

## PARTE II

### TITOLO X- QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI

#### **ART. 49. QUALITÀ E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI DELL'IMPIANTO ELETTRICO**

Ai sensi dell'art. 2 della legge 18 ottobre 1977, n. 791 e del D.M. 22/01/2008, n°37, dovrà essere utilizzato materiale elettrico esente da difetti qualitativi e di lavorazione e costruito a regola d'arte:

- ovvero che sullo stesso materiale sia stato apposto un marchio che ne attesti la conformità (per esempio IMQ);
- ovvero che abbia ottenuto il rilascio di un attestato di conformità da parte di uno degli organismi competenti per ciascuno degli stati membri della Comunità Economica Europea;
- ovvero che sia munito di dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore.

L'attestato di conformità alla norma si riferisce a un campione, mentre il marchio riguarda anche la produzione. Si ricorre alla relazione di conformità ai principi generali di sicurezza quando non esistono norme relative.

La conformità di un componente elettrico alla relativa norma può essere dichiarata dal costruttore in catalogo. In caso contrario, è necessaria una copia della documentazione specifica.

Quanto sopra vale anche per i materiali ricevuti in conto lavorazione, per i quali l'installatore diventa, volente o nolente, responsabile.

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

Tutti i materiali e gli apparecchi devono essere rispondenti alle relative norme CEI e alle tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistano.

Per i materiali la cui provenienza è prescritta dalle condizioni del presente Capitolato speciale, potranno pure essere richiesti i campioni.

Nella scelta dei materiali è raccomandata la preferenza ai prodotti nazionali o comunque a quelli dei Paesi della CE.

Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana.

#### **APPARECCHIATURE MODULARI CON MODULO NORMALIZZATO**

Le apparecchiature installate nei quadri di comando e negli armadi devono essere del tipo modulare e componibili con fissaggio a scatto su profilato normalizzato EN 50022 (norme CEI 17-18).

In particolare:

a) gli interruttori automatici magnetotermici da 1 a 100 A devono essere modulari e componibili con potere di interruzione fino a 10000 A, salvo casi particolari;

b) tutte le apparecchiature necessarie per rendere efficiente e funzionale l'impianto (trasformatori, suonerie, portafusibili, lampade di segnalazione, gruppi di misura, interruttori programmatori, prese di corrente CE ecc.) devono essere modulari e accoppiabili nello stesso quadro con gli interruttori automatici di cui al punto a);

c) gli interruttori con relè differenziali fino a 100 A devono essere modulari e appartenere alla stessa serie di cui ai punti a) e b), nonché essere del tipo ad azione diretta;

d) gli interruttori magnetotermici differenziali tetrapolari con 4 poli protetti fino a 100 A devono essere modulari e dotati di un dispositivo che consenta la visualizzazione dell'avvenuto intervento e permetta preferibilmente di distinguere se detto intervento è provocato dalla protezione magnetotermica o dalla protezione differenziale. E' ammesso l'impiego di interruttori differenziali puri purché abbiano un potere di interruzione con dispositivo associato di almeno 4.500 A;

e) il potere di interruzione degli interruttori automatici deve essere garantito sia in caso di alimentazione dai morsetti superiori (alimentazione dall'alto) sia in caso di alimentazione dai morsetti inferiori (alimentazione dal basso).

Gli interruttori di cui alle lettere c) e d) devono essere conformi alle norme CEI 23-18 e interamente assembrati a cura del costruttore.

#### **QUADRI DI COMANDO E DISTRIBUZIONE**

I quadri di comando devono essere muniti di profilati per il fissaggio a scatto delle apparecchiature elettriche. Detti profilati devono essere rialzati dalla base per consentire il passaggio dei conduttori di cablaggio.

Gli apparecchi installati devono essere protetti da pannelli di chiusura preventivamente lavorati per far sporgere l'organo di manovra delle apparecchiature.

