

Società di Committenza Regione Piemonte S.p.A.

S.C.R. - PIEMONTE S.p.A. - C.so Marconi n.10 - 10125 Torino

A.S.L. TO 3 - Venaria Reale

Procedura aperta per l'affidamento della progettazione definitiva, esecutiva, coordinamento della sicurezza in fase di progettazione e della realizzazione di una nuova struttura sanitaria nella città di Venaria Reale - LOTTO I -

Titolo del Lavoro:

NUOVA STRUTTURA SANITARIA NELLA CITTA' DI VENARIA REALE (TO)

PROGETTO DEFINITIVO - INTEGRAZIONI

Contenuto della tavola:

DOCUMENTO INTEGRATIVO "E" RISPARMIO ENERGETICO GARANTITO DALL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO:

PROGETTO: RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

IMPRESA CONCORRENTE:



PAOLO BELTRAMI S.p.A.

Via IV Novembre n. 72 - Paderno Ponchielli (CR)
tel. 0374/366411 – fax. 0374/366460
e-mail: beltrami@paolobeltramispa.it

Timbro e Firma:

PROGETTISTA AUSILIARIO:



CONSORZIO RETE

ViaXX Settembre n. 34/7 - 16121 Genova
tel. 010.562183 – fax. 010.587727
e-mail: consorziorete@promasesrl.com
direttore tecnico: Ing. Pierluigi Marchesi

PROGETTO IMPIANTI:

Ing. Marchesi Pierluigi

Timbro e Firma:



Scala:

Documento n°

Data:

Gennaio 2014

Doc. int. E.2

AGGIORNAMENTO:

Questo disegno è protetto dalle leggi sul Diritto d'autore e non può essere riprodotto né utilizzato senza autorizzazione.

INDICE

GENERALITÀ	3
PRESCRIZIONI PER LA PREVENZIONE INCENDI SECONDO VV.F.....	4
MODULI FOTOVOLTAICI	7
CONFIGURAZIONE DEL CAMPO FOTOVOLTAICO	7
SCELTA DEGLI INVERTER.....	8
CAVI E QUADRO DI CAMPO.....	9
PROTEZIONE DI INTERFACCIA.....	10
PROTEZIONE DALLE SOVRACORRENTI.....	11
CADUTA DI TENSIONE C.C.....	11
QUADRO DI CAMPO	11
QUADRO GENERATORI.....	12
CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE INSTALLAZIONI IN PROGETTO	14
QUADRI DI BASSA TENSIONE.....	14
<i>Sbarre e connessioni</i>	14
<i>Messa a terra</i>	14
<i>Apparecchiature principali</i>	15
<i>Modalità esecutive dei quadri</i>	16
<i>Circuiti ausiliari</i>	18
<i>Materiali isolanti</i>	19
<i>Targhe</i>	19
<i>Accessori</i>	19
CAVI	20
<i>Normativa di riferimento</i>	20
<i>Caratteristiche generali</i>	20
<i>Tipi di cavi e conduttori</i>	24
<i>Cavi non propaganti la fiamma</i>	24
<i>Cavi non propaganti l'incendio e la fiamma</i>	24
CANALIZZAZIONI.....	25
<i>Tubi protettivi per cavi elettrici</i>	25
<i>Canalina portacavi in acciaio zincato</i>	27
CASSETTE DI DERIVAZIONE E SCATOLE	28
APPARECCHI DI COMANDO, PRESE, PUNTI LUCE.....	29
<i>Apparecchi di comando</i>	29
<i>Prese</i>	29
<i>Punti luce</i>	30
COLLEGAMENTI AGLI UTILIZZATORI.....	30
APPARECCHI ILLUMINANTI	30
<i>Apparecchiature accessorie</i>	31
APPARECCHI ILLUMINANTI DI EMERGENZA	31
IMPIANTI DI PROTEZIONE.....	32
VERIFICHE PROVE E COLLAUDI	33
QUALITÀ DEI MATERIALI E LUOGHI DI INSTALLAZIONE	33

GENERALITÀ

Il presente elaborato tecnico ha lo scopo di indicare le tipologie dei materiali e di fornire le indicazioni necessarie alla realizzazione di un impianto solare fotovoltaico, per la produzione di energia elettrica, da installare a servizio di una struttura ospedaliera da realizzarsi nel comune di Venaria Reale, in provincia di Torino.

L'impianto deve essere realizzato secondo quanto stabilito dal D.L. del 3 Marzo 2011 n.28, che sancisce, per i nuovi edifici o gli edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti, l'obbligo di fornire una parte della potenza elettrica installata da fonti rinnovabili, calcolata secondo la formula indicata nell'allegato 3, comma 3, dello stesso decreto:

$$P = \frac{1}{K} \cdot S$$

Dove S è la superficie in pianta dell'edificio al livello del terreno, misurata in m², e K è un coefficiente (m²/kW) che assume i seguenti valori:

- a) K=80, quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 31 maggio 2012 al 31 dicembre 2013;
- b) K=65, quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 1° gennaio 2014 al 31 dicembre 2016;
- c) K=50, quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 1° gennaio 2017.

Assumendo come data di richiesta del titolo autorizzativo la data di realizzazione del progetto definitivo, si ottiene, considerando la superficie in pianta del piano a livello del terreno di 4200 mq, una quota di energia richiesta pari a

$$P = \frac{1}{80} \cdot 4200 = 52,5 \text{ kWp}$$

L'impianto fotovoltaico sarà suddiviso in n.2 blocchi, il blocco 1 sarà installato sulla copertura della foresteria, mentre il blocco 2 sarà installato sulla copertura del fabbricato principale. Questa divisione è dovuta a causa dell'insufficienza di spazio sulla copertura del fabbricato principale per l'installazione dell'intero numero dei moduli necessari.

I pannelli fotovoltaici saranno installati in aderenza alle coperture del fabbricato indicato negli elaborati grafici allegati, mediante l'installazione di appositi sistemi di supporto fissati su struttura in lamiera grecata di nuova realizzazione.

La potenza nominale degli impianti sarà pari a:

- Impianto blocco 1 = **36 kWp**.
- Impianto blocco 2 = **16,5 kWp**.

Con la realizzazione degli impianti in questione, si intende conseguire un significativo risparmio energetico per la struttura servita, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal sole. Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze architettoniche e di tutela ambientale;
- nessun inquinamento acustico;
- un risparmio di combustibile fossile;

PRESCRIZIONI PER LA PREVENZIONE INCENDI SECONDO VV.F

L'installazione degli impianti oggetto della presente relazione tecnica risponde alle prescrizioni della guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici, Ministero dell'Interno 26/03/2010, protocollo 0005/58 del 26/03/2010 – 282/032101.01.4144/020, normativa e quesiti DCPREV.

L'installazione è conforme a:

- 1) le celle fotovoltaiche sono conformi alle prescrizioni imposte per la costruzione del “generatore fotovoltaico” della soprarichiamata regola tecnica;
- 2) i pannelli fotovoltaici saranno separati dal resto dell'attività con strutture almeno R/15 e REI/45; i pannelli fotovoltaici non modificano quindi il carico d'incendio e non incidono sul rischio d'incendio dei sottostanti locali.

L'intero impianto rispetterà i punti e le prescrizioni delle linee guida antincendio prot. 5158 del 28/03/2010 del M.I. dipartimento VV.F. DCPREV.

Gli impianti FV sono progettati, realizzati e mantenuti conformemente alla regola dell' arte.

Sono rispettate le norme di conformità alla vigente normativa, in particolare alla Legge 1 marzo 1968, e alle norme tecniche del CEI, dell'UNI o di altri Enti di normalizzazione appartenenti agli Stati membri dell'Unione europea o che sono parti contraenti dell'accordo sullo spazio economico europeo, equivale alla conformità alla regola dell'arte.

Gli impianti FV devono funzionare in bassa tensione, ovvero, inferiore a 1500 V in c.c. e a 1000 V in c.a.

Gli impianti FV non devono costituire causa primaria di incendio o esplosione nelle attività circostanti.

L' impianto FV non deve fornire alimento o via privilegiata di propagazione degli incendi.

L'impianto FV non deve costituire rischio di folgorazione per i soccorritori in caso di incendio, in riferimento alla possibilità di interferenza dei getti idrici degli impianti di spegnimento con le parti dell'impianto FV in tensione, collocate a monte del punto di disconnessione.

