pareti dei tubi rigidi in materiale isolante dovrà essere eseguito impiegando cavallotti di tipo plastico con bloccaggio del tubo a scatto.

Le tubazioni in vista dovranno essere fissate alle pareti con sostegni distanziati quanto necessario per evitare la flessione; in ogni caso la distanza dei sostegni non dovrà essere superiore a 1 m.

Negli impianti incassati, le giunzioni tra tubi dovranno essere eseguite mediante manicotti.

**Posa in opera di tubi rigidi in materiale metallico**

I tubi metallici dovranno essere fissati mantenendo un certo distanziamento dalle strutture, in modo che possano essere effettuate agevolmente le operazioni di riverniciatura per manutenzione e sia assicurata una sufficiente circolazione di aria.

I sostegni dovranno essere dimensionati per sostenere il peso complessivo corrispondente ai tubi previsti, supposti con il massimo contenuto consentito di cavi.

La messa in opera di cavidotti metallici dovrà assicurarne la continuità elettrica per l'intero percorso.

Nel caso di impiego di tubi metallici con cavi a semplice isolamento, dovrà essere garantita la continuità elettrica tra loro e con le cassette metalliche; qualora queste ultime fossero in materiale plastico dovrà essere realizzato un collegamento tra i tubi ed il morsetto interno di terra.

**Posa nel terreno**

Nel caso di posa nel terreno di tubi in materiale isolante, dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- le tubazioni dovranno sempre essere posate ad una profondità di almeno 0,5 m (comunque in relazione ai carichi transitanti in superficie);
- la posa dovrà avvenire in un letto di sabbia o terra vagliata; il riempimento fino alla superficie dovrà avvenire con materiale di risulta o ghiaia;
- nei tratti, ove sia prevedibile il transito di automezzi, dovranno essere protetti con copponi in calcestruzzo vibrato, ovvero con getto di calcestruzzo magro; gli incroci di cavidotti diversi dovranno essere protetti con getto di calcestruzzo magro;
- dovrà essere steso a 30 cm sopra la tubazione un nastro avvisatore in polietilene, riportante la dicitura o del colore definito in sede di DL;
- le giunzioni sulle tubazioni dovranno essere sigillate con apposito collante per garantire la ermeticità dalla tenuta seguendo rigorosamente le prescrizioni indicate dal produttore;
- eventuali giunti per tubi rigidi dovranno essere di tipo "a bicchiere" sigillati con apposito collante o di tipo filettato per evitare lo sfilamento e le infiltrazioni di acqua; le giunzioni e gli imbrocchi dovranno inoltre essere particolarmente curati onde evitare ostacoli allo scorrimento dei cavi;
- la distanza delle tubazioni elettriche dagli altri impianti dovrà essere conforme a normativa; in particolare la distanza da gasdotti dovrà essere di almeno 0,5 m;



- in corrispondenza dei cambiamenti di direzione e ad intervalli non superiori a 25 m dovranno essere previsti dei pozzetti di ispezione;
- i tratti rettilinei orizzontali dovranno essere posati con pendenza verso uno dei pozzetti di almeno 0,04% (pari a 1 cm di altezza tra la base dei due imbocchi del tubo su una lunghezza di 25 m) per evitare il ristagno dell'acqua all'interno del tubo; i tratti entranti nel fabbricato dovranno essere posati con pendenza verso l'esterno per evitare l'ingresso dell'acqua;
- le estremità dei tubi in ingresso e uscita dal fabbricato dovranno essere chiuse con tappo e sigillate con un passacavo stagno;
- i tubi vuoti dovranno essere corredati di filo pilota in acciaio zincato di adeguata robustezza e chiusi con tappi filettati e lasciati tappati anche dopo la fine dei lavori.

### **Prove, controlli e certificazioni**

Il materiale consegnato in cantiere dovrà essere conforme alle marche e tipologie presentate dall'impresa e formalmente approvate dalla DL nelle fasi preliminari alla consegna.

Le prove di accettazione consisteranno in:

- esame di consistenza della fornitura completa anche delle parti accessorie;
- esame dello stato del materiale con particolare attenzione all'assenza di anomalie visibili.

Durante le fasi di installazione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

- esame a vista per quanto riguarda:
- la corretta installazione completa di tutti gli accessori previsti dalla documentazione di progetto;
- l'assenza di danneggiamenti e l'utilizzo corretto delle parti accessorie senza modifiche concordate precedentemente con la DL;
- la corretta identificazione conforme a quanto indicato nel presente elaborato;
- l'idoneità delle connessioni equipotenziali;
- l'assenza di parti taglienti o che possano provocare danni alle persone durante normale utilizzo e nel caso di manutenzione;
- la pulizia da polvere e da rimasugli di lavorazione
- continuità della messa a terra in più punti e su tutti i cavidotti metallici.

### **Documentazione delle prove in cantiere**

Tutti i controlli e prove in cantiere dovranno essere documentati e trasmessi alla DL, completi di data e firma del responsabile dell'impresa che attesta l'idoneità delle verifiche.

### **5.5 CASSETTE E CONTENITORI**

Le cassette dovranno essere utilizzate per la giunzione di cavi, per la derivazione di un ramo di linea da una linea principale, oppure come "rompitratto", per permettere il passaggio dei cavi per tratti lunghi e per repentini cambi di direzione.

Le cassette dovranno avere dimensioni tali che le connessioni e i cavi non debbano occupare più del 50% del volume interno delle cassette stesse ed evitare inoltre schiacciamenti o curvature forzate dei cavi e rigonfiamenti del coperchio.

Tutte le cassette dovranno avere il coperchio fissato con viti.

Le cassette dovranno avere idonei raccordi di giunzione alle tubazioni e idonee guarnizioni, onde ottenere il grado di protezione richiesto.

#### **Cassette e scatole in materiale termoplastico**

I contenitori dovranno essere di materiale termoplastico pesante di tipo autoestinguento ottenuti in unica fusione ed avere accessori e guarnizioni che garantiscano il grado di protezione e la classe d'isolamento prescritti e che comunque non diminuiscano il livello di tensione d'isolamento dei cavi.

Dovranno poter contenere i morsetti di giunzione e derivazione e gli eventuali separatori fra circuiti appartenenti a sistemi diversi.

Le viti di fissaggio dovranno poter essere alloggiare in opportune sedi.

#### **Cassette e scatole metalliche**

Le cassette metalliche dovranno essere di costruzione robusta; per la prova di tenuta agli urti saranno considerate "a rischio di pericolo meccanico elevato".

Le superfici interne dovranno essere trattate con vernici anticondensa a base di resine assorbenti, senza fibre sintetiche di vellutazione.

L'interno delle cassette dovrà avere opportune predisposizioni (perni filettati, profilati speciali, contropiastre, ecc.) per il montaggio delle apparecchiature.

Le cassette dovranno essere dotate all'interno e all'esterno di morsetti di terra adeguati al collegamento di un conduttore pari al maggiore dei conduttori di fase che vi fanno capo, con un minimo di 6 mm<sup>2</sup> per la connessione di terra esterna e 2,5 mm<sup>2</sup> per quella interna.

Nel caso di cassette in lamiera di acciaio inox, i morsetti di terra (completi di viti di fissaggio in acciaio) dovranno essere saldati alla cassetta stessa. Inoltre dovranno essere provviste di alette o piedini esterni per il fissaggio ai sostegni.

Non si dovranno effettuare forature o lavorazioni dopo il trattamento di protezione superficiale.

Nell'eventualità di ulteriori lavorazioni si dovrà ripristinare la protezione con verniciatura adeguata.

#### **Coperchi e guarnizioni di cassette**

I coperchi dovranno essere rimovibili a mezzo di attrezzo, fissati per mezzo di viti imperdibili in nylon a passo lungo, con testa sferica per consentire l'apertura a cerniera del coperchio, ovvero in acciaio inox o in ottone, salvo deroghe concesse dalla DL, disposti in maniera idonea ad assicurare una compressione uniforme su tutti i lati del coperchio.

Le guarnizioni dovranno essere del tipo anti-invecchiante al neoprene o al silicone.

#### **Morsettiere di derivazione all'interno di cassette**

All'interno delle cassette poste lungo le dorsali le morsettiere dovranno essere in poliammide 6.6, di tipo fisso e componibili (tranne per le cassette di derivazione resistenti al fuoco), mentre nelle cassette poste all'interno dei vari locali dovranno essere in policarbonato, di tipo "compatto", unipolari a più vie.

Nelle cassette resistenti al fuoco, le morsettiere interne dovranno essere di tipo ceramico e complete di morsetti di terra adeguati al collegamento di un conduttore pari al maggiore dei conduttori di fase che vi fanno capo, con un minimo di 6 mm<sup>2</sup> per l'attacco di terra esterno e 2,5 mm<sup>2</sup> per quello interno; inoltre dovranno essere corredate di portafusibile di tipo ceramico completo di fusibile sul conduttore di fase derivato.

In ogni caso il serraggio dei conduttori dovrà essere di tipo indiretto.

La suddivisione tra gruppi di morsetti di tipo componibile appartenenti a fasi diverse dovrà avvenire mediante separatori.

I morsetti di terra e di neutro dovranno essere contraddistinti con apposite targhette.

Ove espressamente richiesto le derivazioni potranno essere effettuate all'esterno di cassette a mezzo di morsetti a perforazione dell'isolante.

Per ogni tipologia di morsettiere la tensione di isolamento dovrà comunque essere coerente con quelle dei cavi che ivi saranno attestati.

## **5.6 DISTRIBUZIONE E UTENZE TERMINALI**

Per distribuzione e utenze terminali si intendono i seguenti assiemi:

- punti luce;
- punti di comando luce;
- punti di comando per sezionamento;
- punti di alimentazione;
- punti presa.

Gli elementi costituenti la distribuzione terminale (cassette e relativi accessori, tubi e relativi accessori, morsettiere, cavi, ecc.) dovranno rispettare le caratteristiche e le specifiche prestazioni richieste negli elaborati di progetto in funzione della tipologia di posa (da incasso, in vista e relativo grado di protezione, ecc.); il grado di protezione minimo dovrà essere IP20 ove non espressamente indicato.

### **Punto luce**

Per "punto luce" si intende l'assieme di tutti gli elementi utilizzati per l'alimentazione di un apparecchio illuminante, installati nel tratto di collegamento dal punto di installazione dell'apparecchio stesso fino alla cassetta di dorsale posta sulla linea di distribuzione secondaria; fanno parte del "punto luce", le cassette di derivazione e transito, le tubazioni, i morsetti e i conduttori utilizzati in modo totale ovvero in quota parte con altri punti (es. punto comando).

La tipologia del cavo di cablaggio dovrà essere quella prevista nei documenti e nei disegni di progetto.

### **Punto di comando**

Per "punto di comando" si intende l'insieme di tutti gli elementi utilizzati per l'attivazione di un apparecchio o altro apparato (es. apparecchio illuminante, motore per tapparelle, apriporta, ecc.) installati nel tratto di collegamento che va dal punto di installazione del comando compreso di apparecchiatura di manovra (interruttore, deviatore, pulsante, rivelatore di presenza) fino alla cassetta di dorsale posta sulla linea di distribuzione secondaria; fanno parte del "punto comando", le cassette di derivazione e transito, le tubazioni, i morsetti, scatole e telai portafrutti, frutti di comando, coperture di chiusura, accessori vari e tutta la tratta di conduttori utilizzati in modo totale ovvero in quota parte con altri punti (es. punto luce).

La tipologia del cavo di cablaggio dovrà essere quella prevista nei documenti e nei disegni di progetto. I telai portafrutti dovranno essere in policarbonato autoestinguente secondo norma UL94-V0 e idonei per il fissaggio a scatto e rimozione dei frutti per mezzo di utensile; dovranno avere forature asolate per il fissaggio tramite viti tali da permettere aggiustamenti di eventuali difetti di posa della scatola nel tipo da incasso.

Le chiusure e/o rifiniture delle scatole dovranno essere costituite da elementi di copertura che garantiscano, nelle varie tipologie di posa, i seguenti gradi di protezione:

- minimo IP21 (ove non specificato) con placche di copertura del tipo a scelta della D.L. fissate a pressione o con viti e rimovibili per mezzo di utensile;
- IP55 con portine di chiusura munite di guaina trasparente elastica in gomma siliconica o similare, resistenti all'umidità e ai getti d'acqua, che permettano l'azionamento degli apparecchi di comando garantendo il grado di protezione a portina chiusa;
- IP67 con coperchio inamovibile a membrana elastica in elastomero anti-invecchiante resistente agli agenti atmosferici (intemperie, calore, luce solare, basse temperature ecc.), ad atmosfere saline e/o acide, alle alcali, agli oli minerali e vegetali, ai grassi e olii animali, ai carburanti ed essere di tipo non propagante l'incendio, fissati alla scatola porta frutto mediante viti in acciaio inox.

Tutti gli apparecchi di comando (interruttori, deviatori, invertitori, pulsanti, ecc.) dovranno portare impresso il marchio di qualità IMQ, attestante la costruzione dei medesimi secondo la regola dell'arte. Gli interruttori dovranno essere adatti a sopportare le sovracorrenti di chiusura e di apertura sui carichi induttivi (es. lampade a fluorescenza con alimentatori elettromagnetici). Nella scelta degli interruttori si dovrà tenere conto del declassamento dovuto al tipo di carico alimentato.

I frutti di comando in versione AD-F dovranno essere realizzati entro contenitore in esecuzione EEx-d aventi le seguenti caratteristiche:

- gruppo II C;
- classe di temperatura T5;
- grado di protezione IP 65.

Le caratteristiche dei principali apparecchi di comando dovranno essere le seguenti: interruttori, deviatori, pulsanti, comando a tirante:

- conformità alle norme CEI 23-9 e successive varianti;
- tensione e frequenza nominale: 250 V c.a., 50 Hz;
- corrente nominale: 10 A per i pulsanti e 16 A per gli interruttori;
- tensione di prova: 2000 V a 50 Hz per 1 min.;
- potere di interruzione: 200 manovre di apertura e chiusura a  $1,25 I_n$ , 275 V c.a.,  $\cos\phi$  0,3;
- prova di funzionamento: 50.000 manovre a  $I_n$ , 250 V c.a.,  $\cos\phi$  0,6;
- resistenza di isolamento: > 15 Mohm a 500 V;

Regolatori di luminosità (dimmer):

- tensione e frequenza nominale: 230 V c.a. +/-10%, 50 Hz;
- potenza controllata: 60-500 W (per carichi resistivi);
- resistenza d'isolamento: > 15 Mohm a 500 V;
- regolazione mediante manopola rotativa ovvero pulsante a doppia funzione: tocco prolungato per una regolazione continua in aumento o diminuzione, con memorizzazione elettronica al rilascio del pulsante; con tocco rapido per l'accensione e lo spegnimento della lampada al valore di illuminamento prescelto;
- fusibile di protezione.

### **Punto di comando per il sezionamento**

Consistono in punti per l'azionamento di attuatori di sicurezza (es. bobina di sgancio) ovvero per il sezionamento finalizzato all'interruzione e messa fuori servizio in sicurezza di un'utenza.

Per "punto pulsante di sgancio" si intende il tratto di collegamento dal punto di installazione del pulsante di sgancio, questo compreso, fino alla bobina di sgancio dell'interruttore nel quadro elettrico da sganciare. E' costituito da cassette, tubazioni, cavi e relativo cablaggio, cassetta con pulsante.

Per "punto sezionatore di emergenza" si intende l'apparecchio installato sulla linea da interrompere, compreso di tutti i collegamenti elettrici. E' costituito da sezionatore entro cassetta di contenimento.

La tipologia del cavo di cablaggio dovrà essere quella prevista nei documenti e nei disegni di progetto.

### **Punto di alimentazione**

Per "punto di alimentazione" si intende l'insieme di tutti gli elementi utilizzati per l'alimentazione di una qualsiasi utenza, installati nel tratto di collegamento che va dal punto di installazione dell'utenza (quest'ultima esclusa) fino alla cassetta di dorsale posta sulla linea di distribuzione secondaria; sono comprese le cassette di derivazione e transito, le tubazioni, i morsetti, le cassette portafrutto (ove necessarie) e i conduttori utilizzati in modo totale ovvero in quota parte con altri punti di alimentazione.

La tipologia del cavo di cablaggio dovrà essere quella prevista nei documenti e nei disegni di progetto.

## Punto presa

Per "punto presa" si intende in modo generico le prese di tipo domestico, le prese industriali, le prese multipolari (connettori) di tipo "a vaschetta", inserite nell'appendice terminale del "punto di alimentazione".

Il punto presa di tipo industriale è costituito da scatole di contenimento, prese e protezioni associate, coperture di chiusura, quota parte di eventuali placche di assemblaggio.

Il punto presa di tipo domestico è costituito da telai portafrutti, frutti di presa ed eventuali protezioni associate, coperture di chiusura.

Le scatole portafrutti, da incasso o in vista, dovranno essere complete di raccordi e accessori vari tali da garantire il grado di protezione indicato negli elaborati di progetto.

La tipologia del cavo di cablaggio dovrà essere quella prevista nei documenti e nei disegni di progetto.

I telai portafrutti di tipo domestico dovranno essere in policarbonato autoestinguento secondo norma UL94-V0 e idonei per il fissaggio a scatto e rimozione dei frutti per mezzo di utensile; dovranno avere forature asolate per il fissaggio tramite viti tali da permettere aggiustamenti di eventuali difetti di posa della scatola nel tipo da incasso.

Le chiusure e/o rifiniture delle scatole di contenimento delle prese, dovranno essere costituite da elementi di copertura (qualora non siano equipaggiati da prese affiancate) che garantiscano, nelle varie tipologie di posa, i seguenti gradi di protezione:

- minimo IP21 (ove non specificato) con placche di copertura del tipo a scelta della D.L. fissate a pressione o con viti e rimovibili per mezzo di utensile;
- IP55 con portine di chiusura munite di guaina trasparente elastica in gomma siliconica o similare, resistenti all'umidità e ai getti d'acqua, che permettano l'azionamento degli apparecchi di comando garantendo il grado di protezione a portina chiusa.

Tutti le prese e relative protezioni associate dovranno portare impresso il marchio di qualità IMQ, attestante la costruzione dei medesimi secondo la regola dell'arte.

I frutti di presa in versione AD-F dovranno essere entro contenitore in esecuzione EEx-d aventi le seguenti caratteristiche:

- gruppo II C;
- classe di temperatura T5;
- grado di protezione IP 65.

Le caratteristiche dei principali apparecchi di presa e protezione dovranno essere le seguenti:

Prese a spina per usi domestici e similari

- conformità alle norme CEI 23-50 e successive varianti;
- conformità alle tabelle CEI-UNEL 47158, 47 V3;
- tensione nominale: 230 V c.a. +/-10%;

- frequenza nominale: 50 Hz;
- corrente nominale: come descritto nei documenti di progetto;
- grado di protezione: min. IP21;
- tensione di prova: 2000 V a 50 Hz per 1 min.;
- potere di interruzione: min. 100 manovre di inserimento e disinserimento della spina a 275 V c.a.,  $\cos\phi$  0,6, con corrente di prova  $1,25 I_n$  (per prese da 10 A) e  $2 I_n$  (per prese da 16 A);
- resistenza d'isolamento: > 15 Mohm a 500 V;
- fissaggio a scatto su telaio portafrutti con rimozione a mezzo di utensile.

Interruttori di protezione (magnetotermici e magnetotermici differenziali, a seconda dei tipi)

- conformità alle norme: CEI 23-3 e successive varianti;
- tensione nominale: 230V c.a. +/-10%;
- frequenza nominale: 50Hz;
- corrente nominale: come descritto nei documenti e disegni di progetto;
- potere d'interruzione: 3000 A;
- corrente differenziale (eventuale): 10 mA;
- resistenza d'isolamento: > 15Mohm a 500 V;
- fissaggio a scatto su telaio portafrutti con rimozione a mezzo di utensile.

Portafusibili e fusibili

- conformità alle norme: CEI 32-1, 32-4, 32-5 e successive varianti;
- tensione nominale: 230 V c.a. +/-10%;
- frequenza nominale 50 Hz;
- corrente nominale: come descritto nei documenti e disegni di progetto;
- potere di interruzione: 100 kA con  $\cos\phi$  0,2.