I quadri della serie devono essere costruiti in modo tale da poter essere installati da incasso, con sportello trasparente, con serratura a chiave. La carpenteria del quadro dovrà essere metallica secondo le specifiche indicate negli elaborati progettuali, salvo dove espressamente richiesto.

Il grado di protezione minimo deve essere IP40 e comunque adeguato all'ambiente.

#### PROVE DEI MATERIALI

L'Amministrazione appaltante indicherà preventivamente eventuali prove da eseguirsi, in fabbrica o presso laboratori specializzati da precisarsi, sui materiali da impiegarsi negli impianti oggetto dell'appalto.

Le spese inerenti a tali prove non faranno carico all'Amministrazione appaltante, la quale si assumerà le sole spese per fare eventualmente assistere alle prove propri incaricati.

### **ART. 50. QUALITÀ E CARATTERISTICHE DEGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI**

Gli impianti fotovoltaici e i relativi componenti, le cui tipologie sono contemplate nel presente appalto, devono rispettare le prescrizioni contenute nelle seguenti norme tecniche, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati:

- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI EN 60904-1 (CEI 82-1): Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- CEI EN 60904-3 (CEI 82-3): Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- CEI EN 61727 (CEI 82-9): Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
- CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri.

Qualifica del progetto e omologazione del tipo;

- CEI EN 61646 (82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali; (CEI, ASSOSOLARE)
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso  $\leq 16$  A per fase);
- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)
- CEI EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini
- CEI 0-3: Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati per la legge n. 46/1990;
- UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- CEI 13-4: Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.)

- EN 50470-1 ed EN 50470-3 in corso di recepimento nazionale presso CEI;
- CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.)

Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra elencate, i documenti tecnici emanati dai gestori di rete riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica

## ART. 51. MODULI FOTOVOLTAICI

I moduli fotovoltaici devono essere provati e verificati da laboratori accreditati, per le specifiche prove necessarie alla verifica dei moduli, in conformità alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025. Gli impianti fotovoltaici devono essere realizzati con componenti che assicurino l'osservanza delle due seguenti condizioni:

a)  $P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I / I_{stc}$ ,

dove  $P_{cc}$  è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del  $\pm 2\%$ ;  $P_{nom}$  è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;  $I$  è l'irraggiamento [ $W/m^2$ ] misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del  $\pm 3\%$ ;  $I_{stc}$ , pari a  $1000 W/m^2$ , è l'irraggiamento in condizioni di prova standard; tale condizione deve essere verificata per  $I > 600 W/m^2$ .

b)  $P_{ca} > 0,9 * P_{cc}$

dove  $P_{ca}$  è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente generata dai moduli fotovoltaici continua in corrente alternata, con precisione migliore del  $2\%$ .

La misura della potenza  $P_{cc}$  e della potenza  $P_{ca}$  deve essere effettuata in condizioni di irraggiamento ( $I$ ) sul piano dei moduli superiore a  $600 W/m^2$ .

Qualora nel corso di detta misura venga rilevata una temperatura di lavoro dei moduli, misurata sulla faccia posteriore dei medesimi, superiore a  $40\text{ }^\circ\text{C}$ , è ammessa la correzione in temperatura della potenza stessa. In questo caso la condizione a) precedente diventa:

a')  $P_{cc} > (1 - P_{tpv} - 0,08) * P_{nom} * I / I_{stc}$

Ove  $P_{tpv}$  indica le perdite termiche del generatore fotovoltaico (desunte dai fogli di dati dei moduli), mentre tutte le altre perdite del generatore stesso (ottiche, resistive, caduta sui diodi, difettidi accoppiamento) sono tipicamente assunte pari all'8%. Le perdite termiche del generatore fotovoltaico  $P_{tpv}$ , nota la temperatura delle celle fotovoltaiche  $T_{cel}$ , possono essere determinate da:

$$P_{tpv} = (T_{cel} - 25) * \varphi / 100 \quad \text{oppure} \quad P_{tpv} = [T_{amb} - 25 + (NOCT - 20) * I / 800] * \varphi / 100$$