Gli impianti FV devono essere provvisti di idonei dispositivi elettrici/elettronici di sicurezza, atti a impedire che i guasti e gli incidenti elettrici possano innescare incendi, quali: diodi di bypass contro i fenomeni di surriscaldamento localizzato nei pannelli FV per cortocircuito (effetto “hot spot”), impianti di protezione contro le fulminazioni dirette (L.P.S. Lightning Protection System), ove pre-

viste, scaricatori contro le sovratensioni da fulminazioni indirette (S.P.D. Surge Protective Device), necessari questi in particolar modo a protezione degli inverter, immediatamente a monte di questi ultimi, interruttori automatici contro sovraccarichi e dispersioni, ecc.

Devono essere previsti idonei interruttori, atti a disconnettere dai generatori FV ogni parte dell'impianto elettrico interno agli edifici e, comunque, a monte delle utenze, nonché a sezionare tra loro i sottocampi, azionabili da comando remoto collocato in posizione segnalata e sicuramente raggiungibile, in caso di incendio, ovvero, da comando diretto, **collocato all'interno del locale gestione emergenze al piano interrato del fabbricato e all'interno della reception, in prossimità dell'accesso principale al fabbricato.**

Tutte le parti dell'impianto FV a monte del punto di disconnessione devono essere esterne agli edifici, oppure, se interne, devono essere ubicate in apposito vano tecnico con idonee caratteristiche di resistenza al fuoco, e con accesso diretto dall'esterno e adeguatamente segnalato in riferimento alla presenza di tensione nelle ore diurne.

Tutte le parti dell'impianto FV a monte del punto di disconnessione ubicate all'esterno dell'edificio, se collocate in zone accessibili, devono essere recintate e adeguatamente segnalate in riferimento alla presenza di tensione nelle ore diurne.

I componenti degli impianti FV non possono essere installati in luoghi sicuri, né essere di intralcio lungo le vie di esodo.

I pannelli, le condutture elettriche e le altre parti in c.c. devono consentire il corretto funzionamento e la manutenzione di eventuali evacuatori di fumo e calore (EFC) presenti. In ogni caso essi devono distare da questi ultimi almeno metri 1.00 e non devono costituire impedimento alcuno allo scarico esterno dei prodotti della combustione, in caso di incendio, attraverso lucernari, camini, ecc.

Nei luoghi con possibilità di presenza di aeriformi miscele infiammabili e in quelli con presenza di esplosivi, le parti dell'impianto in c.c., compresi gli inverter, devono essere installati all'esterno delle zone classificate ai sensi del D.Lgs. 8 1/2008 – allegato XLIX. Per tali luoghi è, comunque, obbligatorio eseguire la verifica secondo le direttive ATEX.

Nel caso di generatori FV ubicati sulla copertura di edifici, priva di requisiti di separazione antincendio, affinché non sia favorita la propagazione di eventuali incendi sottostanti, deve essere ridotta al minimo possibile la presenza degli stessi e dei relativi accessori su congrue fasce corrispondenti ai sottostanti muri di compartimentazione. Inoltre tutti i componenti dell'impianto devono avere idonee caratteristiche di reazione al fuoco certificate.

Le caratteristiche di resistenza e di reazione al fuoco dei componenti dell'impianto FV, delle relative strutture di sostegno e di quelle di separazione degli stessi dagli edifici, nonché le distanze di sicurezza ed eventuali barriere resistenti al fuoco interposte tra i primi e i depositi esterni di sostanze combustibili e/o infiammabili, devono essere tali da impedire la propagazione ad altre entità prossime di eventuali incendi dei medesimi, che possono innescarsi per guasti elettrici e fulminazioni meteoriche dirette/indirette.

In ogni caso gli edifici e gli altri tipi di strutture su cui vengono installati i generatori FV e le altre parti dell'impianto in c.c., compresi gli inverter, devono comunque avere almeno uno strato superficiale di materiale incombustibile.

La configurazione elettrica della parte in c.c. deve essere del tipo IT (doppio isolamento), normalmente adottata con celle FV in silicio policristallino.

Tutte le parti degli impianti FV a monte di detto punto di disconnessione devono essere idoneamente protette dall'azione del calore derivante da eventuali incendi indipendenti dall'impianto stesso, a mezzo, di adeguate strutture resistenti al fuoco di separazione, ovvero, di congrue distanze di sicurezza, in maniera tale da non compromettere i requisiti di isolamento elettrico e di protezione IP, che ovviamente devono essere tali da garantire la sicurezza dei soccorritori anche in caso di utilizzo di getti idrici di spegnimento.

Nel caso di generatori FV ubicati sulla copertura di edifici, priva di requisiti di separazione antincendio, l'impianto FV deve essere di tipo intrinsecamente sicuro contro il rischio di folgorazione dei soccorritori, in riferimento alla possibilità di interferenza dei getti idrici di spegnimento con le parti in tensione, a seguito della perdita dei requisiti di isolamento elettrico e di protezione IP, a causa dell'innalzamento eccessivo della temperatura, prodotto da un eventuale incendio sottostante. Ovvero, l'obiettivo deve essere quello di avere, nel corso dell'aumento della temperatura, in ogni parte dell'impianto FV tensione di contatto accidentale non pericolosa, ossia non superiore a 120 V in c.c. e a 50 V in c.a., prima della perdita di tali requisiti, che avviene a circa 250 °C. Il processo di disintegrazione dell'insieme elettrico delle celle FV del pannello, sotto l'azione del calore prodotto da un incendio, a causa della fusione della resina di incapsulamento EVA, che avviene a 150 °C, contribuisce indubbiamente al raggiungimento di tale obiettivo, ma non può essere considerato da solo una sufficiente garanzia di sicurezza, data l'oggettiva difficoltà di determinarne univocamente l'andamento reale, in presenza di vari fattori, quali ad esempio i vincoli meccanici esercitati dalle connessioni in lega di stagno dei circuiti.

Pertanto, deve essere scientificamente verificata e, quindi, certificata la temperatura effettiva di collasso (circa 200 °C), congruamente inferiore a 250 °C dei diodi di bypass presenti nei pannelli, alla quale vengono così disconnessi automaticamente i circuiti, provocando di conseguenza la messa fuori tensione pericolosa, in tempo utile, dei generatori FV.

Tutte le parti di ogni sottocampo, collocate a monte del punto di disconnessione, devono essere disposte in maniera compatta, non a cavallo di sottostanti muri di compartimentazione, in maniera tale che, in caso di incendio, risultino essere sottoposte a un uniforme innalzamento della temperatura.

Le calate, avendo ubicazioni separate rispetto ai sottocampi corrispondenti, se collocate a monte del punto di disconnessione, devono essere idoneamente protette contro l'azione del calore di un eventuale incendio.

MODULI FOTOVOLTAICI

Saranno installati complessivamente n.210 moduli in silicio policristallino, n.144 pannelli comporranno il blocco 1 e n.66 pannelli il blocco 2, di potenza unitaria pari a 250 Wp, tipo Sharp mod. ND-250A5 o analogo.

Le principali caratteristiche del modulo (dichiarate dal costruttore) sono:

- potenza nominale massima (Pmax): 250 W
- tensione a vuoto (Uoc): 37,6 V
- corrente di corto-circuito (Isc): 8,68 A
- tensione MPP (Umpp): 30,9 V
- corrente MPP (Impp): 8,1 A
- coefficiente termico della tensione: - 0,33 %/°C
- dimensioni (bxhxp): 994 x 1,652 x 46 mm
- peso: 19 kg

CONFIGURAZIONE DEL CAMPO FOTOVOLTAICO

I campi fotovoltaici saranno realizzati sulla copertura dell'edificio, installati uno sulla superficie più bassa della copertura e l'altro sulla superficie più alta della copertura dello stabilimento, suddivisi come definito in precedenza.

I moduli saranno montati, mediante bulloni in acciaio inox e morsetti in alluminio, su una struttura in profilato di alluminio, fissata al tetto mediante staffe in acciaio inossidabile sagomate ed appositi tasselli ad espansione.