Trasformatore di isolamento (nelle prese per rasoi)

- conformità alle norme: CEI 96-3, 96-10 e successive varianti;
- tensione primaria: 230 V c.a. +/-10%;
- frequenza nominale 50Hz;
- tensione secondaria: doppio avvolgimento a 110 V collegabile in serie (230 V) o parallelo (110 V)

mediante commutatore;

- potenza nominale: 20 VA;
- microinterruttore per l'inserimento del trasformatore solo a spina innestata;
- protezione contro sovraccarichi.

Prese di tipo industriale

- conformità alle norme: CEI 23-12 e successive varianti;
- conformità alle tabelle: CEI-UNEL 47175;

- tensione nominale: come descritto nei documenti e disegni di progetto +/-10%.
- frequenza nominale: 50 Hz;
- corrente nominale: come descritto nei documenti e disegni di progetto;
- grado di protezione: come descritto nei documenti e disegni di progetto;
- potere di interruzione: min. 50 manovre di inserimento e disinserimento ad una cadenza di 7,5 cambi di posizione al minuto, con tensione di prova  $1,1 V_n$ ,  $\cos\phi$  0,6 e corrente di prova  $1,25 I_n$ ;
- resistenza di isolamento:  $> 5 \text{ Mohm a } 500 \text{ V}$ ;
- fissaggio per mezzo di viti in acciaio inox su scatola di attestazione.

#### Prese di tipo industriale interbloccate

- conformità alle norme: CEI 23-12(92) e successive varianti; UL94-V1;
- conformità alle tabelle: CEI-UNEL 47173, 47174, 47175, 47176.
- tensione nominale: 230/400V c.a. +/-10%.
- frequenza nominale: 50Hz;
- corrente nominale: come descritto nei documenti e disegni di progetto;
- grado di protezione: come descritto nei documenti e disegni di progetto.
- scatola di contenimento di tipo modulare da incasso, ovvero in vista in resina poliestere termoindurente, autoestinguente, rinforzata con fibre di vetro, ovvero in lega leggera pressofusa verniciata a forno con resine epossidiche previo trattamento di cromatizzazione a seconda dei tipi;
- coperchio avente le stesse caratteristiche della scatola, incernierato a quest'ultima e completo di viti di chiusura in acciaio inox e guarnizione in elastomero antinvecchiante;
- fori pretranciati completi di raccordi e pressatubi per il raccordo alle condutture di alimentazione;
- presa con innesto a baionetta per il bloccaggio meccanico ad interruttore chiuso;
- ghiera e coperchietto di protezione a tenuta stagna in materiale termoplastico con molla di chiusura in acciaio inox;
- interruttore sezionatore di tipo rotativo a camme con dischi portacontatti in materiale isolante termoindurente, autoestinguente, antiarco e contatti in argento a doppia rottura;
- blocco meccanico per evitare, a interruttore chiuso, l'estrazione della spina, l'apertura del coperchio della scatola di contenimento e l'accesso ad eventuali fusibili e, a coperchio aperto, la chiusura dell'interruttore stesso;
- (ove richiesto) gruppo portafusibili in materiale ceramico ovvero in materiale termoplastico, autoestinguente, completo di cartucce fusibili di grandezza normalizzata in sede internazionale;
- (ove richiesto) trasformatore di sicurezza (a norme CEI 96-3, 96-19) di potenza almeno 160VA per l'alimentazione della spina in bassissima tensione di sicurezza (SELV); dispositivo di interblocco costituito da un interruttore sul primario del trasformatore, azionato mediante l'inserzione della spina utilizzatrice; protezione del primario e secondario a mezzo di fusibili.



### Scatole e cassette di derivazione

Le scatole e cassette di derivazione dovranno essere equipaggiate con tutti gli accessori (raccordi per tubo, pressacavi, ecc.) necessari a garantire all'impianto la protezione richiesta.

Le dimensioni minime dovranno essere le seguenti:

Cassette di derivazione sulle condutture di dorsale	150x110 mm o equivalente
Cassette di derivazione installate su passerelle e canali sulle condutture di dorsale e all'interno di locali	150x110 mm o equivalente
Cassette di derivazione di transito o di attestazione all'interno dei locali	100x100 mm o equivalente

Per gli impianti relativi a servizi di sicurezza, all'interno delle cassette poste lungo le dorsali, eventuali morsettiere di derivazione dovranno essere in materiale ceramico qualora venga richiesta una continuità di esercizio in presenza d'incendio, fissate sul fondo della cassetta di derivazione. L'eventuale suddivisione tra gruppi di morsetti di tipo componibile appartenenti a fasi diverse dovrà avvenire mediante separatori.

### Cavi

Nei limiti del possibile le guaine dei conduttori dovranno avere le seguenti colorazioni conformi alle tabelle CEI-UNEL 00722:

- conduttore di protezione giallo/verde;
- conduttore neutro blu chiaro;
- conduttore di fase linee punti luce grigio;
- conduttore di fase linee prese nero;
- conduttore di fase linee prese in continuità marrone;
- conduttori per circuiti a 12-24-48 V rosso, o verde o altri.

Il dimensionamento dei conduttori attivi dovrà essere effettuato in modo da soddisfare soprattutto le esigenze di portata, di resistenza ai corti circuiti e i limiti massimi per le cadute di tensione (in conformità alle norme CEI 64-8).

In ogni caso le sezioni minime dei conduttori per le alimentazioni alle singole utenze non dovranno essere inferiori a quelle indicate nella seguente tabella.

Tipologia delle derivazioni	Cavi in PVC	Cavi in gomma
Singolo punto luce:	1,5 mm <sup>2</sup>	1,5 mm <sup>2</sup>

Più di un punto luce:	2,5 mm <sup>2</sup>	2,5 mm <sup>2</sup>
Singoli punti presa da 16A:	2,5 mm <sup>2</sup>	2,5 mm <sup>2</sup>
Più punti presa da 16A:	6 mm <sup>2</sup>	4 mm <sup>2</sup>
Singoli punti presa fino a 32A:	6 mm <sup>2</sup>	4 mm <sup>2</sup>
Più punti presa fino a 32A:	10 mm <sup>2</sup>	6 mm <sup>2</sup>

Per quanto riguarda i cavi per telecomunicazioni le guaine dei conduttori dovranno avere le colorazioni conformi alle tabelle CEI-UNEL 00712 e 00724.

Per gli impianti relativi ai servizi di sicurezza, si utilizzeranno conduttori a norme CEI 20-45 con tensione nominale 600/1000V.

### **Tubazioni protettive**

Le caratteristiche delle tubazioni protettive dovranno essere quelle indicate nello specifico paragrafo del presente elaborato.

### **Modalità di posa in opera**

Note generali

In generale, le modalità di posa in opera della distribuzione e utenze terminali dovranno essere analoghe a quelle dei singoli componenti descritte nei relativi capitoli (tubi protettivi, scatole di derivazione, accessori di connessione, cavi, ecc.).

Il rapporto tra il diametro interno dei tubi e il diametro del cerchio circoscritto ai cavi ivi contenuti dovrà essere maggiore di 1,3 per gli ambienti ordinari e maggiore di 1,4 per gli ambienti speciali.

In ogni caso il diametro minimo delle tubazioni da utilizzare dovrà essere 20 mm.

I cavi installati entro le tubazioni dovranno poter essere agevolmente sfilati e reinfilati.

Nella posa in vista la distanza fra due punti di fissaggio successivi non dovrà essere superiore a 1 metro; i fissaggi dovranno essere sempre previsti sia prima che dopo ogni cambiamento di direzione.

Le derivazioni per l'alimentazione di più apparecchi utilizzatori dovranno essere realizzate all'esterno degli apparecchi stessi in apposite cassette di derivazione; si esclude pertanto la derivazione tra centri luminosi senza transitare attraverso una scatola di derivazione ovvero la derivazione tra gruppi di presa distanti mediante collegamenti entra esci all'interno della cassetta portafrutto. Sarà vietata inoltre la derivazione tra due scatole contenenti frutti modulari poste sulla stessa parete ma su facciate opposte.

Nel caso di soffitti in latero-cemento la cassetta di derivazione dovrà essere posta a parete, salvo diversa indicazione della DL.

È consentito il cavallotto tra le prese e gli interruttori di una stessa scatola (deviatori, ecc.) solo se questi frutti sono predisposti allo scopo.

Le cassette di transito saranno obbligatorie su tracciati comprendenti curve, in modo che tra due cassette di transito non si riscontrino mai più di una curva o comunque curve con angoli non inferiore a 90°.

Nei tratti in rettilineo le cassette di transito saranno comunque obbligatorie almeno ogni 5 m.

Per ogni locale dovrà essere prevista una cassetta di derivazione posta lungo la dorsale salvo il caso di locali adiacenti o affacciati, nel qual caso si potrà utilizzare un'unica cassetta di derivazione.

Ogni cassetta di derivazione dovrà essere dedicata ad un solo circuito (non saranno ammesse cassette promiscue per più circuiti in partenza dai quadri di piano o di zona).

Il posizionamento degli apparecchi di comando e delle prese dovrà rispettare le seguenti quote, salvo diversa indicazione nei disegni o nei paragrafi precedenti:

Apparecchiature elettriche	Altezza dal pavimento o dal piano di calpestio all'asse della cassetta (cm)	Distanza dalle porte dell'asse della cassetta (cm)
Centralini di locale	160 (140)	
Interruttori e pulsanti in genere	90	20
Prese in genere	30 ( 60)	20
Prese per asciugamani elettrici nei servizi (*)	130÷140	---
Prese per scaldacqua elettrici nei servizi (*)	>250	---
Pulsante a tirante (sopra vasca o doccia)	>225	
Prese di alimentazione telecamere, monitor, ecc.	>250	---
Termostati in genere	150÷160 (140)	20
Videocitofoni e telefoni fissi a parete (parte più alta da raggiungere)	140 (120)	
Apparecchi di segnalazione ottica	250÷300	

(\*) compatibilmente alle distanze di sicurezza previste dalla norma CEI 64-8 sez.701; le misure tra parentesi sono relative a locali adibiti a persone disabili.

#### Impianti "ad incasso"

Nell'esecuzione "ad incasso" a parete o a pavimento, i vari punti di utilizzazione dovranno essere realizzati con:

tubazioni in PVC, pieghevoli o rigide, secondo quanto specificato nei documenti e nei disegni di progetto;

cassette in resina autoestinguente e antiurto;

cavi del tipo specificato nei documenti e nei disegni di progetto.

#### **Impianti "in vista" di tipo isolante**

Nell'esecuzione "in vista" di tipo isolante, i vari punti di utilizzazione dovranno essere realizzati con:

- tubazioni rigide in PVC, secondo quanto specificato nei documenti e nei disegni di progetto;
- raccordi ad innesto o filettati e accessori vari per conseguire il grado di protezione richiesto nei documenti e nei disegni di progetto;
- cassette in PVC autoestinguente;
- canaline in PVC autoestinguente (dove necessario);
- tubo flessibile in PVC spiralato (guaina) per il raccordo agli apparecchi utilizzatori;
- cavi del tipo specificato nei documenti e nei disegni di progetto.

#### **Impianti "in vista" di tipo metallico**

Nell'esecuzione "in vista" di tipo metallico, i vari punti di utilizzazione dovranno essere realizzati con:

- tubazioni rigide in acciaio zincato elettrosaldato;
- raccordi ad innesto o filettati e accessori vari per conseguire il grado di protezione richiesto nei documenti e nei disegni di progetto;
- cassette in lega di alluminio;
- canaline in PVC autoestinguente (dove necessario);
- tubo flessibile in acciaio zincato rivestito in PVC (guaina) per il raccordo agli apparecchi utilizzatori;
- cavi del tipo specificato nei documenti e nei disegni di progetto;

#### **Impianti "in vista" di tipo metallico con tubo "Mannesmann"**

Nell'esecuzione "in vista" di tipo metallico in locali o luoghi a maggior rischio di esplosione, i vari punti di utilizzazione dovranno essere realizzati con:

- tubazioni rigide in acciaio zincato tipo "Mannesmann";
- raccordi con filettatura metrica e accessori vari per conseguire il grado di protezione richiesto nei documenti e nei disegni di progetto;
- cassette in lega di alluminio;
- canaline in PVC autoestinguente (dove necessario);
- tubo flessibile in acciaio zincato rivestito in PVC (guaina) per il raccordo agli apparecchi utilizzatori;
- cavi del tipo specificato nei documenti e nei disegni di progetto.

#### **Prove, controlli e certificazioni**

Il materiale consegnato in cantiere dovrà essere conforme alle marche e tipologie presentate dall'impresa e formalmente approvate dalla DL nelle fasi preliminari alla consegna.

Prima della fase di accettazione dovranno essere espletate tutte le eventuali note e adeguamenti concordate tra DL e impresa in fase di approvazione che non possono in alcun modo essere eliminate in cantiere.

Le prove di accettazione consisteranno in:

- esame di consistenza della fornitura completa anche delle parti accessorie;
- esame dello stato del materiale con particolare attenzione all'assenza di anomalie visibili.

Durante le fasi di installazione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli a campione:

esame a vista per quanto riguarda:

- la corretta installazione completa di tutti gli accessori previsti dalla documentazione di progetto;
- la separazione, ove prevista, di circuiti con tensioni non compatibili ovvero funzioni diverse, nel rispetto della normativa e delle prescrizioni di progetto;
- l'assenza di danneggiamenti;
- il corretto collegamento dei circuiti completi delle identificazioni dei conduttori conformi a quanto indicato nel presente elaborato;
- le modalità realizzative delle diverse tipologie d'impianto (ad incasso, in vista, ecc), le derivazione all'interno delle cassette e tra terminali contigui, lo stipamento dei conduttori all'interno delle tubazioni;
- la pulizia da polvere e da rimasugli di lavorazione.

Prima della messa in tensione dovrà essere eseguita su ciascun circuito la misura di resistenza d'isolamento.

Documentazione delle prove in cantiere.

Tutti i controlli e prove in cantiere dovranno essere documentati e trasmessi alla DL, completi di data e firma del responsabile dell'impresa che attesta l'idoneità delle verifiche.

## **5.7 APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE**

Gli apparecchi illuminanti, le lampade, gli alimentatori e relativi ausiliari costituenti l'equipaggiamento interno dovranno rispondere in generale alle norme CEI del comitato 34.

In generale tutti apparecchi costituiti da materiale termoplastico dovranno rispondere al grado di estinguenza indicato dalla norma CEI EN 60695-2-11 (CEI 89-13 - Prove relative ai rischi di incendio. Parte 2-11: Metodi di prova al filo incandescente. Metodi di prova dell'inflammabilità per prodotti finiti) per quanto riguarda la prova al filo incandescente a 550° C. In caso di ambienti a maggior rischio in caso d'incendio, gli apparecchi installati in vista (a parete o a soffitto) dovranno rispondere alla norma indicata assumendo per tale prova il valore di 650° C.

### **Componenti elettrici**

Gli apparecchi illuminanti con lampade a LED dovranno essere dotati, ove necessario, dei seguenti accessori:

- alimentatore per limitare e stabilizzare la corrente di carico di tipo a bassissime perdite o elettronico, come richiesto negli elaborati di progetto;
- eventuale accessori di alimentazione ausiliaria o rele' o qualsiasi tipo di materiale per poter realizzare punti di accensione ed alimentazione della lampada. In particolare esso dovrà avere un perfetto isolamento ed essere dotato di dispositivo di sicurezza per il disinserimento della lampada difettosa o esaurita.

Il circuito elettrico degli apparecchi con lampade a scarica e fluorescenti dovrà essere applicato su di un unico elemento asportabile, solidale con il diffusore o, preferibilmente, sistemato sul fondo dell'apparecchio.

L'alimentazione per gli apparecchi con lampade a scarica o fluorescenti dovrà essere protetta con fusibile di tipo rapido, installato in posizione facilmente accessibile.

Se il circuito elettrico è solidale con il riflettore, questo, quando viene disaccoppiato dalla parte fissa, dovrà rimanere ancorato a mezzo di catenelle o cerniere e comunque sostegni anti-caduta.

Per le lampade di tipologia LED, dovranno rispettare le specifiche di installazione e di prestazione dettate dalle normative vigenti, in termini di prestazioni minime nelle caratteristiche di abbagliamento, indice resa cromatica, assorbimento e tutte quelle caratteristiche che favoriscono l'utilizzatore finale in ambito lavorativo.

Il fissaggio delle apparecchiature interne agli apparecchi di illuminazione dovrà essere effettuato esclusivamente a mezzo viti, con guarnizioni o rosette anti-vibranti; sarà escluso l'uso di rivettature o fissaggi a pressione o a scatto.

Qualora l'apparecchio sia in classe di isolamento I, le parti metalliche dovranno essere collegate a terra tramite appositi morsetti o bulloni di messa a terra.

Il cablaggio interno dovrà essere effettuato con conduttori termoresistenti fino ad una temperatura di 105°C.

Le connessioni dei cavi di alimentazione dovranno essere realizzate con capicorda a compressione del tipo preisolati.

Nel caso di sistema di alimentazione disaccoppiato dalla parte ottica, la lunghezza e la tipologia del cavo di collegamento tra gli stessi, dovrà essere conforme alle indicazioni fornite dal costruttore.

Gli apparecchi illuminanti predisposti per installazione a fila continua dovranno essere completi di cablaggio lungo tutta la lunghezza della linea fino alla relativa morsettiera di attestazione.

Il cablaggio passante tra le lampade dovrà essere eseguito con apposite guaine di protezione dei conduttori.

Caratteristiche degli alimentatori elettromagnetici a basse perdite

Gli alimentatori elettromagnetici dovranno essere idonei al funzionamento con tensione di alimentazione  $V_n \pm 10\%$  e con frequenza 50 Hz.

Oltre alle norme CEI del comitato 34 gli alimentatori dovranno rispondere alle seguenti norme:

- CEI EN 61558-1 - CEI 96-3 (2006) e successive varianti - Sicurezza dei trasformatori, delle unità di alimentazione, dei reattori e prodotti simili. Parte 1: Prescrizioni generali e prove;
- CEI EN 61558-2-6 - CEI 96-7 (2010) - Sicurezza dei trasformatori, dei reattori, delle unità di alimentazione e prodotti simili per tensioni fino a 1100 V. Parte 2-6: Prescrizioni particolari e prove per trasformatori di isolamento di sicurezza e unità di alimentazione che incorporano trasformatori di isolamento di sicurezza.

Dovranno avere un indice di efficienza energetica (EEI) pari a B1 secondo quanto indicato dal regolamento (CE) N.245/2009.

### **Caratteristiche generali degli alimentatori elettronici**

I reattori elettronici dovranno essere idonei al funzionamento con tensione di alimentazione  $V_n \pm 10\%$  e con frequenza 50 Hz (o in corrente continua ove richiesto).

A seconda dei tipi dovranno avere i seguenti indici di efficienza energetica (EEI):

- A2 per alimentatori elettronici non dimmerabili;
- A1 per alimentatori elettronici dimmerabili di tipo analogico;
- A1 per alimentatori elettronici dimmerabili di tipo digitale.

Il sistema di alimentazione dovrà garantire:

- la disinserzione automatica delle lampade esaurite;
- l'accensione delle lampade entro 2 s;
- il sistema di preriscaldamento degli elettrodi;
- la riaccensione della lampada dopo la sostituzione della stessa;
- potenza costante e indipendente dalla tensione di rete;
- protezione contro le sovratensioni impulsive secondo le norme CEI EN 60065 (CEI 92-1) e successive varianti - Apparecchi audio, video ed apparecchi elettronici simili - Requisiti di sicurezza;
- protezione contro i radiodisturbi secondo la norma CEI EN 55015 (CEI 110-2) e successive varianti - Limiti e metodi di misura delle caratteristiche di radiodisturbo degli apparecchi di illuminazione elettrici e degli apparecchi analoghi.
- contenuto armonico secondo la serie delle norme EN 61000;
- temperatura limite di funzionamento:  $-20\text{ °C} / +50\text{ °C}$ .

### **Modalità di posa in opera**

Per la posa in opera degli apparecchi illuminanti, risultano a carico dell'Appaltatore i materiali e le opere accessorie necessarie per una corretta installazione. In particolare, si ricordano:

- staffaggi e strutture varie di supporto per il fissaggio alla struttura;
- materiali di consumo;
- eventuali strutture di rinforzo e/o appoggio al controsoffitto;
- pulizia accurata degli schermi e dei riflettori prima della messa in servizio.