nota la temperatura ambiente  $T_{amb}$  dove  $\varphi$  Coefficiente di temperatura di potenza (parametro, fornito dal costruttore, per moduli in silicio cristallino è tipicamente pari a  $0,4,0,5\text{ } \%/^\circ\text{C}$ ). NOCT Temperatura no minale di lavoro della cella (parametro, fornito dal costruttore, è tipicamente pari a  $40,50^\circ\text{C}$ , ma può arriva re a  $60\text{ }^\circ\text{C}$  per moduli in retrocamera).  $T_{amb}$  Temperatura ambiente; nel caso di impianti in cui una faccia del modulo sia esposta all'esterno e l'altra faccia sia esposta all'interno di un edificio (come accade nei lucernai a tetto), la temperatura da considerare sarà la media tra le due temperature.  $T_{cel}$  è la temperatura delle celle di un modulo fotovoltaico; può essere misurata mediante un sensore termoresistivo (PT100) attaccato sul retro del modulo.

Le specifiche tecniche del generatore fotovoltaico, nonché quelle dimensionali dei singoli moduli devono essere documentate da attestati di prova e conformi ai suddetti criteri. Le prestazioni dei moduli non dovranno comunque essere inferiore a quelli di seguito indicati:

Potenza massima	240W <sup>1</sup>
Tipologia	Policristallino
Tensione a vuoto $V_{oc}$	37.20V <sup>1</sup>
Tensione alla massima potenza $V_{mpp}$	30.20V <sup>1</sup>
Corrente di corto circuito $I_{sc}$	8.45A <sup>1</sup>
Corrente alla max potenza $I_{mpp}$	7.96A <sup>1</sup>
Tolleranza sulla potenza	0/+5%
$Tk_{I_{sc}}$	0.04%/K
$TKV_{oc}$	-0.3%/K
Celle per modulo	60

Dimensione cella	156x156mm
Dimensione modulo	1000x1670x50mm

<sup>1</sup> Condizioni di test standard

## ART. 52. INVERTER

I gruppi di conversione dovranno essere scelti in modo da ottimizzare la produzione per tutte le condizioni di temperatura dei moduli possibili (gamma da 0°C sino 70°C). I gruppi dovranno essere adeguati alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF, in conformità alle norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8, CEI 11-20, rispondenti al documento di unificazione ENEL (Regole tecniche di connessione) e con interfaccia integrata e certificata. Il prelievo di potenza dai pannelli fotovoltaici dovrà avvenire costantemente ottimizzando il punto di funzionamento in relazione alle condizioni di irraggiamento, alle caratteristiche dei pannelli stessi, alla loro temperatura e alle caratteristiche del convertitore. Si dovranno impiegare dispositivi utilizzando la tecnica Maximum Power Point Tracker (MPPT) che massimizza direttamente la potenza immessa in rete e non solo quella prelevata dai pannelli, tenendo conto quindi anche dei rendimenti degli organi di conversione. Il dispositivo dovrà essere dotato di due inseguitori MPPT indipendenti, connessi come indicato negli elaborati progettuali. Il sistema dovrà immettere nella rete una corrente con forma d'onda identica alla tensione con fattore di potenza unitario in ogni condizione di funzionamento. L'inverter dovrà essere dotato di trasformatore di separazione galvanica interna.

I parametri di funzionamento e le misure delle grandezze elettriche devono essere monitorate in locale tramite l'apposito display LCD alfanumerico.

Le prestazioni dell'inverter non dovranno essere inferiori a quelle di seguito indicate:

Potenza	6800+6800	Wp
Tensione max entrata	520	V
Tensione MPPT	250/470	V
I <sub>max</sub> entrata	25	A
Potenza nominale uscita	12	KW
tipologia	Trifase	
I <sub>nom</sub> uscita	18	A
Fattore distorsione	<2%	%
Rendimento EURO	97.0	%
Fattore di potenza nominale	1	