Considerati la località ed il tipo di posa, si ipotizzano temperature minima e massima dei moduli di -40 °C e +90 °C. Tenuto conto che la temperatura relativa alle condizioni di prova standard (STC) è di 25 °C, si ottiene:

$$\beta_1 = \frac{V_{OC}}{100} \cdot (-0,33) = \frac{37,6}{100} \cdot (-0,33) = -0,12408 V / ^\circ C$$

$$\beta_2 = \frac{V_{MPP}}{100} \cdot (-0,33) = \frac{30,9}{100} \cdot (-0,33) = -0,10197 V / ^\circ C$$

- tensione massima a vuoto del modulo:

$$V_{OC\max} = V_{OC} - \beta_1 \cdot (25 - T) = 37,6 + 0,12408 \cdot (25 + 40) = 45,66 V$$

- tensione MPP minima del modulo:

$$V_{MPP\min} = V_{MPP} - \beta_2 \cdot (25 - T) = 30,9 + 0,10197 \cdot (25 - 90) = 24,27 V$$

- tensione MPP massima del modulo:

$$V_{MPP\max} = V_{MPP} - \beta_2 \cdot (25 - T) = 30,9 + 0,10197 \cdot (25 + 40) = 37,53 V$$

Caratteristiche elettriche della stringa più caricata 18 moduli :

- potenza massima: 18 x 250 W = 4.500 W
- tensione MPP: 18 x 30,9 V = 556,2 V
- corrente MPP: 8,10 A
- corrente di cortocircuito massima: 1,25 Isc = 1,25 x 8,68 A = 10,85 A

- tensione a vuoto massima: $18 \times 45,66 \text{ V} = 821,88 \text{ V}$
- tensione MPP minima: $18 \times 24,27 \text{ V} = 436,86 \text{ V}$
- tensione MPP massima: $18 \times 37,53 \text{ V} = 675,54 \text{ V}$

*Caratteristiche elettriche della stringa meno caricata **16 moduli**:*

- potenza massima: $16 \times 250 \text{ W} = 4.000 \text{ W}$
- tensione MPP: $16 \times 30,9 \text{ V} = 494,4 \text{ V}$
- corrente MPP: $8,10 \text{ A}$
- corrente di cortocircuito massima: $1,25 \text{ Isc} = 1,25 \times 8,68 \text{ A} = 10,85 \text{ A}$
- tensione a vuoto massima: $16 \times 45,66 \text{ V} = 730,56 \text{ V}$
- tensione MPP minima: $16 \times 24,27 \text{ V} = 388,32 \text{ V}$
- tensione MPP massima: $16 \times 37,53 \text{ V} = 600,48 \text{ V}$

SCELTA DEGLI INVERTER

Saranno installati degli inverter con caratteristiche e taglia adeguate alle stringhe ai quali saranno collegati, l'accoppiamento e la disposizione delle stringhe è chiaramente identificata sugli elaborati grafici di progetto.

In questa relazione saranno verificati gli accoppiamenti tra le stringhe con maggiore e minore carico con gli inverter di riferimento.

Gli inverter, che avranno il medesimo range di funzionamento MPPT, saranno del tipo senza trasformatore, accettati dal Distributore in quanto verificati e certificati da un organismo in possesso di certificazione EN 45011, in base alle prove eseguite da un laboratorio accreditato EA, come dovrà risultare dalla dichiarazione di conformità fornita dal costruttore.

Dati tecnici inverter tipo:

- *Lato c.c.*
 - Potenza massima: 20.750 Wp
 - Tensione massima: 1.000 V DC
 - Range tensione ingresso MPPT: $250 \text{ V} - 950 \text{ V}$
 - Corrente ingresso massima: $50 \text{ A/ } 25 \text{ A DC}$
 - Massimo numero di ingressi: 2×2
 - Numero di MPPT: 2
- *Lato c.a.*
 - Potenza nominale: 20.000 W
 - Tensione nominale: $3 \times 400 \text{ V}$
 - Corrente massima: 33 A
 - Frequenza nominale: 50 Hz

- Fattore di potenza $\cos \varphi$: $> 0,995$
- Allacciamento alla rete: con morsetti
- Rendimento massimo: $98,2 \%$
- Rendimento europeo: $98,0 \%$

Verifica del corretto accoppiamento tra inverter e moduli

La massima tensione a vuoto della stringa più caricata non deve superare la massima tensione tollerata dall'inverter:

$$821,88 \text{ V} < 1000 \text{ V} \text{ (condizione rispettata)}$$

La tensione MPP minima della stringa meno caricata non deve essere inferiore alla minima tensione dell' MPPT dell'inverter:

$$388,32 \text{ V} > 250 \text{ V} \text{ (condizione rispettata)}$$

La tensione MPP massima della stringa più caricata deve essere minore della massima tensione dell' MPPT dell'inverter:

$$675,54 \text{ V} < 950 \text{ V} \text{ (condizione rispettata)}$$

La somma delle correnti MPP massime delle 4 stringhe in parallelo non deve superare la massima corrente in ingresso dell'inverter:

$$4 \times 8,1 \text{ A} = 32,4 \text{ A} < 4 \times 25 \text{ A} \text{ (condizione rispettata)}$$

CAVI E QUADRO DI CAMPO

I moduli saranno dotati di cavi adatti per impiego su impianti solari fotovoltaici, di sezione pari a 6 mm^2 , su entrambi i poli, completi di connettori con grado di protezione IP65.

Ciascuna stringa sarà collegata al quadro di campo, posto subito a monte dell'inverter, con cavi di sezione pari a 6 mm^2 posati:

- nei profilati delle strutture di sostegno dei moduli nei primi tratti;
- in tubo in materiale plastico, diametro 32 mm, fino alla prima cassetta di infilaggio ;
- in canalina in acciaio zincato fino al quadro elettrico di campo;

Caratteristiche del cavo solare di 6 mm^2 (dati del costruttore):

- tensione nominale (c.a.): $U_0/U = 0,6/1 \text{ kV c.a. (0,9/1,5 kV c.c.)}$
- temperatura massima di funzionamento: $120 \text{ }^\circ\text{C}$
- diametro esterno D: 7 mm
- raggio di curvatura minimo: 3 D

- portata in aria libera (a 30 °C): $I_0 = 70 \text{ A}$
-

La portata del cavo I_z , nella condizione di posa con 3 circuiti in fascio nel medesimo tubo alla temperatura massima di funzionamento di 70 °C, vale:

$$I_z = k_1 k_2 0,9 I_0 = 0,74 \times 0,7 \times 0,9 \times 70 \text{ A} = 32,63 \text{ A}$$

dove:

- $k_1 = 0,74$ fattore di correzione per la temperatura di 70 °C (diversa da 30 °C)
- $k_2 = 0,7$ fattore di correzione per 3 circuiti in fascio
- $0,9$ = riduzione della portata del 10% per posa in tubo (e non in aria libera)

La portata I_z è nettamente maggiore della corrente di cortocircuito massima delle stringhe ($1,25 I_{sc} = 10,85 \text{ A}$).

PROTEZIONE DI INTERFACCIA

Su ciascun impianto sarà installata una protezione di interfaccia per la gestione della connessione del generatore autoproduttore di energia elettrica alla rete di distribuzione in media tensione, secondo le prescrizioni della norma CEI 11-20. Per gli impianti fotovoltaici rispetta le prescrizioni della specifica ENEL DK 5950 e successive.

L'interfaccia abbinata a un contattore di potenza, comanda la bobina del contattore stesso il quale provvede a isolare il generatore dalla rete di distribuzione.

In condizioni di normale servizio l'interfaccia alimenta la bobina del contattore, costituendo con esso un sistema a sicurezza intrinseca. All'avvento di un allarme di frequenza o di tensione, o per la mancanza di una o più fasi, l'interfaccia interviene diseccitando la bobina del contattore.

L'allarme che ha determinato l'intervento dell'interfaccia viene acquisito nella memoria del microcontrollore e visualizzato sul display, per essere esaminato all'occorrenza.

Caratteristiche di funzionamento

- Soglie frequenza selezionabili 49.7/50.3 Hz (49/51 Hz)
- Tempo di ripristino da allarme 5 sec.
- Reset allarmi memorizzati manuale
- Test dispositivo manuale
- Display allarmi presenti
- Display allarmi memorizzati

Gli allarmi tensione/frequenza avvengono per limiti minori o maggiori dei valori di default. L'interfaccia, pur rilevando i due limiti minore/maggiore, cumula in un unico allarme o la visualizzazione, allo scopo di rendere più semplice e immediata l'interpretazione degli allarmi stessi.