Tutti gli apparecchi dovranno essere montati in modo che sia successivamente agevole la pulizia e la manutenzione.

Il fissaggio di apparecchi illuminanti sui canali dovrà essere realizzato in modo da consentire lo smontaggio degli apparecchi indipendentemente dai cavidotti.

L'uscita dei cavi di alimentazione degli apparecchi illuminanti dovrà avvenire tramite pressacavi e/o pressatubi, con il grado di protezione richiesto.

Per il fissaggio degli apparecchi illuminanti nel controsoffitto si deve tenere conto delle indicazioni fornite dall'appaltatore del controsoffitto stesso.

Gli apparecchi illuminanti incassati nel controsoffitto dovranno inoltre essere pendinati alla struttura in muratura del soffitto in almeno un punto per evitare la caduta in caso di dissesto del controsoffitto stesso, con catenella o filo di acciaio dolce (filo di ferro), evitando di forare la struttura dell'apparecchio per non compromettere la certificazione del costruttore.

### **Prove, controlli e certificazioni**

Il materiale consegnato in cantiere dovrà essere conforme alle marche e tipologie presentate dall'impresa e formalmente approvate dalla DL nelle fasi preliminari alla consegna.

Prima della fase di accettazione dovranno essere espletate tutte le eventuali note e adeguamenti concordati tra DL e impresa in fase di approvazione che non possono in alcun modo essere eliminate in cantiere.

Le prove di accettazione consisteranno in:

esame di consistenza della fornitura completa anche delle parti accessorie;

esame dello stato del materiale con particolare attenzione all'assenza di anomalie visibili.

Durante le fasi di installazione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

esame a vista per quanto riguarda:

- la corretta installazione completa di tutti gli accessori come previsto dalla documentazione di progetto;
- l'assenza di danneggiamenti e l'utilizzo corretto delle parti accessorie senza modifiche concordate precedentemente con la DL;
- la corretta identificazione conforme a quanto indicato nei documenti di progetto;
- la pulizia da polvere e da rimasugli di lavorazione.

Dopo la messa in tensione dei circuiti e a seguito di eventuale ciclo di stabilizzazione delle lampade previsto dal costruttore, dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:



- prova di funzionamento su tutti gli apparecchi illuminanti (accensione e spegnimento da locale e da remoto, dimmerazione manuale ovvero automatica ove presente);
- prova di intervento dell'impianto di illuminazione di emergenza in mancanza rete;
- verifica di autonomia dell'impianto di illuminazione di emergenza;
- misura dell'illuminamento con circuito normale e di emergenza nei locali tipo e sulla base di un reticolo di misura precedentemente definito con la DL.

Tutti i controlli e prove in cantiere dovranno essere documentati e trasmessi alla DL, completi di data e firma del responsabile dell'impresa che attesta l'idoneità delle verifiche.

## **5.8 IMPIANTI DI TERRA**

### **Caratteristiche tecniche generali degli impianti di terra**

L'impianto di terra dovrà essere realizzato in conformità alle norme:

- CEI 11-1
- CEI 64-8.

L'impianto dovrà essere costituito in generale dall'insieme dei seguenti elementi:

- dispersore (intenzionale e di fatto);
- conduttori di terra;
- collettori di terra;
- conduttori di protezione;
- collegamenti equipotenziali.

L'impianto di terra dovrà essere unico e ad esso dovranno essere collegate tutte le masse a terra di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori e tutte le masse a terra di protezione delle varie parti di impianto.

Si intendono dispersore di fatto anche i ferri di armatura nel calcestruzzo di fondazione, a contatto diretto con il terreno; in questo caso, al fine di poter documentare in maniera adeguata l'impianto realizzato, si dovrà eseguire il rilievo fotografico delle diverse tipologie di giunzione. I diversi punti fotografati dovranno essere indicati nell'elaborato grafico illustrativo dell'impianto di terra.

Non dovranno essere utilizzate, come dispersore, le tubazioni dell'impianto idrico, anche pubblico, nonché le armature dei cavi.

L'impianto di terra dovrà essere costituito come indicato dai documenti e disegni di progetto.

#### **Dispersore di terra**

Il dispersore di terra dovrà essere realizzato, in genere, da una struttura orizzontale integrata da elementi verticali. Il dispersore orizzontale sarà in genere costituito da un anello, da un quadrato o da una maglia; i dispersori verticali da picchetti. Tale struttura è detta anche dispersore intenzionale.

Il dispersore intenzionale dovrà essere collegato ai ferri dei cementi armati dell'edificio (dispersore di fatto).

I dispersori dovranno avere, per i diversi materiali utilizzati, dimensioni minime atte a garantire la loro resistenza meccanica e alla corrosione e sopportare senza danneggiamenti le temperature assunte in conseguenza del transito delle correnti di guasto.

Le dimensioni minime dei dispersori dovranno essere desunte dalle norme CEI 11-1 e CEI 64-8.

Le giunzioni da realizzare nei dispersori dovranno avere le seguenti proprietà:

- bassa resistenza di contatto;
- elevata resistenza meccanica;
- elevata resistenza alla corrosione.

Gli accorgimenti da adottare per evitare le corrosioni di natura chimica ed elettrochimica dovranno essere i seguenti:

utilizzare come dispersori materiali metallici omogenei;

utilizzare morsetti in materiali speciali per connettere metalli diversi, che riducano le coppie elettrochimiche e proteggere la giunzione con nastratura autovulcanizzante o similare;

evitare l'interramento di corde e picchetti di rame nelle immediate vicinanze di strutture interrato di ferro o acciaio.

Tutte le giunzioni, le derivazioni e gli incroci saranno effettuati mediante saldatura alluminotermica, o morsetti a compressione o bullonatura (quest'ultima solo se ispezionabile) rispondenti alle norme CEI 81-5.

Le giunzioni dovranno essere ridotte al minor numero possibile e garantire le seguenti superfici di contatto a seconda del tipo:

- saldatura alluminotermica: stessa sezione del conduttore;
- morsetti a compressione o bulloni: 60% in più della sezione del conduttore.

Eventuali morsetti per effettuare gli incroci tra i conduttori dovranno essere a norma CEI 81-5 del tipo sagomato in relazione alla dimensione dei conduttori al fine di aumentare la superficie di contatto.

Nelle eventuali giunzioni bimetalliche dovranno interpersi materiali di separazione galvanica quali fasciature di piombo, ottone, capicorda stagnati, ecc.

Qualora per qualsiasi ragione venisse rovinata la superficie protetta con zincatura, si dovrà ripristinarla con apposite paste di zinco a freddo.

Elementi metallici entranti nell'edificio dovranno essere connessi come indicato al paragrafo relativo all'impianto di terra.

### **Conduttori di terra**

I conduttori di terra, che collegano il dispersore ai collettori principali di terra, dovranno avere sezione adeguata per sopportare le sollecitazioni meccaniche e termiche alle quali vengono sottoposti in caso di guasti, calcolate secondo quanto stabilito dalle norme CEI. Le dimensioni minime sono desunte dalla norma CEI 64-8.

Salvo diverse indicazioni, i conduttori di terra dovranno essere formati da un'unica corda di rame di sezione conforme a quanto indicato negli elaborati grafici.

### **Collettori di terra**

I collettori di terra principali dovranno essere costituiti da una sbarra in rame oppure posta in posizione accessibile; dovranno essere meccanicamente robusti e protetti.

Ai collettori dovranno essere collegati:

- il conduttore di terra (almeno n.2 punti di connessione alla rete di dispersione se trattasi di nodo di cabina MT/BT) posato entro tubazione in PVC annegata nel pavimento;
- i conduttori di protezione;
- i conduttori equipotenziali principali;
- i centro stella dei trasformatori e degli eventuali gruppi elettrogeni;
- (eventuali) conduttori di terra "di riferimento" per i centri di elaborazione dati.

### **Conduttori di protezione**

I conduttori di protezione collegheranno a terra le masse dell'impianto elettrico.

Le dimensioni minime dovranno rispondere alle seguenti prescrizioni:

- sezione uguale a quella dei conduttori di fase per sezioni fino a 16 mm<sup>2</sup> qualora facciano parte della stessa conduttura di alimentazione;
- sezione uguale a quella del conduttore di fase avente sezione maggiore qualora siano comuni a più circuiti di alimentazione.

I conduttori di protezione in dorsale ed in montante non dovranno mai essere interrotti. Eventuali derivazioni dovranno essere realizzate con morsetti a pettine per conduttori nudi o con morsettiere passanti unipolari a più vie se si utilizzano conduttori isolati, in modo da poter disconnettere la derivazione senza interrompere la dorsale.

La sezione dei conduttori di protezione principali dovrà rimanere invariata per tutta la lunghezza.

### **Collegamenti equipotenziali.**

Ai fini della equalizzazione del potenziale, tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili destinati ad adduzione, distribuzione e scarico di fluidi, nonché tutte le masse e le masse estranee accessibili esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore dovranno essere collegate all'impianto di terra mediante collegamenti equipotenziali.

Tali collegamenti dovranno essere realizzati con conduttori isolati giallo/verde aventi sezione minima pari a 6 mm<sup>2</sup>.

Ove richiesta l'ispezionabilità e il sezionamento dei punti di collegamento equipotenziale distribuiti su tutto l'impianto, questi dovranno essere realizzati in modo opportuno utilizzando a seconda dei casi, capicorda ad occhiello sui serramenti metallici, cassette da incasso con opportuni morsetti a cavallotto (tipo CDIE EQUIBOX serie EB o equivalente) per le tubazioni di adduzione e scarico dei fluidi incassate,

morsetti a barra asolata (tipo CDIE EQUIBOX serie EBM) per i collettori complanari e ogni altro materiale che renda accessibile il collegamento stesso.

Negli impianti ad incasso o sotto pavimento i collegamenti dovranno essere sempre posati entro cassette o cavidotti; non sarà ammessa la posa dei conduttori sotto intonaco o sotto pavimento senza adeguata protezione meccanica.

In particolare, dovranno essere eseguiti i seguenti collegamenti equipotenziali, mediante connessione all'impianto di terra:

- tubazioni in ingresso ed uscita dalle centrali;
- canalizzazioni in lamiera in ingresso ed uscita dai locali tecnici ed in corrispondenza delle uscite dai cavedi verticali ai piani;
- tubazioni nei cunicoli;
- tubazioni per ventilconvettori a pavimento dei piani;
- tubazioni di adduzione e scarico all'ingresso dei servizi igienici;
- parti metalliche dell'edificio come finestre, infissi, ecc. se costituenti masse estranee.

#### **Piastre di misura equipotenziale**

Ove previste, dovranno essere alloggiare entro cassette incassate o comunque protette da coperchio rimovibile mediante uso di attrezzo.

#### **Giunzioni e connessioni**

Tutta la viteria e bulloneria impiegata per realizzare i collegamenti di terra e tutti i materiali accessori dovranno essere in rame o in acciaio inossidabile o zincato a caldo (in accordo con il materiale del dispersore).

Le superfici di contatto, se in rame, dovranno essere stagnate o ravnate e comunque sgrassate prima della giunzione.

Per i collegamenti inglobati in strutture in calcestruzzo sarà consentito solo l'uso di connettori a compressione in rame a C ovvero saldature alluminiotermiche.

I capicorda per le terminazioni di conduttori cordati e i connettori per le giunzioni e le derivazioni dovranno essere del tipo a compressione in rame stagnato.

Tutti i collegamenti al collettore di terra di cabina dovranno essere effettuati singolarmente per ogni connessione; saranno pertanto vietate giunzioni di due o più collegamenti sullo stesso capicorda o sullo stesso bullone di serraggio.

I collegamenti a tubazioni metalliche dovranno essere effettuati mediante collari predisposti allo scopo ed equipaggiati con morsetti a vite per il collegamento del conduttore equipotenziale; sono escluse pertanto fascette stringi tubo metalliche regolabili.

#### **Marcatura**

Tutti i punti accessibili connessi agli impianti di terra (scatole di ispezione, nodi di terra, piastre di misura equipotenziale, ecc.) dovranno riportare il segno grafico di messa a terra.

I conduttori di protezione attestati alla sbarra dovranno essere muniti di contrassegno tale da consentire di risalire agevolmente alla loro provenienza.

Le marcature dovranno essere conformi alle norme CEI 16-7 art.3 e di tipo ad anelli o tubetti porta-etichette, ovvero tubetti presigliati termorestringenti.

Non saranno ammesse identificazioni dei cavi mediante scritte effettuate a mano su etichette o sulle guaine dei cavi stessi.

All'interno delle cassette di contenimento dei nodi equipotenziali dovrà trovare posto lo schema dettagliato di tutte le connessioni con riportata la tabella relativa alle sigle dei cavi e la loro destinazione.

I pozzetti della rete di dispersione dovranno essere rintracciabili mediante cartelli indicatori di messa a terra, posti nelle immediate vicinanze e dovranno riportare oltre alla numerazione del dispersore indicata negli elaborati grafici di progetto o definiti in sede di DL, anche le distanze dal cartello stesso; ove non fosse possibile fissare dei cartelli indicatori, i pozzetti dovranno essere contrassegnati in modo visibile, con il simbolo di messa a terra e con la numerazione del dispersore; la marcatura dovrà essere effettuata a mezzo di vernice ad elevate caratteristiche di resistenza agli agenti atmosferici, ovvero con contrassegni, targhette o altro definito in sede di DL, fissati con tasselli ad espansione.

#### **Modalità di posa in opera degli impianti di terra**

In generale, la posa di un dispersore ad anello o a maglia dovrà prevedere le seguenti fasi:

- sbancamento dell'area interessata dal dispersore per una profondità di circa 1 m (per una posa del dispersore a 0,5 m);
- regolarizzazione della giacitura con 0,5 m di terreno vegetale;
- disposizione del dispersore;
- collegamento dei conduttori di terra;
- copertura del dispersore con terreno vegetale ben costipato.
- Il dispersore ad anello esterno dovrà essere installato ad una distanza non inferiore ad 1,0 m dal muro perimetrale dell'edificio protetto.

Per i dispersori verticali si dovrà procedere, in generale, nel seguente modo:

- nei terreni omogenei e non troppo compatti il picchetto potrà essere infisso direttamente con percussione manuale tramite mazza; tale soluzione si applica per profondità in genere non superiori ai 3 metri;
- dove è necessario utilizzare picchetti lunghi e il terreno non è troppo compatto, si procederà all'infissione diretta; si dovranno adoperare picchetti componibili lunghi fino a 15 metri. L'infissione dovrà avvenire per mezzo di martello pneumatico utilizzando cavalletti con guide;

- per terreni molto compatti che non permettono l'infissione diretta, sarà necessaria una trivellazione e la successiva posa del picchetto; lo spazio tra le pareti del foro trivellato e il picchetto dovrà essere riempito a pressione con miscela di argille o di grafite e bentonite.

I picchetti che costituiscono il dispersore dovranno essere posizionati entro pozzetti dedicati, ispezionabili, posti ad una distanza minima al di fuori dell'edificio di almeno 1,0 m, Tutti i conduttori in arrivo entro il pozzetto dovranno essere collegati a mezzo capocorda ad occhiello, ad una barra di rame completa di fori filettati, fissata alla parete del pozzetto stesso per mezzo di isolatori; il picchetto dovrà essere collegato alla sbarra di rame mediante corda di rame nudo ovvero cavo N07V-K di sezione uguale al conduttore di collegamento tra i vari picchetti. La giunzione tra picchetto di terra e il conduttore dovrà essere effettuata, previa pulitura delle parti di contatto, mediante morsetti predisposti allo scopo e successiva protezione del tutto con grasso.

La posa di dispersori in rame in scavi predisposti, nonché i collegamenti nella loro parte interrata o entro fondazioni, dovrà prevedere le precauzioni onde ridurre i danni per effetto elettrolitico o elettrovoltaico in prossimità di tubazioni, strutture o altri elementi in metallo corrodibile. Ove tale vicinanza sia inevitabile, si dovrà infilare il conduttore entro tubo isolante, ovvero sostituirlo con tratto di cavo isolato, ovvero adottare provvedimenti tali che la distanza minima tra i due metalli diversi sia superiore ad almeno 1 m. La posa del dispersore in cavo entro scavi predisposti dovrà avvenire ad una profondità di almeno 50 cm dal piano del calpestio e ad una distanza minima al di fuori dell'edificio di almeno 1,0 m; successivamente dovrà essere ricoperto per almeno 30 cm da terreno vegetale; non sarà ammessa la copertura con il solo materiale di "risultato" del cantiere.

In corrispondenza di giunzioni interrate dovranno essere eseguite opportune protezioni con nastature autoadesive, autovulcanizzanti e catramate al fine di evitare fenomeni di ossidazione e corrosione nel tempo.

#### **Prove, controlli e certificazioni degli impianti di terra**

Il materiale consegnato in cantiere dovrà essere conforme alle marche e tipologie presentate dall'impresa e formalmente approvate dalla DL nelle fasi preliminari alla consegna.

Prima della fase di accettazione dovranno essere espletate tutte le eventuali note e adeguamenti concordate tra DL e impresa in fase di approvazione che non possono in alcun modo essere eliminate in cantiere.

Le prove di accettazione consisteranno in:

- esame di consistenza della fornitura completa anche delle parti accessorie;
- esame dello stato del materiale con particolare attenzione all'assenza di anomalie visibili.

Durante le fasi di installazione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

esame a vista per quanto riguarda:

- la corretta installazione completa di tutti gli accessori previsti dalla documentazione di progetto;

- la corretta identificazione conforme a quanto indicato nel presente elaborato;
- il corretto collegamento delle masse e masse estranee;
- il serraggio delle connessioni;
- la completa identificazione di conduttori e delle puntazze.
- Inoltre, per gli impianti di terra di categoria II:
- verifica della continuità dei conduttori di terra e protezione;
- misura della resistenza di terra;
- misura delle tensioni di contatto e di passo (dove necessario);
- verifica delle interferenze (dove necessario);
- Per gli impianti di terra di categoria I (con sistema TT):
- verifica della continuità dei conduttori di terra e protezione;
- misura della resistenza di terra;
- verifica del coordinamento fra resistenza di terra e protezioni installate.

Tutti i controlli e prove in cantiere dovranno essere documentati e trasmessi alla DL, completi di data e firma del responsabile dell'impresa che attesta l'idoneità delle verifiche.

## **5.9 RETE DATI E TELEFONICA**

Esso deve conformarsi in modo rigoroso alle raccomandazioni fisiche ed elettriche di maggiore prestazione delle norme internazionali ISO/IEC 11801- 2<sup>a</sup> Edizione e prendere in considerazione le raccomandazioni del Costruttore per il sistema scelto.

Il cablaggio orizzontale, delle prese impiegate per la connessione di apparecchiature informatiche, sarà realizzato mediante collegamenti in cavi rame a quattro coppie Cat. 6A FTP (attestazione di ogni singolo cavo con n. 1 presa RJ45 Cat. 6A).

Tutte le prese lato utente saranno complete di adattatori per serie civili.

Per garantire la migliore qualità, il sistema di cablaggio proposto deve essere formato da prodotti di un unico e solo costruttore. Dovrà essere installato da un installatore autorizzato dal costruttore, con autorizzazione in corso di validità, ed in grado di curare lo studio della soluzione, la progettazione, l'installazione e la documentazione operativa finale del sistema di cablaggio prescelto.