## TITOLO XI - MODALITÀ DI ESECUZIONE

### ART. 53. IMPIANTO ELETTRICO: PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI

#### REQUISITI DI RISPONDENZA A NORME, LEGGI E REGOLAMENTI

Gli impianti e i componenti devono essere realizzati a regola d'arte, giusta prescrizione della legge 1 marzo 1968, n. 186 e del D.M. 22/01/2008, n°37.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti e in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di sicurezza delle norme CEI (Comitato elettrotecnico italiano);
- alle prescrizioni e indicazioni dell'ENEL o dell'Azienda distributrice dell'energia elettrica;
- alle prescrizioni e indicazioni della TELECOM o dell'Ente che effettua il servizio telefonico;
- alle prescrizioni dei VV.FF. e delle autorità locali.

#### NORME PER LA PREVENZIONE DEGLI INFORTUNI SUL LAVORO

Nei disegni e negli atti posti a base dell'appalto deve essere chiaramente precisata, dall'Amministrazione appaltante, la destinazione o l'uso di ciascun ambiente, affinché le ditte concorrenti ne tengano debito conto

ai fini di quanto disposto dalle vigenti disposizioni di legge in materia antinfortunistica, nonché dalle norme CEI.

#### **ART. 54. PRESCRIZIONI RIGUARDANTI I CIRCUITI**

##### **CAVI E CONDUTTORI**

###### *a) isolamento dei cavi:*

i cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria devono essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (U<sub>o</sub>/U) non inferiori a 450/750 V, simbolo di designazione 07. Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando devono essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500 V, simbolo di designazione 05. Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, devono essere adatti alla tensione nominale maggiore. I cavi utilizzati nella parte in corrente continua dovranno avere una tensione nominale pari a 1500V.;

###### *b) colori distintivi dei cavi:*

i conduttori impiegati nella esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722-74 e 00712. In particolare i conduttori di neutro e protezione devono essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. Per quanto riguarda i conduttori di fase, devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone; i conduttori Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "-", oppure dovrà essere impiegato il nero per il polo negativo e il rosso per il polo positivo.

###### *c) sezioni minime e cadute di tensione massime ammesse:*

le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti devono essere in accordo con le prescrizioni degli elaborati progettuali. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL.

###### *d) sezione minima dei conduttori neutri:*

la sezione dei conduttori neutri non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase.

###### *e) sezione dei conduttori di terra e protezione:*

la sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quella indicata nella tabella seguente, tratta dalle norme CEI 64-8, IV edizione (tabella 54F):

###### *f) propagazione del fuoco lungo i cavi:*

i cavi in aria installati individualmente, cioè distanziati tra loro di almeno 250 mm, devono rispondere alla prova di non propagazione delle norme CEI 20-35. Quando i cavi sono raggruppati in ambiente chiuso in cui sia da contenere il pericolo di propagazione di un eventuale incendio, essi devono avere i requisiti di non propagazione dell'incendio in conformità alle norme CEI 20-22;

###### *g) provvedimenti contro il fumo:*

allorché i cavi siano installati in notevole quantità in ambienti chiusi frequentati dal pubblico e di difficile e lenta evacuazione si devono adottare sistemi di posa atti ad impedire il dilagare del fumo negli ambienti stessi o in alternativa ricorrere all'impiego di cavi a bassa emissione di fumo secondo le norme CEI 20-37 e 20-38;

###### *h) problemi connessi allo sviluppo di gas tossici e corrosivi:*

qualora cavi in quantità rilevanti siano installati in ambienti chiusi frequentati dal pubblico, oppure si trovino a coesistere in ambiente chiuso, con apparecchiature particolarmente vulnerabili da agenti corrosivi, deve essere tenuto presente il pericolo che i cavi stessi bruciando sviluppino gas tossici o corrosivi. Ove tale pericolo sussista occorre fare ricorso all'impiego di cavi aventi la caratteristica di non sviluppare gas tossici e corrosivi ad alte temperature secondo le norme CEI 20-37 e 20-38.