PROTEZIONE DALLE SOVRACORRENTI

I cavi hanno una portata maggiore della massima corrente di cortocircuito che li può interessare e i moduli tollerano una corrente inversa di norma pari a 2,5 – 3 volte la corrente di cortocircuito, si potrebbe pertanto omettere la protezione dalle sovracorrenti dei cavi e dei moduli.

Si impiegano diodi di blocco a protezione delle stringhe nonostante la bassa probabilità di ombreggiamento del campo fotovoltaico.

CADUTA DI TENSIONE C.C.

Lunghezze dei cavi di sezione 6 mm² fino al quadro di campo:

- connessioni tra i moduli di stringa (L1): 18 (1 + 0,5) m = 27 m
- collegamento tra stringa (più distante) e quadro (L2): 2 x 50,0 m = 100,0 m
- lunghezza totale (L = L1 + L2): 127 m

La caduta di tensione $\Delta U\%$, quando i moduli erogano la potenza massima $P_{\max} = 4.500 \text{ W}$ (con tensione di stringa $U_{\text{mpp}} 556,2 \text{ V}$), risulta:

$$\Delta U \% = 100 \frac{(\rho_1 \cdot L_1 + \rho_2 \cdot L_2) \cdot P_{\max}}{S \cdot U^2} = 100 \frac{(0,018 \cdot 27 + 0,021 \cdot 100) \cdot 4.500}{6 \cdot 556,2^2} = 0,627\%$$

Nota : ρ_1 è la resistività del rame a 30 °C che risulta essere 0,018 $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$. Per i cavi di stringa si assume una temperatura di 70 °C a cui corrisponde:

$$\rho_2 = 0,018 [1 + 0,004 (70 - 30)] = 0,021 \Omega\text{mm}^2/\text{m}$$

QUADRO DI CAMPO

I dispositivi di comando, sezionamento e protezione delle stringhe saranno installati in appositi quadri elettrici posti nelle immediate vicinanze degli inverter descritti in precedenza.

Tali componenti saranno costituiti da dei centralini in materiale plastico autoestinguente, conforme alla norma EN 60439-1 (CEI 17-13/1), completi di porta frontale trasparente, guide DIN, accessori e materiale di installazione, al cui interno saranno installati i dispositivi di sezionamento e protezione dei singoli sottocampi.

Per la stringa di ogni sottocampo sono previsti :

- n.1 interruttori di manovra-sezionatore;
- n.1 SPD.

L'interruttore di manovra sezionatore bipolare sarà di tipo modulare, conforme alla norma EN 60947-3 (CEI 17-11), idoneo per la corrente continua, e presenterà le seguenti caratteristiche:

- tensione nominale 1000V c.c.;
- corrente nominale di impiego 25 A (categoria di utilizzazione almeno DC-21 A)

Gli SPD saranno del tipo a limitazione di tensione, di classe II, presenteranno le seguenti caratteristiche:

- tensione di esercizio continuativo $U_c = 1000 \text{ V (c.c.)}$
- corrente massima di scarica $I_n = 40 \text{ kA (8/20 } \mu\text{s)}$
- livello di protezione $U_p \text{ (L-L)} = 2,8 \text{ kV} / U_p \text{ (L-PE)} = 1,4 \text{ kV}$, idoneo per la protezione dell'inverter, il quale avrà una tensione di tenuta all'impulso U_{wi} lato c.c. maggiore;
- capacità di estinguere una corrente di cortocircuito c.c. fino a 50 A

Tali SPD garantiranno la protezione dalle sovracorrenti sia dell'inverter che dei moduli.

QUADRO GENERATORI

La linea in uscita da ogni inverter, costituita da un cavo pentapolare posato in proprio tubo protettivo, tipo FG7OR 0,6/1 kV di sezione pari a 5x10 mmq, lunghezza (media) di 10 metri, portata di 39 A, secondo tabella CEI UNEL 35024/1, sarà protetta da un interruttore automatico magnetotermico differenziale bipolare, corrente nominale 25/32A (a seconda della taglia dell'inverter), $I_{cn} = 4,5 \text{ kA}$, $I_{dn} = 0,03 \text{ A}$ (di tipo A/si).

Tali interruttori saranno installati in una armadio realizzato in lamiera d'acciaio zincato, conforme alla norma EN 60439-1 (CEI 17-13/1), completo di porta frontale trasparente, guide DIN, accessori e materiale di installazione. La massa di ogni inverter sarà messa a terra con cavo N07V-K giallo-verde da 16mmq.

Le linee in uscita dai suddetti dispositivi di protezione saranno intestate su un'apposita morsettiera in grado di interconnettere in parallelo tutti i circuiti secondari degli inverter.

CALCOLO DELLA PRODUCIBILITA' ANNUA

Per l'analisi di producibilità si utilizza il valore di radiazione globale media annuale su superficie orizzontale, relativo alla provincia di Torino, pari a 1.339 kWh/m^2 .

Considerata l'inclinazione rispetto l'orizzontale ($\beta = 0^\circ$), dalle tabelle di calcolo si ricava un coefficiente di maggiorazione nullo (pari a 1); per il campo PV di potenza nominale pari a 52,5 kWp si ottiene così una produzione annuale lorda di energia pari a:

$$52,50 \times 1,00 \times 1.339 = 70.297 \text{ kWh}$$

Considerando le perdite per:

- | | |
|---|------------|
| • Effetto della temperatura: | 7% (stima) |
| • Dissimetria (mismatch): | 3% (stima) |
| • Ombreggiamenti e bassa radiazione): | 2% (stima) |
| • Riflessione: | 2% (stima) |
| • Caduta di tensione nei circuiti in corrente continua: | 0,62 % |
| • Perdite nell'inverter: | 2,0 % |

La perdita complessiva del campo fotovoltaico in questione sarà pari al 16,62 %.

L'energia teorica prodotta ogni singolo anno sarà ridotta pertanto a: $0,8338 \times 70.297 \text{ kWh} = \mathbf{58.600 \text{ kWh}}$.

Considerando un costo medio d'acquisto dell'energia elettrica pari a 0,18 € per kWh, l'installazione dell'impianto dovrà garantire un risparmio sull'acquisto dell'energia elettrica pari a circa **10.500€** all'anno.

CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE INSTALLAZIONI IN PROGETTO

QUADRI DI BASSA TENSIONE

Sbarre e connessioni

In tutti i quadri di bassa tensione in cui siano previste connessioni in sbarra, queste devono essere realizzate in piatto di rame elettrolitico ed essere dimensionate per le correnti nominali e di corto circuito prescritte.

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

Particolare cura deve essere posta nella realizzazione delle giunzioni, per ridurre la resistenza di contatto e contenere le conseguenti sovratemperature nel rispetto degli sforzi elettrodinamici previsti.

I cavi utilizzati all'interno dei quadri per le connessioni dei circuiti di potenza e dei circuiti ausiliari devono essere unipolari in rame, con isolamento in gomma non propagante l'incendio, tipo N07V-K.

Le sbarre e le connessioni principali e di derivazione devono sempre costituire un sistema trifase con neutro e conduttore di protezione separati.

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 devono essere dotati di adatti morsetti aventi superficie di contatto adeguata alle correnti di guasto previste.

Apparecchiature principali

Le apparecchiature montate all'interno dei quadri devono possedere caratteristiche tecniche adeguate a quelle delle utenze di alimentare ed ai livelli di corto circuito previsti.

Interruttori automatici

Gli interruttori automatici impiegati all'interno dei quadri di BT saranno di tipo modulare.

Gli interruttori devono essere in esecuzione bipolare, tripolare o tetrapolare in funzione del tipo di utenza, dei vincoli normativi e del sistema di neutro utilizzato.

Gli interruttori devono sempre essere dotati di dispositivi di protezione magnetotermici su tutte le fasi. Il conduttore di neutro deve essere interrotto e protetto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 64-8.

I dispositivi di protezione magnetotermica devono essere scelti in modo da proteggere le condutture e le apparecchiature poste a valle e rendere selettivo l'intervento tra gli interruttori posti a monte e quelli posti a valle.

Il potere di interruzione deve essere almeno pari alla corrente di corto circuito 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 devono essere tra loro intercambiabili.

Interruttori di tipo modulare

Con questa denominazione vengono individuati gli interruttori automatici con modulo 17,5 mm rispondenti alle norme CEI 23-3, per usi domestici e similari.