### **Requisiti minimi del cablaggio**

Di seguito sono esposte le specifiche generali per il sistema di Cablaggio Strutturato:

- tutti gli elementi componenti il cablaggio passivo devono essere monocostruttore;

deve consentire la possibilità di aggiornare e/o cambiare le applicazioni supportate senza modificare l'infrastruttura;

- devono essere conformi allo standard ISO/IEC 11801-2
- devono essere conformi allo standard ANSI/TIA-568-C.2

- devono essere classificati Cca-s1b,d1,a1 (in conformità norma CEI-UNEL 35016:2016, in base alla tipologia del luogo di impiego ai sensi della CEI 64-8)
- devono possedere la "Garanzia di Componente" gratuita, per una durata non inferiore ai 5 anni dalla data di installazione, emessa direttamente del produttore dei componenti di cablaggio, comprensiva della fornitura in sostituzione gratuita di componenti difettosi e dei costi di manodopera necessari al ripristino della piena funzionalità della rete
- tutti i cavi UTP devono essere costruiti con conduttore interno solido e da 4 coppie 24 AWG o superiore con impedenza pari a 100 Ohm +/- 5%
  - l'attestazione deve essere eseguita a "regola d'arte" con tutti gli accessori necessari e soprattutto eseguita da tecnici specializzati del settore,
  - Il cablaggio dovrà essere realizzato nel pieno rispetto degli standard nazionali ed internazionali e delle normative vigenti al fine di ottenere un alto grado di sicurezza e funzionalità, nonché permettere, nel caso di malfunzionamento dell'impianto, una facile e rapida determinazione delle cause. Le Normative di riferimento, emanate dai seguenti organismi ANSI, ISO, ISO-IEC, IEEE, ITU-T, ETSI, EN, CEI sono:
    - norme CEI-UNI-UNEL(Unificazioni)
    - prescrizioni ENEL/Telecom/VV.FF./ecc.
    - il sistema dovrà essere facile da utilizzare e sarà immediatamente operativo;
    - il sistema dovrà consentire grande facilità di intervento in caso di modifica o riconfigurazione;
    - il sistema di cablaggio deve poter permettere la rapida riconfigurazione delle prese telematiche, sia per quanto riguarda la posizione fisica dell'utente sia per eventuali modifiche di utilizzo (da fonia a dati e viceversa), tutto ciò agendo unicamente sulla configurazione dei cavi di permutazione (patch cord), senza richiedere l'intervento di personale specializzato;
    - ciascun elemento dovrà essere chiaramente riconoscibile, poiché sarà singolarmente marchiato ed identificato con una etichetta permanente con la sigla dell'elemento stesso, che avrà corrispondenza nella documentazione del cablaggio;
    - il sistema dovrà essere adeguatamente strutturato nei suoi segmenti componenti, in modo da garantire la massima affidabilità di funzionamento;
    - dovrà essere ad alta affidabilità, prevedendo le relative ridondanze nelle connessioni e nelle alimentazioni elettriche degli apparati attivi;
    - dovrà essere tecnologicamente avanzato ed in grado di assorbire ed integrare nella sua struttura di base i prodotti tecnologici, che si presenteranno sul mercato negli anni a venire;
    - verrà fornito di permutatori tra linee di piano e linee di interpiano con commutazione manuale rapida (come patch cord con presa telematica tipo RJ45);



- tutti gli apparecchi ed i materiali impiegati devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono, in particolare resistere alle sollecitazioni meccaniche, chimiche o termiche alle quali possono essere esposti durante l'esercizio,
- i materiali e gli apparecchi, per i quali è prevista la concessione del marchio di qualità, devono essere muniti di detto marchio (IMQ o equivalente in sede comunitaria),
- i materiali e gli apparecchi, per i quali è prevista la concessione del contrassegno CE, devono essere muniti di tale contrassegno,
- Onde evitare che il sistema di cablaggio degradi le caratteristiche del sistema, dovranno essere seguite le direttive emesse dalla Comunità Europea in termini di Compatibilità Elettromagnetica [direttiva CEE 89/336 e legge di attuazione della direttiva CEE 92/31, normative CEI EN 50081, EN 50082], anche se il cablaggio di edificio, viene considerato come un sistema passivo e quindi non soggetto ad essere testato individualmente sulle norme EMC.

#### **Cavi in rame**

Ogni punto utenza in Cat 6 UTP (Classe A) dovrà essere collegato alla rispettiva attestazione sul pannello dell'armadio di distribuzione tramite un cavo di impedenza nominale pari a 100 Ohm, Unshielded Twisted Pair (UTP) a 4 coppie intrecciate da 24 AWG di conduttore in rame solido, a bassa emissione di gas tossici e fumi opachi ritardante la fiamma secondo le normative IEC 60332-1, IEC 61034 e IEC 60754. La struttura dovrà prevedere un setto separatore a croce per ottimizzare le prestazioni ed i conduttori in rame solido saranno dotati di una superficie striata atta ad ottimizzare le prestazioni di Return Loss. Le caratteristiche di detti cavi dovranno essere testate ed omologate da un laboratorio terzo autorizzato e situato in Europa.

#### **Cavi in Fibra ottica**

Le Fibre Ottiche richieste sono:

50/125 nm MMF di tipo OM4 12 fibre con banda di 3500 MHz\*km con laser a 850 micron

Vengono richiesti inoltre:

- Cassetti ottici OM4 SC per 12 fibre;
- La tabella seguente contiene i requisiti minimi richiesti:
- devono essere conformi allo standard ISO/IEC 11801-2
- devono essere di tipo loose tube con rinforzi in fibre aramidiche
- devono essere classificati Cca-s1b,d1,a1 (in conformità norma CEI-UNEL 35016:2016, in base alla tipologia del luogo di impiego ai sensi della CEI 64-8)
- devono prevedere una protezione antiroditore
- devono possedere la "Garanzia di Componente" gratuita, per una durata non inferiore ai 5 anni dalla data di installazione, emessa direttamente del produttore dei componenti di

cablaggio, comprensiva della fornitura in sostituzione gratuita di componenti difettosi e dei costi di manodopera necessari al ripristino della piena funzionalità della rete

### **pannelli di permutazione**

I pannelli di permutazione (patch panel) per l'attestazione dei cavi in rame U/UTP saranno installati all'interno degli armadi a rack per la distribuzione del cablaggio orizzontale.

I patch panel forniti sono composti da un pannello dotato di una struttura metallica modulare a 24 fori atti a contenere prese modulari RJ45 Cat. 6A U/UTP.

Si dovrà prevedere la fornitura e l'installazione di un numero di supporti passacavo pari al 50% dei pannelli di permutazione più uno.

Di seguito le caratteristiche tecniche e funzionali dei patch panel:

- struttura metallica a 1U con supporto rack 19" e 24 fori per RJ45;
- devono essere conformi allo standard ISO/IEC 11801-2
- devono essere conformi allo standard ANSI/TIA-568-C.2
- devono essere dotati di spazio bianco per l'apposizione di etichette stampate
- l'hardware di connessione (prese/connettori, permutatori, connessioni) deve essere di tipo a perforazione di isolante con cavo terminato su jack modulare ad otto posizioni di Cat. 6A non schermato

### **pannelli di permutazione ottica**

I cavi di ottici dovranno essere attestati su pannelli di permutazione ottica (patch panel) che rappresentano il punto di interfaccia verso gli apparati attivi.

Si dovrà prevedere la fornitura e l'installazione di un numero di supporti passacavo pari al 50% dei pannelli di permutazione ottica più uno.

Di seguito le caratteristiche tecniche e funzionali dei patch panel:

- struttura metallica 1U con supporto rack 19"
- vassoio portabussole a scorrimento orizzontale agevolato, reclinabile a 45°
- provvisto di accessori per la gestione delle fibre (rotelle, pressacavi, supporti per giunti a fusione)
- alloggiamento per minimo 12 fibre
- connettori passanti tipo SC di colore beige
- ogni porta di connessione ottica dovrà essere provvista di numerazione e dovrà avere una superficie scrivibile per l'identificazione delle porte

Per l'attestazione della fibra saranno utilizzati connettori pre-intestati su "pig tail", i quali, successivamente, saranno saldati in campo sui cavi di dorsale mediante giuntatrice a fusione.

I pig tail dovranno essere costituiti da un cavo in fibra ottica di tipo tight di 1m di lunghezza, preventivamente connettorizzato in fabbrica col connettore vero e proprio e conformi alle normative IEC60874-1 Metodo 7.

### **Le prese rame lato posto di lavoro**

Le prese utente destinate al collegamento di trasmissione dati e telefoni saranno di tipo RJ45 non schermate Cat. 6A UTP, provviste da 8 contatti IDC in bronzo fosforoso per l'accoppiamento con il plug realizzati con una placcatura in oro su nickel.

Il connettore dovrà riportare gli identificativi per la doppia codifica di connettorizzazione secondo le convenzioni 568A o 568B (UNIVERSAL WIRING). Il singolo connettore dovrà essere corredato da un opportuno adattatore per serie civili in abbinamento ad eventuali placche elettriche da installare.

Le prestazioni delle prese saranno tali da ottenere i valori indicati nel documento ISO 11801 – 2<sup>a</sup> Edizione.

### **cordoni di permutazione**

I cordoni di permutazione e di connessione da installare in ciascun armadio saranno di tipo RJ45/RJ45 maschi Cat. 6A UTP, di impedenza 100 a quattro coppie ritorte con otto fili di connessione, schermati e incrociati con guaina Halogen Free e coperchietti grigi recanti il logo originale del costruttore alle estremità.

I conduttori devono essere di diametro 24 AWG di tipo trefolato. Le prestazioni dei cordoni devono essere conformi a quanto specificato nella ISO/IEC 11801\_2<sup>a</sup> edizione e ISO 15018 draft per Splitter Cords. Sono previste ed installate tutte le patch per la connettorizzazione dei vari pannelli e degli apparati attivi, comprese quelle necessarie alla permutazione delle prese telefoniche quest'ultime, nel caso in cui non venga fornita la centrale telefonica e gli apparecchi terminali, saranno contenute in imballi adeguati e consegnate al Committente il quale indicherà il luogo ove effettuare tale immagazzinamento, tale luogo sarà individuato all'interno del fabbricato oggetto dell'appalto e/o all'interno di un edificio dell'attuale presidio ospedaliero.

### **Prove controlli e certificazione dei collegamenti in rame**

Tale certificazione dovrà essere effettuata su tutti i collegamenti installati. Per collegamento si intende il "Permanent Link"; un collegamento che consta di un cavo a 4 coppie ritorte e di una presa RJ45 ad ogni estremità che consente un punto di interruzione nel collegamento.

Le misure descritte e i limiti di collaudo scelti sono quelli stabiliti nelle norme ISO/IEC 11801 – 2<sup>a</sup> Edizione - Classe E e EIA/TIA 568-B in modalità Permanent Link.

Il tester dovrà essere conforme alle specifiche del livello III Permanent Link e Channel dello standard IEC 61935 che descrive le specifiche richieste da un apparecchio di collaudo da campo dotato di iniettore bidirezionale.

I rapporti di ogni collegamento fornirà informazioni dettagliate in merito a:

- il nome della struttura e/o cliente finale
- il nome dell'operatore e/o della società
- la data
- il tipo di cavo utilizzato
- le norme di collaudo utilizzate
- la marca, il tipo e il numero di serie dell'apparecchio di collaudo utilizzato

L'installatore si impegnerà a riportare i valori dei parametri in conformità alla normativa ISO/IEC 11801 – 2ª Edizione - Classe E. Il collaudo effettuato dovrà essere documentato in formato cartaceo con riepilogo dell'intera verifica, conformità e certificazione, così come su supporto elettronico.

#### **5.10 IMPIANTO MULTIMEDIALE**

La disposizione delle apparecchiature relative a questi impianti è riportata nella serie di piante riservate agli impianti speciali (correnti deboli);

L'impianto dovrà poter svolgere le seguenti funzioni:

- Proiettare le immagini live su un apposito telo di proiezione installato al piano terra (sala multimediale), provenienti dalla camera installata sulla copertura dell'edificio;

Specifiche prodotti:

Videocamera da esterno con ripresa a 360° di tipo PoE;

Videoproiettori con tecnologia laser per proiezioni immagini a 180°;

Di seguito si riporta la documentazione richiesta in fase di progettazione



■ AUDIO ■ VIDEO ■ MULTIMEDIA ■



Per questa soluzione servono i seguenti prodotti:

- Nr. 01 videocamera da esterno con ripresa a 360° completa di accessori
- Nr. 03 videoproiettori ad ottica ultra corta con tecnologia la laser, una luminosità di 5.000 Ansi Lumens, la possibilità di lavorare fino a 24 ore al giorno per 7 giorni alla settimana;
- Nr. 03 supporti per il sostegno del videoproiettore;
- Nr. 03 extender di segnale
- Nr. 01 mediaplayer con software in grado di elaborare i segnali della videocamera, e contemporaneamente gestire la videoproiezione curva con videoproiettori;
- Nr. 01 schermo curvo a 180° con diametro 5mt completo di sostegno per stare in piedi da solo.
- Accessori vari

**Complessivamente la proiezione immersiva ha un costo di € 36.500,00+ IVA**

Anche per questa soluzione il budget è solamente per i prodotti senza nessun tipo di progettazione, installazione, configurazione, programmazione, test e collaudo.

Resto a disposizione per eventuali chiarimenti.

Ponte San Nicolò 17/05/2021

**RC SISTEMI AUDIOVISIVI S.R.L.**  
Via Guido Rossa, 11  
35020 PONTE SAN NICOLÒ (PD)  
Partita IVA e Cod. Fisc. 0220333028  
Tel. 049.8960840 - Fax 049.8961861  
www.rcsistemi.it - info@rcsistemi.it

■ RC SISTEMI AUDIOVISIVI S.R.L.

• Via G. Rossa, 11 • 35020 Roncaglia di Ponte S. Nicolò (PD) • Tel. 049.8960840 • Fax 049.8961861 • www.rcsistemi.it • info@rcsistemi.it  
• P.iva 02203330283 • Reg. Imp. di Padova n. 060-31303 • R.E.A. di Padova 214421 • SDI: 78KHYYTW

## **6 VERIFICHE PROVE PRELIMINARI E COLLAUDI**

### **6.1 VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI IMPIANTI ELETTRICI**

Per verifiche e prove preliminari si intendono tutte quelle operazioni, prestazioni d'opera e controlli mirati a rendere l'impianto perfettamente funzionante e rispondente alle prescrizioni contrattuali ed alla buona regola d'arte.

Comprendono il controllo della corrispondenza dei materiali forniti alle prescrizioni di contratto e le prove prima delle finiture richieste dalla S.A. e/o dalla D.L. facenti parte delle norme CEI 64-8 e 17-113, 17-114, 17-115, 17-116, 17-117 e 17-118 per i quadri B.T. e delle altre norme applicabili agli impianti oggetto del presente appalto. Le verifiche saranno eseguite in contraddittorio con l'APPALTATORE e verbalizzate. I risultati delle prove saranno inoltre riportati nel verbale di collaudo provvisorio, redatto e firmato all'APPALTATORE. Di ciascuna verifica e prova preliminare dovrà essere avvisata per iscritto e con almeno una settimana lavorativa di anticipo la D.L..

### **6.2 VERIFICHE DELL'IMPIANTO**

#### **6.2.1 GENERALITA'**

Le verifiche dell'impianto elettrico sono condotte secondo le indicazioni del capitolo 61 della norma CEI 64-8:

- art. 611. Esame a vista;
- art. 612. Prove.

#### **6.2.2 ESAME A VISTA**

L'esame a vista (Norma CEI 64-8), eseguito con l'impianto fuori tensione, ha lo scopo di accertare la corretta esecuzione dell'impianto prima della prova. L'esame a vista dell'impianto elettrico è condotto sulla base del progetto ed ha lo scopo di verificare che gli impianti siano realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle norme vigenti; l'esame può essere eseguito sia durante la realizzazione dell'impianto o alle fine dei lavori. L'esame vista dell'impianto comprende i seguenti controlli relativi a:

- analisi del progetto;
- verifica qualitativa dei componenti dell'impianto.;
- verifica quantitativa dei componenti dell'impianto;
- controllo della sfilabilità dei cavi e delle dimensioni dei tubi e dei condotti;
- verifica dell'idoneità delle connessioni dei conduttori;
- verifica dei tracciati per le condutture incassate;
- verifica dei gradi di protezione degli involucri;
- controllo preliminare dei collegamenti a terra;
- controllo dei provvedimenti di sicurezza nei servizi igienici;
- controllo dell'idoneità e della funzionalità dei quadri elettrici;
- controllo dell'idoneità, funzionalità e sicurezza degli impianti ausiliari;

- controllo delle sezioni minime dei conduttori e dei colori distintivi;
- verifica per gli apparecchi per il comando e l'arresto di emergenza;
- presenza e corretta installazione dei dispositivi di sezionamento e di comando.

### **Verifica qualitativa e quantitativa**

La verifica qualitativa e quantitativa dei componenti dell'impianto ha lo scopo di verificare:

- la rispondenza qualitativa dei materiali ed apparecchiature impiegate siano rispondenti alle prescrizioni del capitolato speciale d'appalto ed ai dati di progetto, accertando la consistenza quantitativa e il funzionamento;
- la conformità delle indicazioni riportate negli schemi e nei piani d'installazione: individuando l'ubicazione dei principali componenti, la conformità delle linee di distribuzione agli schemi, la conformità dei punti di utilizzazione ai piani d'installazione, l'univocità d'indicazione tra schemi e segnaletica applicata in loco;
- la compatibilità con l'ambiente: accertando che tutti i componenti elettrici siano stati scelti e collocati tenendo conto delle specifiche caratteristiche dell'ambiente e siano tali da non provocare effetti nocivi sugli altri elementi esistenti nell'ambiente;
- accessibilità che deve essere: agevole per tutti i componenti con pannelli di comando, misura, segnalazione manovra; possibile, eventualmente con facili operazioni di rimozione di ostacoli, per i componenti suscettibili di controlli periodici o di interventi manutentivi (scatole, cassette, pozzetti di giunzione o connessione, ecc).

L'accertamento della garanzia di conformità è data dal marchio IMQ (Marchio Italiano di Qualità) o altri marchi equivalenti, in caso contrario l'impresa deve fornire apposita certificazione.

### **Verifica della sfilabilità dei cavi e controllo delle dimensioni dei tubi e dei condotti**

La verifica della sfilabilità dei cavi consiste nell'estrarre un cavo dal tratto di tubo protettivo, incassato o a vista, compreso tra due cassette o scatole successive e nell'osservare se questa operazione abbia danneggiato il cavo stesso. La verifica deve essere effettuata preferibilmente sui tratti di tubo non rettilinei e deve essere estesa a tratti di tubo per una lunghezza compresa tra l'1% e il 5% della totale lunghezza dei tubi

degli impianti utilizzatori presi in esame; in caso di esito non favorevole, fermo restando l'obbligo per l'installatore di modificare gli impianti, la prova dovrà essere ripetuta su di un numero di impianti utilizzatori doppio rispetto al primo campione scelto; qualora anche la seconda prova fornisse esito sfavorevole la verifica della sfilabilità dovrà essere ripetuta su tutti gli impianti utilizzatori. Il controllo deve verificare che i tubi abbiano diametro interno maggiore di 10 mm e che in generale sia almeno uguale a 1,3 volte il diametro circoscritto al fascio di cavi contenuti entro i tubi. Per le condutture costituite da canalette la superficie interna della sezione retta degli

alloggiamenti dei cavi elettrici deve essere almeno uguale al doppio della superficie della sezione retta dei cavi contenuti.

Tabella. 82.1. Dimensioni dei tubi protettivi flessibili e rigidi in PVC

Grandezza	Tubi flessibili in PVC		Tubi rigidi in PVC	
	Diametro esterno D (mm)	Diametro interno min d (mm)	Diametro esterno D (mm)	Diametro interno min d (mm)
16	16	10,7	16	13,0
20	20	14,1	20	16,9
25	25	18,3	25	21,4
32	32	24,3	32	27,8
40	40	31,2	40	35,4
50	50	39,6	50	44,3
63	63	50,6	63	56,5

### Verifica dei gradi di protezione degli involucri (protezioni contro i contatti diretti)

La verifica dei gradi di protezione degli involucri ha lo scopo di verificare che tutti i materiali, gli apparecchi e le macchine installati in ambienti speciali (acqua e/o polvere) abbiano grado di protezione adeguato ai fini della sicurezza, della funzionalità e della durata e/o conforme alle prescrizioni del progetto o del capitolato; per la verifica si farà riferimento alla Norme CEI-64.8. e CEI 70-1. Il grado di protezione è indicato con le lettere IP (International Protection) seguite da due cifre indicanti la prima il grado di protezione delle persone contro il contatto con gli elementi in tensione e la penetrazione dannosa dell'acqua, es. IP 55. Quando una delle due cifre è sostituita da una X (es. IP4X o IPX4), significa che il materiale garantisce soltanto un tipo di protezione. Lo 0 indica nessun grado di protezione., es IP20, indica l'assenza di protezione dalla penetrazione dell'acqua. I componenti con grado di protezione inferiore a IP 20 non possono essere installati in ambienti interni ordinari accessibili a personale non addestrato. La norma CEI 70-1 stabilisce inoltre che i gradi di protezione superiori soddisfano i requisiti dei gradi protezione inferiori.