###### *i) sezione minima del conduttore di protezione*

dovrà essere tale da soddisfare le prescrizioni della norma CEI 64-8

#### **ART. 55. CANALIZZAZIONI E POSA DEI CAVI**

I conduttori, a meno che non si tratti di installazioni volanti, devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente. Le installazioni volanti dovranno essere autorizzate dalla direzione lavori.

Dette protezioni possono essere: tubazioni e canalette porta cavi.

Si devono rispettare le seguenti prescrizioni:

##### **TUBI PROTETTIVI, CASSETTE DI DERIVAZIONE**

Il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti. Il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. Comunque il diametro interno non deve essere inferiore a 16 mm.

Il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale.

Le curve devono essere effettuate con raccordi o con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi; ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, ad ogni derivazione da linea principale a secondaria e in ogni locale servito, la tubazione deve essere interrotta con cassette di derivazione;

Le eventuali giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti o morsettiere. Dette cassette devono essere costruite in modo che nelle condizioni ordinarie di installazione non sia possibile introdurre corpi estranei, deve inoltre risultare agevole la dispersione di calore in esse prodotta. Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo; i tubi protettivi dei montanti di impianti utilizzatori alimentati attraverso organi di misura centralizzati e le relative cassette di derivazione devono essere distinti per ogni montante. E' ammesso utilizzare lo stesso tubo e le stesse cassette purché i montanti alimentino lo stesso complesso di locali e che ne siano contrassegnati per la loro individuazione, almeno in corrispondenza delle due estremità; qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi devono essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate. Tuttavia è ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili se non a mezzo di attrezzo, tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi.

I tubi protettivi dei conduttori elettrici collocati in cunicoli, che ospitano altre canalizzazioni devono essere disposti in modo da non essere soggetti a influenze dannose in relazione a sovrariscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa ecc. E' inoltre vietato collocare nelle stesse incassature montanti e colonne telefoniche o radiotelevisive. Nel vano degli ascensori o montacarichi non è consentita la messa in opera di conduttori o tubazioni di qualsiasi genere che non appartengano all'impianto dell'ascensore o del montacarichi stesso.

#### CANALETTE PORTA CAVI

Per i sistemi di canali si applicano le norme CEI 23-19. Il numero dei cavi installati deve essere tale da consentire una occupazione non superiore al 50% della sezione utile dei canali, secondo quanto prescritto dalle norme CEI 64-9. Per il grado di protezione contro i contatti diretti, si applica quanto richiesto dalle norme CEI 64-8 utilizzando i necessari accessori (angoli, derivazioni ecc.), opportune barriere devono separare cavi a tensioni nominali differenti. I cavi vanno utilizzati secondo le indicazioni delle norme CEI 20-20. Nei passaggi di parete devono essere previste opportune barriere tagliafiamma che non degradino i livelli di segregazione assicurati dalle pareti. Le caratteristiche di resistenza al calore anormale e al fuoco dei materiali utilizzati devono soddisfare quanto richiesto dalle norme CEI 64-8. I canali dovranno avere, al loro interno, tre scomparti differenziati per l'installazione dell'impianto di trasmissione dati, dell'impianto telefonico, del sistema antintrusione e dei cavi di energia.

Le dimensioni nominali delle canalizzazioni dovranno rispettare le indicazioni riportate negli allegati progettuali.

#### **ART. 56. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI**

Devono essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse).

Per la protezione contro i contatti indiretti ogni impianto elettrico utilizzatore, o raggruppamento di impianti contenuti in uno stesso edificio e nelle sue dipendenze (quali portinerie distaccate e simili) deve avere un proprio impianto di terra.

A tale impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili destinati ad adduzione, distribuzione e scarico delle acque, nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso.

#### IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di messa a terra deve essere realizzato qualitativamente e quantitativamente come indicato negli elaborati progettuali. L'impianto di terra deve essere unico per l'intero edificio pertanto si avrà cura di collegare il PE del piano superiore con il collettore di terra dell'impianto disperdente, attraverso un conduttore giallo verde di sezione pari alla massima sezione di fase dell'impianto. Si dovranno inoltre effettuare le misure sull'impianto esistente al fine di verificare il coordinamento con i dispositivi di protezione come indicato successivamente.