Sono tipicamente impiegati nei quadri di distribuzione per portate uguali o inferiori ai 63A nei circuiti trifase e 32A in quelli monofase.

L'esecuzione deve essere adatta per montaggio su profilato DIN da 35 mm.

La curva di intervento magnetotermico deve avere caratteristica B o C, in funzione della lunghezza della linea da proteggere.

Gli interruttori di tipo modulare devono essere dotati di marchio IMQ.

Interruttori magnetotermici differenziali

Gli interruttori differenziali devono essere costituiti da un dispositivo ad intervento differenziale per guasto a terra e da un trasformatore toroidale entro cui devono essere fatti passare tutti i conduttori attivi del circuito da proteggere, accoppiato ad un interruttore automatico a cui è demandata la protezione magnetotermica dell'utenza.

Le proiezioni differenziali devono risultare a seconda dei casi:

- protette contro gli scatti intempestivi.
- adatte per funzionamento con correnti alternate, pulsanti e con componenti continue.

Deve 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 deve avere una corrente di intervento almeno doppia di quella dell'interruttore a valle e tempo di ritardo superiore al tempo totale di apertura del dispositivo a valle.

Devono essere previste proiezioni differenziali a media sensibilità con intervento di 300 mA; fanno eccezione le applicazioni per le quali sono prescritte dalle norme CEI 64-8 protezioni ad alta sensibilità, con intervento uguale o inferiore a 30 mA.

Le caratteristiche di protezione magnetotermica devono essere scelte come specificato per gli interruttori automatici.

Oltre ai casi previsti dalle norme CEI applicabili e indicati sugli schemi di progetto, gli interruttori differenziali devono anche essere previsti in tutti i circuiti in cui la protezione contro i contatti indiretti non sia realizzata con le protezioni passive indicate dalle norme CEI 64-8.

Gli interruttori differenziali possono essere impiegati come protezione aggiuntiva contro i contatti diretti.

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

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

Modalità esecutive dei quadri

I quadri in lamiera d'acciaio devono essere realizzati con intelaiatura, di profilato in acciaio dello spessore di 30/10 mm e pannelli in lamiera di acciaio ribordata dello spessore di 20/10 mm e comunque sufficientemente robusti di sostenere le apparecchiature e da resistere alle sollecitazioni a cui sono sottoposti.

I quadri in materiale isolante sono di tipo autoestinguente, adatti al tipo di ambiente nel quale saranno installati e avranno robustezza meccanica proporzionata ai possibili danneggiamenti esterni previsti.

Particolare cura deve essere riservata nella chiusura delle feritoie per ingresso e uscita cavi che, a lavoro ultimato, devono essere chiuse per mantenere il grado di protezione prescritto per il quadro.

Sulle porte e sui pannelli apribili non vanno fissate apparecchiature.

Sul fronte dei quadri devono essere posizionati:

- pulsanti, selettori, borchie di segnalazione
- manovre per interruttori con blocco porta o dispositivo simile.

La siglatura deve avvenire nel seguente modo:

- su ogni apparecchiatura
- su ogni cavo di cablaggio
- sui morsetti delle linee in uscita ed ingresso dalle morsettiere
- sul pannello frontale in corrispondenza dei pulsanti, selettori, apparecchi di manovra, ecc..

Nel caso ci siano motori a doppia velocità, i comandi e le segnalazioni devono essere doppie e deve essere riportato anche il comando per la scelta delle velocità.

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

Si fa presente che l'azionamento delle macchine rotanti non deve avvenire con selettori o pulsanti passo-passo; sono ammessi solo pulsanti marcia-arresto.

Per ogni motore risultare le seguenti segnalazioni:

- luce rossa: macchina ferma
- luce verde: funzionamento
- giallo lampeggiante: termico scattato.

Tutte le apparecchiature vanno contrassegnate con targhette in plexiglas e dicitura incisa. Quelle sulla carpenteria sono fissate con viti.

Contattori, fusibili, trasformatori, ausiliari. ecc. devono essere fissati ai pannelli in lamiera con viti MA.

Vanno scelte sbarre di rame nude o corde isolate a seconda delle portate e delle necessità costruttive. In ogni caso i conduttori devono essere adeguatamente fissati alla struttura del quadro in modo che il loro peso non gravi sulle apparecchiature e possano sopportare le elevate sollecitazioni elettrodinamiche delle correnti di corto circuito.

I conduttori vanno collegati alle apparecchiature con appositi capicorda a pressione.

I circuiti ausiliari e di potenza, per quanto possibile, devono essere posti entro canaline in PVC, forate e con coperchio.

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

Tutti i circuiti, sia di potenza che ausiliari che entrano od escono dal quadro devono far capo ad apposite morsettiere di tipo componibile, sezione adeguata, e con cartellini di numerazione.

Naturalmente questi conduttori in arrivo e partenza devono essere saldamente ancorati con collari ad appositi profilati per evitare che il loro peso gravi sulle apparecchiature o sui morsetti terminali.

Tutti i conduttori devono essere contraddistinti alle due estremità da appositi anellini segnafile in plastica con idoneo portacartellino. I collegamenti principali ed ausiliari devono essere riportati su apposita morsettiera numerata ed i morsetti devono essere di sezione adeguata ai conduttori.

Nei locali contenenti apparecchiatura derivate da più di un quadro, la siglatura delle linee deve riportare, oltre al numero della linea la sigla del quadro relativo.

Le sigle sui quadri proposte dalla ditta e concordate con la D.L., comunque analoghe a quelle eventualmente già esistenti.

I quadri si intendono sempre dotati di pulsante (o interruttore, a scelta della D.L.) per consentire la prova contemporanea di tutte le lampade di segnalazione esistenti sui quadri stessi.

Circuiti ausiliari

I circuiti ausiliari di comando segnalazione e misura all'interno dei quadri, devono essere realizzati con conduttori flessibili in rame, isolati in PVC di qualità R2, non propagante l'incendio, tipo N07V-K con tensione nominale 450/750 V (Vo/V).

Per i diversi circuiti devono essere impiegate le seguenti sezioni minime:

- circuiti amperometrici:	2,5 mmq
- circuiti voltmetrici:	1,5 mmq
- circuiti di comando e segnalazione:	1,5 mmq
- circuiti di comando e segnalazione all'interno di apparecchiatura:	1 mmq

I conduttori dei circuiti ausiliari devono essere riuniti a fascio o alloggiati entro canali in plastica.

Le estremità dei conduttori devono essere provviste di identificazione in conformità agli schemi funzionali e/o di cablaggio e di terminali isolati, adatti per essere attestati ai morsetti delle apparecchiature o a morsettiere componibili numerate.

I morsetti componenti le morsettiere devono essere in materiale isolante non igroscopico ed essere dotati di dispositivo di serraggio indiretto antivibrante, per assicurare un buon collegamento elettrico ed evitare allentamenti durante l'esercizio. Non sono accettati morsetti con vite che agisca direttamente sul conduttore.

I morsetti relativi ai circuiti amperometrici e voltmetrici devono essere dotati di attacchi per collegamenti provvisori di strumenti; devono in particolare essere di tipo cortocircuitabile quelli dei circuiti amperometrici e sezionabili quelli dei circuiti voltmetrici.

Le morsettiere di attestamento dei cavi esterni devono essere proporzionate in modo da consentire il fissaggio di un solo conduttore per morsetto.

I cavi esterni si devono poter collegare alle morsettiere senza accavallamenti tra loro.

Deve essere prevista una quantità minima di morsetti di riserva pari al 10% di quelli utilizzati.

Le morsettiere di uscita devono essere posizionate ad una corretta altezza dal fondo del quadro per consentire un agevole allacciamento dei cavi.

Tutti i morsetti delle morsettiere e delle apparecchiature devono avere un grado di protezione pari almeno a IP2X.

Materiali isolanti

I materiali isolanti impiegati all'interno dei quadri elettrici devono essere di tipo autoestinguente, non igroscopici ed avere elevate caratteristiche di resistenza alle scariche superficiali e all'invecchiamento.

Gli isolatori devono in particolare presentare lunghe linee di fuga per evitare problemi di scarica elettrica.

Targhe

Devono essere previste almeno le seguenti targhe di identificazione e indicazione:

- targhetta di identificazione quadro elettrico;
- targhetta di identificazione delle singole apparecchiature, sia esterne che interne, coerenti con gli schemi elettrici;
- targhe di pericolo.