### Controllo dei collegamenti a terra

Le verifiche dell'impianto di terra sono descritte nelle norme per gli impianti di messa a terra (Norme CEI 64-8 e CEI 11-1). Si devono effettuare le seguenti verifiche:

- identificazione dei conduttori di terra e di protezione (PE) ed equipotenziali (EQ). Ha lo scopo di accertare che l'isolante e i collari siano colore giallo-verde. Si intende che andranno controllate sezioni, materiali e modalità di posa nonché lo stato di conservazione sia dei conduttori stessi che delle



- giunzioni. Si deve inoltre controllare che i conduttori di protezione assicurino il collegamento tra i conduttori di terra e il morsetto di terra degli utilizzatori fissi e il contatto di terra delle prese a spina;
- misurazione del valore di resistenza di terra dell'impianto, utilizzando un dispersore ausiliario ed una sonda di tensione con appositi strumenti di misura o con il metodo voltamperometrico. La sonda di tensione e il dispersore ausiliario vanno posti ad una sufficiente distanza dall'impianto di terra e tra loro; si possono ritenere ubicati in modo corretto quando sono sistemati ad una distanza dal suo contorno pari a 5 volte la dimensione massima dell'impianto stesso; quest'ultima nel caso di semplice dispersore a picchetto può assumersi pari alla sua lunghezza. Una pari distanza va mantenuta tra la sonda di tensione e il dispersore ausiliario;
  - collegamenti: Si deve controllare che tutte le masse (compresi gli apparecchi illuminanti), i poli di terra delle prese a spina e tutte le masse estranee presenti nell'area dell'impianto siano collegate al conduttore di protezione;
  - continuità: Bisogna accertarsi della continuità del conduttore di protezione e l'assenza di dispositivi di sezionamento o di comando;
  - tracciato e sezionabilità: I conduttori di protezione devono, in linea di massima, seguire il tracciato dei conduttori di fase e dipartirsi dalle scatole di derivazione per consentirne il sezionamento in caso di guasti;
  - sezione del conduttore protezione-neutro (PEN): Il controllo a vista dei componenti del dispersore deve essere effettuato in corso d'opera, in caso contrario è consigliabile eseguire dei sondaggi.

### **Controllo dei provvedimenti di sicurezza nei servizi igienici (bagno e doccia)**

Il controllo ha lo scopo di accertare l'idoneità delle misure di sicurezza contro eventuali pericoli da contatti diretti e indiretti nei locali da bagno e doccia, considerati a maggiore rischio elettrico.

Nelle varie zone dei locali igienici possono essere installati le seguenti apparecchiature:

Nella ZONA 0 è vietata l'installazione di qualsiasi componente elettrico;

Nella ZONA 1 si possono installare soltanto scaldacqua (con marchio IMQ) ed altri utilizzatori fissi alimentati a bassissima tensione di sicurezza con tensione nominale non superiore a 25V e grado di protezione non inferiore a IP X4;

Nella ZONA 2 si possono installare, oltre agli utilizzatori possibili nella zona 1, anche apparecchi illuminanti fissi, di classe II e grado di protezione non inferiore a IP X4. Sono ammesse le sole condutture di alimentazione degli utilizzatori qui ubicati, che devono avere isolamento equivalente alla classe II in tubi non metallici ed essere incassate, salvo l'ultimo tratto in prossimità dell'utilizzatore che deve essere il più breve possibile. Nessuna limitazione invece prevista per le condutture incassate ad una profondità superiore a 5 cm. Nella zona non è ammessa l'installazione di apparecchi di comando, derivazione o protezione (interruttore, prese, scatole di derivazione, ecc.). Gli infissi metallici a contatto con i ferri d'armatura delle strutture in calcestruzzo armato debbono essere collegati al conduttore equipotenziale;

Nella ZONA 3 si può realizzare un impianto ordinario con condutture incassate in tubi non metallici aventi isolamento equivalente alla classe II. I componenti elettrici devono avere grado di protezione minimo IP X1.

Tutto ciò premesso vanno controllati:

- collegamenti equipotenziali delle tubazioni. Deve accertarsi il collegamento al morsetto di terra di tutte le tubazioni e delle masse estranee;
- conduttori equipotenziali e mezzi di connessione alle masse estranee;
- prese ed apparecchi di comando. Va verificata la loro assenza fuori dalle zone 0, 1, 2 e l'esistenza di interruttore differenziale;
- apparecchi illuminanti;
- scaldacqua elettrico. Deve essere verificato il marchio (IMQ) e il collegamento breve con cavo munito di guaina se ubicato nella zona 1;
- condutture. Deve essere verificata l'assenza di scatole di derivazione fuori dalle zone 0, 1, 2, e le linee in tubo di materiale isolante  $\leq 5$ cm.

Le conduttore ed i componenti incassati ad una profondità superiore a 5 cm vanno considerati fuori dalle zone pericolose.

#### **Verifica delle condutture, cavi e connessioni**

La verifica ha lo scopo di verificare che nell'esecuzione dell'impianto siano state rispettate le prescrizioni minime riguardo a;

- sezioni minime dei conduttori rispetto alle prescrizioni del capitolato speciale d'appalto delle norme CEI:
  - o 1, 5 mm<sup>2</sup>: cavi unipolari isolati in PVC, posati in tubi o canalette ;
  - o 0,5 mm<sup>2</sup> : circuiti di comando, segnalazione e simili, ecc.;
- colori distintivi :
  - o colore giallo-verde per i conduttori di protezione e di collegamento equipotenziali;
  - o colore blu chiaro per il neutro
  - o altri colori (marrone, nero, grigio) per i conduttori di fasi diverse;
- idoneità delle connessioni dei conduttori e degli apparecchi utilizzatori. Devono essere verificati le dimensioni idonee dei morsetti rispetto al conduttore serrato, le scatole di derivazione e le modalità di connessione. Sono vietate le giunzioni fuori scatola o entro i tubi di protezione.

Tabella 82.2. - Caratteristiche fondamentali dei morsetti e sezioni dei conduttori serrabili (Norma CEI 23-21)

Grandezza del morsetto	Conduttori serrabili			Massima forza applicabile al conduttore in estrazione (N)
	Rigidi (mm <sup>2</sup> )	flessibili	Flessibili (mm <sup>2</sup> )	
0	-		1	30
1	1,5		1,5	40
2	2,5		2,5	50
3	4		4	50
4	6		6	60
5	10		6	80
6	16		10	90
7	25		16	100
8	35		25	120

La verifica deve riguardare anche il grado di isolamento dei cavi rispetto alla tensione di esercizio. Per le prese di corrente, incassate o sporgenti, deve essere verificata che la distanza dell'asse geometrico delle spine risulti orizzontale e distante almeno 17,5 cm dal pavimento.

#### **Verifica dei dispositivi di sezionamento e di comando**

La norma CEI 64-8 distingue quattro fondamentali funzioni dei dispositivi di sezionamento e di comando: sezionamento o interruzione per motivi elettrici, interruzione per motivi non elettrici, comando funzionale e comando di emergenza. La verifica dei dispositivi di sezionamento ha lo scopo di accertare la presenza e corretta installazione dei dispositivi di sezionamento e di comando, al fine di consentire di agire in condizioni di sicurezza durante gli interventi di manutenzione elettrica ad altro sugli impianti e macchine. In questa verifica dovranno essere controllati:

- l'interruttore generale, verificando la sua presenza all'inizio di ogni attività di impianto e la sua idoneità alla funzione di sezionamento;
- gli interruttori divisionali, verificando il loro numero e la loro idoneità alla funzione di sezionamento;
- gli interruttori di macchine installati in prossimità delle macchine pericolose per il pubblico e gli operatori (scale mobili, ascensori, nastri trasportatori, macchine utensili, impianti di lavaggio auto, ecc.).

La verifica dei dispositivi di comando per l'arresto di emergenza ha lo scopo di accertare la possibilità di potere agire sull'alimentazione elettrica per eliminare i pericoli dipendenti dal malfunzionamento di apparecchi, macchine o impianti. In questa verifica dovranno essere controllati:

- gli interruttori d'emergenza a comando manuale, accertando la loro presenza a portata di mano nei pressi di macchine o apparecchi pericolosi;
- apparecchi d'emergenza telecomandati

Sono oggetto di verifica: a) interruttori, prese, quadri, scatole di derivazione, apparecchi illuminanti; b) condutture; c) involucri protetti; d) numero dei poli degli interruttori; e) interruttore generale f) impianto di messa a terra

### **Verifica del tipo e dimensionamento dei componenti dell'impianto e della apposizione dei contrassegni di identificazione**

Si deve verificare che tutti i componenti dei circuiti messi in opera nell'impianto utilizzatore siano del tipo adatto alle condizioni di posa e alle caratteristiche dell'ambiente, nonché correttamente dimensionati in relazione ai carichi reali in funzionamento contemporaneo, o, in mancanza di questi, in relazione a quelli convenzionali. Per cavi e conduttori si deve controllare che il dimensionamento sia fatto in base alle portate indicate nelle tabelle CEI-UNEL; inoltre si deve verificare che i componenti siano dotati dei debiti contrassegni di identificazione, ove prescritti.

### **Collocazione ottimale dei terminali degli impianti elettrici di comando e di segnalazione**

Gli apparecchi elettrici, i quadri generali, le valvole e i rubinetti di arresto delle varie utenze, i regolatori degli impianti di riscaldamento e condizionamento, nonché i campanelli, pulsanti di comando ed i citofoni, devono essere per tipo e posizione planimetrica ed altimetrica, tali da permettere un uso agevole anche da parte della persona su sedia a ruote; devono, inoltre, essere facilmente individuabili anche in condizioni di scarsa visibilità, mediante l'impiego di piastre o pulsanti fluorescenti, ed essere protetti dal danneggiamento per urto. Gli interruttori inoltre devono essere azionabili con leggere pressioni e preferibilmente del tipo a tasto largo rispetto a quelli normali, per facilitare i portatori di handicap.

Le indicazioni contenute nel D.M. n. 236/1989 consigliano che i terminali degli impianti siano collocati ad un'altezza compresa tra 40 e 140 cm dal pavimento.

In particolare si ha:

- interruttori: altezza tra 60 e 140 cm (consigliata tra 75 e 140 cm);
  - campanello e pulsante di comando: altezza tra 40 e 140 cm (consigliata tra 60 e 140 cm) ;
  - pulsanti bottoniere ascensori : altezza tra 110 e 140 cm. Altezza consigliata per il pulsante più alto 120 cm;
  - prese luce: altezza tra 45 e 115 cm (consigliata tra 60 e 110 cm);
  - citofono: altezza tra 110 e 130 cm (consigliata 120 cm);
  - telefono: altezza tra 100 e 140 cm (consigliata 120 cm).
- I terminali degli impianti elettrici, in tutti gli ambienti, vanno collocati in posizione facilmente percettibile visivamente ed acusticamente.

### **6.2.3 PROVE DI VERIFICA E CONTROLLI**

La prova consiste nell'effettuazione di misure o di altre operazioni per accertare l'efficienza dell'impianto. La misura è accertata mediante idonea strumentazione, le prove possono riguardare:

- prova della continuità dei conduttori di protezione compresi i conduttori equipotenziali principali e supplementari;
- misura della resistenza dell'isolamento dell'impianto elettrico;
- misura della resistenza d'isolamento dei pavimenti e delle pareti;
- verifica della separazione dei circuiti;
- verifica della protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione;
- prova di polarità;
- prova di tensione applicata;
- prove di funzionamento alla tensione nominale;
- verifica della protezione contro gli effetti termici;
- verifica caduta di tensione.

#### **Prova della continuità dei conduttori di protezione**

La prova della continuità dei conduttori di protezione (Norma CEI 64-8, art. 612.2) consiste nell'accertare la continuità dei conduttori di protezione (PE), del neutro con funzione anche di conduttore di protezione (PEN), dei collegamenti equipotenziali principali (EQP) e supplementari (EQS) e sui conduttori terra (CT).

#### **Prova di funzionamento alla tensione nominale**

La prova di funzionamento alla tensione nominale (Norma CEI 64-8, art. 612.9) ha lo scopo di verificare che le apparecchiature, i motori con i relativi ausiliari, i comandi ed i blocchi funzionino regolarmente senza difficoltà né anomalie, sia in fase di spunto che di funzionamento gravoso.

Devono essere sottoposti a misure di tensione in ingresso tutti i quadri generali, i quadri principali ed i quadri di zona e di reparto e tutte le macchine con potenza superiore a 10 kVA, gli impianti di illuminazione con lampada scarica sia a catodo caldo che a catodo freddo.

#### **Prova d'intervento dei dispositivi di sicurezza e di riserva**

La prova d'intervento dei dispositivi di sicurezza e di riserva (Norma CEI 64-8, art. 612.9) ha lo scopo di accertare che i generatori e gli automatismi destinati a garantire l'alimentazione di apparecchi o parti d'impianto destinati alla sicurezza o alla riserva entrino tempestivamente in funzione fornendo valore di tensione, frequenza e forma d'onda conformi alle previsioni di progetto.

La prova è di carattere preliminare e serve a verificare la correttezza dell'installazione dei collegamenti. In particolare l'analisi deve riguardare:

- alimentatori non automatici, verificando i valori di tensione e forma d'onda secondo le previsioni di progetto;
- alimentatori automatici di continuità, verificando i valori di tensione di frequenza e forma d'onda progettuali anche nel periodo transitorio e di commutazione fra rete e alimentazione di sicurezza;
- alimentatori ad interruzione breve, verificando il raggiungimento dei valori nominali di

tensione di frequenza e forma d'onda nei limiti e nei tempi stabiliti dal progetto o da specifiche norme tecniche;

- alimentatori ad interruzione lunga, verificando i valori di tensione, di frequenza e forma d'onda conformi al progetto assunti entro 15 secondi dall'alimentazione di rete.

La prova deve essere estesa a tutti i dispositivi di sicurezza e di riserva di sicurezza la cui messa in servizio deve essere provocata automaticamente per mancanza di tensione di rete escludendo i casi in cui occorre procedere a commutazione manuale.

#### **Prova d'intervento degli interruttori differenziali**

La prova d'intervento degli interruttori differenziali (Norma CEI 64-8, art. 612.6.1 e 612.9) ha lo scopo di accertare il corretto funzionamento degli impianti protetti da interruttori automatici differenziali con l'impianto completo dei principali utilizzatori fissi. La prova deve essere effettuata provando nel punto campionato una corrente controllata di dispersione pari a  $0,5 I_{\Delta n}$ , il differenziale non deve intervenire. Aumentando la corrente di dispersione fino a  $1,1 I_{\Delta n}$ , il differenziale deve intervenire.

#### **Misura della resistenza d'isolamento dell'impianto**

La misura della resistenza d'isolamento dell'impianto (Norma CEI 64-8, art. 612.3) ha lo scopo di accertare che la resistenza d'isolamento di ciascun tronco di circuito compresa fra due interruttori sia adeguata ai valori prescritti dalle norme CEI. La resistenza deve essere misurata ad impianto sezionato tra ogni coppia di conduttori attivi e tra ogni conduttore attivo e la terra. Gli utilizzatori fissi devono essere sezionati o scollegati. Nei sistemi TN-C il conduttore PEN va considerato come facente parte dell'impianto di terra. Se l'impianto comprende dispositivi elettronici, si esegue solo la misura d'isolamento tra i conduttori attivi collegati insieme e la terra.

#### **Misura della resistenza del dispersore**

a) dispersore di piccola e media estensione nei sistemi TT:

La misura della resistenza del dispersore (Norma CEI 64-8, art. 612.6.2.) ha lo scopo di accertare che il valore della resistenza di terra sia adeguato alle esigenze d'interruzione delle correnti di guasto a terra. In particolare l'analisi deve riguardare:

- il dispersore principale scollegato dall'impianto di protezione e dai dispersori ausiliari, accertando che  $R_T \leq 50/I_a$ ;

- il dispersore principale collegato dall'impianto di protezione e dai dispersori ausiliari, accertando che  $R_T \leq 50/I_a$ ;

La resistenza del dispersore può essere misurata con strumenti che utilizzano il metodo voltamperometrico diretto o indiretto con tensione di alimentazione a vuoto di  $125 \div 220$  V elettricamente separata dalla rete con neutro a terra.

b) dispersore di grandi dimensioni:

La resistenza del dispersore può essere misurata con il metodo del dispersore ausiliario

**Misura dell'impedenza totale dell'anello di guasto**

La misura dell'impedenza totale dell'anello di guasto (norma CEI 64-8, art. 612.6.3.) ha lo scopo di accertare che il valore dell'impedenza dell'anello di guasto sia adeguata alle esigenze d'interruzione della corrente di guasto a terra.

**Misura della resistenza di corto circuito tra fase e neutro**

La misura della resistenza di corto circuito tra fase e neutro e valutazione (per eccesso) della corrente presunta di corto circuito (Norma CEI 64-8) ha lo scopo di accertare che il potere d'interruzione degli apparecchi destinati alla protezione contro il corto circuito non sia sufficiente.

La resistenza di corto circuito va misurata all'ingresso dei quadri, a monte dell'interruttore generale tra fase e neutro con il metodo a prelievo controllato di corrente.

**Misura della caduta di tensione**

La misura della caduta di tensione ( $\Delta V$ ), allo studio della norma CEI-64-8, art. 612.11, ha lo scopo di accertare che le cadute di tensione con l'impianto percorso dalle correnti d'impiego siano contenute entro il 4% qualora non sia stato diversamente specificato nel capitolato speciale d'appalto.

Le misure vengono effettuate con voltmetri elettrodinamici o elettronici aventi classe di precisione non inferiore a 1 quando l'impianto è regolarmente in funzione in orario di punta oppure con simulazione di carico equivalente alle condizioni nominali. Tutte le tensioni devono essere misurate contemporaneamente.

**Calcoli di controllo****Controllo del coefficiente di stipamento**

Il controllo del coefficiente di stipamento ha lo scopo di verificare la corretta posa in opera dei cavi, valutando se i parametri rispettano le prescrizioni delle norme CEI 64-8. L'analisi dovrà riguardare:

- condutture entro tubi incassati sotto intonaco: il diametro interno del tubo deve essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti con un minimo di 10 mm;
- condutture entro tubi a vista: il diametro interno del tubo deve essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti con un minimo di 10 mm;
- condotti circolari: il diametro interno del condotto deve essere almeno 1,8 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti con un minimo di 15 mm;
- condutture in canalette, canali e passarelle a sezione non circolare: la superficie interna delle canalette e dei canali deve essere almeno il doppio della superficie retta occupata dal fascio di cavi.

I dati di calcolo vanno desunti dalle caratteristiche dimensionali nominali dei tubi e dei cavi elettrici.

Il cerchio e la sezione retta circoscritti ai fasci di cavi contenuti possono essere valutati sperimentalmente.

**Controllo del coordinamento fra correnti d'impiego e portate dei conduttori**

Il controllo ha lo scopo di verificare il corretto dimensionamento dei conduttori in relazione alle correnti d'impiego alle portate dei conduttori ed i dispositivi di protezione contro i sovraccarichi installati.

L'analisi dovrà riguardare:

- i circuiti terminali di allacciamento di un solo utilizzatore;
- i circuiti dorsali o principali;
- le portate dei conduttori;
- la protezione dei conduttori dal sovraccarico nei casi previsti dalla norma CEI 64-8.

#### **Controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito e poteri di interruzione degli apparecchi**

Il controllo del coordinamento fra correnti di corto circuito e poteri di interruzione degli apparecchi ha lo scopo di verificare che gli apparecchi installati siano idonei a funzionare ed a sopportare le sollecitazioni termiche e elettrodinamiche che si verificano nel loro punto d'installazione durante un corto circuito.

#### **6.2.4 VISITE E MODALITA' DI COLLAUDO**

Il collaudo avverrà successivamente alla data del verbale di ultimazione dei lavori.