Una volta attuato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti deve essere realizzata con il seguente sistema, in accordo con gli elaborati progettuali:

a) coordinamento fra impianto di messa a terra e interruttori differenziali. Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè differenziale che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo.

Affinché detto coordinamento sia efficiente deve essere osservata la seguente relazione:  $R_t 50/I_d$  dove  $I_d$  è il valore della corrente nominale di intervento differenziale del dispositivo di protezione.

#### PROTEZIONE MEDIANTE DOPPIO ISOLAMENTO

In alternativa al coordinamento fra impianto di messa a terra e dispositivi di protezione attiva, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata adottando macchine e apparecchi con isolamento doppio o rinforzato (apparecchi di Classe II). In uno stesso impianto la protezione con apparecchi di Classe II può coesistere con la protezione mediante messa a terra; tuttavia è vietato collegare intenzionalmente a terra le parti metalliche accessibili delle macchine, degli apparecchi e delle altre parti dell'impianto di Classe II. Tale alternativa se necessaria dovrà essere esplicitamente autorizzata dalla direzione lavori.

#### ART. 57. PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti.

La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8.

In particolare i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata ( $I_z$ ) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego ( $I_b$ , valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente). Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione devono avere una corrente nominale ( $I_n$ ) compresa fra la corrente di impiego del conduttore ( $I_b$ ) e la sua portata nominale ( $I_z$ ) e una corrente di funzionamento ( $I_f$ ) minore o uguale a 1,45 volte la portata ( $I_z$ ).

In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z; \quad I_f \leq 1,45 I_z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI 23-3 e CEI 17-5.

Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto in modo tale da garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione  $I_{2t} \leq (KS)^2$  (vedi norme CEI 64-8). Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione. E' tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione (art. 6.3.02 delle norme CEI 64-8). In questo caso le caratteristiche dei 2 dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica passante  $I_{2t}$  lasciata passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

#### ART. 58. OPERE DI ASSISTENZA AGLI IMPIANTI

Le opere e gli oneri di assistenza di tutti gli impianti compensano e comprendono le seguenti prestazioni:

- scarico dagli automezzi, collocazione in loco compreso il tiro in alto ai vari piani e sistemazione in magazzino di tutti i materiali pertinenti agli impianti;
- apertura e chiusura di tracce, predisposizione e formazione di fori ed asole su murature e strutture di calcestruzzo armato;
- muratura di scatole, cassette, sportelli, controtelai di bocchette, serrande e griglie, guide e porte ascensori;
- fissaggio di apparecchiature in genere ai relativi basamenti e supporti;
- formazione di basamenti di calcestruzzo o muratura e, ove richiesto, la interposizione di strato isolante, baggioli, ancoraggi di fondazione e nicchie;
- manovalanza e mezzi d'opera in aiuto ai montatori per la movimentazione inerente alla posa in opera di quei materiali che per il loro peso e/o volume esigono tali prestazioni;
- i materiali di consumo ed i mezzi d'opera occorrenti per le prestazioni di cui sopra;
- il trasporto alla discarica dei materiali di risulta delle lavorazioni;
- scavi e rinterrati relativi a tubazioni od apparecchiature poste interrate;
- ponteggi di servizio interni ed esterni;
- le opere e gli oneri di assistenza agli impianti dovranno essere calcolati in ore lavoro sulla base della categoria della manodopera impiegata e della quantità di materiali necessari e riferiti a ciascun gruppo di lavoro.

#### ART. 59. MANODOPERA

L'Appaltatore è obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire tutti quegli operai che non riescano di gradimento alla Direzione dei lavori.

Circa le prestazioni di manodopera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle Leggi e dai contratti collettivi di lavoro, stipulati e convalidati a norma delle leggi sulla disciplina giuridica dei rapporti collettivi.

Nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'impresa si obbliga ad applicare integralmente tutte le norme contenute nel contratto collettivo nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle aziende industriali edili ed affini e negli accordi locali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori anzidetti.

L'impresa si obbliga altresì ad applicare il contratto e gli accordi medesimi anche dopo la scadenza e fino alla sostituzione e, se cooperative, anche nei rapporti con i soci.

I suddetti obblighi vincolano l'impresa anche se non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla natura industriale della stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica, economica o sindacale.

L'impresa è responsabile in rapporto alla stazione appaltante dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi loro dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto.

Il fatto che il subappalto sia o non sia stato autorizzato, non esime l'impresa dalla responsabilità di cui al comma precedente e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della stazione appaltante.

Non sono, in ogni caso, considerati subappalti le commesse date dall'impresa ad altre imprese:

- a) per la fornitura di materiali;
- b) per la fornitura anche in opera di manufatti ed impianti speciali che si eseguono a mezzo di ditte specializzate.

In caso di inottemperanza agli obblighi precisati nel presente articolo, accertata dalla stazione appaltante o ad essa segnalata dall'Ispettorato del Lavoro, la stazione appaltante medesima comunicherà all'Impresa e, se del caso, anche all'Ispettorato suddetto, l'inadempienza accertata e procederà ad una detrazione del 20% sui pagamenti in acconto, se i lavori sono in corso di esecuzione, ovvero alla sospensione del pagamento del saldo, se i lavori sono stati ultimati, destinando le somme così accantonate a garanzia dell'adempimento degli obblighi di cui sopra.

Il pagamento all'impresa delle somme accantonate non sarà effettuato sino a quando dall'Ispettorato del Lavoro non sia stato accertato che gli obblighi predetti sono stati integralmente adempiuti.

Per le detrazioni e sospensione dei pagamenti di cui sopra, l'impresa non può opporre eccezioni alla stazione appaltante, né ha titolo al risarcimento di danni.

#### **ART. 60. NOLEGGI**

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio debbono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine.

Il prezzo comprende gli oneri relativi alla mano d'opera, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, all'energia elettrica e a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine.

Con i prezzi di noleggio delle motopompe, oltre la pompa sono compensati il motore, o la motrice, il gassogeno e la caldaia, la linea per il trasporto dell'energia elettrica ed, ove occorra, anche il trasformatore.

I prezzi di noleggio di meccanismi in genere, si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione dell'Amministrazione, e cioè anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo stabilito per meccanismi in funzione soltanto alle ore in cui essi sono in attività di lavoro; quello relativo a meccanismi in riposo in ogni altra condizione di cose, anche per tutto il tempo impiegato per riscaldare la caldaia e per portare a regime i meccanismi.

Nel prezzo del noleggio sono compresi e compensati gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento dei detti meccanismi.

Per il noleggio dei carri e degli autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

#### **ART. 61. TRASPORTI**

Con i prezzi dei trasporti s'intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, la mano d'opera del conducente, e ogni altra spesa occorrente.

I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere alle prescritte caratteristiche.

La valutazione delle materie da trasportare è fatta, a seconda dei casi, a volume o a peso, con riferimento alla distanza.

#### **ART. 62. CARTELLI ALL'ESTERNO DEL CANTIERE**

L'impresa ha l'obbligo di fornire in opera a sua cura e spese e di esporre all'esterno del cantiere, come dispone la circolare Min.LL.PP. del 01.06.1990, n. 1729/UL, due cartelli di dimensioni non inferiori a



m.1,00 (larghezza) per m 2,00 (altezza) in cui devono essere indicati l'Amministrazione, l'oggetto dei lavori, i nominativi dell'impresa, del Progettista, del Direttore dei lavori, ed anche, ai sensi dell'art. 18, comma 6 della L. 55/90, i nominativi di tutte le imprese subappaltatrici e dei cottimisti, nonché i dati di cui al comma 3 dello stesso art.18.

Boroneddu, li

Il professionista  
Dott. Ing. Serafino Piras