Le targhe di identificazione e indicazione devono essere in materiale plastico con fondo nero e scritte in bianco, fissate con viti: non sono accettati fissaggi a mezzo di collanti.

Accessori

I quadri devono essere dotati dei seguenti accessori (a seconda delle caratteristiche dello stesso):

- schema aggiornato del quadro elettrico.
- depliant illustrativi del materiale utilizzato.
- libretto di installazione, uso e manutenzione.
- nota del materiale utilizzato per la realizzazione del quadro elettrico con riportati tutte le apparecchiature installate con marca e codice di identificazione dello stesso.

Devono comunque essere previsti tutti gli accessori necessari a rendere i quadri completi e pronti al funzionamento, anche se non espressamente menzionati nel presente Capitolato Speciale d'Appalto e/o sui disegni di progetto.

CAVI

Normativa di riferimento

- CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo
- CEI 16-1: Individuazione dei conduttori isolati
- CEI 16-4: individuazione dei conduttori isolati e dei conduttori nudi tramite colori
- CEI 20-22: Prova dei cavi non propaganti l'incendio
- CEI 20-24: Giunzioni e terminazioni per cavi di energia
- CEI 20-27: Cavi per energia e per segnalamento – Sistemi di designazione
- CEI 20-33: Giunzioni e terminazioni per cavi di energia a tensione U_0/U noti superiore a 600/1000 V in corrente alternata e 750 V in corrente continua
- CEI 20-35: Prove sui cavi elettrici sottoposti al fuoco. Parte 1 e 2: Prove di non propagazione della fiamma
- CEI 20-36: Prova di resistenza al fuoco dei cavi elettrici
- CEI 20-37: Cavi elettrici - Prove sui gas emessi durante la combustione
- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a.

Caratteristiche generali

I cavi devono:

- essere di primaria marca e dotati di Marchio Italiano di Qualità (dove applicabile) IMQ.
- rispondere alle Norme tecniche e costruttive stabilite dal CEI ed alle Norme dimensionali e di codice colori stabilite dalle tabelle CEI-UNEL.

I conduttori devono essere in rame.

Tipo e sezione sono indicate negli elaborati di progetto.

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

- il valore massimo di corrente transitante nei conduttori deve essere pari al 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 deve essere, per i circuiti luce e fm, del 4% salvo i valori prescritti per impianti particolari (imp. di segnalazione ed assimilabili sup. al 10/15%)
- deve essere verificata la protezione delle condutture contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti.

Le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e dalla lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore del 4 % della tensione a vuoto) devono essere scelte tra quelle unificate, ovvero:

- 1,5 mmq per i circuiti luce
- 2,5 mmq per i circuiti FM
- 0,75 mmq per i circuiti di segnalazione ed assimilabili.

I conduttori di neutro devono rispettare le seguenti prescrizioni:

- avere la medesima sezione del conduttore di fase in circuiti monofase, qualunque sia la sezione del conduttore di fase.
- per circuiti polifasi la sezione del conduttore di neutro deve possedere la medesima sezione del conduttore di fase per sezioni di quest'ultimo fino a 16 mmq (se in rame) o fino a 25 mmq (se in alluminio).

- per i conduttori dei circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mmq se in rame (25 mmq se in alluminio), e' ammesso il neutro di sezione ridotta, ma comunque non inferiore a 16 mmq purché siano soddisfatte le seguenti condizioni:

- 1) il carico sia essenzialmente equilibrato, e comunque il neutro di sezione ridotta assicuri la necessaria portata in servizio ordinario;
- 2) sia assicurata la protezione contro le sovracorrenti.

La sezione dei conduttori di terra e di protezione, possono essere dedotti dalle seguenti tabelle.

Se dall'applicazione della tabella risulta una sezione non unificata occorre adottare il conduttore avente sezione unificata in eccesso rispetto al valore calcolato.

sez. Sf (mmq) dei conduttori di fase dell'impianto	sez. minima Sp (mmq) del corrispondente conduttore di protezione
--	--

$S_f < 16$	$S_p = S_f$
$16 < S_f < 35$	16
$S_f > 35$	$S_p = S_f/2$

Se il conduttore di protezione non fa parte della stessa condutture dei conduttori di fase, la sua sezione non deve essere minore di:

- 2,5 mmq in presenza di una protezione meccanica;
- 4 mmq se non vi è alcuna protezione meccanica.

La sezione del conduttore di terra deve essere calcolata sulla base dei criteri indicati nella norma CEI 64-8. Tale sezione può essere ricavata dalla tabella seguente che indica i valori minimi ammessi.

Caratteristiche di posa del conduttore		
	Protetto meccanicamente	Non protetto meccanicamente
Protetto contro la corrosione	Come il conduttore di protezione	16 mmq Cu 16 mmq Fe zincato
Non protetto contro la Corrosione	25 mmq Cu 50 mmq Fe zincato	25 mmq Cu 50 mmq Fe zincato

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

Sezioni minime dei conduttori equipotenziali principali

1) Detta Se la sezione del conduttore equipotenziale dev'essere:

$$Se > Sp/2$$

dove Sp e' la sezione del conduttore di protezione principale (conduttore di sezione maggiore)

2) Il valore minimo della sezione Se dev'essere di 6 mmq.

3) Se il conduttore equipotenziale è in rame non è richiesta una sezione Se maggiore di 25 mmq; se di altro materiale la sezione deve avere conduttanza equivalente.

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

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

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

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

Il colore dell'isolamento dei conduttori con materiale termoplastico deve essere definito a seconda del servizio e del tipo di impianto.

Le colorazioni dei cavi di energia, in accordo con la tabella UNEL 00722, devono essere:

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

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

Il tipo di cavo da usare è definito negli elaborati di progetto.

I cavi possono essere installati:

- a) in tubazioni interrate di grande diametro, in tal caso deve essere sigillato l'ingresso con riempitivi
- b) in cunicolo di piccole dimensioni, in questo caso i cavi devono essere posati sul fondo del cunicolo e la sua imboccatura deve essere chiusa con sabbia o altro materiale equivalente
- c) entro tubazioni; le sezioni interne dei tubi devono essere tali da assicurare un comodo infilaggio e sfilaggio dei conduttori. La dimensione dei tubi deve consentire il successivo infilaggio di una quantità di conduttori pari ad $1/3$ di quella già in opera, senza dover sfilare questi ultimi.

Nei tratti verticali i cavi devono essere amarrati ogni metro.

Il raggio di curvatura dei cavi deve tenere conto di quanto specificato dai costruttori. Nell'infilare i conduttori entro tubi si deve fare attenzione ad evitare torsioni o eliche che ne impedirebbero lo sfilamento.

Sono ammesse giunzioni di conduttori solamente nelle cassette e nei quadri, e con appositi morsetti di sezione adeguata.

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

In corrispondenza dei punti luce i conduttori devono terminare su blocchetti con morsetti a vite.

I cavi devono essere siglati ed identificati con fascette segnacavo come segue:

- su entrambe le estremità
- in corrispondenza di ogni cassetta di derivazione
- in corrispondenza di ogni cambio di percorso.

Su tali fascette deve essere precisato il numero di identificazione della linea e la sigla del quadro che la alimenta

Devono 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 o cassette la siglatura deve essere eseguita come segue:

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

Tipi di cavi e conduttori

Sono di seguito riportate le indicazioni circa le tipologie di cavi utilizzati nella distribuzione.

La definizione del tipo di cavo è contenuta nella "Descrizione Impianti" e/o sui disegni di progetto.

Cavi non propaganti la fiamma

Il comportamento di questi cavi è tale che, se presi singolarmente, non propagano la fiamma si autoestingono in breve tempo, sono conformi alle norme CEI 20-20 e 20-35.

Tipologie ammesse:

- H07V-K 450/750 V
- H05VV-F 450/750V
- FG1K 450/750V
- FG10K 450/750V

Cavi non propaganti l'incendio e la fiamma

Il loro comportamento è tale che, anche se installati in fasci, non propagano l'incendio e si autoestingono a distanza limitata: durante la combustione emettono fumi opachi e contenuta quantità di gas tossici e corrosivi.

Sono conformi alle norme CEI 20-22 II, 20-35 e 20-37 I.