Per le operazioni di collaudo ci si avvarrà delle Norme CEI. I collaudi definitivi delle opere non menomano però la responsabilità dell'Impresa Appaltatrice sancita dalle vigenti disposizioni di legge. Sono a carico dell'APPALTATORE tutti gli oneri e gli obblighi connessi all'assistenza ed al supporto ai collaudi degli impianti, compresi quelli derivanti dalla messa a disposizione della strumentazione necessaria.

Potranno essere effettuate visite di collaudo in corso d'opera anche da parte della D.L., sia al fine di verificare quei lavori di cui non sarebbe più possibile prendere visione ad opere ultimate, che allo scopo di verificare la corrispondenza dei lavori eseguiti al progetto e la loro corretta realizzazione. Il collaudatore dovrà accertare:

- la corrispondenza delle forniture agli impegni contrattuali
- la corretta esecuzione nel rispetto delle prescrizioni e, in mancanza di queste secondo la "buona regola d'arte"
- lo stato di funzionamento delle varie apparecchiature, livello delle singole prestazioni
- la rispondenza al corretto funzionamento degli impianti come risultato conseguente l'inserimento delle apparecchiature in contemporaneo funzionamento secondo quanto è previsto per i singoli sistemi o impianti
- la rispondenza delle prestazioni degli impianti alle condizioni prescritte nell'ambito delle tolleranze ammesse
- la verifica di tutti i certificati di prova e di collaudo delle apparecchiature presentati dall'Impresa Appaltante in sede di esecuzione
- quant'altro a giudizio del Collaudatore sia ritenuto necessario



Si intenderanno superati i collaudi definiti con esito favorevole anche in seguito al corretto espletamento delle pratiche nei confronti degli Enti ed associazioni tecniche U.L.S., VV.FF, TELECOM, ENEL, ecc ivi compreso quelli a livello comunale, ecc. fino ai certificati di approvazione da parte di questi.

## **7 NORME DI MISURAZIONE**

Per la valutazione dei lavori anche in variante, oppure eventuali opere aggiunte, valgono i criteri di seguito esposti.

### **Canalizzazioni e cavi**

I tubi di protezione, i canali di distribuzione saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera. Sono comprese le incidenze per gli sfridi e per i mezzi speciali per gli spostamenti, raccordi, supporti, staffe, mensole e morsetti di sostegno ed il relativo fissaggio a parete con tasselli ad espansione.

I cavi multipolari o unipolari saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, aggiungendo 1 m per ogni quadro al quale essi sono attestati. Nei cavi unipolari o multipolari sono comprese le incidenze per gli sfridi, i capi corda e la marca cavi.

### **Apparecchiature in generale e quadri elettrici**

Le apparecchiature in generale saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e portata entro i campi prestabiliti. Sono compresi tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

I quadri elettrici saranno valutati singolarmente a corpo, la voce comprenderà:

la carpenteria, composta da cerniere, maniglie, serrature, porte, guide din e tutte le apparecchiature anche non espressamente citate per fornire il lavoro posato in opera a perfetta regola d'arte.

Gli interruttori automatici magnetotermici e differenziali, i sezionatori, contattori, fusibili, trasformatori ecc., e tutte le apparecchiature secondo gli schemi di progetto.

I corpi illuminanti saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e potenzialità. Sono comprese le lampade, i portalampade e tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.

Il punto di comando luce, punto presa di forza motrice, punto presa trasmissione dati, ecc, saranno valutati a numero di frutto montato, scatole porta-apparecchi, supporti, placche, accessori di fissaggio e quota parte di canalizzazione e conduttori a partire dal punto terminale fino alla prima cassetta di derivazione principale.

L'impianto fotovoltaico sarà valutato a corpo e sarà comprensivo di: pannelli fotovoltaici, inverter, quadri di protezione impianto, cavi di collegamento, canalina di distribuzione, ups per alimentazione servizi e struttura di sostegno.

## **8 OBBLIGHI SPECIALI A CARICO DELL'APPALTATORE**

1) eseguire regolarmente tutti i lavori in conformità al progetto ed ai particolari esecutivi e richiedere al direttore dei lavori tempestive disposizioni per le particolarità che eventualmente non risultassero da disegni, dal capitolato o dalla descrizione delle opere.

In nessun caso deve dare corso all'esecuzione di aggiunte o varianti non ordinate regolarmente dal direttore dei lavori;

2) tenere a disposizione del direttore dei lavori i disegni e le tavole per gli opportuni raffronti e controlli, con divieto di darne visione ad estranei e con formale impegno di astenersi dal riprodurre o contraffare i disegni ed i modelli avuti in consegna dal direttore dei lavori;

3) segnalare al direttore dei lavori l'eventuale personale tecnico alle sue dipendenze, destinato a coadiuvarlo e sostituirlo. Tale personale, deve essere dotato della capacità necessaria per la conduzione dei lavori;

4) predisporre le attrezzature e i mezzi d'opera comunemente occorrenti per la esecuzione dei lavori ad esso affidati, nonché gli strumenti necessari per tracciamenti, rilievi, misurazioni e controlli dei lavori stessi;

5) predisporre le opere provvisorie comunemente occorrenti per la costruzione quali ponteggi, steccati, baracche per il deposito di materiali ed un locale per la direzione dei lavori, se da questa richiesto;

6) provvedere al conseguimento dei permessi di scarico, per l'occupazione del suolo pubblico, e all'illuminazione notturna del cantiere;

7) provvedere agli allacciamenti provvisori per i servizi di acqua, energia elettrica e fognatura per il cantiere, in quanto necessari, quando non si possa far luogo agli allacciamenti definitivi;

8) provvedere alla sorveglianza del cantiere, alla pulizia, allo sgombero -- a lavori ultimati -- delle attrezzature, dei materiali residuati e di quanto altro non utilizzato nelle opere dell'appaltatore;

9) Prima dell'inizio della lavorazione va prodotto e consegnato alla D.L. il progetto costruttivo delle opere impiantistiche che tenga conto di dettagli costruttivi e sovrapposizioni/interferenze con gli altri impianti con dettaglio in scala 1:10/1:20 e comunque in scala adeguata indicata dalla D.L. , per la regolazione e supervisione va fornito elenco punti e manuale con logica di funzionamento prima della messa in opera degli elementi in campo.

10) Tutti gli staffaggi dovranno essere verificati, dimensionati con norma antisismica producendo relazione di calcolo e disegni costruttivi;

11) Sono compresi nei prezzi tutti gli oneri relativi alla fornitura posa e costruzione di basamenti, staffaggi, e qualsiasi opera necessaria alla posa degli impianti;

12) L'appaltatore dovrà predisporre tutte le pratiche di allaccio provvisorio e/o definitive e autorizzazione relative a gas, acqua, scarico, pratiche di allaccio impianto fotovoltaico al GSE, alla rete elettrica, pratica Inail centrale termica, e tutte le pratiche si rendessero necessarie alla messa in funzione degli impianti;

13) E' a carico dell'appaltatore la compilazione e consegna, prima di iniziare ogni singola categoria di lavoro, dei disegni costruttivi di cantiere sviluppati a partire dal Progetto esecutivo e le loro eventuali modifiche secondo le esigenze prospettate dalla Direzione Lavori e in base ai materiali proposti dall'Appaltatore e/o richiesti dalla D.L.; tali disegni (che non faranno parte dei documenti contrattuali) dovranno essere sottoposti all'approvazione della Direzione Lavori. La loro mancata compilazione e consegna alla D.L. nei termini stabiliti dalla stessa D.L., comporterà la sospensione della contabilizzazione dei lavori relativi eseguiti finché non verrà completata la consegna dei documenti.

14) Per i lavori in cui è prevista l'assistenza edile agli impianti e dove si vanno ad interessare le strutture murarie (posa di apparecchiature su solai e solette, ancoraggi, installazione di putrelle di sostegno, ecc.) la Ditta esecutrice dei lavori dovrà presentare una dettagliata relazione di calcolo da parte di tecnico abilitato, con sufficiente anticipo rispetto alla realizzazione delle opere e in ogni caso prima dell'inizio delle opere stesse, nonché una relazione che asseveri, prima della conclusione dei lavori, la corretta esecuzione delle opere, anche a mezzo di collaudo, firmata sempre da un tecnico abilitato (in mancanza di queste i lavori non potranno considerarsi ultimati).

15) E' inoltre stabilito che tutti i materiali prima del loro impiego, devono ottenere l'approvazione della Direzione Lavori.

16) Per ogni parte di impianto completata l'Appaltatore dovrà procedere a sua cura e spese all'esecuzione delle prove delle stesse, da realizzarsi a norma di legge in presenza della D.L. e con emissione di dichiarazioni attestanti il risultato ed il buon esito delle prove suddette.

17) L'Appaltatore ha l'obbligo di richiedere tempestivamente alla Direzione Lavori la prescritta approvazione, fornendo tutti i dati necessari alla valutazione delle proposte (cataloghi tecnici, campioni e quant'altro utile), restando convenuto che gli oneri per la rimozione e l'allontanamento dal cantiere dei materiali giudicati non idonei saranno a totale carico dell'Appaltatore stesso, anche nel caso risultassero già collocati in opera.

**L'Appaltatore è obbligato a:**

18) la realizzazione dei tracciamenti, rilievi, misurazioni, prove, verifiche, esplorazioni, capisaldi, controlli e simili (che possano occorrere dal giorno in cui inizia la consegna fino al compimento del collaudo provvisorio o all'emissione del certificato di regolare esecuzione) tenendo a disposizione del Direttore dei lavori i disegni e le tavole per gli opportuni raffronti e controlli, con divieto di darne visione a

terzi e con formale impegno di astenersi dal riprodurre o contraffare i disegni e i modelli avuti in consegna; è prescritta l'assoluta precisione degli strumenti e la loro idoneità all'uso in ogni tempo; gli elaborati dovranno essere forniti alla Direzione lavori anche su supporto informatico in file formato dwg.

19) L'appaltatore è obbligato a produrre alla direzione dei lavori adeguata documentazione fotografica, in relazione a lavorazioni di particolare complessità, ovvero non più ispezionabili o non più verificabili dopo la loro esecuzione o comunque a richiesta della direzione dei lavori. La documentazione fotografica, a colori e in formati riproducibili agevolmente, deve recare in modo automatico e non modificabile la data e l'ora nelle quali sono state effettuate le relative rilevazioni.

20) L'appaltatore dovrà redigere e trasmettere alla stazione appaltante ed alla D.L., entro 30 gg. dall'ultimazione dei lavori, i grafici descrittivi delle opere effettivamente eseguite contenenti anche le eventuali varianti realizzate e preventivamente autorizzate dalla Direzione Lavori. In particolare dovranno essere prodotti i seguenti elaborati:

21) documentazione fotografica a fine lavori consistente in un numero adeguato di fotografie, su supporto magnetico in formato JPG e su stampa;

22) rilievo su supporto informatico in formato DWG, degli impianti, delle strutture e delle finiture eseguite. La documentazione dovrà essere resa anche nel numero di copie richieste e controfirmata dall'appaltatore.

23) la raccolta e la catalogazione delle certificazioni e delle omologazioni dei materiali e delle opere eseguite rese in conformità alla Circolare M.I. 24 aprile 2008 ed alle richieste del competente Comando VV.F. La documentazione sarà completata con schemi e piante con indicate le posizioni e le caratteristiche dei materiali installati con particolare riferimento alle caratteristiche di reazione e/o resistenza al fuoco che devono offrire;

24) rilasciare una dichiarazione che riepiloghi tutte le apparecchiature soggette ad omologazione. Detta relazione deve elencare: tipi di dispositivo, marca, numero di omologazione, termine di validità.

25) disegni finali aggiornati degli impianti realizzati con l'indicazione del tipo e delle marche di tutte le apparecchiature, dei componenti e dei materiali installati, con il posizionamento esatto in pianta e sezione dei suddetti elementi. Saranno fornite sia copie cartacee controfirmate e la copia su supporto informatico in formato DWG. Si precisa che le planimetrie dovranno interessare l'intero edificio;

26) schemi funzionali dei vari impianti e quadri elettrici;

27) schede tecniche delle apparecchiature e dei materiali impiegati, collaudo finale delle singole apparecchiature elettromeccaniche impiegate;

28) tutte le norme, le istruzioni per la installazione, conduzione e la manutenzione degli impianti e delle singole apparecchiature, raccolte in una monografia ed inoltre i depliant degli impianti e delle apparecchiature con l'elenco dei pezzi di ricambio sia copie cartacee che copia digitale.

- 29) sono a carico e a cura dell'Appaltatore tutti gli adempimenti imposti dalla normativa in materia ambientale D.Lgs 152/2006 (come modificato dalla Legge 98/2013), s.m.i. e D.M. 161/2012 .
- 30) identificate tramite etichette tutti i componenti all'interno dei locali tecnici come ad esempio: pompe, caldaie, gruppi frigo, circuiti, ecc.,.
- 31) all'interno di centrale termica e sottocentrali termiche, e locali tecnici di edificio dovranno essere installati schemi funzionale su supporto rigido con identificazione della componentistica installata
- 32) nel caso di tratti rettilinei che lo richiedessero dovranno essere installati giunti di dilatazione e punti fissi debitamente dimensionati e corredati di relazione di calcolo;
- 33) Dovranno essere forniti i disegni identificati di tutti gli attraversamenti su compartimentazione REI debitamente numerate sia sul disegno che in loco, oltre a fornire relativa certificazione de dichiarazione di corretta posa, e comunque tutta la documentazione richiesta dalla D.L, per ottemperare alle pratiche autorizzative presso il comando dei VVF.
- 34) Dovrà essere fornita nuova valutazione del rischio scariche atmosferiche fatta sul edificio effettivamente realizzato;
- 35) All'interno dei locali tecnici (centrale termica, sottocentrale, centrale idrica, ecc.) si dovrà depositare, in box con chiave tecnica, planimetria e schemi d'impianto sia elettrici che termotecnici, schede tecniche della componentistica installata.
- 36) La costruzione di un locale ufficio per la D.L. nell'ambito del cantiere dotato delle necessarie suppellettili (servizio igienico, arredi, linea telefonica con ADSL, stampante).
- 37) L'esecuzione di un'opera campione di adeguata forma e dimensione delle singole categorie di lavoro ogni volta che questo sia previsto specificatamente dal presente capitolato o sia richiesto dalla Direzione dei Lavori, per ottenere il relativo nullaosta alla realizzazione delle opere simili, nonché la fornitura al Direttore Lavori, prima della posa in opera di qualsiasi materiale o l'esecuzione di una qualsiasi tipologia di lavoro, della campionatura dei materiali, dei disegni di officina , dei dettagli costruttivi e delle schede tecniche relativi alla posa in opera.
- 38) La predisposizione del personale e degli strumenti necessari per tracciamenti, rilievi, misurazioni, prove e controlli dei lavori tenendo a disposizione del direttore dei lavori i disegni e le tavole per gli opportuni raffronti e controlli.
- 39) Prima di dare inizio ai lavori di scavi e demolizioni, l'appaltatore è tenuto ad informarsi se eventualmente nelle zone nelle quali ricadono i lavori stessi esistano cavi sotterranei, (telefonici, telegrafici, elettrici) o condutture (acquedotti, fognature, gas metano). In caso affermativo l'appaltatore dovrà comunicare agli enti proprietari di dette opere (Enel, Telecom, PT, comuni, Consorzi, Società, ecc.) la data presumibile dell'esecuzione dei lavori nelle zone interessate, chiedendo altresì tutti quei dati (ubicazione, profondità, etc.) necessari al fine di eseguire i lavori con le cautele opportune per evitare danni alle opere accennate. Qualora, nonostante le cautele usate, si dovessero manifestare danni ai

cavi o alle condotte, l'appaltatore dovrà provvedere a darne immediato avviso mediante telegramma sia agli enti proprietari delle strade sia agli enti proprietari delle opere danneggiate. Nei confronti dei proprietari delle opere danneggiate l'unico responsabile rimane l'appaltatore, rimanendo del tutto estranea l'amministrazione da qualsiasi vertenza, sia essa civile che penale.

40) L'esecuzione dei lavori che dovessero rendersi necessari per l'osservanza di disposizioni sopravvenute durante la costruzione delle opere in appalto, nonché la progettazione e l'esecuzione degli eventuali spostamenti e ripristini funzionali delle stesse utenze e delle infrastrutture di servizi pubblici e privati.

41) La manutenzione e la conservazione delle opere fino all'ottenimento del collaudo definitivo. Inoltre l'idonea protezione dei materiali impiegati e messi in opera a prevenzione di danni di qualsiasi natura e causa, nonché la rimozione di dette protezioni a richiesta della direzione lavori; nel caso di sospensione dei lavori deve essere adottato ogni provvedimento necessario ad evitare deterioramenti di qualsiasi genere e per qualsiasi causa alle opere eseguite, restando a carico dell'appaltatore l'obbligo di risarcimento degli eventuali danni conseguenti al mancato od insufficiente rispetto della presente norma.

42) L'appaltatore è tenuto ad ottemperare agli adempimenti di seguito indicati e ne deve garantire l'attuazione senza richiedere alcuna forma di compenso oltre quelli già compresi nell'appalto:

43) le spese per l'effettuazione del blower door test e di prove termografiche;

44) le spese per tutte le prove di collaudo e campionature comunque definite nei disciplinari tecnico architettonico, strutturale ed impiantistico;

45) le spese e tutti gli oneri per l'ottenimento delle certificazioni ed autorizzazioni presso gli enti competenti riguardanti l'impianto fotovoltaico e solare termico.

46) S'intendono pertanto compresi e compensati nel corrispettivo d'appalto tutti gli oneri e le spese afferenti all'esecuzione dei collaudi, all'esecuzione dei collaudi prestazionali in opera e l'assistenza al collaudo tecnico amministrativo finale esclusi gli oneri relativi ai compensi dei collaudatori incaricati dall'Appaltante;

Quando l'appaltatore non adempia a tutti questi obblighi, compresi quelli del precedente articolo, l'appaltante sarà in diritto, previo avviso dato per iscritto, e restando questo senza effetto, entro il termine fissato nella notifica, di provvedere direttamente a quanto necessario e alla conseguente spesa, disponendo il dovuto pagamento a carico dell'appaltatore. In caso di rifiuto o ritardo di tali pagamenti da parte dell'appaltatore, essi saranno eseguiti d'ufficio e l'Appaltante si rimborserà della spesa sostenuta nel primo acconto utile.

## **CATEGORIA OG11-OS3 e OS28 – IMPIANTI MECCANICI**

### **9 PREMESSA**

Nell'ambito dell'intervento verranno realizzare le seguenti tipologie di opere riconducibili agli impianti meccanici:

- impianto di climatizzazione;

Dovranno essere rispettate le indicazioni del D.M. 11 ottobre 2017 "criteri ambientali minimi per l'affidamento dei servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici" in merito a:

- *Smaltimento materiali a fine vita;*
- *Percentuale minima del riciclato sui prodotti di fornitura.*

### **10 PRESCRIZIONI TECNICHE CATEGORIA – IMPIANTI MECCANICI**

QUALITÀ, PROVENIENZA E NORME DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI E DELLE FORNITURE/CAMPIONATURE.

Tutte le apparecchiature in pressione dovranno essere regolarmente collaudate e provvedute della relativa targa di collaudo e/o punzonatura, nonché della marcatura CE ai sensi del D. Lgs. 93/2000. Tutti i componenti elettrici dovranno essere, ove possibile, provvisti del marchio di qualità (I.M.Q.) o della marcatura CE.

Tutti i componenti meccanici dovranno essere certificati e provvisti della marchiatura CE o di altro ente certificatore (marchiatura UNI per le tubazioni, ecc.).

VERIFICA MONTAGGIO APPARECCHIATURE

Sarà eseguita una verifica intesa ad accertare che il montaggio di tutti i componenti, apparecchi, ecc., sia stato accuratamente eseguito, che la tenuta delle giunzioni degli apparecchi, prese, etc. Con le condutture sia perfetta e che il funzionamento di ciascuna parte in ogni singolo apparecchio o componente sia regolare e corrispondente, per quanto riguarda la portata nei punti di erogazione, ai dati di progetto.

MODALITÀ DI COLLAUDO

Per le operazioni di collaudo ci si avvarrà delle norme UNI vigenti, ove presenti, e delle modalità di collaudo previste dagli enti preposti (INAIL, ASS, VV.F. ecc.), tutta la documentazione necessaria alla corretta esecuzione del collaudo, incluse relazioni sulle misurazioni e sulle operazioni effettuate, sarà prodotta in triplice copia e firmata da tecnico iscritto agli elenchi di cui al D.M. 37/2008 (ex legge 46/90).

Indipendentemente dai controlli da effettuarsi da parte degli Enti preposti, verranno eseguite opportune verifiche di regolare funzionamento e conformità alla vigente normativa.

Le operazioni di collaudo e verifica saranno effettuate secondo le modalità previste per ogni singola componente installata e riportate nella sezione tecnica corrispondente.

#### PROVVEDIMENTI CONTRO LA TRASMISSIONE DI VIBRAZIONI

È necessario sopprimere o drasticamente ridurre, le vibrazioni generate dalle macchine rotanti (ventilatori, pompe, compressori, ecc.) presenti nell'impianto. Le parti in movimento dovranno essere equilibrate staticamente e dinamicamente dove necessario. Le apparecchiature dovranno essere montate su basamenti, telai o solai in c.a. Isolate dal pavimento a mezzo di dispositivi antivibranti.

La scelta degli antivibranti dovrà essere fatta in modo che la frequenza di ognuno sia inferiore a 1/3 della velocità di rotazione più bassa (in giri ed oscillazioni al minuto) del materiale supportato.

Gli ammortizzatori a molla avranno un cuscinetto inferiore in neoprene o in gomma.

Se necessario le apparecchiature meccaniche dovranno essere fissate su un basamento in calcestruzzo pesante in modo che la sua inerzia possa limitare la ampiezza delle vibrazioni.

Fra basamento e struttura portante dovrà essere interposto un materassino resiliente, una lamina di piombo di spessore opportuno o dei supporti elastici.

Le apparecchiature quali pompe, centrali di trattamento aria e ventilatori dovranno essere corredate di giunti elastici al fine di evitare la trasmissione di vibrazioni ai canali ed alle tubazioni.

I canali e le tubazioni dovranno essere sospesi alle pareti a mezzo di dispositivi tali che evitino la trasmissione alla struttura ed alle pareti dell'edificio di vibrazioni residue provenienti dalle macchine o dovute alla circolazione dei fluidi.

Per evitare la trasmissione di vibrazioni dovute alle tubazioni è consigliabile interromperle opportunamente con giunti elastici in gomma o in metallo.



## LIVELLO DI PRESSIONE SONORA

La presente specifica è destinata a servire da guida per la misura e l'accettazione del livello di pressione sonora negli ambienti occupati ed esterni all'edificio.

## STRUMENTAZIONE, MODALITÀ E CRITERI DI MISURA

I fonometri da impiegarsi per il rilievo del rumore devono avere caratteristiche conformi a quelle indicate per i "fonometri di precisione" dall'International "Electrotechnical Commission" (IEC), standard 651 tipo 1, oppure dall'"American National Standards Institute" (ANSI), S1.4-1971 tipo 1. Il fonometro deve essere dotato di batteria di filtri a bande di ottava di frequenze centrali:

31.5; 63; 125; 250; 500; 1000; 2000; 4000; 8000; Hz. Il fonometro deve essere tarato mediante rilevazione all'inizio ed al termine di ogni serie di rilievi.

## MODALITÀ GENERALI DI MISURA DEL RUMORE INTERNO

Viene qui preso in esame il rumore proveniente da sorgenti interne all'edificio, sede del locale disturbato.

Il rumore va misurato secondo le prescrizioni della norma UNI 8199 ed in particolare collocando il microfono nelle posizioni in cui la zona viene maggiormente utilizzata con specifico riferimento alle funzioni del locale stesso, ad almeno 1 m dalle pareti, ad altezza di 1,20 m dal pavimento, in modo da consentire una valutazione del livello sonoro all'interno dell'ambiente, significativo ai fini dell'individuazione del suo valore massimo.

Per ridurre od evitare i disturbi alle onde stazionarie è opportuno eseguire almeno 3 rilievi ruotando il microfono su archi di circonferenza di sviluppo di  $\pm 0,5$  m nei due sensi.

Si definisce rumore di fondo il livello sonoro (prodotto anche dai rumori esterni) che, misurato nei tempi di normale utilizzo del locale, con l'impianto non in funzione, è superato per il 90% del tempo di osservazione, nelle posizioni di misura.

## REQUISITI DI RISPONDENZA A NORME E LEGGI PER L'AMBIENTE

- D.Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006 e successive modifiche ed integrazioni materia ambientale;

- D.Lgs. n. 128 del 29/06/2010 - «Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, a norma dell'articolo 12 della legge 18 giugno 2009, n. 69».

#### LEGGI PER IL CONTENIMENTO E IL RISPARMIO DELL'ENERGIA

- DECRETO REQUISITI MINIMI 26 -06-2015
- DECRETO-LEGGE 4 giugno 2013, n. 63
- Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale. (13G00107) (GU n.130 del 5- 6-2013) convertito con modificazioni dalla L. 3 agosto 2013, n. 90 (in G.U. 03/08/2013, n. 181).
- dell'applicazione dei commi 344 e 345 dell'articolo 1 della L. 27 dicembre 2006, n. 296;
- D.P.R. 2 aprile 2009, n. 59 Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.
- D.Lgs. n. 311 del 29 dicembre 2006e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati- disposizioni correttive ed integrative al D.Lgs. n. 192/2005;
- D.Lgs. n. 192 del 19 agosto 2005e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati- attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia;
- DIRETTIVA 2002/91/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 16 dicembre 2002 sul rendimento energetico nell'edilizia
- D.P.R. n. 412 del 26 agosto 1993 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati- regolamento di attuazione dell'art. 4 comma 4 della L. n. 10 del 9 gennaio 1991;
- L. n. 10 del 9 gennaio 1991e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati, relativa al contenimento dei consumi energetici per usi termici negli edifici;

#### LEGGI PARTICOLARI PER IMPIANTI TERMOMECCANICI

- Decreto Ministeriale del 1° dicembre 1975 –INAIL (ex I.S.P.E.S.L.) raccolta “R” per l’acqua calda ed H per l’acqua surriscaldata e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati;

#### PRINCIPALI LEGGI E DECRETI DI PREVENZIONE INCENDI

- D.Lgs. 9 Aprile 2008, n. 81 (Titolo V - “segnaletica di salute e sicurezza sul lavoro” ed allegati da XXIV a XXXII) successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati;
- D.M. 9 Maggio 2007 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati - Direttive per l’attuazione dell’approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio;
- D.M. del 4 maggio 1998 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati – Disposizioni relative alle modalità di presentazione ed al contenuto delle domande per l’avvio dei procedimenti di prevenzione incendi, nonché all’uniformità dei connessi servizi resi dai comandi provinciali dei VV.F.;
- D.M. 10 marzo 1998 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati – Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell’emergenza nei luoghi di lavoro;
- L. n. 818 del 07.12.1984 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati - Nullaosta provvisorio per le attività soggette ai controlli della prevenzione incendi, modifica degli articoli 2 e 3 della L. 4 marzo 1982, n. 66, e norme integrative dell’ordinamento del Corpo nazionale dei vigili del fuoco) e successive modifiche e integrazioni;
- D.M. del 30.11.1983 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati - Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi;
- D.P.R. n. 577 del 29.07.1982 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati Approvazione del Regolamento concernente l’espletamento dei servizi di prevenzione e di vigilanza antincendi;
- D.P.R. n. 151 del 1 agosto 2011 - Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell’art. 49, comma 4-quater, del decreto-L. 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla L. 30 luglio 2010, n. 122.
- Circolare 31 Marzo 2010 n.5642 - Certificazione della resistenza al fuoco di elementi costruttivi – Murature;

- D.M. del 9 marzo 2007 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati – Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei VV.F.;
- D.M. del 16 febbraio 2007 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione;
- D.M. del 31 marzo 2003 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati – Requisiti di reazione al fuoco dei materiali costituenti le condotte di distribuzione e ripresa dell'aria degli impianti di condizionamento e ventilazione;
- D.M. del 15 marzo 2005 e successive circolari, chiarimenti, modifiche ed integrazioni ed allegati – Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo.

#### CORPO NORMATIVO

Devono essere rispettate tutte le norme UNI, UNI EN, UNI EN ISO, CEI, anche se non menzionate espressamente e singolarmente, riguardanti ambienti, classificazioni, calcoli, dimensionamenti, macchinari, materiali, componenti, lavorazioni che in maniera diretta o indiretta abbiano attinenza con le opere di cui si tratta nel presente progetto. Vengono comunque richiamate nel seguito del presente paragrafo, per motivi di praticità e chiarezza, ma non certo a titolo esaustivo, alcune (le più significative) fra le norme sopra citate, di riferimento per i lavori in oggetto. In mancanza di normativa nazionale, o comunque in caso di particolari esigenze, si farà riferimento a normative straniere (ad esempio ASHRAE, DIN, ISO, NFPA, ecc.), che saranno espressamente richiamate nel seguito.

#### NORME UNI/UNI EN, ECC. PER L'ACUSTICA

- UNI 8199:1998. Acustica – Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione. Linee guida contrattuali e modalità di misurazione.

#### NORME UNI/UNI EN, ECC. PER ENERGIA - CALCOLO DEI FABBISOGNI ENERGETICI DEGLI EDIFICI

- UNI 10349:1994. Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici;
- UNI/TS 11300-1:2008. Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;

- UNI/TS 11300-2:2008. Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria;
- UNI/TS 11300-3:2010. Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva;
- UNI/TS 11300-4:2012. Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria;
- UNI/TS 11300-4 2016 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria"
- UNI/TS 11300-5 2016 "Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 5: Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili"
- UNI/TS 11300-6 2016 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 6: Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili"
- UNI EN ISO 13370:2008. Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo;
- UNI EN ISO 13789:2008. Prestazione termica degli edifici - Coefficienti di trasferimento del calore per trasmissione e ventilazione - Metodo di calcolo;
- UNI EN ISO 13790:2008. Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento.

NORME UNI/UNI EN, ecc. PER ENERGIA – PROPRIETA' DEI MATERIALI, PONTI TERMICI E CALCOLI TERMOIGROMETRICI

- UNI EN ISO 6946:2008. Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo;
- UNI EN ISO 10211:2008. Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali - Calcoli dettagliati;

- UNI 10351:1994. Materiali da costruzione - Valori di conduttività termica e permeabilità al vapore;
- UNI 10355:1994. Murature e solai - Valori della resistenza termica e metodo di calcolo;
- UNI EN ISO 10456:2008. Materiali e prodotti per l'edilizia - Proprietà igrometriche - Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto;
- UNI EN ISO 13786:2008. Prestazione termica dei componenti per l'edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche - Metodi di calcolo;
- UNI EN ISO 13788:2003. Prestazione igrometrica dei componenti e degli elementi per l'edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e condensazione interstiziale - Metodo di calcolo;
- UNI EN ISO 14683:2008. Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento.

NORME UNI/UNI EN, ecc., PER GLI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE – CALCOLO DELLA POTENZA TERMICA INVERNALE

- UNI EN 12831:2006. Impianti di riscaldamento negli edifici. Metodo di calcolo del carico termico di progetto.

NORME UNI/UNI EN, ecc., PER GLI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE – COMFORT TERMICO / QUALITA' DELL'ARIA / VENTILAZIONE

- UNI EN ISO 7730:2006. Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale;
- UNI 10339:1995. Impianti aerulici ai fini del benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta. l'offerta, l'ordine e la fornitura;
- UNI 10375:2011. Metodo di calcolo della temperatura interna estiva degli ambienti;
- UNI EN 12792:2005. Ventilazione degli edifici - Simboli, terminologia e simboli grafici;

- UNI EN 13779:2008. Ventilazione degli edifici - Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e condizionamento;
- UNI EN 15242:2008. Ventilazione degli edifici - Metodi di calcolo per la determinazione delle portate d'aria negli edifici, comprese le infiltrazioni;
- UNI EN 15251:2008. Criteri per la progettazione dell'ambiente interno e per la valutazione della prestazione energetica degli edifici, in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica;
- ASHRAE Standards 62.1 and 90.1

NORME UNI/UNI EN, ECC., PER GLI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE – MISURE, COLLAUDO E MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI

NORME UNI/UNI EN, ECC., PER GLI IMPIANTI IDRICO-SANITARI – ADDUZIONE IDRICA

- UNI EN 806-1:2008. Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano - Parte 1: Generalità;
- UNI EN 806-2:2008. Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano - Parte 2: Progettazione;
- UNI EN 806-3:2008. Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano - Parte 3: Dimensionamento delle tubazioni - Metodo semplificato;
- UNI EN 806-4:2010. Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano - Parte 4: Installazione;
- UNI EN 1717:2002. Protezione dall'inquinamento dell'acqua potabile negli impianti idraulici e requisiti generali dei dispositivi atti a prevenire l'inquinamento da riflusso;
- UNI 9182:2010. Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Criteri di progettazione, collaudo e gestione

NORME UNI/UNI EN, ECC., PER GLI IMPIANTI TERMICI DI RISCALDAMENTO - GENERALI

- UNI 5364:1976. Impianti di riscaldamento ad acqua calda. Regole per la presentazione dell'offerta e per il collaudo;
- UNI 8065:1989. Trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile;
- UNI EN 14336:2004. Impianti di riscaldamento negli edifici - Installazione e messa in servizio dei sistemi di riscaldamento ad acqua calda.

## OMOLOGAZIONI

Tutti i componenti di produzione, distribuzione e utilizzazione del calore dovranno essere omologati, secondo le prescrizioni della Legge n. 10/91 e s.m.i. e del relativo regolamento di esecuzione, e ciò dovrà essere documentato dai certificati di omologazione (e/o di conformità dei componenti ai prototipi omologati) che l'Appaltatore dovrà fornire al Committente. Tutti i generatori di calore, tutti i serbatoi, i recipienti in pressione e le apparecchiature soggetti a collaudo o ad omologazione INAIL/ISPESL/PED dovranno essere regolarmente collaudati e provvisti di targa di collaudo e/o punzonatura e relativo libretto e certificato. L'Appaltatore dovrà consegnare al Committente tutta la documentazione relativa (certificati, libretti etc.). Tutti i componenti gli impianti di produzione, di distribuzione, di trasformazione e di utilizzazione dell'energia termica e/o frigorifera dovranno essere omologati, secondo le prescrizioni delle norme vigenti e ciò dovrà essere documentato dai certificati di omologazione (e/o di conformità dei componenti ai prototipi omologati) che l'Appaltatore dovrà fornire al Committente. Tutte le apparecchiature ed il materiale elettrico utilizzati dovranno essere costruiti a regola d'arte e saranno marchiati CE, ovvero dovrà essere verificato che abbiano ottenuto il rilascio di un attestato di conformità da parte degli organismi competenti della Comunità Economica Europea e dei quali l'Appaltatore dovrà fornire copia al Committente. Tutte le apparecchiature ed il materiale elettrico utilizzati dovranno essere adatti all'ambiente in cui saranno installati ed idonei all'uso a cui saranno destinati. Tutte le apparecchiature elettromeccaniche dovranno essere dotate sia di targhe metalliche inossidabili riportanti in maniera indelebile i dati funzionali ed eventuali indicazioni d'uso, utilizzando la simbologia del C.E.I. e la lingua italiana, sia delle opportune protezioni antinfortunistiche.

## DOCUMENTAZIONE INIZIALE

La produzione della documentazione iniziale richiesta nel presente paragrafo non dovrà in alcun modo creare ritardi al cronoprogramma di esecuzione delle lavorazioni: la documentazione iniziale relativa ad una fase e/o stralcio successivo dovrà essere realizzata contestualmente alle lavorazioni impiantistiche in corso.



L'esecuzione dell'opera potrà avvenire per fasi e/o stralci successivi da concordare con la D.L. ed il Committente sulla base dell'avanzamento delle varie tipologie di lavoro ( civili, meccaniche, di processo, ecc. ).

Con ampio anticipo sull'inizio dei lavori ed in tempo utile da consentirne la ponderata disamina (almeno due settimane lavorative), l'APPALTATORE dovrà presentare alla D.L./COMMITTENTE, per ciascuna fase e/o stralcio, la seguente documentazione:

- il programma dei lavori dettagliato degli impianti meccanici, distinto per ogni elementare attività e riportante, per ciascuna di esse, l'impegno temporale e della forza lavoro; il programma dei lavori dovrà essere redatto utilizzando come unità di misura del tempo il giorno lavorativo;
- i disegni costruttivi particolareggiati e quotati riportanti: le forometrie ed i basamenti, le rifodere, i tragitti ed i passaggi degli impianti, i sistemi di ancoraggio, di staffaggio e di sostegno, il posizionamento delle apparecchiature e dei macchinari;
- l'elenco completo e la quantità dei materiali, delle apparecchiature e dei manufatti da impiegare; l'elenco sarà corredato di cataloghi, specifiche tecniche e funzionali, illustrazioni, campionature ed ogni altro dato descrittivo, costruttivo ed operativo che possa essere richiesto dalla COMMITTENTE /D.L. al fine di poter verificare la rispondenza tra quanto proposto e quanto previsto nel progetto, per l'approvazione da parte della D.L. medesima; i disegni di montaggio e d'officina di tutte le apparecchiature e dei manufatti (accettati preventivamente dalla COMMITTENTE /D.L.);
- gli schemi elettrici costruttivi delle regolazioni elettroniche, della supervisione e dei quadri elettrici, compresi i fronti quadro.

#### DISEGNI DI CANTIERE

In base ai disegni di progetto e di tutti gli elaborati allegati, l'Appaltatore deve redigere il progetto costruttivo con i disegni di dettaglio e di montaggio di tutte le opere impiantistiche da realizzare (piante e sezioni centrali tecnologiche in scala, particolari di montaggio singole apparecchiature, particolari di realizzazione opere di carpenteria come staffe, basamenti metallici, ecc., eventuali basamenti, sezioni di dettaglio dei cunicoli tecnologici a servizio dei fornitori con quotata tutta l'impiantistica da installare, ecc. ).

Per disegni di dettaglio e di montaggio si intendono:

- le piante in scala opportuna, dove siano riportate le canalizzazioni, le tubazioni, quadri, prese, corpi illuminanti, ecc, quotati rispetto ai solai, alle pareti, al pavimento o assi strutturali;
- le piante dei Locali QE, in scala opportuna, con indicati i percorsi delle reti, gli ingombri effettivi delle macchine, dei quadri, ecc. e le quote di installazione di tutti gli impianti;
- i particolari di dettaglio dei cavedi degli impianti, con gli ingombri dei vari componenti che vi sono all'interno; inoltre le sezioni ai vari piani e nei punti di uscita dai cavedi delle canalizzazioni, tubazioni, ecc.;
- la verifica degli ingombri degli altri impianti presenti negli stessi cavedi, piani o centrali, per controllarne le interferenze e per individuare percorsi ottimali per ciascuna rete;
- Devono pertanto essere confrontati i disegni dell'impiantista elettrico con quelli dell'impiantista meccanico, aeraulico e termoidraulico per definire le zone interessate da ciascuna rete,
- l'indicazione sui disegni dei carichi statici e dinamici delle apparecchiature elettriche, le potenze e le caratteristiche delle centrali, le modalità di montaggio e di ancoraggio alle strutture;
- disegni quotati per la realizzazione di opere murarie necessarie quali ad esempio basamenti, cunicoli, ecc.

Tutti i disegni di dettaglio e di montaggio, una volta approvati dalla D.L., sono considerati integrativi del progetto originale esecutivo. Modifiche e lavori non previsti potranno succedersi nel corso dei lavori e l'Appaltatore dovrà procedere ai successivi aggiornamenti del progetto senza pretendere alcun indennizzo aggiuntivo. L'Appaltatore potrà redigere il proprio progetto in fasi successive e concordate con la D.L.. Tali fasi devono risultare in seguito all'esame del Programma Lavori dettagliato sottoposto dall'Appaltatore ed accettato dalla D.L. Gli elaborati per l'approvazione dovranno essere consegnati/inviati alla D.L. per approvazione. Qualora la documentazione proposta non venga approvata dalla D.L. l'Appaltatore non potrà procedere con i relativi lavori, ma dovrà sottoporre nuovi elaborati e nuova documentazione. Nel caso di approvazione con riserva dovrà apportare le modifiche richieste e quindi procedere nel lavoro. E' comunque stabilito che l'Appaltatore non può procedere ad alcun lavoro se non è in possesso dei relativi disegni di progetto e di cantiere approvati e firmati dalla D.L.. Si precisa che tutte le approvazioni non corresponsabilizzano minimamente la D.L. sul buon funzionamento degli impianti e sulla rispondenza degli stessi in termini di collaudo in corso d'opera e finale, la cui responsabilità resta completamente a carico dell'Appaltatore.

## TEMPI E MODI DI REALIZZAZIONE DEI LAVORI

La realizzazione degli impianti meccanici potrà non avere carattere continuativo, l'APPALTATORE dovrà organizzare il proprio intervento nell'ambito delle varie fasi operative definite dalla COMMITTENTE /D.L..

I lavori potranno essere eseguiti con carattere di urgenza, pertanto l'APPALTATORE dovrà organizzarsi in modo tale da provvedere alla fornitura ed alla posa in opera di impianti o porzioni di impianti anche in periodi notturni, festivi e prefestivi; senza che per questo l'APPALTATORE possa avanzare alcuna pretesa di carattere economico.

## COORDINAMENTO DEI LAVORI DEL CANTIERE

I lavori dovranno essere condotti ed eseguiti dall'APPALTATORE nel rispetto di tutte le esigenze, soggezioni e vincoli che potessero verificarsi in cantiere, sia dovuti alla contemporanea esecuzione di altre opere affidate nel medesimo cantiere ad altre DITTE che alle esigenze produttive dello stabilimento. L'APPALTATORE sarà comunque responsabile degli eventuali danni e/o ritardi arrecati per fatto proprio e dei propri dipendenti, o assimilabili, ad altre opere anche eseguite da altre DITTE.

### **10.1 TUBAZIONE IN MULTISTRATO**

Il tubo multistrato è costituito da uno strato interno di PEX-b (polietilene reticolato), uno strato intermedio di alluminio, saldato longitudinalmente (testa-testa) con tecnologia laser/TIG e uno strato esterno di PEX-b di colore bianco. Gli strati intermedi di collante uniscono in modo omogeneo lo strato di alluminio agli strati di PEX-b. La presenza dello strato di alluminio garantisce una sicura barriera nei confronti dell'ossigeno e di altri gas, oltre a conferire al prodotto un'ottima resistenza allo schiacciamento. Il tubo multistrato è idoneo per impianti sanitari, di riscaldamento e raffrescamento secondo la norma EN 21003. Le caratteristiche tecniche di questa tipologia di tubazioni possono essere così riassunte:

- Classi di applicazione (EN ISO 21003-1): 1, 2, 4, 5;
- Temperatura minima di esercizio: -60 °C (comunque al di sopra della temperatura di congelamento del fluido trasportato);
- Temperatura massima di esercizio (EN ISO 21003-1): 95÷100 °C
- Pressione massima di esercizio (EN ISO 21003-1): 10 bar
- Densità a 23 °C: > 0,950 g/cm<sup>3</sup> (polietilene reticolato)

- Temperatura di rammollimento: 135 °C
- Coefficiente di dilatazione termica: 0,026 mm/m K
- Conducibilità termica: 0,42÷0,52 W/m K
- Rugosità superficiale: 0,007 mm
- Permeabilità all'ossigeno: 0 mg/l
- Comportamento al fuoco (EN 13501-1): C-s2, d0.

## 10.2 ISOLAMENTO TUBAZIONI

L'isolamento delle tubazioni dovrà essere conforme alle prescrizioni contenute nel DPR 412/93 e successive modificazioni ed integrazioni, relativo al contenimento dei consumi energetici. Il rivestimento deve essere continuo, essere eseguito per ogni singolo tubo solo dopo aver completato le prove di tenuta e dopo l'approvazione delle stesse da parte della direzione lavori. Per le tubazioni adducenti acqua refrigerata o fredda deve essere garantita la continuità della barriera al vapore e pertanto l'isolamento non deve essere interrotto nei punti in cui la tubazione appoggia sui sostegni. Le tubazioni delle reti di distribuzione dei fluidi caldi in fase liquida o vapore degli impianti termici devono essere coibentate con materiale isolante il cui spessore minimo è fissato ed indicato nella tabella sottostante in funzione del diametro della tubazione espresso in mm e della conduttività termica utile del materiale isolante espressa in W/m °C alla temperatura di 40 °C.

TABELLA 1						
Conduttività termica utile dell'isolante (W/m °C)	Diametro esterno della tubazione (mm)					
	< 20	Da 20 a 39	Da 40 a 59	Da 60 a 79	Da 80 a 99	> 100
0,030	13	19	26	33	37	40
0,032	14	21	29	36	40	44
0,034	15	23	31	39	44	48
0,036	17	25	34	43	47	52
0,038	18	28	37	46	51	56
0,040	20	30	40	50	55	60
0,042	22	32	43	54	59	64
0,044	24	35	46	58	63	69
0,046	26	38	50	62	68	74
0,048	28	41	54	66	72	79
0,050	30	44	58	71	77	84

Per determinare l'effettivo valore dello spessore della coibentazione bisogna considerare:

- Per valori di conduttività termica utile dell'isolante differenti da quelli indicati in tabella 1, i valori minimi dello spessore del materiale isolante sono ricavati per interpolazione lineare dei dati riportati nella tabella 1 stessa.
- I montanti verticali delle tubazioni devono essere posti al di qua dell'isolamento termico dell'involucro edilizio, verso l'interno del fabbricato ed i relativi spessori minimi dell'isolamento che risultano dalla tabella 1, vanno moltiplicati per 0,5.
- Per tubazioni correnti entro strutture non affacciate nè all'esterno nè su locali non riscaldati gli spessori di cui alla tabella 1, vanno moltiplicati per 0,3.
- Nel caso di tubazioni preisolate con materiali o sistemi isolanti eterogenei o quando non sia misurabile direttamente la conduttività termica del sistema, le modalità di installazione e i limiti di coibentazione sono fissati da norme tecniche UNI che verranno pubblicate entro il 31 ottobre 1993 e recepite dal Ministero dell'industria, del commercio e dell'artigianato entro i successivi trenta giorni.

### **10.3 ISOLAMENTO IN ELASTOMERO ESPANSO**

L'isolamento termico per tubazioni di acqua calda e refrigerata sarà realizzato in guaina in elastomero espanso a cellule chiuse, completo di barriera al vapore, autoestinguento classe 1 di reazione al fuoco di spessore conforme alle prescrizioni del DPR 412/93; la conduttività termica deve essere non superiore a 0,034 W/mK. L'isolamento comprende curve, valvole, giunti, pezzi speciali, pompe. Il rivestimento di questi elementi sarà continuo ed eseguito per ogni singolo elemento solo dopo aver completato l'isolamento delle tubazioni contigue. L'isolamento forma un continuo con l'isolamento delle tubazioni contigue.

Tale isolamento deve essere rivestito con lamierino di alluminio ribordato e sigillato nei tratti ubicati all'esterno, mentre nei tratti a vista interni e nelle centrali si potrà adottare un rivestimento in laminato plastico tipo Isogenopack. Il rivestimento dovrà prevedere la finitura con appropriati adesivi per la congiunzione dei lembi, fascette di fissaggio, colle od altro materiale per il fissaggio compatibile con le indicazioni del costruttore sia del rivestimento che dell'isolamento.

### **10.4 SUPPORTI ED ANCORAGGI**

I supporti saranno realizzati, oltre che per sopportarne il peso previsto, in modo da consentire l'esatto posizionamento dei tubi in quota, le dilatazioni ed il bloccaggio in corrispondenza dei punti fissi, onde evitare condense e/o gocciolamenti.

Essi devono essere installati con una spaziatura non superiore a 3 m.; si deve inoltre prevedere un supporto a non più di 50 cm. da ogni cambio di direzione anche se non espressamente indicato nei disegni. Per il fissaggio di più tubazioni parallele sono accettati profilati in ferro a U o a C di adeguata sezione, eventualmente provvisti di supporti laterali, qualora le tubazioni siano poste su un piano verticale. Per le tubazioni singole si utilizzeranno collari regolabili del tipo a cerniera con vite di tensione o altri tipi di supporti.

In nessun caso saranno accettati sostegni di ferro piatto saldato al tubo o catene. Gli ancoraggi dei tubi ai supporti e dei supporti alle strutture devono essere eseguiti nella maniera più adatta a far fronte a tutte le spinte ed i carichi cui sono soggetti.

Gli ancoraggi devono esser tali da evitare danni al corpo di fabbrica o all'impermeabilizzazione della struttura.

#### **10.5 GIUNTI DI DILATAZIONE**

Negli impianti con reti di distribuzione a sviluppo limitato, le dilatazioni termiche delle tubazioni sono in genere assorbite dall'elasticità "naturale" delle reti stesse. Tale elasticità dipende prevalentemente dal numero e dal tipo di curve presenti nella rete che si deformano facilmente assorbendo in modo "naturale" l'allungamento e l'accorciamento delle tubazioni. Le curve che meglio assorbono le dilatazioni sono quelle con diametro ridotto ed elevato raggio di curvatura.

Al contrario, negli impianti a grande sviluppo, si deve provvedere alla messa in opera di appositi compensatori di dilatazione che possono essere di tipo naturale o artificiale. I compensatori naturali sono ottenuti con tratti rettilinei e con curve delle stesse tubazioni che costituiscono le reti di distribuzione.

I più comunemente usati sono quelli con forma geometrica a U, L e Z. I compensatori artificiali sono invece dispositivi meccanici, deformabili con facilità, appositamente costruiti per assorbire le dilatazioni termiche delle tubazioni. Commercialmente sono disponibili nei seguenti tipi: in gomma; a soffiutto metallico; a telescopio; a tubo flessibile. Nelle distribuzioni, nel collegamento dei tubi ai supporti e negli ancoraggi si deve tenere conto delle dilatazioni dei tubi.

#### **10.6 VALVOLA DI SFIATO – SFOGO ARIA**

Nei punti più alti dell'impianto dovranno essere installate valvole automatiche di sfogo aria che svolgono la funzione di eliminare, senza la necessità di intervenire manualmente, l'aria che si accumula all'interno dei circuiti degli impianti di climatizzazione. In questo modo si evita l'insorgere di fenomeni negativi che

possono pregiudicare la durata ed il rendimento dell'impianto termico, quali: processi corrosivi dovuti all'ossigeno; sacche d'aria localizzate nei corpi scaldanti; fenomeni di cavitazione nelle pompe di circolazione.

La valvola viene installata, in posizione verticale, sul separatore, sui collettori, sulle colonne montanti e, più in generale, nei punti dell'impianto ove si preveda il raccogliersi di sacche d'aria. Durante il funzionamento il tappo superiore deve essere allentato nella versione normale, mentre deve essere completamente avvitato nella versione igroscopica. È sconsigliata l'installazione della valvola in luoghi non ispezionabili. E' vietata l'installazione della valvola in luoghi che possono essere a rischio di gelo;

Le valvole di sfogo aria da installare in centrale nei punti più alti dev'essere completa di rubinetto d'intercettazione automatico. Attacco filettato 3/8"M (o 1/2"M). Gialla o Cromata. Corpo e coperchio in ottone, galleggiante in PP, asta otturatore in ottone, tenute O-Ring in EPDM. Fluidi d'impiego: acqua e soluzioni glicolate. Massima percentuale di glicole 30%. Pressione massima d'esercizio 10 bar, pressione massima di scarico 2,5 bar. Temperatura massima d'esercizio 110°C.

Il rubinetto di intercettazione automatica, la cui tenuta con il corpo valvola è assicurata da un O-Ring in EPDM, agevola le operazioni di manutenzione, bloccando l'afflusso di acqua a valvola disinserita, e di controllo della funzionalità del dispositivo di sfogo.

## **10.7 PROVA DELLE CONDUTTURE**

Prima di iniziare l'applicazione dei materiali isolanti e prima della chiusura delle tracce, le condutture convoglianti fluidi in pressione saranno collaudate idraulicamente e provate a tenuta alla pressione di 2,5 atmosfere superiore a quella di esercizio, per un periodo non inferiore alle 12 (dodici) ore. Dopo tale prova le tubazioni saranno soffiate e lavate: ciò allo scopo di eliminare grasso, corpi estranei ecc., per un periodo sufficiente per garantire che tutto il sistema sia pulito e privo d'acqua, onde evitare l'eventuale pericolo di gelo.

## **10.8 TUBAZIONI IN PE-HD**

I tubi ed i raccordi in polietilene per scarichi rispondono ai requisiti della norma EN 1519 e possono essere utilizzati all'interno dei fabbricati adibiti ad uso civile ed industriale ed in particolare per gli scopi seguenti:

- a) Tubazioni di scarico per il deflusso delle acque di scarico domestiche (bassa ed alta temperatura).
- b) Tubazioni di ventilazione collegate agli scarichi indicati in precedenza.

c) Scarichi di acque piovane all'interno della struttura del fabbricato.

La normativa EN 1519 prevede diverse aree di applicazione identificate da una specifica marcatura:

- La marcatura "B" identifica tubi e raccordi utilizzati all'interno del fabbricato o all'esterno ancorati ad una parete. L'utilizzo è limitato alla serie S16, tale serie non può in ogni caso essere destinata ad applicazioni interrato di ogni genere.
- La marcatura "D" identifica tubi e raccordi interrati utilizzati al di sotto del fabbricato a non più di 1 m di distanza da esso e collegati al sistema di scarico del fabbricato.
- La marcatura "BD" identifica tubi e raccordi destinati ad entrambi gli utilizzi specificati nei punti precedenti. Per questo utilizzo sono ammessi diametri nominali uguali o maggiori di 75 mm appartenenti alla serie S 12.5.

Le giunzioni dei tubi e/o dei raccordi di polietilene possono essere realizzate in modi diversi: Giunzione mediante saldatura testa a testa; Giunzione mediante saldatura per elettrofusione. Giunzione mediante bicchiere ad innesto. Giunzione mediante manicotto di dilatazione. Giunzione mediante raccordo filettato. Giunzione mediante manicotto di contrazione. Giunzione mediante raccordo a vite. Giunzione mediante raccordo a vite con colletto di fissaggio. Giunzione mediante flangia.

Dovrà essere prevista l'insonorizzazione degli scarichi in tutte le colonne di scarico e per le tubazioni dedicate allo scarico delle acque nere.

I diametri, gli spessori e le relative tolleranze dei tubi in polietilene ad alta densità sono riportati nella tabella seguente.



Diametro nominale DN [mm]	Diametro esterno De [mm]	Spessore s [mm]	Serie s	SDR	Area di applicazione
30	32 <sup>+0,3</sup> <sub>0</sub>	3,0 <sup>+0,5</sup> <sub>0</sub>	12,5/16	26/33	BD
40	40 <sup>+0,4</sup> <sub>0</sub>	3,0 <sup>+0,5</sup> <sub>0</sub>	12,5/16	26/33	BD
50	50 <sup>+0,5</sup> <sub>0</sub>	3,0 <sup>+0,5</sup> <sub>0</sub>	12,5/16	26/33	BD
56	56 <sup>+0,5</sup> <sub>0</sub>	3,0 <sup>+0,5</sup> <sub>0</sub>	12,5/16	26/33	BD
60	63 <sup>+0,6</sup> <sub>0</sub>	3,0 <sup>+0,5</sup> <sub>0</sub>	12,5/16	26/33	BD
70	75 <sup>+0,7</sup> <sub>0</sub>	3,0 <sup>+0,5</sup> <sub>0</sub>	12,5/16	26/33	BD
90	90 <sup>+0,9</sup> <sub>0</sub>	3,5 <sup>+0,6</sup> <sub>0</sub>	12,5	26	BD
100	110 <sup>+1,0</sup> <sub>0</sub>	4,2 <sup>+0,7</sup> <sub>0</sub>	12,5	26	BD
125	125 <sup>+1,2</sup> <sub>0</sub>	4,8 <sup>+0,7</sup> <sub>0</sub>	12,5	26	BD
150	160 <sup>+1,5</sup> <sub>0</sub>	6,2 <sup>+0,9</sup> <sub>0</sub>	12,5	26	BD
200	200 <sup>+1,8</sup> <sub>0</sub>	6,2 <sup>+0,9</sup> <sub>0</sub>	16	33	B
200	200 <sup>+1,8</sup> <sub>0</sub>	7,7 <sup>+1,0</sup> <sub>0</sub>	12,5	26	BD
250	250 <sup>+2,3</sup> <sub>0</sub>	7,7 <sup>+1,0</sup> <sub>0</sub>	16	33	B
250	250 <sup>+2,3</sup> <sub>0</sub>	9,6 <sup>+1,2</sup> <sub>0</sub>	12,5	26	BD
300	315 <sup>+2,9</sup> <sub>0</sub>	9,7 <sup>+1,2</sup> <sub>0</sub>	16	33	B
300	315 <sup>+2,9</sup> <sub>0</sub>	12,1 <sup>+1,5</sup> <sub>0</sub>	12,5	26	BD

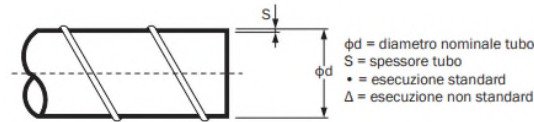
## 10.9 TUBAZIONE IN RAME RICOTTO PER IMPIANTI GAS REFRIFERANTE

Le reti di distribuzione del fluido frigorifero dalle unità motocondensanti alle unità di climatizzazione interne saranno realizzate in tubo di rame preisolato del tipo specifico per impianti di condizionamento secondo EN 12375-1, complete di coppie di derivazioni per mandata e ritorno fluido frigorifero (lato gas e lato liquido) poste entro gusci di coibentazione preformati; la coibentazione sarà in guaina di materiale plastico a celle chiuse di spessore secondo la seguente lista:

- De 6,35 mm - sp. isolamento 7 mm
- De 9,52 mm - sp. isolamento 8 mm
- De da 12,7 a 19,05 mm - sp. isolamento 10 mm
- De 22,2 mm - sp. isolamento 12 mm
- De 28,58 mm – sp. isolamento 15 mm
- De 34,90 mm – sp. isolamento 20 mm
- De 41,28 mm – sp. isolamento 25 mm.

### 10.10 TUBAZIONI IN ACCIAIO ZINCATO SPIRALATO

I canali spiralati, prodotti come standard in LAMIERA ZINCATA, sono conformi alle: UNI EN 12237, UNI EN 1506 e UNI EN 13779. Adatti per impianti a CLASSE DI TENUTA "D". Le caratteristiche dimensionale di questa tipologia di canali è descritta nella tabella sottostante.



$\phi d$ (mm)	Diametri e spessori standard Tubi SZ				
	Standard diameters and thicknesses of SZ ducts				
	S=0,5 mm	S=0,6 mm	S=0,8 mm	S=1,0 mm	S=1,2 mm
80	•				
100	•	Δ			
125	•	Δ			
150	•	Δ			
160	•	Δ	Δ		
180	•	Δ	Δ		
200	•	Δ	Δ		
224	•	Δ	Δ		
250	•	Δ	Δ		
300		•	Δ		
315		•	Δ	Δ	
355		•	Δ	Δ	
400		•	Δ	Δ	
450		Δ	•	Δ	Δ
500			•	Δ	Δ
560			•	Δ	Δ
630			•	Δ	Δ
710			•	Δ	Δ
800			•	Δ	Δ
900				•	Δ
1000				•	Δ
1120				•	Δ
1250				Δ	•
1300					•
1400					•
1500					•
1600					•

La giunzione tra diverse tubazioni è realizzata con una guarnizione a profilo omogeneo in gomma sintetica EPDM resistente all'invecchiamento. Questa guarnizione è alloggiata in una scanalatura ricavata alle estremità dei pezzi sagomati ed è fissata per mezzo di una ribordatura. Questo tipo di fissaggio garantisce che la guarnizione rimanga sempre in posizione corretta.

La guarnizione di tenuta è in gomma EPDM in modo da soddisfare i nostri elevati standard qualitativi. Questo materiale è molto resistente all'ozono ed all'irraggiamento UV e nello stesso tempo è insensibile agli sbalzi di temperatura. La gomma EPDM tollera temperature da -30°C a 100°C.