Tipologie ammesse :

- N07V-K 450/750V
- FROR 450/750V
- N1VV-K 600/1000V
- U/R/FG7R 600/1000V
- U/R/FG7OR 600/1000V

CANALIZZAZIONI

Tubi protettivi per cavi elettrici

I tubi protettivi possono essere:

- in materiale plastico rigido di tipo pesante a Norme CEI 23-8 con Marchio Italiano di Qualità, per la distribuzione nei sottofondi o a parete e dove indicato specificatamente negli elaborati di progetto.
- in materiale plastico flessibile di tipo pesante a Norma CEI 23-14 con Marchio Italiano di Qualità per gli usi indicati specificatamente negli elaborati di progetto.
- in Ac/tZn rigido a Norma CEI 23-54 con Marchio Italiano di Qualità per gli usi indicati specificatamente negli elaborati di progetto.
- in materiale plastico per condotti interrati a Norma CEI 23-8 con resistenza allo schiacciamento a secco ed a umido pari o superiore i 200 kg/dm

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

In ogni caso, prima del montaggio le tubazioni devono essere soffiate con aria compressa o spazzolate.

E' prescritta in modo tassativo e rigoroso l'assoluta sfilabilità dei conduttori in qualunque momento.

Se necessario si devono installare cassette rompitratta per soddisfare questo requisito (almeno una ogni 10/15 metri ed in corrispondenza di ogni brusco cambio di direzione).

Le curve devono essere eseguite con largo raggio, in relazione al diametro dei conduttori, con apposite macchine piegatubi o nel caso di tubazioni in PVC, mediante curve prefabbricate. In ogni caso non è ammesso l'impiego di derivazioni a "T".

I tubi devono essere posati con percorso regolare e senza accavallamenti, per quanto possibile. Nei tratti in vista devono 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 1500 mm.

Nei tratti a pavimento i tubi, prima di essere ricoperti con malta, devono essere ben fissati tra loro ed alla soletta, onde evitare successivi spostamenti durante la copertura per i lavori di ultimazione del pavimento.

Negli impianti in esecuzione esterna le giunzioni tra tubazioni e l'ingresso dei tubi nelle cassette devono avvenire attraverso appositi raccordi.

Nello stesso tubo non devono esserci conduttori riguardanti servizi diversi anche se alla medesima tensione di esercizio.

L'uso di tubi portacavo flessibili è in generale consentito per i tratti terminali dei circuiti, come tra cassette di dorsale ed utenze finali.

Salvo prescrizioni particolari il diametro esterno minimo dei tubi deve 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 deve essere pari almeno a 1.3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi in essi contenuti.

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

E' fatto divieto transitare con tubi protettivi in prossimità di condutture di fluidi ad elevata temperatura o di distribuzione dei gas e di ammararsi a tubazioni, canali o comunque altre installazioni impiantistiche meccaniche (tranne dove espressamente indicato).

I tubi previsti vuoti devono comunque essere dotati di fili - piloti in materiale non soggetto a ruggine.

I tubi di riserva devono essere chiusi con tappi filettati e lasciati tappati anche dopo la fine dei lavori.

Il tracciato dei tubi protettivi in esecuzione incassata deve avere 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.

E' inoltre vietato collocare nelle stesse tubazioni montanti colonne luce-fm, telefoniche o radiotelevisive.

Nel vano degli ascensori montacarichi non e' consentita la messa in opera di conduttori o tubazioni di qualsiasi genere che non appartengano all'impianto dell'ascensore o del montacarichi stesso.

Il sistema di fissaggio delle tubazioni a vista deve garantire una buona tenuta allo strappo ed ai possibili danneggiamenti esterni.

Canalina portacavi in acciaio zincato

La canalina può essere:

- in acciaio zincato a Norma CEI 23 con Marchio Italiano di Qualità per gli usi indicati specificatamente negli elaborati di progetto.

Ogni elemento deve risultare privo di sbavature alle estremità e privo di asperità taglienti.

Il canale non deve avere fori ovvero avere un grado di protezione non inferiore a IP40 e deve essere provvisto di coperchio.

E' prescritta in modo tassativo e rigoroso l'assoluta sfilabilità dei conduttori in qualunque momento.

Le curve devono essere eseguite con largo raggio, in relazione alla sezione del canale, con appositi accessori prefabbricati.

Devono essere posati con percorso regolare e senza accavallamenti, per quanto possibile. Devono essere fissati con appositi sostegni in acciaio zincato, 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 2000 mm.

Negli impianti in esecuzione esterna le giunzioni tra canali e tubazioni devono avvenire attraverso appositi raccordi.

Nello stesso canale non devono esserci conduttori riguardanti servizi diversi anche se alla medesima tensione di esercizio a meno che non venga utilizzato apposito setto separatore.

Salvo prescrizioni particolari la sezione minima dei canali non deve essere inferiore a 75x75 mm.

La sezione utile dei canali deve essere pari almeno a 1.5 volte l'area del poligono circoscritto al fascio di cavi in essi contenuti.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione delle costruzioni devono essere usati particolari accorgimenti, quali doppi manicotti.

E' fatto divieto transitare con canali in prossimità di condutture di fluidi ad elevata temperatura o di distribuzione dei gas e di ammararsi a tubazioni, canali o comunque altre installazioni impiantistiche meccaniche (tranne dove espressamente indicato).

E' inoltre vietato collocare nelle stesse canalizzazioni montanti colonne luce-fm, telefoniche o radio-televisive.

Il sistema di fissaggio deve garantire una buona tenuta allo strappo ed ai possibili danneggiamenti esterni.

CASSETTE DI DERIVAZIONE E SCATOLE

Le cassette e le scatole possono essere di vario tipo a seconda dell'impianto previsto (incassato, a vista, stagno).

Devono comunque essere largamente dimensionate in modo di renderne facile e sicura la manutenzione ed essere munite di fratture prestabilite per il passaggio dei tubi e/o canali.

Quelle da incasso devono essere in resina con coperchio in plastica fissato con viti.

Le cassette devono essere di tipo modulare, con altezza e metodo di fissaggio uniformi.

Nella posa deve in ogni caso essere allineato il filo inferiore di tutte le cassette installate nel medesimo ambiente.

Particolare cura deve essere posta per l'incasso e l'uscita dei tubi, in modo da evitare strozzature e consentire un agevole infilaggio dei conduttori.

Tutte le cassette per gli impianti in vista, devono essere in materiale isolante autoestinguente molto robusto, con un grado di protezione IP adeguato alla loro ubicazione, con imbocchi ad invito per le tubazioni, con passacavi o con pressacavi.

Non è ammesso collegare o far transitare nella stessa cassetta conduttori anche della stessa tensione, ma appartenenti ad impianti o servizi diversi (luce, FM, ausiliari, telefono).

In alcuni casi, dove espressamente citato una cassetta può essere utilizzata per più circuiti; devono essere previsti in tal caso scomparti separati. Il contrassegno sul coperchi viene applicato per ogni scomparto della cassetta.

Sul corpo e sul coperchio di tutte le cassette deve essere applicato un contrassegno da stabilire con la D.L. per indicare l'impianto di appartenenza (luce, FM, ecc.) e per precisare le linee che l'attraversano.

Le cassette e le scatole di derivazione devono essere munite di morsettiere di derivazione in materiale ceramico nei casi in cui siano interessati circuiti con cavi resistenti al fuoco secondo CEI 20-36 e autoestinguenti nei restanti casi.

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

Le cassette devono essere costruite in modo che ad installazione avvenuta, non sia possibile l'introduzione di corpi estranei. Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo.

APPARECCHI DI COMANDO, PRESE, PUNTI LUCE

Apparecchi di comando

La portata nominale minima degli interruttori deve essere di 16A in c.a., con isolamento 250 V c.a..

Devono essere conformi alle prescrizioni della norma CEI 23-9 ed essere in possesso del marchio IMQ.

Gli interruttori devono essere adatti a sopportare le sovracorrenti di chiusura e di apertura sui carichi induttivi (lampade a fluorescenza). Nella scelta degli interruttori si deve tenere conto del declassamento dovuto al tipo di carico alimentato.

Gli apparecchi da incasso devono essere fissati con viti su scatole in materiale isolante incassate, rettangolari o quadrate.

Più apparecchi vicini anche se appartenenti a circuiti diversi devono essere installati su un unico supporto.

Il conduttore di terra deve essere portato anche ai supporti ed alle protezioni metalliche degli organi di comando (placche, cestelli, ecc.) ad esclusione degli apparecchi certificati in Classe II (doppio isolamento) o Classe III (bassissima tensione di sicurezza).

Gli apparecchi per impianti in vista devono avere la custodia dello stesso materiale delle cassette di derivazione.

Gli apparecchi elettrici di comando, come pure le prese, posizionati in locali predisposti per la presenza di persone portatrici di handicap devono soddisfare le prescrizioni del D.M. n. 4809 1968 art. 2.4.3.

Prese

La portata nominale minima delle prese a spina deve essere di 10A in c.a., con isolamento 250 V c.a..

Tutte le prese di corrente devono portare impresso il marchio di qualità IMQ, attestante la costruzione delle medesime secondo la regola dell'arte.

L'altezza di installazione delle prese non deve essere inferiore a 175 mm dal piano del pavimento finito (tradizionale o sopraelevato).

Punti luce

I punti luce saranno realizzati in maniera diversa a seconda del tipo di apparecchio illuminante utilizzato, in conformità a quanto indicato negli altri elaborati di progetto.

Tutti i punti luce hanno origine da una cassetta di dorsale e terminano ai morsetti dell'apparecchio.

Tutti i punti luce devono comprendere una scatola terminale, da incasso o sporgente, installata in prossimità dell'apparecchio.

COLLEGAMENTI AGLI UTILIZZATORI

Negli impianti a vista il collegamento tra tubazioni o cassette e motori o altre apparecchiature deve essere realizzato con guaina flessibile, collegata mediante appositi raccordi, sia lato tubazioni o cassette che lato apparecchiature.

Il tipo di guaina da impiegare e dei relativi raccordi dipende dal tipo di impianto (normale, stagno, ecc.) ed è indicato negli altri elaborati di progetto.

Nello stesso tubo non devono essere installati conduttori riguardanti servizi diversi, anche se previsti per la medesima tensione di esercizio.

I collegamenti devono essere eseguiti a perfetta regola d'arte.

Negli impianti con tubazioni in PVC pesante rigido e con cassette in resina sporgenti i raccordi tra tubazioni o cassette ed utilizzatori devono essere eseguiti con guaina in plastica pesante flessibile, con spirale in PVC, lisci all'interno e con raccordi in nylon sui due lati.

I collegamenti agli utilizzatori devono comprendere:

- spezzone di cavo dal punto di consegna dell'energia elettrica fino ai morsetti della macchina
- tubazioni di collegamento per il cavo precedente
- formazione dei terminali o di spina di portata adeguata
- connessioni alla morsettiera
- accessori necessari al collegamento
- prove di funzionamento.

APPARECCHI ILLUMINANTI

Tutti gli apparecchi illuminanti devono essere forniti completi di lampade, reattori, accenditori, starter, condensatori di rifasamento, fusibile di protezione, portalampada, morsetti arrivo linea ed accessori.

I fusibili, se presenti nell'apparecchio, devono essere sul conduttore di fase.

Le lampade fluorescenti devono in genere avere temperatura di colore 4000, 4200°K (tonalità bianco extra), ad alta efficienza luminosa.

Ogni reattore deve essere monolampada, fissato alla base dell'apparecchio; se specificatamente richiesto i reattori devono essere di tipo elettronico.

Le parti metalliche degli apparecchi illuminanti devono essere verniciate a forno, previa pulitura, decapaggio e trattamento antiruggine.

All'armatura deve essere collegato il conduttore di terra. Tale prescrizione non è necessaria nel caso di apparecchi di classe II.

I componenti degli apparecchi illuminanti devono disporre del Marchio Italiano di Qualità IMQ e le necessarie certificazioni di qualità e/o descrizioni tecniche degli apparecchi illuminanti proposti e dei relativi accessori.

Gli apparecchi le lampade ed i componenti devono rispondere ai requisiti ed alle prescrizioni stabilite dalle norme CEI applicabili.

Apparecchiature accessorie

Tutti gli apparecchi illuminanti descritti nel seguito devono essere dotati, per quanto applicabili, dei seguenti accessori:

- starter elettronico con porta-starter, per preriscaldamento dei catodi. In particolare esso deve avere un perfetto isolamento ed essere dotato sia di condensatore contro i radio disturbi.
- reattore o alimentatore per limitare e stabilizzare la corrente di carico.
- condensatore per rifasare il carico sino a un fattore di potenza di 0,95 con resistenza di scarica incorporata e dotato di filtro antidisturbo.
- messa a terra del corpo metallico della plafoniera (non necessario per apparecchi di classe II).

APPARECCHI ILLUMINANTI DI EMERGENZA

Apparecchi di illuminazione di sicurezza del tipo autonomo

Gli apparecchi illuminanti devono essere equipaggiati con lampada fluorescente con potenza di volta in volta specificata, batteria al Ni-Cd, raddrizzatori e inverter, essi devono essere alimentati 24 ore su 24 e svolgere le seguenti funzioni raggruppate nello stesso corpo illuminante:

- illuminazione di emergenza, con funzionamento a batteria nel momento in cui manca l'alimentazione di rete.

In particolare, ogni apparecchio per illuminazione di sicurezza deve avere le caratteristiche seguenti:

- avere un tempo minimo di funzionamento in emergenza di 1 ora (durata scarica)
- essere dotati di inverter (alimentatore elettronico) con circuito e semiconduttori, conglobato in resine epossidiche, massima tolleranza di tensione 15%, con protezione contro l'inversione di polarità di collegamento alla batteria e contro i radiodisturbi.
- essere completi di batterie di accumulatori al Ni-Cd ermetici.
- grado di protezione non inferiore a IP55.

Gli apparecchi illuminanti posti in corrispondenza delle uscite di sicurezza devono essere dotati di adesivo con pittogramma secondo la normativa italiana.

IMPIANTI DI PROTEZIONE

Nelle tubazioni deve essere posto il conduttore di protezione, in conformità a quanto richiesto dalle norme CEI.

Devono essere connessi ai collettori equipotenziali:

- tubazioni idrauliche in genere
- basamenti e strutture metalliche in genere per supporto di tubazioni, canali, ecc.
- punti per assicurare la continuità in corrispondenza di flange, giunti, dilatatori, ecc.
- basamenti delle macchine.

Questi collegamenti vengono eseguiti con corda di rame da 16 mmq.

Il collegamento del conduttore a tubazioni deve essere eseguito con collari di sicura efficacia preventivamente approvati dalla D.L.. Dove possibile si salda un bullone al quale viene collegato il capocorda del conduttore di protezione.

Il morsetto deve essere tale da assicurare il collegamento con un conduttore da 6 mmq.

Tale morsetto deve assicurare un contatto perfetto con la parte metallica da collegare e deve essere preventivamente approvato dalla D.L..

Dove è possibile si salda un bullone M6 sulla parte metallica e si predispone capocorda e bullone di fissaggio.

Nei tratti di tubazione dove ci sono flange, giunti isolati e parti non continue si deve effettuare un ponte con conduttore da 6 mmq, per tutto lo sviluppo della rete.

Nel caso di più tubi (sino a 2 metri) si deve effettuare il ponte tra i morsetti su ogni tubo in modo che poi la connessione al conduttore di protezione possa essere unica.

VERIFICHE PROVE E COLLAUDI

Verranno elaborati e consegnati a fine lavori tutti i documenti elettrici necessari affinché si possa ritenere l'impianto stesso completo e funzionante secondo la buona regola dell'arte.

Saranno messi a disposizione gli elaborati tecnici e i relativi disegni esecutivi atti a facilitare i tecnici addetti alla manutenzione ogni qualvolta si debba operare per modifiche o integrazioni future. Dovrà essere rilasciata a fine lavori la dichiarazione di conformità dell'impianto alla regola dell'arte secondo le modalità indicate con DM 20/2/92 GU n. 49 del 28/2/92.

QUALITÀ DEI MATERIALI E LUOGHI DI INSTALLAZIONE

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

Tutti i materiali e gli apparecchi saranno rispondenti alle relative Norme CEI e tabelle di unificazione CEI - UNEL, ove queste esistono e alle Leggi attualmente in vigore.

E' raccomandata, nella scelta dei materiali, la preferenza ai prodotti nazionali. Tutti gli apparecchi dovranno riportare dati di targa ed eventuali istruzioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana.