



AEROPORTO INTERNAZIONALE di NAPOLI

NAPOLI
SALERNO
AIRPORTS
GESAC

IMPIANTI FOTOVOLTAICI SU SUPERFICI AEROPORTO

PROGETTO DEFINITIVO

CAPITOLATO SPECIALE DI APPALTO NORME TECNICHE

| | | | | | | | | | | | | | |
|--|---------|--|----------------|--|-----------|----------|----------------------------|---|---|---|----|----------|-----------|
| UFFICIO TECNICO E PROGETTAZIONE  Ing. Mario Santini | | IL PROGETTISTA  Ing. Gianluca B. Biscotti  BFP Via degli Amalfitani, 8 70125 Modugno (BA) - Italy www.bfp.it Tel (+39) 08704021 Fax (+39) 08704021 Azienda con Sistema di Gestione Certificato UNI EN ISO 9001:2015 UNI EN ISO 14001:2015 UNI ISO 45001:2018 | | | | | | | | | | | |
| RIFERIMENTO ELABORATO | | | | DATA: | REVISIONE | | | | | | | | |
| DIRETTORIO | | FILE | | - | n. data | | | | | | | | |
| codice commessa | N.Prog. | settore | n. progressivo | | 00 | 15/07/22 | Emissione | | | | | | |
| 2 | 8 | 2 | 10 | 2 | A | T | E | 0 | 0 | 2 | 01 | 15/09/22 | Revisione |
| | | | | SCALA: | 02 | 04/11/22 | Revisione post analisi VPE | | | | | | |
| SVILUPPO E MANUTENZIONE INFRASTRUTTURE IL RESPONSABILE MANUTENZIONE Ing. Mario Parziale | | IL POST HOLDER DI AREA PH TERMINAL Dott.ssa Emilia De Santis PH AREA DI MOVIMENTO Ing. Massimiliano Pecora | | SAFETY AND COMPLIANCE MANAGER Ing. Giuseppe Cutillo | | | | | | | | | |
| IL PH PROGETTAZIONE UFFICIO TECNICO E PROGETTAZIONE  Ing. Valerio Di Lorenzo | | IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO IL RESPONSABILE SVILUPPO E MANUTENZIONE INFRASTRUTTURE  Ing. Andrea Guglielmi Ord. Ing. Napoli N. 16488 | | | | | | | | | | | |

Sommario

| | |
|---|-----------|
| PARTE II | 3 |
| NORME TECNICHE OPERE STRUTTURALI ED ELETTRICHE | 3 |
| CAPITOLO 1 | 3 |
| Art. 1.1. Allestimento di cantiere..... | 3 |
| Art. 1.2. Scavi e movimenti di terra | 3 |
| Scavi - Disfacimento E Rifacimento Di Pavimentazioni Stradali | 3 |
| Scavi per fondazioni | 4 |
| Scavi per canalizzazioni (cavidotti) - rinterrì..... | 4 |
| Disfacimento di pavimentazioni stradali | 5 |
| Rifacimento di pavimentazioni stradali | 5 |
| Calcestruzzi per fondazioni di sostegni e cabine..... | 5 |
| Art. 1.3. Tipologie di pannelli fotovoltaici | 9 |
| Art. 1.4. Impianti collegati alla rete - grid-connected | 9 |
| Art.1.5. Orientamento ed inclinazione dei moduli fotovoltaici | 18 |
| Art 1.6 Prove dei materiali..... | 19 |
| Art 1.7 Qualità e caratteristiche dei materiali | 19 |
| Art 1.8 ACCETTAZIONE DEI MATERIALI | 19 |
| Art. 1.9 POTENZA IMPEGNATA E DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI | 25 |
| Art. 1.10 CABINE DI TRASFORMAZIONE | 26 |
| CAPITOLO 2 - IMPIANTISTICA E COMPONENTI | 30 |
| Art. 2.1 Prescrizioni riguardanti i circuiti | 30 |
| Art 2.2 Canalizzazioni..... | 31 |
| Art 2.3 Connessioni e morsetti..... | 33 |
| Art. 2.4 Tubazioni per le costruzioni prefabbricate..... | 33 |
| Art. 2.5 Posa di cavi elettrici isolati sotto guaina..... | 33 |
| Art. 2.6 Protezione contro i contatti indiretti..... | 34 |
| Art. 2.7 PROTEZIONE MEDIANTE DOPPIO ISOLAMENTO | 35 |
| Art. 2.8 PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE | 35 |
| CAPITOLO 3 QUALITÀ E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI ESECUZIONE DEI LAVORI VERIFICHE E PROVE IN CORSO D'OPERA DEGLI IMPIANTI | 38 |
| CAPITOLO 4 RIFERIMENTI NORMATIVI | 43 |
| CAPITOLO 5 QUALITÀ DEI MATERIALI, NORME DI ESECUZIONE DEI LAVORI | 53 |
| CRITERI GENERALI DI ESECUZIONE – PROVE E VERIFICHE | 56 |
| CONTROLLI E PROVE | 57 |
| CABINA MT-BT E DISTRIBUZIONE ELETTRICA | 59 |
| DATI TECNICI DI RIFERIMENTO E PROGETTO | 60 |
| Prescrizioni Generali | 61 |
| Misure di protezione contro i contatti diretti..... | 67 |

| | |
|--|----|
| Misure di protezione contro i contatti indiretti lato AC | 67 |
| Misure di protezione contro i contatti indiretti lato DC | 67 |
| Interblocchi | 67 |
| Verniciatura | 68 |
| Apparecchiature ausiliarie ed accessori..... | 68 |
| Cavetteria e circuiti ausiliari | 68 |
| Isolatori 69 | |
| Apparecchiature | 69 |
| Interruttori 69 | |
| Contattori 69 | |
| Interruttore di manovra-sezionatore (ims) – sezionatore | 70 |
| Automatic transfer system (ats) | 70 |
| Quadri comunicanti | 71 |
| Trasformatori di corrente e di tensione | 71 |
| Protezioni elettriche | 71 |
| Unita' di protezione elettrica a microprocessore | 71 |
| Unita' protezioni di corrente | 74 |
| Unita' protezioni di tensione | 76 |
| Trasformatori trifase in resina per interno..... | 78 |
| Reti di terra e protezione contro i fulmini..... | 80 |
| Cavi di media tensione | 83 |
| Terminali e giunzioni per cavi di media tensione..... | 84 |
| Cavi di bassa tensione | 84 |
| Giunti e terminali per cavi B.T..... | 86 |
| Condotti sbarre prefabbricati | 88 |
| Condotti portacavi..... | 89 |
| Tubi protettivi | 90 |
| Cassette di derivazione e scatole..... | 93 |

PARTE II
NORME TECNICHE OPERE STRUTTURALI ED ELETTRICHE
CAPITOLO 1

Art. 1.1. Allestimento di cantiere

Le diverse aree adibite a cantiere dovranno essere delimitate con adeguata e solida recinzione, e nel caso, con l'individuazione di punti di accesso. Occorrerà inoltre individuare una zona di sosta automezzi e deposito materiali e installare adeguata segnaletica di cantiere con cartello indicatore con tutti i dati necessari. Allestire e mantenere in efficienza per tutta la durata del cantiere una baracca per tecnici e operai e servizio igienico, compresi tutti gli allacciamenti ed altre opere provvisoriale. L'intervento è da considerarsi comprensivo di ogni onere derivante dalla natura del terreno e dalle caratteristiche dell'edificio su cui si interviene. A lavori ultimati si dovrà provvedere al ripristino dello stato dei luoghi.

Art. 1.2. Scavi e movimenti di terra

L'Appaltatore dovrà eseguire tutti gli scavi generali occorrenti per far luogo alla totalità dell'intervento. Gli scavi dei tracciati dei vari cavidotti dovranno essere spinti fino a terreno stabile e riconosciuto idoneo all'appoggio dei cavi da farvi insistere, sia da parte dell'Impresa Appaltatrice stessa, sia da parte della Direzione dei Lavori che dovrà approvare pure il carico unitario massimo a cui il terreno può essere sottoposto. Per le opere di posa dei cavi potranno essere previsti degli scavi in sezione obbligata da eseguire in qualsiasi condizione. Nell'esecuzione degli scavi l'Appaltatore dovrà predisporre tutte le precauzioni necessarie per evitare franamenti in relazione alla natura del terreno ed alla presenza di altri manufatti con scarpe, armature, puntellamenti, etc., senza alcun diritto a maggiori compensi anche nell'eventualità che gli scavi dovessero effettuarsi fino a profondità insolite o in presenza di acqua o su terreni di anormale consistenza o contenenti vecchie murature e manufatti qualsiasi da demolirsi, o con rocce affioranti, anche parzialmente da demolire per far luogo alle fondazioni alle quote di progetto. I materiali ricavati dagli scavi dovranno essere trasportati a pubblica discarica ad eccezione di quelli eventualmente necessari per effettuare i riporti.

L'Appaltatore dovrà procedere a sua cura e spese a qualunque opera di reinterro fino al raggiungimento delle quote prescritte dai progetti o dalla Direzione dei Lavori. Si potranno impiegare materie provenienti dagli scavi se di provata idoneità.

Scavi - Disfacimento E Rifacimento Di Pavimentazioni Stradali

L'Appaltatore deve porre particolare cura nell'esecuzione degli scavi onde evitare franamenti e danni provvedendo, ove necessario, alla messa in opera di idonee sbatacchiature.

Si definisce di sbancamento lo scavo che non abbia le caratteristiche dello scavo a sezione obbligata.

Il materiale scavato deve essere allontanato dai bordi dello scavo qualora ciò sia espressamente richiesto dal proprietario del fondo o della strada.

Nel corso dei lavori stradali l'Appaltatore deve predisporre il cantiere delimitandolo e segnalandolo adeguatamente in conformità alle prescrizioni del Codice della strada e del relativo regolamento di attuazione, assicurare la circolazione stradale e mantenere agibili i transiti e gli accessi carrai o pedonali con la posa di idonee strutture (passerelle, ecc.); l'Appaltatore, inoltre, deve porre in opera ai bordi degli scavi a difesa dell'incolumità dei pedoni tutte le protezioni necessarie.

Gli scavi possono essere eseguiti a mano, con attrezzature meccaniche e anche con eventuali demolitori.

Scavi per fondazioni

Gli scavi per fondazioni devono corrispondere alle dimensioni previste nella documentazione tecnica del progetto.

L'Appaltatore deve usare particolare cura nel tracciamento delle fondazioni per palificazioni, onde assicurare l'allineamento dei sostegni e dei blocchi.

I volumi risultanti da eccessivo scavo o da smottamenti devono essere riempiti con terreno opportunamente costipato, previa esecuzione del getto (nelle misure commissionate) con l'ausilio dei casseri.

Negli scavi per fondazioni con riseghe è prescritto di norma il taglio del terreno nella misura massima della platea.

Gli scavi per la diretta infissione nel terreno dei sostegni, se a pianta rettangolare, devono avere normalmente il lato maggiore parallelo all'asse della linea e quello minore della larghezza minima possibile.

Scavi per canalizzazioni (cavidotti) - rinterrati

L'Appaltatore deve provvedere ad individuare, in accordo con i proprietari delle reti di servizio interrato (rete idrica, rete di distribuzione gas, rete fognaria, reti elettriche e di segnalazione, reti telefoniche e di trasmissione dati, ecc.), la posizione presunta di tali servizi a meno che tale posizione presunta non risulti già dalla documentazione predisposta dal progetto.

L'Appaltatore è inoltre tenuto ad individuare in cantiere, preventivamente all'inizio dei lavori, la posizione esatta delle interferenze con condutture metalliche e cavi interrati insistenti sul tracciato di posa avvalendosi di apposita idonea strumentazione ed eseguendo i necessari sondaggi di individuazione delle condutture non metalliche ed opere fognarie.

L'Appaltatore è in ogni caso responsabile dei danni che dovesse, per qualsiasi motivo, arrecare agli impianti interferenti.

Nel caso di scavi in prossimità di gallerie, negli attraversamenti di muri, passi pedonali o carrai, ecc. o quando gli scavi corrano paralleli ed a breve distanza da muri o fondazioni, l'Appaltatore deve prendere tutti i provvedimenti atti a garantire la stabilità delle opere preesistenti.

Per scavi in forte pendenza si devono lasciare diaframmi di terra che impediscano all'acqua di scorrere lungo tutta la trincea; i diaframmi devono essere demoliti soltanto al momento della posa dei cavi o dei tubi.

L'Appaltatore deve effettuare lo spostamento provvisorio o la rimozione di manufatti, ostacoli e relitti che non richiedano l'intervento diretto dei proprietari, previa autorizzazione degli stessi.

L'Appaltatore deve segnalare immediatamente agli Enti, Società o Terzi proprietari interessati, per gli interventi del caso, ogni eventuale guasto riscontrato o provocato a cavi e condutture sotterranei, ecc.; di tali segnalazioni deve essere data in pari tempo notizia all'Enel.

Per quanto riguarda eventuali danni procurati, l'Appaltatore deve provvedere, a sua cura e spese, ai necessari rifacimenti e ripristini ed alla liquidazione di eventuali richieste di risarcimento.

A lavoro ultimato, lo scavo deve presentare un fondo piatto, privo di asperità e compresso.

La prima parte del rinterro deve essere eseguita, di norma, con terreno omogeneo e privo di pietre o, se richiesto, con sabbia, pozzolana o altro inerte, per uno spessore minimo di 20 cm, comunque fino a 10 cm oltre l'estradosso del cavo o del tubo più alto.

La successiva parte del rinterro deve essere, di norma, effettuata in più strati dello spessore massimo di 30 cm ciascuno, con il materiale proveniente dallo scavo. Quando è espressamente richiesto dall'Enel o dal Proprietario della strada, il riempimento dello scavo dovrà essere effettuato, in modo analogo, con materiale prescritto dal Proprietario stesso. Per il riempimento dello scavo, ove consentito, può essere riutilizzato il materiale proveniente dalla demolizione della pavimentazione stradale a seguito di lavorazione con idonea macchina fresatrice e/o proveniente da stabilimenti autorizzati al recupero.

I materiali utilizzati per il riempimento devono essere fortemente compressi ed eventualmente irrorati in modo da evitare cedimenti.

Quando il rifacimento della pavimentazione non è stato commissionato all'Appaltatore, questi deve segnalare tempestivamente l'ultimazione delle opere di rinterro; resta a carico dell'Appaltatore l'obbligo di mantenere la delimitazione e la segnalazione del cantiere, di effettuare le eventuali ricariche fino al rifacimento della pavimentazione e gli oneri derivanti da eventuali cedimenti della stessa per il periodo di garanzia.

Disfacimento di pavimentazioni stradali

Il disfacimento delle pavimentazioni in conglomerato, comunque costituito, deve essere preceduto da taglio eseguito con apposite attrezzature, nel rispetto delle prescrizioni degli Enti proprietari.

L'Appaltatore è responsabile degli eventuali ammanchi come pure è responsabile della mancata osservanza delle prescrizioni degli Enti proprietari.

Rifacimento di pavimentazioni stradali

Salvo diverse esplicite disposizioni i ripristini delle pavimentazioni stradali e della segnaletica orizzontale saranno eseguiti in conformità alle norme di esecuzione riportate nei Capitolati, Regolamenti e Tariffari adottati dai Proprietari delle strade interessate dai lavori utilizzando i materiali previsti negli stessi documenti, fatte salve diverse prescrizioni imposte nell'atto autorizzativo.

L'Appaltatore è tenuto a rimettere in sito i cippi, i segnali ed i cartelli indicatori rimossi nel corso dei lavori; è tenuto altresì, salvo disposizioni in contrario, al ripristino della segnaletica orizzontale.

L'Appaltatore deve effettuare con tempestività gli interventi resi necessari da eventuali cedimenti o rotture delle pavimentazioni rifatte.

Calcestruzzi per fondazioni di sostegni e cabine

Il calcestruzzo da impiegare deve essere conforme a quanto disposto dalle norme vigenti e deve avere resistenza caratteristica (Rck) non inferiore a quella prescritta dall'Enel.

I materiali inerti (sabbia di dimensioni fino a 3 mm, ghiaietto o pietrischetto di dimensioni da 3 a 7 mm, ghiaia o pietrisco di dimensioni fino a 50 mm) devono essere lavati con acqua dolce, devono essere privi di sostanze organiche, limose ed argillose, gessose, ecc.; la sabbia deve essere naturale; la ghiaia ed il pietrisco devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili.

L'acqua di impasto deve essere limpida, priva di sali (in particolare solfati o cloruri) in percentuali dannose; deve essere inoltre priva di sostanze che influiscono negativamente sull'indurimento del calcestruzzo quali: zuccheri, oli, grassi, ecc.

Di regola deve essere impiegato calcestruzzo "preconfezionato" "a prestazione garantita" (UNI 9858 - Maggio 1991), cioè calcestruzzo fornito a piè d'opera allo stato "fresco" da centrale di produzione mediante trasporto con autobetoniere; la classe di consistenza del calcestruzzo da ordinare, secondo la "Denominazione corrente" indicata in UNI 9858 – Maggio 1991, sarà non inferiore a:

- "S3" - "Semifluida" per pavimentazioni in calcestruzzo nonché rinterro cavi stradali, per fondazioni di pali monostelo e tralicci;
- "S4" - "Fluida" per murature in calcestruzzo e per solette di cemento armato.

In casi particolari può essere impiegato calcestruzzo confezionato in cantiere; l'impasto dei materiali si effettua di norma con betoniere. Nel caso di lavorazione a mano l'impasto va effettuato in vicinanza del posto di impiego su lamiera di ferro o su assito di legno, ed in quantità corrispondente al fabbisogno immediato. Prima si devono mescolare a secco ripetutamente il cemento e la sabbia finché la miscela assume colore uniforme, poi vanno aggiunte la ghiaia ed in seguito l'acqua con ripetute aspersioni, continuando a mescolare l'impasto fino ad ottenere la consistenza necessaria.

In questo caso le dosature minime di cemento in chilogrammi per m³ d'impasto debbono essere le

seguenti:

| Dosatura minima di cemento per m ³ di calcestruzzo | | |
|---|-----------------------|-----------------------|
| Rck | Cemento classe 325 | Cemento classe 425 |
| ⊗ 10 N/mm ² | 200 kg/m ³ | ----- |
| ⊗ 15 N/mm ² | 230 kg/m ³ | 180 kg/m ³ |
| ⊗ 20 N/mm ² | 260 kg/m ³ | 230 kg/m ³ |
| ⊗ 25 N/mm ² | 350 kg/m ³ | 300 kg/m ³ |
| ⊗ 30 N/mm ² | 400 kg/m ³ | 350 kg/m ³ |

Prescrizione per l'impiego

| Rck | APPLICAZIONE |
|------------------------|---|
| ⊗ 10 N/mm ² | Platee di sottofondo non armate e rinforzo (bauletto) di tubazioni leggere |
| ⊗ 15 N/mm ² | Fondazioni monolitiche senza gradini per sostegni di linee aeree MT, BT Illuminazione Pubblica |
| ⊗ 20 N/mm ² | Fondazioni monolitiche a gradini o a piedini separati per sostegni di linee aeree MT e BT. Fondazioni leggermente armate di tipo CR per sostegni di linee AT |
| ⊗ 25 N/mm ² | Fondazioni armate di tipo CS e pali trivellati per sostegni di linee AT |

Gli inerti per calcestruzzi confezionati dall'Appaltatore sul luogo di impiego, dosati a volume, devono essere presenti nella miscela nelle seguenti proporzioni di massima:

- 0,4 m³ di sabbia;
- 0,8 m³ di ghiaietto e ghiaia, o pietrischetto e pietrisco.

La quantità di acqua di impasto deve essere commisurata alla umidità propria degli inerti in modo da ottenere un rapporto acqua cemento ottimale.

Il calcestruzzo deve essere posto in opera appena confezionato; se del tipo preconfezionato, trasportato con autobetoniera o automezzo dotato di agitatore, deve essere posto in opera non più tardi di 1 ora e mezzo dopo l'aggiunta di acqua di impasto e comunque prima dell'inizio del fenomeno di presa; va steso a strati orizzontali di spessore non superiore a 30 cm, simultaneamente su tutta l'estensione del getto; deve essere ben battuto e costipato oppure, se richiesto dall'Enel, vibrato.

Il getto deve essere condotto a termine nel più breve tempo possibile e senza soluzione di continuità. Qualora una ripresa del getto sia inevitabile, essa deve essere eseguita con la massima cura al fine di ottenere il perfetto collegamento fra le due parti, adoperando se necessario adatti ferri da ripresa od altri mezzi idonei.

Per il contenimento del getto di regola devono essere impiegati idonei casseri in legno o in lamiera di ferro e comunque tali da resistere senza apprezzabili deformazioni al peso del calcestruzzo e da potersi rimuovere a getto ultimato senza danneggiare l'opera. l'Enel potrà peraltro autorizzare od eventualmente richiedere, in relazione al tipo di fondazione da realizzare ed alle caratteristiche del terreno, il getto contro terra senza l'ausilio dei casseri; in tale caso, in funzione del tipo di terreno, i getti dovranno essere opportunamente maggiorati in modo da garantire le dimensioni nominali

commissionate delle fondazioni.

Le superfici in vista dei calcestruzzi e quelle sottostanti il piano di campagna per una profondità di 10 cm devono essere accuratamente lisce, a getto ancora fresco, con strato di malta di cemento dello spessore di circa 0,5 – 1 cm; la superficie superiore delle fondazioni deve essere conformata con una adeguata pendenza atta ad impedire il ristagno dell'acqua.

L'impostazione delle fondazioni per i sostegni può effettuarsi soltanto dopo adeguato controllo del livello del piano di fondazione, delle caratteristiche del terreno, dell'orientamento e dell'esatto tracciamento dello scavo.

Per i pali c.a.c., tubolari metallici o in lamiera saldata:

- nelle fondazioni deve essere ricavata, mediante apposita forma o tubo, una cavità delle dimensioni prescritte destinata ad accogliere il sostegno.

Per i sostegni di acciaio a traliccio:

- a base montata, prima di iniziare il getto di calcestruzzo, devono essere accuratamente verificati l'orientamento e l'allineamento della base stessa, la verticalità dell'asse, la pendenza dei montanti e l'uguaglianza delle diagonali; il getto di fondazione deve essere successivamente eseguito con la massima cura al fine di evitare ogni spostamento delle membrature;
- prima, durante e dopo il getto si devono effettuare frequenti controlli del tronco di base con speciale riguardo alla sua livellazione ed al suo orientamento.

Non è consentito, salvo casi eccezionali e comunque previa autorizzazione dell'Enel, eseguire getti di fondazione prima che sia stata completamente eliminata l'eventuale acqua presente nello scavo. L'Appaltatore deve usare mezzi idonei a mantenere drenato lo scavo per tutta la durata delle operazioni di getto. Lo scavo dovrà essere inoltre mantenuto asciutto per almeno 8 ore dalla fine dell'esecuzione del getto.

I getti da eseguirsi con temperature medie molto basse (prossime o inferiori a 0°C) devono essere caso per caso autorizzati dall'Enel.. In tal caso devono essere eseguiti con particolari accorgimenti, quali:

- impasto con acqua calda (40 – 60°C);
- impiego di additivi chimici anticongelanti approvati dall'Enel;
- impiego di cemento di tipo B (D.M. 9.1.1996);
- protezione dei getti con coperture di materiali coibenti, ecc.

Questi provvedimenti non escludono altri provvedimenti che la buona tecnica o le circostanze possono, di volta in volta, suggerire.

L'autorizzazione dell'Enel deve essere pure richiesta dall'Appaltatore per eseguire getti a temperature superiori a 30°C; in tali circostanze l'Appaltatore deve prendere tutte le precauzioni per evitare conseguenze negative al fenomeno di presa.

Le fondazioni devono essere eseguite come previsto nei disegni forniti dall'Enel; qualora si manifesti la necessità di apportare modifiche, l'Appaltatore deve richiedere opportune autorizzazioni all'Enel.

I ferri da impiegare per l'eventuale armamento del calcestruzzo devono avere le caratteristiche prescritte dall'Enel ed essere piegati a freddo. Non si deve procedere ad alcun disarmo prima di aver accertato che il conglomerato abbia raggiunto un grado di sufficiente maturazione.

L'Enel ha facoltà di verificare la resistenza caratteristica del calcestruzzo impiegato, mediante prelievi di impasto da sottoporre a prove di rottura a compressione; l'Enel inoltre ha facoltà di verificare i documenti di consegna del calcestruzzo confezionato nei quali deve essere indicato il valore della resistenza caratteristica "Rck" del calcestruzzo fornito.

Tutti gli oneri per il prelievo dei provini, del loro accatastamento per la stagionatura e delle prove di laboratorio sono a carico dell'Appaltatore.

Qualora i risultati delle prove diano valori di resistenza caratteristica (R_{ck}) inferiori a quelli prescritti dalle vigenti normative l'opera dovrà, a insindacabile giudizio dell'Enel, essere regolarizzata anche con l'eventuale rifacimento della fondazione.

Art. 1.3. Tipologie di pannelli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici che saranno installati avranno una potenza di picco di 670 Wp ciascuno e caratteristiche simili a quelle riportate nel seguente datasheet riportato successivamente.

Art. 1.4. Impianti collegati alla rete - grid-connected

Come riportato nell'allegato 1 del Decreto Ministeriale del 19 febbraio 2007 tutti i componenti dell'impianto, oltre ad essere provati e verificati in laboratori accreditati in conformità alle norme UNI CEI EN ISO/IEC 17025, devono osservare le seguenti condizioni:

$$P_{cc} > 0.85P_{nom} \cdot \frac{I}{I_{stc}}$$

$$P_{ca} > 0.9P_{cc}$$

(quest'ultima condizione deve essere verificata per $P_{ca} > 90\%$ della potenza di targa del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata).

Dove:

P_{cc} = Potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico con precisione migliore del $\pm 2\%$;

P_{nom} = Potenza nominale del generatore fotovoltaico;

I = Irraggiamento in W/m^2 misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm 3\%$;

I_{stc} = $1000 W/m^2$, è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

P_{ca} = Potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, con precisione migliore del $\pm 2\%$.

In particolare verranno adottati criteri di selezione dei moduli per garantire la migliore uniformità delle loro prestazioni elettriche e quindi ottimizzare il rendimento delle stringhe; verranno inoltre utilizzati componenti selezionati e cavi di sezioni adeguate a ridurre le perdite sul lato in corrente continua.

In generale verranno esaminate con i fornitori dei componenti tutte le caratteristiche dei componenti stessi che hanno impatto con il rendimento del sistema, verranno individuati tutti gli accorgimenti volti a migliorarlo e verranno adottate le misure conseguenti.

Va considerato poi un decremento nel tempo dell'efficienza dei moduli dovuta al degrado dei componenti o all'insorgere di problemi di laminazione; sulla base di risultati sperimentali ottenuti da enti europei di ricerca (JRC di Ispra, LEEE-TiSo) si è valutata una perdita della producibilità massima del 10% al ventesimo anno di vita dell'impianto ed una perdita media del 5% nell'arco dei 20 anni di vita dell'impianto, con un'equivalente riduzione dell'energia prodotta.

Nella tabella seguente il riepilogo delle potenze per singolo impianto:

Tabella 1: Power Table Impianti fotovoltaici

| POWER TABLE Aeroporto Capodichino | | | | | |
|---|--------------------------|-----------|---------------------|----------------------|-------------------------|
| Modulo: CANADIAN SOLAR CS7N-670MS | | | | | |
| Total DC Power | | | | 2.444,83 | kWp |
| AREA 01: "ATI TECH" - Tilt 9° - Azimut 39° | | | | | |
| n° Inverter | Tipo Inverter | n° Moduli | Potenza Modulo [Wp] | Potenza Totale [kWp] | Tensione di Uscita[Vac] |
| 5 | Kaco blueplanet 165 TL3 | 1.363 | 670 | 913,21 | 660 |
| AREA02: "Hangar BHS" - Tilt 0° - Azimut 38° | | | | | |
| n° Inverter | Tipo Inverter | n° Moduli | Potenza Modulo [Wp] | Potenza Totale [kWp] | Tensione di Uscita[Vac] |
| 4 | Kaco blueplanet 165 TL3 | 1160 | 670 | 777,2 | 660 |
| AREA 03: "Palazzina uffici" - Tilt 0° - Azimut 38° | | | | | |
| n° Inverter | Tipo Inverter | n° Moduli | Potenza Modulo [Wp] | Potenza Totale [kWp] | Tensione di Uscita[Vac] |
| 1 | Kaco Blueplanet 92.0 TL3 | 130 | 670 | 87,1 | 400 |
| AREA 04: "PENSILINA TERMINAL 1" - Tilt 2° - Azimut 177° | | | | | |
| n° Inverter | Tipo Inverter | n° Moduli | Potenza Modulo [Wp] | Potenza Totale [kWp] | Tensione di Uscita[Vac] |
| 2 | Kaco blueplanet 105 TL3 | 319 | 670 | 213,73 | 400 |
| AREA 05: "Multipiano" - Tilt 9° - Azimut 39° | | | | | |
| n° Inverter | Tipo Inverter | n° Moduli | Potenza Modulo [Wp] | Potenza Totale [kWp] | Tensione di Uscita[Vac] |
| 2 | Kaco Blueplanet 60.0 TL3 | 200 | 670 | 134 | 400 |
| AREA 06: "Cargo" - Tilt ±4° - Azimut ±39° | | | | | |
| n° Inverter | Tipo Inverter | n° Moduli | Potenza Modulo [Wp] | Potenza Totale [kWp] | Tensione di Uscita[Vac] |
| 1 (Falda 1) | Kaco Blueplanet 60.0 TL3 | 95 | 670 | 63,65 | 400 |
| 1 (Falda 2) | Kaco Blueplanet 92.0 TL3 | 126 | 670 | 84,42 | 400 |
| 1 (Falda 3) | Kaco Blueplanet 92.0 TL3 | 126 | 670 | 84,42 | 400 |
| 1 (Falda 4) | Kaco Blueplanet 92.0 TL3 | 130 | 670 | 87,1 | 400 |
| AREA 07: "Parcheggio Autonoleggiatori" - Tilt 2° - Azimut 39° | | | | | |
| n° Inverter | Tipo Inverter | n° Moduli | Potenza Modulo [Wp] | Potenza Totale [kWp] | Tensione di Uscita[Vac] |
| 3 | Kaco blueplanet 165 TL3 | 667 | 670 | 446,89 | 660 |

Per ulteriori dettagli tecnici si faccia riferimento all'elaborato grafico dello schema unifilare.

Tutti gli impianti fotovoltaici da installarsi presso le aree dell'aeroporto di Capodichino a Napoli, sono caratterizzati dagli stessi elementi principali. Tali elementi varieranno sia in funzione della potenza ad installarsi che dalla tipologia di collegamento alla rete elettrica esistente.

In generale in ogni AREA, individuata per l'installazione dell'impianto fotovoltaico, saranno installati i seguenti dispositivi:

- Moduli fotovoltaici connessi in serie;
- String Box per la connessione in parallelo delle stringhe, installati sempre nei pressi del campo fotovoltaico;
- Inverter per la conversione DC/AC. La posizione plano-altimetrica degli inverter varierà a seconda delle disponibilità delle superfici a disposizione. In particolar modo la posizione degli inverter nelle varie AREE sarà:
 - AREA 01 Hangar Ati Tech: Posizionati tramite opportune strutture di supporto sulla facciata a Sud (accessibile dalle officine Ati Tech);
 - AREA 02 Hangar HBS: Posizionati su opportune strutture metalliche di supporto sulla Nord-Est della nuova cabina ad installarsi;
 - AREA 03 Palazzina Uffici: Installati sulla facciata Sud-Ovest dell'ultimo piano dell'edificio;

- AREA 04 Terminal 1: Installati nei pressi degli string box nella zona di apertura della copertura;
- AREA 05 Parcheggio Multipiano: Installati sulla parete del torrino scala;
- AREA 06 Cargo: Installati a livello del piano stradale, sulla facciata Sud-Ovest a confine con il capannone attiguo, posizionati su opportune strutture di supporto e protetti da una recinzione.

La realizzazione dei collegamenti elettrici in DC tra i moduli fotovoltaici e gli inverter di stringa, attraverso nuovi cavidotti in tubo direttamente interrato e/o tramite canaline a filo. Esclusivamente per la copertura del parcheggio multipiano la distribuzione sia dei cavi AC che dei cavi DC avverrà all'interno di pedane passacavo carrabili delle dimensioni idonee e dalle caratteristiche idonee al passaggio di mezzi.

La realizzazione di scavi con posa cavi AC o installazione di canaline, per il collegamento delle uscite degli inverter al quadro di parallelo AC. La scelta dell'installazione del quadro di parallelo AC degli inverter è dettata dalle esigenze progettuali e di disponibilità delle AREE.

In particolar modo i quadri di parallelo AC saranno installati nelle seguenti posizioni:

- AREA 01 Hangar Ati Tech: Quadro di parallelo installato nella nuova cabina (condivisa con Hangar HBS) installata nei pressi degli stalli dei bus;
- AREA 02 Hangar HBS: Quadro di parallelo installato nella nuova cabina (condivisa con Hangar ATi Tech) installata nei pressi degli stalli dei bus;
- AREA 03 Palazzina Uffici: Quadro AC installato all'interno del locale di bassa tensione della stessa palazzina;
- AREA 04 Terminal 1: Quadro di parallelo installato all'interno della cabina T1 a piano interrato dell'edificio;
- AREA 05 Parcheggio Multipiano: Quadro di parallelo AC installato sulla facciata del torrino scala (nei pressi di SB e Inverter);
- AREA 06 Cargo: Quadro installato nella cabina già presente nell'area.

L'installazione, ove necessario, (tale installazione varia a seconda della scelta progettuale di connessione elettrica alla rete elettrica esistente) di trasformatori MT/BT;

La realizzazione dei collegamenti elettrici in AC tra il quadro elettrico di parallelo AC ed il trasformatore MT/BT;

L'installazione e collegamento dei contattori di produzione.

L'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico sarà ceduta alla rete elettrica nazionale in media tensione a 9kV.

Moduli fotovoltaici

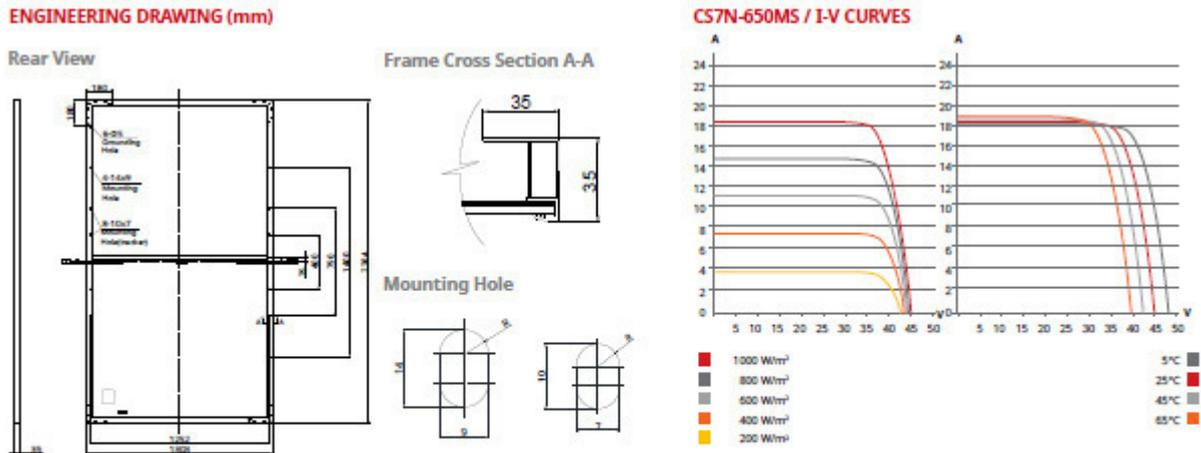
La scelta dei moduli fotovoltaici alla base di tale progettazione è dettata, oltre che da tutte le certificazioni prescritte dalla normativa vigente, anche da ulteriori componenti:

- Massimizzazione della potenza per unità di superficie;
- Alta efficienza di conversione dell'effetto fotoelettrico;
- Reperibilità sul mercato nel periodo tra Q4 2023 e Q1 2024;
- Bassa riflettività del cristallo (cristallo con superficie di Fresnel);

I moduli fotovoltaici scelti per la progettazione definitiva sono in silicio monocristallino prodotti dall'azienda Canadian Solar modello CS7N-670MS da 670Wp

In questa progettazione la scelta della lunghezza della stringa è anche legata all'esigenza di installare il maggior numero di moduli fotovoltaici per impianto. Pertanto la dimensione della stringa varierà in base alle esigenze progettuali. È importante sottolineare, che ad ogni inverter saranno associate

stringhe fotovoltaiche con lo stesso numero di moduli, in modo da eliminare il fenomeno del mismatching tra le stringhe in fase di conversione.



ELECTRICAL DATA | STC*

| CS7N | 640MS | 645MS | 650MS | 655MS | 660MS | 665MS | 670MS |
|------------------------------|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Nominal Max. Power (Pmax) | 640 W | 645 W | 650 W | 655 W | 660 W | 665 W | 670 W |
| Opt. Operating Voltage (Vmp) | 37.5 V | 37.7 V | 37.9 V | 38.1 V | 38.3 V | 38.5 V | 38.7 V |
| Opt. Operating Current (Imp) | 17.07 A | 17.11 A | 17.16 A | 17.20 A | 17.24 A | 17.28 A | 17.32 A |
| Open Circuit Voltage (Voc) | 44.6 V | 44.8 V | 45.0 V | 45.2 V | 45.4 V | 45.6 V | 45.8 V |
| Short Circuit Current (Isc) | 18.31 A | 18.35 A | 18.39 A | 18.43 A | 18.47 A | 18.51 A | 18.55 A |
| Module Efficiency | 20.6% | 20.8% | 20.9% | 21.1% | 21.2% | 21.4% | 21.6% |
| Operating Temperature | -40°C ~ +85°C | | | | | | |
| Max. System Voltage | 1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)) | | | | | | |
| Module Fire Performance | TYPE 1 (UL 61730 1500V) or TYPE 2 (UL 61730 1000V) or CLASS C (IEC 61730) | | | | | | |
| Max. Series Fuse Rating | 30 A | | | | | | |
| Application Classification | Class A | | | | | | |
| Power Tolerance | 0 ~ + 10 W | | | | | | |

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

| CS7N | 640MS | 645MS | 650MS | 655MS | 660MS | 665MS | 670MS |
|------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Nominal Max. Power (Pmax) | 480 W | 484 W | 487 W | 491 W | 495 W | 499 W | 502 W |
| Opt. Operating Voltage (Vmp) | 35.2 V | 35.3 V | 35.5 V | 35.7 V | 35.9 V | 36.1 V | 36.3 V |
| Opt. Operating Current (Imp) | 13.64 A | 13.72 A | 13.74 A | 13.76 A | 13.79 A | 13.83 A | 13.85 A |
| Open Circuit Voltage (Voc) | 42.2 V | 42.3 V | 42.5 V | 42.7 V | 42.9 V | 43.1 V | 43.3 V |
| Short Circuit Current (Isc) | 14.77 A | 14.80 A | 14.83 A | 14.86 A | 14.89 A | 14.93 A | 14.96 A |

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m² spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

| Specification | Data |
|------------------------------------|---|
| Cell Type | Mono-crystalline |
| Cell Arrangement | 132 [2 x (11 x 6)] |
| Dimensions | 2384 x 1303 x 35 mm (93.9 x 51.3 x 1.38 in) |
| Weight | 34.4 kg (75.8 lbs) |
| Front Cover | 3.2 mm tempered glass with anti-reflective coating |
| Frame | Anodized aluminium alloy, crossbar enhanced |
| J-Box | IP68, 3 bypass diodes |
| Cable | 4 mm² (IEC), 12 AWG (UL) |
| Cable Length (Including Connector) | 460 mm (18.1 in) (+) / 340 mm (13.4 in) (-) or customized length* |
| Connector | T4 series or MC4-EVO2 |
| Per Pallet | 31 pieces |
| Per Container (40' HQ) | 527 pieces |

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

| Specification | Data |
|--------------------------------------|--------------|
| Temperature Coefficient (Pmax) | -0.34 % / °C |
| Temperature Coefficient (Voc) | -0.26 % / °C |
| Temperature Coefficient (Isc) | 0.05 % / °C |
| Nominal Module Operating Temperature | 41 ± 3°C |

Figura 1: Scheda tecnica modulo fotovoltaico

Inverter

Gli inverter devono soddisfare le caratteristiche essenziali di sicurezza, come ad esempio la direttiva sulla compatibilità elettromagnetica, la direttiva bassa tensione, la normativa sul livello di inquinamento acustico e quella sulla propagazione dell'incendio. Le caratteristiche elettriche degli inverter che saranno installati sono tali da accordarsi perfettamente a quelle dei rispettivi generatori fotovoltaici per il range di temperature dei moduli considerati. Il dimensionamento dei cavi di collegamento nella

sezione in corrente alternata è basata sulla potenza massima di output dell'inverter a $\cos\phi = 1$. Gli inverter sono ubicati a ridosso delle strutture.

Una delle problematiche affrontate nella progettazione definitiva degli impianti fotovoltaici da realizzarsi sulle aree dell'aeroporto di Napoli Capodichino è stata quella di individuare la migliore soluzione del sistema di conversione. In particolar modo i punti cardine su cui variava la scelta della tipologia di inverter sono stati (ad esclusione delle standard come massima efficienza di conversione, affidabilità, ecc.):

- Massimizzazione del numero di stringhe (moduli) collegabili;
- Compatibilità tra la tensione di uscita AC dell'inverter e la tensione di bassa degli edifici (nel caso di collegamenti diretti ai quadri di BT esistenti);
- Possibilità di installare moduli di potenze elevate (670Wp);
- Ampia gamma di potenze installabili.

A seguito di diverse analisi progettuali, la scelta dell'azienda produttrice di inverter è ricaduta sulla gamma Blueplanet di Kaco Siemens. Tale gamma di inverter è in accordo con tutte le esigenze progettuali individuate nel progetto ed è di tipo mono MPPT e mono ingresso DC e può essere assimilati a dei "mini" inverter centralizzati.

Le tipologie di inverter scelte sono:

- Kaco Blueplanet 165 TL3;
- Kaco Blueplanet 105 TL3;
- Kaco Blueplanet 92.0 TL3;
- Kaco Blueplanet 60.0 TL3.

Tale scelta progettuale, consente allo stesso modo di suddividere le aree in settori ben definiti, facilitando le operazioni di manutenzione ed individuazione delle possibili anomalie di produzione.

Nell'immagine sotto la scheda tecnica dell'inverter Kaco Blueplanet 165 TL3.

blueplanet 155 + 165 TL3

String inverters for utility-scale solar power plants
up to multi-megawatt solar parks.



Pushing the limits.

Superior efficiencies and
overload capacity through silicon
carbide technology

Outstanding power density for
easy logistics and installation

Decentralised design or ‚Virtual
Central‘ concept possible

Overvoltage protection AC/
DC and for communication
interfaces available

Lean commissioning and updates
via remote services



www.kaco-newenergy.com

Technical Data

| | 155 TL3 | 165 TL3 |
|---|---|---|
| DC input data | | |
| Max. recommended PV generator power | 232 500 W | 247 500 W |
| MPP range | 875 - 1 300 V | 960 - 1 300 V |
| Operating range | 875 - 1 450 V | 960 - 1 450 V |
| Rated DC voltage / start voltage | 900 V / 1 000 V | 1000 V / 1 100 V |
| Max. no-load voltage | 1 500 V | 1 500 V |
| Max. input current | 183 A | 183 A |
| Max. short circuit current $I_{sc,max}$ | 300 A | 300 A |
| Number of MPP tracker | 1 | 1 |
| Connection per tracker | 1 - 2 | 1 - 2 |
| AC output data | | |
| Rated output | 155 000 VA | 165 000 VA |
| Max. power | 155 000 VA | 165 000 VA |
| Line voltage | 600 V (3P+PE) | 660 V (3P+PE) |
| Voltage range (Ph-Ph) | 480 - 690 V | 480 - 760 V |
| Rated frequency (range) | 50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz) | 50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz) |
| Rated current | 3 x 149.5 A | 3 x 144.5 A |
| Max. current | 3 x 152.0 A | 3 x 152.0 A |
| Reactive power / cos phi | 0 - 100 % $S_{nom} / 0$ | 30 ind. - 0,30 cap. |
| Max. total harmonic distortion (THD) | ≤ 3 % | ≤ 3 % |
| Number of grid phases | 3 | 3 |
| General data | | |
| Max. efficiency | 99.1 % | 99.1 % |
| Europ. efficiency | 98.9 % | 99.0 % |
| CEC efficiency | 98.9 % | 99.0 % |
| Standby consumption | < 10 W | < 10 W |
| Circuitry topology | transformerless | transformerless |
| Mechanical data | | |
| Display | LEDs | LEDs |
| Control units | webserver, supports mobile devices | webserver, supports mobile devices |
| Interfaces | Ethernet (Modbus TCP, Sunspec), RS485 | RS485 (KACO-protocol), USB, optional: 4-DI |
| Fault signalling relay | potential-free NOC max. 30 V / 1 A | potential-free NOC max. 30 V / 1 A |
| DC connection | cable lug, max. 240 mm ² (0.372 in ²) Cu or Al | cable lug, max. 240 mm ² (0.372 in ²) Cu or Al |
| AC connection | cable lug, max. 240 mm ² (0.372 in ²) Cu or Al | cable lug, max. 240 mm ² (0.372 in ²) Cu or Al |
| Ambient temperature | -25 °C - +60 °C ¹⁾ | -25 °C - +60 °C ¹⁾ |
| Humidity | 0 - 100 % | 0 - 100 % |
| Max. installation elevation (above MSL) | 3 000 m | 3 000 m |
| Min. distance from coast | 500 m | 500 m |
| Cooling | temperature controlled fan | temperature controlled fan |
| Protection class | IP66 / NEMA 4X | IP66 / NEMA 4X |
| Noise emission | 59.2 db (A) | 59.2 db (A) |
| H x W x D | 719 x 699 x 460 mm | 719 x 699 x 460 mm |
| Weight | 78.2 kg | 78.2 kg |
| Certifications | | |
| | IEC 62109-1/-2, EN 61000-6-1/-2/-4, EN 61000-3-11/-12, EN 55011 group 1, class A | |
| Safety | EN 62920 Emission class A / Immunity class A UL62109-1, UL1741, CSA-C22.2 No.107.1, CSA-C22.2 No.62109-1, CSA-C22.2 No.62109-2 | |
| Grid connection rule | overview see homepage / download area | |

¹⁾ Power derating at high ambient temperatures

| Versions | S | XL |
|------------------------|------------|------------|
| Number of DC inputs | 1 - 2 | 1 - 2 |
| DC switch | - | ✓ |
| DC SPD | Type 1 + 2 | Type 1 + 2 |
| AC SPD | ○ | ○ |
| RS485 interface SPD | ○ | ○ |
| Ethernet interface SPD | ○ | ○ |
| PID Set | ○ | ○ |

standard = ✓ upgradeable = ○

Figura 2: Scheda tecnica inverter

Quadri elettrici e collegamenti in BT

Tutti gli impianti progettati hanno un'uscita in bassa tensione; pertanto sarà necessaria l'installazione di nuovi quadri elettrici, denominati "Quadro di Parallelo". Tali quadri saranno opportunamente dimensionati secondo la normativa vigente e all'interno di ogni quadro, a seconda delle specifiche dell'impianto elettrico a cui si dovranno collegare, saranno presenti un interruttore generale e diversi interruttori a protezione di ogni linea di collegamento con gli inverter. Questi dispositivi sono utilizzati anche per disalimentare gli inverter in caso di manutenzione. I nuovi quadri saranno realizzati con carpenteria metallica, posizionati a pavimento, e avranno grado di protezione minimo IPXXB. Le caratteristiche e la quantità della componentistica ivi contenute sono esplicitate negli elaborati di dettaglio.

Considerato che le tensioni di uscita degli inverter scelti nella progettazione sono pari a 400V_{ac} e 660V_{ac}, vi saranno due tipologie di collegamento alla rete elettrica esistente. In particolar modo per i Quadri di Parallelo con tensioni di esercizio a 400V_{ac}, l'uscita di tale quadro sarà collegata direttamente al quadro generale di bassa tensione esistente dell'edificio.

Mentre per quanto riguarda il quadro di parallelo inverter con tensione di esercizio da 660V_{ac} (Hangar Ati Tech e Hangar HBS), quest'ultimo sarà collegato ad un trasformatore MT/BT, di nuova installazione. Quest'ultimo è poi collegato al quadro di media tensione, da cui parte la linea che lo connette a quello interno alla cabina esistente che avrà il compito di immettere l'energia prodotta nel punto di connessione alla rete elettrica nazionale, e che rappresenta il limite di fornitura Impianto FV-Enel Distribuzione (punto di connessione in rete MT). Gli spazi dedicati all'installazione del Quadro di Parallelo e del trasformatore, sono interni alla cabina di trasformazione di nuova installazione.

Percorsi e installazione cavi

L'installazione dei cavi in tutti gli impianti fotovoltaici progettati in questa analisi definitiva, avverrà in modalità differenti a seconda delle esigenze progettuali.

Le tipologie che potranno verificarsi, anche contemporaneamente, sono:

- Installazione in canaline metalliche perforate;
- Cavi in tubo corrugato in scavo interrato.

Per quanto riguarda le installazioni di cavi sia AC che DC all'interno delle canaline metalliche è stato scelto un fattore di riempimento pari al 50% della superficie a disposizione, in modo da garantire una facilità di installazione ed una maggiore aerazione dei cavi posati al loro interno.

Per le installazioni di cavi AC e DC all'interno di tubi corrugati in scavi, allo stesso modo, si è seguita la norma CEI 64-8 che consiglia un fattore di riempimento al 50% dell'involuppo dei cavi all'interno di cavidotti. Anche in questo caso, tale scelta andrà a facilitare l'infilaggio e lo sfilaggio dei cavi al loro interno.

Per quanto riguarda il passaggio cavi sulla superficie del parcheggio multipiano, saranno utilizzate dei canali passacavi carrabili con rampe laterali a lieve pendenza per l'attraversamento anche su piccole ruote. Tali manufatti realizzati in gomma rinforzata con portata di circa 20 tonnellate hanno un'alta classe di resistenza al fuoco e ad ogni elemento corrosivo e sono rispondenti alle direttive EU CEE 73/23



Figura 3: Canale passacavo

Contatori di scambio e contatori di produzione

Gli impianti fotovoltaici saranno collegati alla rete elettrica nazionale mediante i due punti di connessione scelti dalla committenza.

Come richiesto dalla sezione G del "Regolamento Operativo per l'accesso agli incentivi del DM 4 luglio 2019 - Versione 1.0", i generatori saranno dotati di un contatore dell'energia prodotta (contatore di produzione - M2) con possibilità di rilevare i dati con dettaglio orario, in ottemperanza alla norma CEI 0-16. Trattandosi di un impianto di potenza nominale maggiore di 20 kW collegato in media tensione, l'installazione e manutenzione del contatore di produzione è a cura del produttore mentre la rilevazione, registrazione e comunicazione delle letture è a carico di e-distribuzione (sezione H). Il produttore è pertanto responsabile della certificazione fiscale e della conformità del contatore, relativamente ai requisiti ed alle caratteristiche indicate nella "Guida per le connessioni alla rete elettrica di e-distribuzione".

L'installazione dei contatori di misura fiscali prevede l'attuazione di opportune misure antifrode: sigillatura delle calotte dei contatori, delle morsettiere dei TV e dei TA, delle eventuali morsettiere di sezionamento; protezione dalle manomissioni dei cavi secondari dei gruppi di misura ad inserzione semidiretta e indiretta, mediante l'impiego di cavi schermati con schermo a terra e cavi non schermati posati entro tubi protettivi in acciaio.

Nella nostra tipologia di impianto "multi sezione" a monte di ogni quadro di parallelo inverter sarà installato un contatore dell'energia prodotta, in modo da poter misurare l'effettiva energia prodotta dall'impianto fotovoltaico installato.

Misure di protezione sui collegamenti alla rete elettrica

La protezione del sistema di generazione fotovoltaica nei confronti sia della rete del produttore che della rete di distribuzione pubblica va realizzata in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 0-16. L'impianto va pertanto equipaggiato con un sistema di protezioni che si articola su 3 livelli: dispositivo generale, dispositivo di interfaccia, dispositivo del generatore.

Dispositivo generale

Il dispositivo generale è l'apparecchiatura di protezione, manovra e sezionamento la cui apertura (comandata dal Sistema di Protezione Generale - SPG) assicura la separazione dell'intero impianto dell'Utente dalla rete del Distributore, salvaguardando il funzionamento della rete elettrica nei confronti di guasti all'interno dell'impianto elettrico, attivo o passivo dell'utente. Nell'impianto in oggetto il

dispositivo generale è individuato dall'interruttore automatico installato nei Quadri di Media Tensione in arrivo linea (nelle cabine di consegna) in corrispondenza della linea di connessione alla rete a 9 kV.

Dispositivo d'interfaccia

Il dispositivo di interfaccia è rappresentato da una o più apparecchiature di manovra la cui apertura (comandata da un Sistema di Protezione di Interfaccia - SPI) assicura la separazione dell'impianto di produzione dalla rete sulla base di quanto prescritto dalla norma CEI 0-16, consentendo all'impianto di produzione stesso l'eventuale funzionamento in isola solo sui carichi privilegiati. Nell'impianto in oggetto i dispositivi di interfaccia sono individuati dagli interruttori generali degli impianti fotovoltaici, nei Quadri di Parallelo. Per quanto riguarda il POD Terminal 1, trattandosi di un impianto con potenza maggiore di 400 kW, è previsto il ricalzo della protezione di interfaccia, in caso di mancata apertura di quest'ultimo, su ulteriori dispositivi di protezione, diversi da quelli utilizzati come dispositivi di interfaccia.

Secondo quanto indicato dalla norma CEI 0-16, trattandosi di impianti con potenza nominale complessiva maggiore di 100 kW i SPI devono essere dotati di ricevitori GSM/GPRS che dovranno assicurare l'invio del segnale di tele-scatto da parte del Gestore in caso di necessità di riduzione di eventuali criticità di rete.

Dispositivo di generatore

Il dispositivo di generatore è l'apparecchiatura di manovra e protezione la cui apertura determina la separazione del gruppo di generazione (inteso come insieme delle unità di generazione collegate con un solo punto di connessione alla rete, che includono servizi ausiliari ed i dispositivi di connessione) dal resto dell'impianto. Negli impianti in oggetto i dispositivi di generatore sono individuati da ogni interruttore messo a protezione delle linee di collegamento agli inverter, all'interno di ogni Quadro di Parallelo.

Controllore di impianto

Secondo quanto disposto dalla nuova CEI 0-16 tutti gli impianti fotovoltaici con potenze superiori a 1MWp devono essere dotati di un sistema di controllo dell'impianto che si occupa di acquisire dall'impianto e convogliare al TSO, tramite il DSO cui l'impianto è sotteso, i dati richiesti dall'Allegato A.6 del codice di rete Terna.

Considerato che l'impianto fotovoltaico connesso al POD "Terminal 1" ha una potenza superiore a 1MWp è indispensabile l'installazione del sistema di controllo d'impianto.

Per quanto riguarda, invece, l'impianto fotovoltaico connesso al POD "Cargo", considerato che la potenza sviluppabile dall'impianto è inferiore a 1MWp, non sarà necessaria l'installazione del sistema CCI.

Art.1.5. Orientamento ed inclinazione dei moduli fotovoltaici

L'obiettivo primario di questo progetto definitivo è la massimizzazione dell'energia prodotta, tale valore si ottiene andando a massimizzare la potenza installabile dei singoli impianti fotovoltaici. Pertanto in tutte le condizioni installative l'azimut dell'impianto fotovoltaico seguirà l'attuale direttrice principale delle aree scelte.

Di conseguenza vi saranno aree con diverse pendenze, e quindi installazioni di moduli fotovoltaici: verso nord (AREA 04) oppure falde, come quella dell'AREA 01 che sono inclinate verso Nord-Est ed avranno un'installazione a "frangisole" Est-Sud-Est.

Anche i tilt dei singoli impianti fotovoltaici varieranno a seconda della superficie ospitante. Si varierà da installazioni complanari, quindi stesso tilt delle falde degli edifici, a tilt pari a 10° per i sistemi a frangisole (in particolar modo per le AREE 01 e 02) e per le installazioni su pensiline parcheggio.

La migliore esposizione per massimizzare la radiazione solare ricevuta dai moduli sarà indicata nel progetto, e/o in ogni caso, preventivamente concordata con la Direzione Lavori.

Gli effetti dell'ombreggiamento sulla resa dei sistemi fotovoltaici non saranno da trascurare, ma costituiranno oggetto di attento studio per un corretto posizionamento dei moduli d'impianto.

I tipi di ombreggiamento infatti, possono variare dal fenomeno momentaneo (es. neve, foglie e altri tipi di depositi) all'effetto dovuto all'ubicazione, come risultato delle ombre proiettate sui moduli da edifici, camini, alberi, ecc. e dal mutuo ombreggiamento dei moduli stessi.

In relazione ai contenuti del presente articolo, l'appaltatore dovrà prestare la massima attenzione alle prescrizioni progettuali in merito ovvero alle indicazioni della Direzione Lavori su esatte ubicazioni, distanze ed inclinazioni di progetto dei moduli da installare.

Art 1.6 Prove dei materiali

L'Ente Appaltante indicherà preventivamente eventuali prove da eseguirsi in fabbrica o presso laboratori specializzati da precisarsi, sui materiali da impiegare negli impianti oggetto dell'appalto. Le spese inerenti a tali prove saranno a carico della ditta appaltatrice. In genere non saranno richieste prove per i materiali contrassegnati col Marchio Italiano di Qualità (IMQ) od equivalenti ai sensi della Legge 10 ottobre 1977, n. 791 e s.m.i.

Art 1.7 Qualità e caratteristiche dei materiali

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 norme CEI ed alle Tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistano. Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia CEI in lingua italiana.

Art 1.8 ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

I materiali dei quali sono stati richiesti campioni potranno essere posti in opera solo dopo l'accettazione da parte dell'Ente Appaltante ovvero dalla Direzione Lavori. Questa dovrà dare il proprio responso entro sette giorni dalla presentazione dei campioni, in difetto di che il ritardo graverà sui termini di consegna delle opere. L'appaltatore non dovrà porre in opera i materiali rifiutati dall'Ente Appaltante provvedendo, quindi, ad allontanarli dal cantiere. I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni di legge e del Capitolato Speciale; essi dovranno essere della migliore qualità e perfettamente lavorati, e possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione della Direzione dei Lavori. Resta sempre all'Impresa la piena responsabilità circa i materiali adoperati o forniti durante l'esecuzione dei lavori, essendo essa tenuta a controllare che tutti i materiali corrispondano alle caratteristiche prescritte e a quelle dei campioni esaminati, o fatti esaminare, dalla Direzione dei Lavori. I materiali dovranno trovarsi, al momento dell'uso in perfetto stato di conservazione. Anche dopo l'accettazione e la posa in opera dei materiali e dei componenti da parte dell'Appaltatore, restano fermi i diritti e i poteri della Stazione Appaltante in sede di collaudo. L'esecutore che, di sua iniziativa, abbia impiegato materiali o componenti di caratteristiche superiori a quelle prescritte nei documenti contrattuali, o eseguito una lavorazione più accurata, non ha diritto ad aumento dei prezzi e la contabilità è redatta come se i materiali avessero le caratteristiche stabilite. Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla Direzione dei Lavori o dall'organo di collaudo, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico. Per le stesse prove la Direzione dei Lavori provvede al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo; la certificazione

effettuata dal laboratorio prove materiali riporta espresso riferimento a tale verbale. La Direzione dei Lavori o l'organo di collaudo possono disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte nel presente Capitolato ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese sono poste a carico dell'Appaltatore. Per quanto non espresso nel presente Capitolato Speciale, relativamente all'accettazione, qualità e impiego dei materiali, alla loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano le disposizioni dell'art. 101 comma 3 del d.lgs. n. 50/2016 e s.m.i. e gli articoli 16, 17, 18 e 19 del Capitolato Generale d'Appalto D.M. 145/2000 e s.m.i.

STRUTTURE PREFABBRICATE DI CALCESTRUZZO ARMATO E PRECOMPRESSO

Generalità

Con struttura prefabbricata si intendono i componenti prodotti in stabilimenti permanenti o in impianti temporanei allestiti per uno specifico cantiere, ovvero realizzati a piè d'opera.

La progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate sono disciplinate dalle norme contenute dal D.M. 17 gennaio 2018. Componenti di serie devono intendersi unicamente quelli prodotti in stabilimenti permanenti, con tecnologia ripetitiva e processi industrializzati, in tipologie predefinite per campi dimensionali e tipi di armature.

Di produzione occasionale si intendono i componenti prodotti senza il presupposto della ripetitività tipologica. Il componente deve garantire i livelli di sicurezza e prestazione sia come componente singolo, nelle fasi transitorie di sformatura, movimentazione, stoccaggio, trasporto e montaggio, sia come elemento di un più complesso organismo strutturale una volta installato in opera.

I componenti in possesso di attestato di conformità secondo una specifica tecnica europea elaborata ai sensi del Regolamento UE n. 305/2011 (marcatura CE) ed i cui riferimenti sono pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea sono intesi aver con ciò assolto ogni requisito procedurale di cui al deposito ai sensi dell'art. 9 della legge 05 novembre 1971, n. 1086 e alla certificazione di idoneità di cui agli artt. 1 e 7 della legge 2 febbraio 1974, n. 64. Resta l'obbligo del deposito della documentazione tecnica presso l'ufficio regionale competente ai sensi della vigente legislazione in materia.

Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE, devono essere comunque rispettati, laddove applicabili, i punti 11.8.2, 11.8.3.4 e 11.8.5 del D.M. 17 gennaio 2018.

Comunque per i controlli sui componenti prefabbricati in c.a. e c.a.p. ci si atterrà a quanto previsto nel punto 11.8 del D.M. 17 gennaio 2018.

Prodotti prefabbricati non soggetti a Marcatura CE

Per gli elementi strutturali prefabbricati qui disciplinati, quando non soggetti a Dichiarazione di Prestazione e conseguente Marcatura CE secondo una specifica tecnica armonizzata elaborata ai sensi del Regolamento UE 305/2011 e i cui riferimenti sono pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea, sono previste due categorie di produzione:

- Serie dichiarata
- Serie controllata

I componenti per i quali non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del Regolamento UE 305/2011, devono essere realizzati attraverso processi sottoposti ad un sistema di controllo della produzione ed i produttori di componenti in serie dichiarata ed in serie controllata, devono altresì provvedere alla preventiva qualificazione del sistema di produzione, con le modalità indicate nel punto 11.8 del D.M. 17 gennaio 2018.

Responsabilità e Competenze

Il Progettista e il Direttore tecnico dello stabilimento di prefabbricazione, ciascuno per le proprie competenze, sono responsabili della capacità portante e della sicurezza del componente, sia

incorporato nell'opera, sia durante le fasi di trasporto fino a piè d'opera.

È responsabilità del progettista e della Direzione dei Lavori del complesso strutturale di cui l'elemento fa parte, ciascuno per le proprie competenze, la verifica del componente durante il montaggio, la messa in opera e l'uso dell'insieme strutturale realizzato.

I componenti prodotti negli stabilimenti permanenti devono essere realizzati sotto la responsabilità di un Direttore tecnico dello stabilimento, dotato di adeguata abilitazione professionale, che assume le responsabilità proprie della Direzione dei Lavori.

I componenti di produzione occasionale devono inoltre essere realizzati sotto la vigilanza della Direzione dei Lavori dell'opera di destinazione.

Posa in Opera

Nella fase di posa e regolazione degli elementi prefabbricati si devono adottare gli accorgimenti necessari per ridurre le sollecitazioni di natura dinamica conseguenti al movimento degli elementi e per evitare forti concentrazioni di sforzo.

I dispositivi di regolazione devono consentire il rispetto delle tolleranze previste nel progetto, tenendo conto sia di quelle di produzione degli elementi prefabbricati, sia di quelle di esecuzione della unione.

Gli eventuali dispositivi di vincolo impiegati durante la posa se lasciati definitivamente in sito non devono alterare il corretto funzionamento dell'unione realizzata e comunque generare concentrazioni di sforzo.

Appoggi

Per i componenti appoggiati in via definitiva, particolare attenzione va posta alla posizione e dimensione dell'apparecchio d'appoggio, sia rispetto alla geometria dell'elemento di sostegno, sia rispetto alla sezione terminale dell'elemento portato, tenendo nel dovuto conto le tolleranze dimensionali e di montaggio e le deformazioni per fenomeni reologici e/o termici.

I vincoli provvisori o definitivi devono essere progettati con particolare attenzione e, se necessario, validati attraverso prove sperimentali.

Gli appoggi scorrevoli devono essere dimensionati in modo da consentire gli spostamenti relativi previsti senza perdita della capacità portante.

Realizzazione delle Unioni

Le unioni devono avere resistenza e deformabilità coerenti con le ipotesi progettuali.

Tolleranze

Il progetto deve indicare le tolleranze minime di produzione che dovrà rispettare il componente. Il componente che non rispetta tali tolleranze, sarà giudicato non conforme e quindi potrà essere consegnato in cantiere per l'utilizzo nella costruzione solo dopo preventiva accettazione da parte della Direzione dei Lavori.

Il progetto dell'opera deve altresì tener conto delle tolleranze di produzione, tracciamento e montaggio assicurando un coerente funzionamento del complesso strutturale.

Il montaggio dei componenti ed il completamento dell'opera devono essere conformi alle previsioni di progetto. Nel caso si verificassero delle non conformità, queste devono essere analizzate dalla Direzione dei Lavori nei riguardi delle eventuali necessarie misure correttive.

Montaggio

Nel rispetto delle vigenti norme antinfortunistiche, i mezzi di sollevamento dovranno essere proporzionati per la massima prestazione prevista nel programma di montaggio; inoltre, nella fase di messa in opera dell'elemento prefabbricato fino al contatto con gli appoggi, i mezzi devono avere velocità di posa commisurata con le caratteristiche del piano di appoggio e con quella dell'elemento stesso. La

velocità di discesa deve essere tale da poter considerare non influenti le forze dinamiche di urto.

Gli elementi vanno posizionati come e dove indicato in progetto.

In presenza di getti integrativi eseguiti in opera, che concorrono alla stabilità della struttura anche nelle fasi intermedie, il programma di montaggio sarà condizionato dai tempi di maturazione richiesti per questi, secondo le prescrizioni di progetto.

L'elemento può essere svincolato dall'apparecchiatura di posa solo dopo che è stata assicurata la sua stabilità.

L'elemento deve essere stabile di fronte all'azione del:

- peso proprio;
- vento;
- azioni di successive operazioni di montaggio;
- azioni orizzontali convenzionali.

L'attrezzatura impiegata per garantire la stabilità nella fase transitoria che precede il definitivo completamento dell'opera deve essere munita di apparecchiature, ove necessarie, per consentire, in condizioni di sicurezza, le operazioni di registrazione dell'elemento (piccoli spostamenti delle tre coordinate, piccole rotazioni, ecc.) e, dopo il fissaggio definitivo degli elementi, le operazioni di recupero dell'attrezzatura stessa, senza provocare danni agli elementi stessi.

Deve essere previsto nel progetto un ordine di montaggio tale da evitare che si determinino strutture temporaneamente labili o instabili nel loro insieme.

La corrispondenza dei manufatti al progetto sotto tutti gli aspetti rilevabili al montaggio (forme, dimensioni e relative tolleranze) sarà verificata dalla Direzione dei Lavori, che escluderà l'impiego di manufatti non rispondenti.

Controllo e Accettazione

Per i controlli sulle strutture prefabbricate di calcestruzzo armato e precompresso ci si atterrà a quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018.

Le prove di accettazione e le eventuali prove complementari, sono eseguite e certificate dai laboratori di cui all'art. 59 del d.P.R. n. 380/2001.

La qualità del calcestruzzo, è controllata dalla Direzione dei Lavori, secondo le procedure di cui al punto 11.8. del D.M. 17 gennaio 2018.

STRUTTURE IN ACCIAIO

Generalità

Le strutture di acciaio dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto dal d.P.R. 380/2001 e s.m.i., dal D.M. 17 gennaio 2018, dalle circolari e relative norme vigenti.

I materiali e i prodotti devono rispondere ai requisiti indicati nel punto 11.3. del D.M. 17 gennaio 2018.

L'Appaltatore sarà tenuto a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame ed all'approvazione della Direzione dei Lavori:

gli elaborati progettuali esecutivi di cantiere, comprensivi dei disegni esecutivi di officina, sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e peso teorici di ciascun elemento costituente la struttura, nonché la qualità degli acciai da impiegare; tutte le indicazioni necessarie alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle opere di fondazione. I suddetti elaborati dovranno essere redatti a cura e spese dell'Appaltatore.

Requisiti per la Progettazione e l'Esecuzione Spessori limite

È vietato l'uso di profilati con spessore $t < 4$ mm.

Una deroga a tale norma, fino ad uno spessore $t = 3$ mm, è consentita per opere sicuramente protette contro la corrosione, quali per esempio tubi chiusi alle estremità e profili zincati, od opere non esposte agli

agenti atmosferici. Le limitazioni di cui sopra non riguardano elementi e profili sagomati a freddo.

Acciaio incrudito

Deve essere giustificato mediante specifica valutazione l'impiego di acciaio incrudito in ogni caso in cui si preveda la plasticizzazione del materiale (analisi plastica, azioni sismiche o eccezionali, ecc.) o prevalgano i fenomeni di fatica.

Giunti di tipo misto

In uno stesso giunto è vietato l'impiego di differenti metodi di collegamento di forza (ad esempio saldatura e bullonatura), a meno che uno solo di essi sia in grado di sopportare l'intero sforzo, ovvero sia dimostrato, per via sperimentale o teorica, che la disposizione costruttiva è esente dal pericolo di collasso prematuro a catena.

Problematiche specifiche

Oltre alle norme del D.M. 17 gennaio 2018, in relazione a:

Preparazione del materiale,

Tolleranze degli elementi strutturali di fabbricazione e di montaggio,

Impiego dei ferri piatti,

Variazioni di sezione,

Intersezioni,

Collegamenti a taglio con bulloni normali e chiodi,

Tolleranze foro – bullone. Interassi dei bulloni e dei chiodi. Distanze dai margini,

Collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza,

Collegamenti saldati,

Collegamenti per contatto,

si può far riferimento a normative di comprovata validità.

Apparecchi di appoggio

La concezione strutturale deve prevedere facilità di sostituzione degli apparecchi di appoggio, nel caso in cui questi abbiano vita nominale più breve di quella della costruzione alla quale sono connessi.

Verniciatura e zincatura

Gli elementi delle strutture in acciaio, a meno che siano di comprovata resistenza alla corrosione, devono essere adeguatamente protetti mediante verniciatura o zincatura, tenendo conto del tipo di acciaio, della sua posizione nella struttura e dell'ambiente nel quale è collocato. Devono essere particolarmente protetti i collegamenti bullonati (precaricati e non precaricati), in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del collegamento.

Anche per gli acciai con resistenza alla corrosione migliorata (per i quali può farsi utile riferimento alla norma UNI EN 10025-5) devono prevedersi, ove necessario, protezioni mediante verniciatura.

Nel caso di parti inaccessibili, o profili a sezione chiusa non ermeticamente chiusi alle estremità, dovranno prevedersi adeguati sovrasspessori.

Gli elementi destinati ad essere incorporati in getti di calcestruzzo non devono essere verniciati: possono essere invece zincati a caldo.

Controlli in Corso di Lavorazione

L'Appaltatore dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione dei Lavori.

Alla Direzione dei Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo l'Appaltatore informerà la Direzione dei Lavori, la quale darà risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

Identificazione e Rintracciabilità dei Prodotti Qualificati

Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche, ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

La mancata marchiatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile.

Qualora, sia presso gli utilizzatori, sia presso i commercianti, l'unità marchiata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marchiatura del prodotto è responsabilità sia degli utilizzatori sia dei commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il Servizio Tecnico Centrale.

Nel primo caso i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dalla Direzione dei Lavori, quale risulta dai documenti di accompagnamento del materiale.

L'Appaltatore dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione dei Lavori.

Alla Direzione dei Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà opportuni per accertare che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.

Ogni volta che le strutture metalliche lavorate si rendono pronte per il collaudo l'Appaltatore informerà la Direzione dei Lavori, la quale darà risposta entro 8 giorni fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione delle strutture stesse in cantiere.

Montaggio

Il montaggio in opera di tutte le strutture costituenti ciascun manufatto sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo.

Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano sovraccaricate o deformate.

Le parti a contatto con funi, catene od altri organi di sollevamento saranno opportunamente protette.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo.

In particolare, per quanto riguarda le strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui.

L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla eventuale sottostante sede stradale salvo brevi interruzioni durante

le operazioni di sollevamento, da concordare con la Direzione dei Lavori.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Appaltatore è tenuto a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata, ed in particolare: per l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua; per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.; per le interferenze con servizi di soprasuolo e di sottosuolo.

Prove di Carico e Collaudo Statico

Prima di sottoporre le strutture di acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice, quando prevista, verrà eseguita da parte della Direzione dei Lavori una accurata visita preliminare di tutte le membrature per constatare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a tutte le prescrizioni di contratto. Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte, a cura e spese dell'Appaltatore, secondo le prescrizioni contenute nei decreti ministeriali vigenti e nel d.P.R. 380/2001 e s.m.i.

Art. 1.9 POTENZA IMPEGNATA E DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI

Gli impianti elettrici dovranno essere calcolati per la potenza impegnata, intendendosi con ciò che le prestazioni e le garanzie per quanto riguarda le portate di corrente, le cadute di tensione, le protezioni e l'esercizio in genere dovranno riferirsi alla potenza impegnata. Detta potenza verrà indicata dalla Stazione Appaltante o calcolata in base a dati forniti dalla Stazione Appaltante.

Per gli impianti elettrici negli edifici civili, in mancanza di indicazioni, si farà riferimento al carico convenzionale dell'impianto. Detto carico verrà calcolato sommando tutti i valori ottenuti applicando alla potenza nominale degli apparecchi utilizzatori fissi e a quella corrispondente alla corrente nominale delle prese a spina, i coefficienti che si deducono dalle tabelle CEI riportate nei paragrafi seguenti.

Impianti trifase

Negli impianti trifase (per i quali non è prevista una limitazione della potenza contrattuale da parte dell'azienda di distribuzione dell'energia elettrica (ENEL ecc.) non è possibile applicare il dimensionamento dell'impianto di cui all'articolo "Potenza impegnata e dimensionamento degli impianti"; tale dimensionamento dell'impianto sarà determinato di volta in volta secondo i criteri della buona tecnica, tenendo conto delle norme CEI. In particolare le condutture dovranno essere calcolate in funzione della potenza impegnata che si ricava nel seguente modo:

potenza assorbita da ogni singolo utilizzatore (P1 - P2 - P3 - ecc.) intesa come la potenza di ogni singolo utilizzatore (PU) moltiplicata per un coefficiente di utilizzazione (Cu);

$$P1 = Pu \times Cu;$$

potenza totale per la quale dovranno essere proporzionati gli impianti (Pt) intesa come la somma delle potenze assorbite da ogni singolo utilizzatore (P1 - P2 - P3 - ecc.) moltiplicata per il coefficiente di contemporaneità (Cc);

$$Pt = (P1 + P2 + P3 + P4 + \dots + Pn) \times Cc$$

La sezione dei conduttori sarà quindi scelta in relazione alla potenza da trasportare, tenuto conto del fattore di potenza, e alla distanza da coprire.

Si definisce corrente d'impiego di un circuito (Ib) il valore della corrente da prendere in considerazione per la determinazione delle caratteristiche degli elementi di un circuito. Essa si calcola in base alla potenza totale ricavata dalle precedenti tabelle, alla tensione nominale e al fattore di potenza.

Si definisce portata a regime di un conduttore (Iz) il massimo valore della corrente che, in regime

permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato. Essa dipende dal tipo di cavo e dalle condizioni di posa ed è indicata nella tabella CEI UNEL 35024/1 ÷ 2. Il potere d'interruzione degli interruttori automatici dovrà essere di almeno 4.500 A (Norme CEI 64-8/1 ÷ 7), a meno di diversa comunicazione dell'azienda di distribuzione dell'energia elettrica (Enel ecc.). Gli interruttori automatici dovranno essere tripolari o quadripolari con 3 poli protetti.

Art. 1.10 CABINE DI TRASFORMAZIONE

Strutture murarie

Fornitura e posa in opera di cabina elettrica prefabbricata in c.a.v. Monoblocco realizzata in conformità alle vigenti normative, adatta per il contenimento delle apparecchiature MT/BT. Cabina realizzata con calcestruzzo vibrato tipo RCK350 con cemento ad alta resistenza adeguatamente armato e opportunamente additivato con superfluidificante e con impermeabilizzante, idonei a garantire adeguata protezione contro le infiltrazioni di acqua per capillarità. Armatura metallica interna a tutti i pannelli costituita da doppia rete elettrosaldata e ferro nervato, entrambi B450C. Pannello di copertura calcolato e dimensionato secondo le prescrizioni delle NTC DM 17 01 2018, ma comunque per supportare sovraccarichi accidentali minimi di 480 Kg/mq. Tutti i materiali utilizzati sono certificati CE.

Caratteristiche elettriche generali

Tensione primaria in Volt: dovrà corrispondere al valore della tensione con cui l'azienda distributrice effettuerà la fornitura dell'energia elettrica.

Tensione secondaria: dovranno essere preventivamente indicati dal Committente i valori in Volt prescelti per la tensione secondaria stellata e concatenata.

Potenza totale da trasformare: la Stazione Appaltante fornirà tutti gli elementi (ad esempio natura ed utilizzazione dei carichi da alimentare e loro potenza, fattori di contemporaneità, ubicazione dei carichi ecc.) per la determinazione della potenza da trasformare e del relativo fattore di potenza. La Stazione Appaltante indicherà inoltre l'eventuale maggiorazione rispetto alle potenze così risultanti e quindi la potenza effettiva della cabina di trasformazione. In ogni caso la somma delle potenze delle unità trasformatrici non sarà inferiore a 1,2 volte le anzidette potenze risultanti dal calcolo. Ove la potenza risulti superiore a 1250 kVA dovrà valutarsi la convenienza di suddividerla in 2 o più unità trasformatrici.

Parallelo di unità trasformatrici:

ove debba prevedersi il funzionamento in parallelo delle unità installate in cabina, oltre ad assicurare quanto necessario alle esigenze di tale funzionamento, il frazionamento delle potenze fra le anzidette unità dovrà effettuarsi in modo che il rapporto delle reciproche potenze non sia superiore a 3. Quanto sopra dovrà assicurarsi anche nel caso in cui le unità della cabina di trasformazione debbano collegarsi in parallelo con le altre unità trasformatrici preesistenti.

Caratteristiche delle apparecchiature di media tensione

L'isolamento dell'apparecchiatura sarà corrispondente al valore normale delle tensioni nominali, pari o superiore a quello della tensione primaria effettiva. Il potere di interruzione (MVA) dell'interruttore generale è determinato dalle caratteristiche della rete a monte della cabina di trasformazione (dato da richiedere all'Azienda elettrica distributrice).

Non sono consentiti organi di manovra che non interrompano contemporaneamente le tre fasi.

Disposizioni e schema di media tensione

La linea di alimentazione in arrivo potrà essere costituita da una terna di conduttori rigidi, nudi, o da cavo

di media tensione, provvista di proprio terminale.

All'ingresso sarà posta una terna generale di coltelli sezionatori, oltre alla terna di coltelli di messa a terra di cui al paragrafo "Protezione dalle sovratensioni di origine atmosferica".

L'interruttore automatico generale sarà equipaggiato con relè di massima corrente (e di minima tensione ove richiesto). Ogni trasformatore sarà protetto indipendentemente, ad esempio mediante un interruttore di manovra sezionatore con fusibili. Il potere di interruzione di quest'organo di manovra non dovrà essere inferiore alla corrente di corto circuito nel punto di installazione.

L'isolamento del trasformatore dalla rete, in caso di intervento manutentivo, dovrà essere visibile, perciò l'eventuale uso di interruttori andrà sempre accompagnato con sezionatori, posti monte.

Esecuzione con celle A.T. prefabbricate

Le celle M.T. prefabbricate saranno provviste di un sistema di illuminazione interna e di appositi oblò che consentano il controllo visivo degli apparecchi durante il normale funzionamento. Ogni porta sarà interbloccata con gli organi di manovra (sezionatori, controsbarre), perché non sia possibile l'accesso in presenza di tensione.

Dovranno essere conformi alle relative norme CEI.

Trasformatori

Per i trasformatori dovranno essere indicate nel progetto le caratteristiche essenziali e dovranno essere conformi alle relative norme CEI.

Perdite corrente a vuoto

Col commutatore di M.T. sulla presa principale i valori delle perdite dovute al carico, delle perdite a vuoto e delle correnti a vuoto sono quelli indicati nel seguente prospetto:

| Potenza nominale (kVA) | Perdite dovute al carico (W) | Perdite a vuoto (W) | Corrente a vuoto (% In) |
|------------------------|------------------------------|---------------------|-------------------------|
| 50 | 850 | 150 | 1.9 |
| 100 | 1400 | 250 | 1.5 |
| 160 | 185 | 360 | 1.3 |
| 250 | 2600 | 520 | 1.1 |
| 400 | 3650 | 740 | 0.9 |
| 630 | 5600 | 900 | 0.8 |

Per le macchine con due tensioni primarie la prescrizione si applica per la tensione nominale 15 kV. Per i livelli di potenza sonora si prescrive che non potranno in alcun caso superare i 56 dB(A) e dovranno comunque essere commisurati alle esigenze del luogo di installazione.

Protezione contro le sovracorrenti

La protezione contro le sovracorrenti sarà affidata agli interruttori automatici. Si potrà disporre di un interruttore unico di media tensione, anche per più trasformatori, quando per ciascuno di essi è previsto l'interruttore di manovra sezionatore di cui al paragrafo "Disposizioni e schema di media tensione".

Protezione contro le sovratensioni transitorie e protezione contro sovratensioni causate da contatti fra avvolgimenti A.T. e B.T. dei trasformatori

Contro le sovratensioni transitorie si dovrà prevedere l'installazione di appositi scaricatori. Per la protezione contro le sovratensioni causate da contatti fra avvolgimenti A.T. e B.T. si dovrà provvedere alla messa a terra diretta del neutro dell'avvolgimento B.T.

Protezione contro i contatti indiretti

Saranno adeguatamente connesse a terra tutte le masse e segnatamente: le parti metalliche accessibili delle macchine e delle apparecchiature, le intelaiature di supporto degli isolatori e dei sezionatori, i ripari metallici di circuiti elettrici; gli organi di comando a mano delle apparecchiature; le cornici e i telai metallici che circondano fori o dischi di materiale isolante attraversati da conduttori e le flange degli isolatori passanti; l'incastellatura delle sezioni di impianto, i serramenti metallici delle cabine. L'anello principale di terra della cabina avrà una sezione minima di 50 mm² (rame) e, in ogni caso, nessun collegamento a terra delle strutture verrà effettuato con sezioni inferiori a 16 mm² (rame).

In caso di impianti alimentati da propria cabina di trasformazione con il neutro del secondario del trasformatore collegato all'unico impianto di terra (sistema TN), per ottenere le condizioni di sicurezza dell'impianto B.T., secondo le norme CEI 64-8/1÷7, è richiesto ai fini del coordinamento tra l'impianto di terra ed i dispositivi di massima corrente a tempo inverso o dispositivi differenziali, che sia soddisfatta in qualsiasi punto del circuito la condizione:

I (valore in ampere della corrente di intervento in 5s del dispositivo di protezione) minore o uguale a U_0 (tensione nominale verso terra dell'impianto in V) diviso Z_g (impedenza totale in Ohm del circuito di guasto franco a terra)

$$I \leq U_0 / Z_g$$

Occorre pertanto che le lunghezze e le sezioni dei circuiti siano commisurate alla corrente di intervento delle protezioni entro 5s in modo da soddisfare la condizione suddetta.

Protezioni meccaniche dal contatto accidentale con parti in tensione

Dovranno disporsi reti metalliche, intelaiate e verniciate, fissate alle strutture murarie in modo tale da esserne facile la rimozione e con disposizione tale che durante questa manovra la rete non cada sopra l'apparechiatura. Tali protezioni saranno superflue nel caso di cabine prefabbricate.

Protezione dalle sovratensioni di origine atmosferica

Per l'alimentazione di alta tensione in linea aerea, se non diversamente prescritto, dovrà provvedersi all'installazione sulla parte esterna della cabina, di uno scaricatore per fase del tipo meglio corrispondente alla funzione. Gli scaricatori dovranno drenare le sovratensioni a terra.

Dispositivo per la Messa a Terra delle Sbarre di M.T. della Cabina nel caso di distacco della linea di alimentazione

Si dovrà disporre di una terna di coltelli di messa a terra ubicata in modo da essere sicuramente differenziata dalla terna generale di entrata e di essere con essa interbloccata.

Attrezzi ed accessori

La cabina dovrà avere in dotazione una pedana isolante, guanti e fioretto. Dovranno essere esposti i cartelli ammonitori, lo schema ed il prospetto dei soccorsi d'urgenza.

Eventuali organi di misura sulla Media Tensione

Se richiesto, specificandole tra le seguenti, verranno inserite sull'alta tensione apparecchiature per misurazione di: corrente, tensione, energia, potenza indicata o registrata, fattore di potenza.

Protezione contro gli incendi

Per eventuali impianti di estinzione incendi verranno precisate disposizioni in sede di appalto, caso per caso.

Protezione di Bassa Tensione della cabina

Questa parte della cabina sarà nettamente separata dalla zona di alta tensione; le linee dei secondari dei trasformatori si porteranno il più brevemente possibile fuori della zona di alta tensione.

È vietato disporre di circuiti di bassa tensione sulle reti di protezione.

Linee di bassa tensione.

Saranno in sbarre nude o in cavi isolati, sotto guaina. Nel caso siano in sbarre nude, queste potranno essere installate in vista o in cunicoli ispezionabili. Nel caso siano in cavi isolati sotto guaina, questi potranno essere installati in vista (introdotti o non in tubazioni rigide) ovvero in cunicoli o in tubazioni

incassate. Preferibilmente dal trasformatore sarà raggiunto verticalmente un cunicolo a pavimento, per collegarsi al quadro di controllo, misura e manovra.

Quadro di bassa tensione, di comando, di controllo e di parallelo.

Detto quadro troverà posto nella cabina, fuori dalla zona di alta tensione. Per ogni trasformatore all'uscita in B.T. sarà disposto un interruttore automatico tripolare, amperometro e voltmetro. Nel caso di funzionamento in parallelo di più trasformatori, i relativi interruttori di A.T. e di B.T. di ciascun trasformatore dovranno essere tra loro interbloccati elettricamente, in modo tale che per ciascun trasformatore all'apertura dell'interruttore di A.T. si apra automaticamente anche l'interruttore di B.T., e non sia possibile la chiusura di questo ove quello di A.T. sia aperto.

Illuminazione.

La cabina sarà completata da un impianto di illuminazione e, per riserva, sarà corredata di impianto di illuminazione sussidiario a batteria di accumulatori, corredato da dispositivo di carica predisposto per l'inserzione automatica o, per cabine inferiori a 150 kVA, almeno di una torcia a pile.

Disposizioni particolari per la consegna delle cabine di trasformazione

È fatto obbligo all'Impresa aggiudicataria di effettuare una regolare consegna della cabina, con schemi e istruzioni scritte per il personale.

CAPITOLO 2 - IMPIANTISTICA E COMPONENTI

Art. 2.1 Prescrizioni riguardanti i circuiti

I cavi o condutture utilizzati nell'impianto fotovoltaico devono essere in grado di sopportare, per la durata di vita dell'impianto stesso (fino a 30 anni), severe condizioni ambientali in termini di temperatura, precipitazioni atmosferiche e radiazioni ultraviolette. Per condutture si intende l'insieme dei cavi e del tubo o canale in cui sono inseriti.

I cavi dovranno avere una tensione nominale adeguata a quella del sistema elettrico. In corrente continua, la tensione non dovrà superare 1,5 volte la tensione nominale dei cavi riferita al loro impiego in corrente alternata (vedi norme CEI EN 50565-1, CEI EN 50565-2 e CEI 20-67). In corrente alternata la tensione d'impianto non dovrà superare la tensione nominale dei cavi.

I cavi sul lato corrente continua si distinguono in: cavi solari (o di stringa) che collegano tra loro i moduli e la stringa al primo quadro di sottocampo o direttamente all'inverter; cavi non solari che sono utilizzati a valle del primo quadro.

I cavi che collegano tra loro i moduli possono essere installati nella parte posteriore dei moduli stessi, laddove la temperatura può raggiungere i 70-80 °C. Tali cavi quindi devono essere in grado di sopportare elevate temperature e resistere ai raggi ultravioletti, se installati a vista. Pertanto si useranno cavi particolari, usualmente unipolari con isolamento e guaina in gomma, tensione nominale 0,6/1kV, con temperatura massima di funzionamento non inferiore a 90 °C e con una elevata resistenza ai raggi UV. I cavi non solari posti a valle del primo quadro, ad una temperatura ambiente di circa 30-40 °C, dato che usualmente si troveranno lontano dai moduli, se posati all'esterno dovranno essere anch'essi adeguatamente protetti con guaina per uso esterno; per la posa all'interno di edifici valgono le regole generali per gli impianti elettrici.

Per i cavi installati sul lato corrente alternata a valle dell'inverter valgono le stesse prescrizioni indicate per i cavi non solari lato corrente continua.

La sezione trasversale dei cavi sarà dimensionata proporzionalmente alla massima corrente prevista. Il cavo principale in corrente continua e i cavi provenienti dai diversi campi devono essere in grado di sopportare le correnti massime producibili dal generatore fotovoltaico. Come protezione contro i guasti di isolamento e di terra, è possibile usare interruttori automatici sensibili alle dispersioni di terra. Il cavo principale in corrente continua sarà dimensionato per tollerare 1,25 volte la corrente di corto circuito del generatore in condizioni standard. Il valore calcolato per la sezione del cavo sarà da considerarsi minimo e, pertanto, andrà approssimato per eccesso fino al valore standard superiore (es. 4mm², 6mm², 10mm², ecc.). Le sezioni dei conduttori, calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore del 2% della tensione a vuoto), saranno quindi scelte tra quelle unificate. 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 35024/1 e CEI - UNEL 35026.

Specifiche tecniche cavi e conduttori:

Isolamento dei cavi: i cavi utilizzati sul lato corrente continua dell'impianto dovranno essere scelti ed installati in modo da rendere minimo il rischio di guasto a terra e cortocircuito, le condutture dovranno avere cioè un isolamento doppio o rinforzato (classe II) (es. l'isolamento del cavo più l'isolamento del tubo o canale formano una conduttura con isolamento doppio); i cavi dovranno essere disposti in modo da minimizzare per quanto possibile le operazioni di cablaggio: in particolare la discesa dei cavi dovrà essere protetta meccanicamente tramite installazione in tubi, ove il collegamento al quadro elettrico e agli inverter avvenga garantendo il mantenimento del livello di protezione degli stessi. La messa in opera deve evitare che, durante l'esercizio, i cavi vengano sottoposti ad azioni meccaniche.

Tensione dell'impianto fotovoltaico fino alla quale un cavo può essere impiegato

| Tensione nominale del cavo U_0/U | Sistemi isolati da terra o con un polo a terra | | Sistemi con il punto mediano a terra | |
|------------------------------------|--|-------------------|--------------------------------------|-------------------|
| | Cavo ordinario | Cavo di classe II | Cavo ordinario | Cavo di classe II |
| 450/750 V | 675 V | 450 V | 1125 V | 750 V |
| 0,6/1 kV | 900 V | 675 V | 1500 V | 1035 V |

Colori distintivi dei cavi

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti possono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722 e 00712. In particolare, i cavi solari potranno essere dotati di guaine di colore rosso (polo positivo), nero (polo negativo) e blu (neutro). Per i cavi lato corrente alternata dell'impianto andranno invece rispettati in modo univoco per tutto l'impianto i colori: nero, grigio e marrone. In tutti i casi, il giallo-verde contraddistingue il conduttore di protezione ed equipotenziale; sezione minima dei conduttori neutri e dei conduttori di terra e protezione la sezione dei conduttori di neutro non dovrà essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase nei circuiti. Le sezioni minime ed eventuali prescrizioni per i conduttori neutri, di terra e protezione, possono essere desunte dalle norme CEI 64-8 di riferimento per gli impianti elettrici similari;

Propagazione del fuoco lungo i cavi: i cavi in aria, installati individualmente, distanziati tra loro di almeno 250 mm, devono rispondere alla prova di non propagazione del fuoco di cui alle norme CEI EN 60332. 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 in conformità alle norme CEI 20-22;

Provvedimenti contro il fumo e lo sviluppo di gas tossici e corrosivi: allorché i cavi siano installati, in notevole quantità, in ambienti chiusi frequentati dal pubblico e di difficile e lenta evacuazione oppure si trovino a coesistere in ambiente chiuso, con apparecchiature particolarmente vulnerabili da agenti corrosivi, si devono adottare sistemi di posa conformi alla Guida CEI 82-25 atti ad impedire il dilagare del fumo, in caso di incendio, negli ambienti stessi o, in alternativa, si deve ricorrere all'impiego di cavi di bassa emissione di fumo e aventi la caratteristica di non sviluppare gas tossici o corrosivi, secondo le norme CEI 20-37 e 20-38.

Art 2.2 Canalizzazioni

A meno che non si tratti di installazioni aeree, i conduttori devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente. Dette protezioni possono essere: tubazioni, canalette porta cavi e simili.

Nell'impianto previsto per la realizzazione sotto traccia, i tubi protettivi devono essere in materiale termoplastico serie leggera per i percorsi sotto intonaco, in materiale termoplastico serie pesante per gli attraversamenti a pavimento. 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 16mm.

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. Le 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 di installazione, non sia possibile introdurre corpi estranei; inoltre, deve risultare agevole la dispersione del

calore in esse prodotto. 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. 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, posti tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi. Il numero dei cavi che si possono introdurre nei tubi è indicato nella tabella seguente.

Numero massimo di cavi da introdurre in tubi protettivi

(i numeri tra parentesi sono per i cavi di comando e segnalazione)

| diam. in mm | Sezione dei cavetti (mm ²) | | | | | | | | |
|-------------|--|--------|------|-----|-----|---|---|----|----|
| | (0,5) | (0,75) | (1) | 1,5 | 2,5 | 4 | 6 | 10 | 16 |
| 12/8,5 | (4) | (4) | (2) | | | | | | |
| 14/10 | (7) | (4) | (3) | | | | | | |
| 16/11,7 | | | (4) | 4 | 2 | | | | |
| 20/15,5 | | | (9) | 7 | 4 | 4 | 2 | | |
| 25/19,8 | | | (12) | 9 | 7 | 7 | 4 | 2 | |
| 32/26,4 | | | | | 12 | 9 | 7 | 7 | 3 |

I tubi protettivi dei conduttori elettrici collocati in cunicoli, che ospitano altre canalizzazioni, devono essere disposti in modo da non essere soggetti ad influenze dannose in relazione a sovrariscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa, ecc.

Canalette porta cavi

Per quanto possibile, si eviteranno sistemi di canali battiscopa per i quali, con i canali ausiliari, si applicano le norme CEI EN 50085-2-1. Per gli altri sistemi di canalizzazione si applica la norma CEI EN 50085-2-2. La sezione occupata dai cavi non deve superare la metà di quella disponibile e deve essere tale da consentire un'occupazione della sezione utile dei canali, secondo quanto prescritto dalle norme CEI 64-8/5.

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 EN 50525-1, CEI EN 50525-2-11, CEI EN 50525-2-12, CEI EN 50525-2-31, CEI EN 50525-2-51, CEI EN 50525-2-72, CEI EN 50525-3-31. Per i canali

metallici devono essere previsti i necessari collegamenti di terra ed equipotenziali, secondo quanto previsto dalle norme CEI 64-8.

Nei passaggi di parete devono essere previste opportune barriere tagliafiamma che non degradino i livelli di segregazione assicurati dalle pareti. I materiali utilizzati devono avere caratteristiche di resistenza al calore anormale ed al fuoco che soddisfino quanto richiesto dalle norme CEI 64-8.

Art 2.3 Conessioni e morsetti

Le connessioni dei cavi, sia giunzioni che derivazioni, devono essere realizzate a regola d'arte, al fine di evitare malfunzionamenti, resistenze localizzate e pericoli d'incendio.

Le scatole poste all'esterno dovranno avere grado di protezione almeno IP54 e un'adeguata resistenza ai raggi ultravioletti. L'ingresso dei cavi nelle scatole di giunzione deve avvenire mediante apposito passacavo, per non compromettere il grado di protezione e per limitare le sollecitazioni a trazione sulle connessioni. Dovranno sempre essere utilizzati connettori e morsetti idonei ai requisiti richiesti dai sistemifotovoltaici. I connettori dovranno:

- essere idonei all'uso in corrente continua;
- avere una tensione nominale almeno uguale alla tensione massima di stringa e corrente nominale maggiore della portata dei cavi che connettono;
- avere un isolamento doppio o rinforzato (classe II);
- disporre di un sistema di ritenuta che ne impedisca la disconnessione accidentale;
- poter funzionare alla temperatura massima prevista per i cavi;
- essere resistenti ai raggi ultravioletti ed avere grado di protezione almeno IP54, se utilizzati all'esterno.

I morsetti dovranno:

- essere utilizzati con viti e imbullonati;
- essere posti in cassette di giunzione o direttamente sulle apparecchiature elettriche.

Art. 2.4 Tubazioni per le costruzioni prefabbricate

I tubi protettivi annegati nel calcestruzzo devono rispondere alle prescrizioni delle norme CEI EN 61386-1 e CEI EN 61386-22. Essi devono essere inseriti nelle scatole, preferibilmente con l'uso di raccordi atti a garantire una perfetta tenuta. La posa dei raccordi deve essere eseguita con la massima cura, in modo che non si creino strozzature. Allo stesso modo, i tubi devono essere uniti tra loro per mezzo di appositi manicotti di giunzione. La predisposizione dei tubi deve essere eseguita con tutti gli accorgimenti della buona tecnica, in considerazione del fatto che alle pareti prefabbricate non è, in genere, possibile apportare sostanziali modifiche, né in fabbrica, né in cantiere. Le scatole da inserire nei getti di calcestruzzo devono avere caratteristiche tali da sopportare le sollecitazioni termiche e meccaniche che si presentano in tali condizioni. In particolare, le scatole rettangolari porta-apparecchi e le scatole per i quadretti elettrici devono essere costruite in modo che il loro fissaggio sui casseri avvenga con l'uso di rivetti, viti o magneti da inserire in apposite sedi ricavate sulla membrana anteriore della scatola stessa. Detta membrana dovrà garantire la non deformabilità delle scatole.

La serie di scatole proposta deve essere completa di tutti gli elementi necessari per la realizzazione degli impianti, comprese le scatole di riserva conduttori, necessarie per le discese alle tramezze, che si monteranno in un secondo tempo, a getti avvenuti.

Art. 2.5 Posa di cavi elettrici isolati sotto guaina

In tubi interrati

Per l'interramento dei cavi elettrici, qualora necessario, si dovrà procedere nel modo seguente:
sul fondo dello scavo, sufficiente per la profondità di posa e privo di qualsiasi sporgenza o spigolo di roccia o di sassi, si dovrà costituire un letto di sabbia di fiume, vagliata e lavata, o di cava, vagliata, dello spessore di almeno 10 cm sul quale si dovrà distendere il cavidotto corrugato pesante a doppia parete liscia internamente del tipo pesante con resistenza allo schiacciamento 750N;
si dovrà, quindi, ricoprire mediante magrone di cls per tutto il tracciato;
La profondità di posa dovrà essere almeno 0,8 m, secondo le norme CEI 11-17.

In cunicoli praticabili

Si dovrà assicurare un distanziamento fra strato e strato pari ad almeno una volta e mezzo il diametro del cavo maggiore nello strato sottostante, con un minimo di 3 cm, onde assicurare la libera circolazione dell'aria. A questo riguardo la Ditta dovrà tempestivamente indicare le caratteristiche secondo cui dovranno essere dimensionate e conformate le eventuali canalette di cui sopra, e sarà altresì di competenza della Ditta soddisfare a tutto il fabbisogno di cavidotti, canalette, passaggi, brecce, cunicoli, mensole, staffe, grappe e ganci di ogni altro tipo. Per il dimensionamento e mezzi di fissaggio in opera (grappe murate, chiodi sparati, ecc.) dovrà essere tenuto conto del peso dei cavi da sostenere in rapporto al distanziamento dei supporti, che dovrà essere stabilito, di massima, intorno a 70 cm. In particolare, le parti in acciaio debbono essere zincate a caldo. Ogni 150/200 m di percorso, i cavi dovranno essere provvisti di fascetta distintiva in materiale inossidabile.

In tubazioni a parete o in cunicoli non praticabili

Per la posa in opera delle tubazioni a parete od a soffitto, ecc., in cunicoli, intercapedini, sotterranei, ecc., valgono le prescrizioni precedenti per la posa dei cavi in cunicoli praticabili con i dovuti adattamenti. Per la posa interrata delle tubazioni non idonee a proteggere meccanicamente i cavi, valgono le prescrizioni precedenti circa l'interramento dei cavi elettrici, le modalità di scavo, la preparazione del fondo di posa, il reinterro, ecc. Le tubazioni dovranno risultare coi singoli tratti uniti tra loro o stretti da collari o flange, onde evitare discontinuità nella loro superficie interna. Il diametro interno della tubazione dovrà essere in rapporto non inferiore ad 1,3 rispetto al diametro del cavo o del cerchio circoscrivente i cavi, sistemati a fascia. Per l'infilaggio dei cavi, si dovranno avere adeguati pozzetti con chiusino in ghisa carrabile sulle tubazioni interrate ed apposite cassette sulle tubazioni non interrate.

Il distanziamento fra tali pozzetti e cassette sarà da stabilirsi in rapporto alla natura ed alla grandezza dei cavi da infilare, come da elaborato grafico. Tuttavia, per cavi in condizioni medie di scorrimento e grandezza, il distanziamento resta stabilito di massima:

- ogni 30 m circa, se in rettilineo;
- ogni 15 m circa, se è interposta una curva.

I cavi non dovranno subire curvature di raggio inferiore a 15 volte il loro diametro.

Art. 2.6 Protezione contro i contatti indiretti

Contrariamente alla costruzione di un impianto elettrico ordinario, il cui rischio di natura elettrica non si palesa finchè l'impianto non viene collegato alla rete, nell'installazione di un impianto fotovoltaico l'esposizione alla luce di un modulo comporta già una tensione tra i poli dello stesso.

Per evitare tale tensione è possibile chiudere in cortocircuito i connettori di un modulo così da azzerarla. Al fine di ridurre il pericolo elettrico inoltre, si potranno mantenere aperti i connettori di un modulo e il sezionatore di stringa oltre ad avere cura di far operare in tali lavorazioni, esclusivamente persone idonee per conoscenze e qualifica nonchè dotate di adeguati dispositivi di protezione individuale.

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), devono essere protette contro i contatti indiretti.

Per la protezione contro i contatti indiretti, ogni impianto elettrico utilizzatore, o raggruppamento di impianti contenuti in uno stesso complesso dovrà avere un proprio impianto di terra.

A tale impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili e altre tubazioni entranti, nonché tutte le masse metalliche accessibili, di notevole estensione, esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore.

Segnaletica di sicurezza

Tutti i quadri e le scatole dell'impianto fotovoltaico lato corrente continua, dovranno riportare un avviso che indica la presenza di parti attive anche dopo l'apertura dei dispositivi di sezionamento dell'inverter. In corrispondenza dell'interruttore generale dell'impianto utilizzatore dovrà essere collocato un avviso conforme alle indicazioni della norma CEI 82-25, che segnali la presenza della doppia sorgente di alimentazione (rete pubblica e generatore fotovoltaico). (vedi immagini tipo)



Art. 2.7 PROTEZIONE MEDIANTE DOPPIO ISOLAMENTO

Tra impianto di messa a terra e dispositivi di protezione attiva, la protezione contro i contatti diretti può essere realizzata adottando macchine o apparecchi con isolamento doppio o rinforzato per costruzioni o installazioni: 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 degli apparecchi e delle altre parti dell'impianto di classe II.

Art. 2.8 PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti (come da elaborato grafico) 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) ed 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: $I_b < I_n < I_z$, $I_f \leq 1,45 I_z$. La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI EN 60898 e CEI EN 60947-2. 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:

$I_q < I K_s^2$ conforme alle norme CEI 64-8.

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

Art. 2.9 INTERRUTTORI SCATOLATI

Onde agevolare l'installazione sui quadri e l'intercambiabilità, è preferibile che gli apparecchi da 100 a 250 A abbiano stesse dimensioni di ingombro. Nella scelta degli interruttori posti in serie, va considerato il problema della selettività nei casi in cui sia di particolare importanza la continuità di servizio. Il potere di interruzione deve essere dato nella categoria di prestazione P2 (CEI EN 60947-2), onde garantire un buon funzionamento anche dopo 3 corto circuiti con corrente pari al potere di interruzione.

Gli interruttori differenziali devono essere disponibili nella versione normale e nella versione con intervento ritardato, per consentire la selettività con altri interruttori differenziali installati a valle.

Art. 2.10 APPARECCHIATURE MODULARI CON MODULO NORMALIZZATO

Le apparecchiature installate nei quadri di comando e negli armadi devono essere del tipo modulare e componibile, con fissaggio a scatto sul profilato, preferibilmente normalizzato CEI EN 60715.

In particolare:

- gli interruttori automatici magnetotermici fino a 100 A devono essere modulari e componibili con potere di interruzione fino a 6.000 A, salvo casi particolari;

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

- Gli interruttori con relè differenziali fino a 100 A devono essere modulari ed appartenere alla stessa serie di cui ai punti a) e b); devono essere del tipo ad azione diretta;
- 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 differenziale; è ammesso l'impiego di interruttori differenziali puri, purché abbiano un potere di interruzione con dispositivo associato di almeno 6000 A;

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 differenziali devono essere disponibili nella versione normale e nella versione con intervento ritardato, per consentire la selettività con altri interruttori differenziali installati a valle.

Art 2.11 INTERRUTTORI AUTOMATICI MODULARI CON ALTO POTERE DI INTERRUZIONE

Qualora vengano usati interruttori modulari negli impianti elettrici che presentano correnti di corto circuito elevate (> 6000 A), gli interruttori automatici magnetotermici devono avere adeguato potere di interruzione in categoria di impiego P2 (CEI EN 60947-2).

Art 2.12 QUADRI DI COMANDO E DISTRIBUZIONE IN MATERIALE ISOLANTE

In caso di installazione di quadri in resina isolante, i quadri devono avere attitudine a non innescare

l'incendio per riscaldamento eccessivo; comunque, i quadri non incassati devono avere una resistenza alla prova del filo incandescente non inferiore a 650 °C. I quadri devono in tal caso, essere composti da cassette isolanti con piastra portapparecchi estraibile, per consentire il cablaggio degli apparecchi in officina e devono essere disponibili con grado di protezione adeguato all'ambiente di installazione e comunque almeno IP 55; in questo caso il portello deve avere apertura a 180 gradi. Questi quadri devono essere conformi alla norma CEI EN 61439-1 e consentire un'installazione del tipo a doppio isolamento.

CAPITOLO 3 QUALITA' E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI ESECUZIONE DEI LAVORI VERIFICHE E PROVE IN CORSO D'OPERA DEGLI IMPIANTI

Art. 3.1 QUALITA' E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Generalità

Quale regola generale si intende che tutti i materiali, apparecchiature e componenti, previsti per la realizzazione degli impianti dovranno essere muniti del Marchio Italiano di Qualità (IMQ) e/o del contrassegno CEI o di altro Marchio e/o Certificazione equivalente.

Tali materiali e apparecchiature saranno nuovi, di alta qualità, di sicura affidabilità, completi di tutti gli elementi accessori necessari per la loro messa in opera e per il corretto funzionamento, anche se non espressamente citati nella documentazione di progetto; inoltre, dovranno essere conformi, oltre che alle prescrizioni contrattuali, anche a quanto stabilito da Leggi, Regolamenti, Circolari e Normative Tecniche vigenti (UNI, CEI UNEL ecc.), anche se non esplicitamente menzionate.

I materiali e i componenti devono corrispondere alle prescrizioni di legge e del presente Capitolato Speciale; essi dovranno essere della migliore qualità e perfettamente lavorati, e possono essere messi in opera solamente dopo l'accettazione della Direzione dei Lavori.

Per quanto non espresso nel presente Capitolato Speciale, relativamente all'accettazione, qualità e impiego dei materiali, alla loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano le disposizioni dell'art. 101 comma 3 del D.Lgs. n. 50/2016 e s.m.i. e gli articoli 16, 17, 18 e 19 del Capitolato Generale d'Appalto D.M. 145/2000 e s.m.i.

Il Direttore dei Lavori si riserva il diritto di autorizzarne l'impiego o di richiederne la sostituzione, a suo insindacabile giudizio, senza che per questo possano essere richiesti indennizzi o compensi suppletivi di qualsiasi natura e specie.

Tutti i materiali che verranno scartati dal Direttore dei Lavori, dovranno essere immediatamente sostituiti, siano essi depositati in cantiere, completamente o parzialmente in opera, senza che l'Appaltatore abbia nulla da eccepire. Dovranno quindi essere sostituiti con materiali idonei rispondenti alle caratteristiche e ai requisiti richiesti.

Salvo diverse disposizioni del Direttore dei Lavori, nei casi di sostituzione i nuovi componenti dovranno essere della stessa marca, modello e colore di quelli preesistenti, la cui fornitura sarà computata con i prezzi degli elenchi allegati. Per comprovati motivi, in particolare nel caso di componenti non più reperibili sul mercato, l'Appaltatore dovrà effettuare un'accurata ricerca al fine di reperirne i più simili a quelli da sostituire sia a livello tecnico-funzionale che estetico.

Tutti i materiali, muniti della necessaria documentazione tecnica, dovranno essere sottoposti, prima del loro impiego, all'esame del Direttore dei Lavori, affinché essi siano riconosciuti idonei e dichiarati accettabili.

L'accettazione dei materiali, delle apparecchiature e degli impianti è vincolata dall'esito positivo di tutte le verifiche prescritte dalle norme o richieste dal Direttore dei Lavori, che potrà effettuare in qualsiasi momento (preliminarmente o anche ad impiego già avvenuto) gli opportuni accertamenti, visite, ispezioni, prove, analisi e controlli.

Tutti i materiali per i quali è prevista l'omologazione, o certificazione simile, da parte dell'I.N.A.I.L., V.V.F., A.S.L. o altro Ente preposto saranno accompagnati dal documento attestante detta omologazione.

Tutti i materiali e le apparecchiature impiegate e le modalità del loro montaggio dovranno essere tali da: garantire l'assoluta compatibilità con la funzione cui sono preposti; armonizzarsi a quanto già esistente nell'ambiente oggetto di intervento.

Tutti gli interventi e i materiali impiegati in corrispondenza delle compartimentazioni antincendio verticali e orizzontali dovranno essere tali da non degradarne la Classe REI.

La Stazione Appaltante si riserva la facoltà di fornire alla Ditta aggiudicataria, qualora lo ritenesse opportuno, tutti o parte dei materiali da utilizzare, senza che questa possa avanzare pretese o compensi aggiuntivi per le prestazioni che deve fornire per la loro messa in opera.

Comandi (interruttori, deviatori, pulsanti e simili) e prese a spina

Dovranno impiegarsi apparecchi da incasso modulari e componibili.

Gli interruttori dovranno avere portata 16 A; sarà consentito negli edifici residenziali l'uso di interruttori con portata 10 A; le prese dovranno essere di sicurezza con alveoli schermati e far parte di una serie completa di apparecchi atti a realizzare un sistema di sicurezza e di servizi fra cui impianti di segnalazione, impianti di distribuzione sonora negli ambienti ecc.

La serie dovrà consentire l'installazione di almeno 3 apparecchi nella scatola rettangolare; fino a 3 apparecchi di interruzione e 2 combinazioni in caso di presenza di presa a spina nella scatola rotonda. I comandi e le prese dovranno poter essere installati su scatole da parete con grado di protezione IP40 e/o IP55.

Comandi in costruzioni a destinazione sociale

Nelle costruzioni a carattere collettivo-sociale aventi interesse amministrativo, culturale, giudiziario, economico e comunque in edifici in cui sia previsto lo svolgimento di attività comunitarie, le apparecchiature di comando dovranno essere installate ad un'altezza massima di 0,90 m dal pavimento. Tali apparecchiature dovranno, inoltre, essere facilmente individuabili e visibili anche in condizioni di scarsa visibilità ed essere protetti dal danneggiamento per urto (DPR 503/1996).

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

Detto dispositivo potrà essere installato nel contenitore di appartamento o in una normale scatola nelle immediate vicinanze dell'apparecchio utilizzatore.

Apparecchiature modulari con modulo normalizzato

Le apparecchiature installate nei quadri di comando e negli armadi dovranno essere del tipo modulare e componibile con fissaggio a scatto sul profilato normalizzato DIN, ad eccezione degli interruttori automatici da 100 A in su che si fisseranno anche con mezzi diversi.

In particolare: gli interruttori automatici magnetotermici da 1 a 100 A dovranno essere modulari e componibili con potere di interruzione fino a 6.000 A, salvo casi particolari.

Tutte le apparecchiature necessarie per rendere efficiente e funzionale l'impianto (ad esempio trasformatori, suonerie, portafusibili, lampade di segnalazione, interruttori programmatori, prese di corrente CEE ecc.) dovranno essere modulari e accoppiati nello stesso quadro con gli interruttori automatici di cui al punto a);

- Gli interruttori con relè differenziali fino a 63 A dovranno essere modulari e appartenere alla stessa serie di cui ai punti a) e b). Dovranno essere del tipo ad azione diretta e conformi alle norme CEI EN 61008-1 e CEI EN 61009-1;
- gli interruttori magnetotermici differenziali tetrapolari con 3 poli protetti fino a 63 A dovranno essere modulari ed essere dotati di un dispositivo che consenta la visualizzazione dell'avvenuto intervento e permetta di distinguere se detto intervento sia provocato dalla protezione magnetotermica o dalla protezione differenziale. È ammesso l'impiego di interruttori differenziali puri purché abbiano un potere di interruzione con dispositivo associato di almeno 4.500 A e conformi alle norme CEI EN 61008-1 e CEI EN 61009-1;
- il potere di interruzione degli interruttori automatici dovrà essere garantito sia in caso di alimentazione dai morsetti superiori (alimentazione dall'alto) sia in caso di alimentazione dai

morsetti inferiori (alimentazione dal basso).

Interruttori scatolati

Gli interruttori magnetotermici e gli interruttori differenziali con e senza protezione magnetotermica con corrente nominale da 100 A in su dovranno appartenere alla stessa serie.

Onde agevolare le installazioni sui quadri e l'intercambiabilità, è preferibile che gli apparecchi da 100 a 250 A abbiano le stesse dimensioni d'ingombro.

Gli interruttori con protezione magnetotermica di questo tipo dovranno essere selettivi rispetto agli automatici fino a 80 A almeno per correnti di c.c. fino a 3.000 A.

Il potere di interruzione dovrà essere dato nella categoria di prestazione PZ (CEI EN 60947-2) onde garantire un buon funzionamento anche dopo 3 corto circuiti con corrente pari al potere di interruzione. Gli interruttori differenziali da 100 a 250 A da impiegare dovranno essere disponibili nella versione normale e nella versione con intervento ritardato per consentire la selettività con altri interruttori differenziali installati a valle.

Interruttori automatici modulari con alto potere di interruzione

Negli impianti elettrici che presentino c.c. elevate (fino a 30 kA) gli interruttori automatici magnetotermici fino a 63 A dovranno essere modulari e componibili con potere di interruzione di 30 kA a 380 V in classe P2.

Installati a monte di interruttori con potere di interruzione inferiore, dovranno garantire un potere di interruzione della combinazione di 30 kA a 380 V. Installati a valle di interruttori con corrente nominale superiore, dovranno garantire la selettività per i c.c. almeno fino a 10 kA.

Quadri di comando in lamiera

I quadri di comando dovranno essere composti da cassette complete di profilati normalizzati DIN per il fissaggio a scatto delle apparecchiature elettriche.

Detti profilati dovranno essere rialzati dalla base per consentire il passaggio dei conduttori di cablaggio. Gli apparecchi installati dovranno essere protetti da pannelli di chiusura preventivamente lavorati per far sporgere l'organo di manovra delle apparecchiature e dovranno essere completi di porta cartellini indicatori della funzione svolta dagli apparecchi. Nei quadri dovrà essere possibile l'installazione di interruttori automatici e differenziali da 1 a 250 A.

Detti quadri dovranno essere conformi alla norma CEI EN 61439-1 e costruiti in modo da dare la possibilità di essere installati da parete o da incasso, senza sportello, con sportello trasparente o in lamiera, con serratura a chiave a seconda della indicazione della Direzione dei Lavori che potrà esser data anche in fase di installazione.

I quadri di comando di grandi dimensioni e gli armadi di distribuzione dovranno essere del tipo ad elementi componibili che consentano di realizzare armadi di larghezza minima 800 mm e profondità fino a 600 mm. In particolare dovranno permettere la componibilità orizzontale per realizzare armadi a più sezioni, garantendo una perfetta comunicabilità tra le varie sezioni senza il taglio di pareti laterali.

Gli apparecchi installati dovranno essere protetti da pannelli di chiusura preventivamente lavorati per far sporgere l'organo di manovra delle apparecchiature e dovranno essere completi di porta cartellini indicatori della funzione svolta dagli apparecchi.

Sugli armadi dovrà essere possibile montare porte trasparenti o cieche con serratura a chiave fino a 1,95 m di altezza anche dopo che l'armadio sia stato installato. Sia la struttura che le porte dovranno essere realizzate in modo da permettere il montaggio delle porte stesse con l'apertura destra o sinistra.

Quadri di comando isolanti

Negli ambienti in cui la Stazione Appaltante lo ritenga opportuno, al posto dei quadri in lamiera si

dovranno installare quadri in materiale isolante.

In questo caso dovranno avere una resistenza alla prova del filo incandescente di 960 gradi C (CEI 50-11). I quadri dovranno essere composti da cassette isolanti con piastra portapacchi estraibile per consentire il cablaggio degli apparecchi in officina. Dovranno essere disponibili con grado di protezione IP40 e IP55, in questo caso il portello dovrà avere apertura a 180 gradi.

Questi quadri dovranno consentire un'installazione del tipo a doppio isolamento con fori di fissaggio esterni alla cassetta ed essere conformi alla norma CEI EN 61439-1.

Prove dei materiali

La Stazione 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 alla Stazione Appaltante, la quale si assumerà le sole spese per fare eventualmente assistere alle prove propri incaricati.

Non saranno in genere richieste prove per i materiali contrassegnati col Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

Accettazione

I materiali dei quali siano richiesti i campioni, non potranno essere posti in opera che dopo l'accettazione da parte della Stazione Appaltante. Questa dovrà dare il proprio responso entro sette giorni dalla presentazione dei campioni, in difetto il ritardo graverà sui termini di consegna delle opere.

Le parti si accorderanno per l'adozione, per i prezzi e per la consegna qualora nel corso dei lavori si fossero utilizzati materiali non contemplati nel contratto.

L'Impresa aggiudicataria dovrà provvedere, a proprie spese e nel più breve tempo possibile, all'allontanamento dal cantiere ed alla sostituzione di eventuali componenti ritenuti non idonei dal Direttore dei Lavori.

L'accettazione dei materiali da parte del Direttore dei Lavori, non esonera l'Appaltatore dalle responsabilità che gli competono per il buon esito dell'intervento.

Art. 3.2 ESECUZIONE DEI LAVORI

Tutti i lavori devono essere eseguiti secondo le migliori regole d'arte e le prescrizioni della Direzione dei Lavori, in modo che gli impianti rispondano perfettamente a tutte le condizioni stabilite dal Capitolato Speciale d'Appalto e dal progetto.

L'esecuzione dei lavori dovrà essere coordinata secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori o con le esigenze che possono sorgere dalla contemporanea esecuzione di tutte le altre opere affidate ad altre imprese.

L'Impresa aggiudicataria sarà ritenuta pienamente responsabile degli eventuali danni arrecati, per fatto proprio e dei propri dipendenti, alle opere dell'edificio e a terzi.

Salvo preventive prescrizioni della Stazione Appaltante, l'Appaltatore ha facoltà di svolgere l'esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più opportuno per darli finiti nel termine contrattuale.

La Direzione dei Lavori potrà però prescrivere un diverso ordine nell'esecuzione dei lavori, salva la facoltà dell'Impresa aggiudicataria di far presenti le proprie osservazioni e risorse nei modi prescritti.

Art. 3.3 VERIFICHE E PROVE IN CORSO D'OPERA DEGLI IMPIANTI

Durante il corso dei lavori, alla Stazione Appaltante è riservata la facoltà di eseguire verifiche e prove preliminari sugli impianti o parti di impianti, in modo da poter tempestivamente intervenire qualora non fossero rispettate le condizioni del Capitolato Speciale d'Appalto.

Le verifiche potranno consistere nell'accertamento della rispondenza dei materiali impiegati con quelli stabiliti, nel controllo delle installazioni secondo le disposizioni convenute (posizioni, percorsi ecc.), nonché in prove parziali di isolamento e di funzionamento ed in tutto quello che potrà essere utile al cennato scopo.

Dei risultati delle verifiche e prove preliminari di cui sopra, si dovrà compilare regolare verbale.

CAPITOLO 4 RIFERIMENTI NORMATIVI

- Quadri di Media Tensione

| | |
|------------------|-------------------------------------|
| CEI EN 62271-200 | Quadro |
| CEI EN 62271-100 | Interruttori |
| CEI EN 62271-102 | Sezionatori e sezionatori di terra |
| CEI EN 62271-103 | Interruttore manovra-sezionatore |
| CEI EN 62271-105 | IMS combinato con fusibili |
| CEI EN 62271-106 | Contattori |
| CEI EN 62271-206 | Indicatori di presenza di tensione |
| CEI EN 60044-8 | Trasf. di corrente elettronici |
| CEI EN 61869-2 | Trasf. di corrente |
| CEI EN 61869-3 | Trasf. di tensione |
| CEI EN 60282-1 | Fusibili |
| CEI EN 60529 | Grado di protezione degli involucri |
| CEI EN 61000-4-4 | Compatibilità elettromagnetica |
| CEI EN 60068-3-3 | Prova sismica |
| IEEE 693/2005 | Prova sismica |

- Unità di Protezione Elettrica

| | |
|------------------|--|
| CEI 60255-5 | Tenuta dielettrica |
| CEI 60255-5 | Impulso |
| CEI EN 61000-4-1 | Tecniche di prova e misura |
| CEI EN 61000-4-2 | Prova d'immunità a scariche elettrostatica |

- Trasformatore Trifase in Resina

| | |
|-------------------------------|---|
| CEI 14 | Guida per l'esecuzione delle prove sui trasformatori di potenza |
| CEI 14/48 | Trasformatori di potenza guida di applicazione |
| CEI EN 50541-2 (CEI 14-50) | Trasformatori trifase di distribuzione di tipo a secco 50 Hz, da 100 a 3150 KVA, con tensione massima per il componente non superiore a 36 kV. Parte 2: Determinazione della capacità di carico di un trasformatore alimentato con corrente non sinusoidale |
| EN 60726 | Documento |

- **Quadri di Bassa Tensione**

| | |
|--------------------------------|---|
| CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) | Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali |
| CEI EN 62262 (CEI 70-4) | Gradi di protezione degli involucri per apparecchiature elettriche contro impatti meccanici esterni (Codice IK) |
| IEC 60695-2-2 (CEI 50-11) | Prove relative ai rischi di incendio Parte 2°: Metodi di prova. 2.1 Prova del filo incandescente e relativa guida. 2.2 Prova di fiamma con ago |

- **Interruttori di Bassa Tensione Modulari**

| | |
|-------------------------------|---|
| CEI EN 60898 (CEI 23-3/2) | Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari. Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua |
| CEI EN 61009 (CEI 23-44) | Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 1: Prescrizioni generali |
| CEI EN 60947-1 (CEI 17-44) | Apparecchiature a bassa tensione. Parte 1: Regole generali |
| IEC 60068-2-30:2005 | Environment testing – Part. 2-30: Tests – Test Db: Damp Heat cyclic (12 h + 12 h cycle) |

- **Rete di Terra e Protezione Scariche Atmosferiche**

| | |
|----------------|--|
| CEI 11-1 | Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata |
| CEI 64-8 | Messa a terra e conduttori di protezione |
| CEI 64-8 | Verifiche iniziali |
| CEI EN 62305-1 | Protezione contro i fulmini, Parte 1: Principi generali |
| CEI EN 62305-2 | Protezione contro i fulmini, Parte 2: Valutazione del rischio |
| CEI EN 62305-3 | Protezione contro i fulmini, Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone |

- **Cavi di Media Tensione**

| | |
|----------------------------------|--|
| CEI 20-11/0-1 | Allegato nazionale alla Norma CEI EN 50363-0 Materiali isolanti, di guaina e di rivestimento per cavi di energia di bassa tensione – Parte 0: Generalità |
| CEI 20-13 | Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 kV a 30 kV |
| CEI EN 60332-1-2 (CEI 20-35/1-2) | Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio Parte 1-2: Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato – Procedura per la fiamma di 1 kW premiscelata |

- **Terminali e Giunzioni per Cavi di Media Tensione**

| | |
|-----------|--|
| CEI 20-24 | Giunzioni e terminazioni per cavi di energia |
|-----------|--|

- **Cavi per Energia e Segnalazione B.T.**

| | |
|-----------------------------------|--|
| CEI EN 50399 (CEI 20-108) | Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio – Misura dell'emissione di calore e produzione di fumi sui cavi durante la prova di sviluppo di fiamma – Apparecchiatura di prova, procedure e risultati |
| CEI EN 50575 (CEI 20-115) | Cavi per energia, controllo e comunicazioni – Cavi per applicazioni generali nei lavori di costruzione soggetti a prescrizioni di resistenza all'incendio |
| REGOLAMENTO CPR (UE 305/11) | Regolamento (UE) del Parlamento Europeo e del Consiglio che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del consiglio |
| CEI UNEL 35016 | Classe di reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU "Prodotti da Costruzione" (305/2011) |
| CEI EN 60332-1-2 (CEI 20-35/1-2) | Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio Parte 1-2: Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato – Procedura per la fiamma di 1 kW premiscelata |
| CEI EN 60754-2 (CEI 20-37/2): | Prova sui gas emessi durante la combustione di materiali prelevati dai cavi. Parte 2: Determinazione dell'acidità (mediante la misura del pH) e della conduttività |
| CEI EN 61034-2 (CEI 20-37/3-1) | Misura della densità del fumo emesso dai cavi che bruciano in condizioni definite. Parte 2: Procedura di prova e prescrizioni |
| UNI EN 13501-6 | Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione. Parte 6: Classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco sui cavi elettrici |

| | |
|-------------------------------------|---|
| CEI EN 50525-2-31 (CEI 20-107/2-31) | Cavi elettrici – Cavi energia con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U ₀ /U) Parte 2-31: Cavi per applicazioni generali – Cavi unipolari senza guaina con isolamento termoplastico in PVC |
| CEI 20-22/0 | Prove d'incendio su cavi elettrici Parte 0: Prova di non propagazione dell'incendio - Generalità |
| CEI 20-22/2 | Prove d'incendio su cavi elettrici Parte 2: Prova di non propagazione dell'incendio |
| CEI 64-8/5 | Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici |
| CEI 64-8/7 | Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente continua Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari |
| CEI CLC/TS 50576 (CEI 20-116) | Cavi elettrici – Applicazioni estese dei risultati di prova per la reazione al fuoco |
| CEI EN 50267-2-3 (CEI 20-37/2-3) | Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio – Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi Parte 2-3: Procedura di prova – Determinazione del grado di acidità (corrosività) dei gas dei cavi mediante il calcolo della media ponderata del pH e della conduttività |
| CEI-UNEL 35312 | Cavi per energia isolati in gomma elastomerica di qualità G18, rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi con conduttori flessibili per posa fissa – Tensione nominale U ₀ /U 0,6/1kV – Classe di reazione al fuoco: B2ca-s1a, d1,a1 |
| CEI-UNEL 35324 | Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica, ad alto modulo di qualità G16 sotto guaina termoplastica di qualità M16, rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa con o senza schermo (treccia o nastro) – Tensione nominale U ₀ /U 0,6/1kV – Classe di reazione al fuoco CCa-s1b,d1da1 |
| CEI-UNEL 35310 | Cavi per energia isolati in gomma elastomerica di qualità G17 rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili – Tensione nominale U ₀ /U 450/750 V – Classe di reazione al fuoco: Cca-s1b,d1,a1 |
| CEI-UNEL 35318 | Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro) – Tensione nominale U ₀ /U 0,6/1Kv – Classe di reazione al fuoco: Cca-s3, d1,a3 |

| | |
|----------------|---|
| CEI-UNEL 35716 | Cavi per energia isolati con PVC di qualità S17, rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili – Tensione nominale U _o /U 450/750 V – Classe di reazione al fuoco: Cca-s3,d1,a3 |
|----------------|---|

- **Condotti Sbarre Prefabbricati**

| | |
|--------------------------------|--|
| CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) | Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali |
| CEI EN 61439-1 (CEI 17-114) | Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza |
| CEI EN 61534-1 (CEI 23-77) | Sistemi di alimentazione a binario elettrificato Parte 1: Prescrizioni generali |
| CEI 64-8 | Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua |

- **Condotti Portacavi**

| | |
|----------------------------------|--|
| CEI EN 60423 (CEI 23-26) | Tubi per installazioni elettriche – Diametri dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi ed accessori |
| CEI EN 50085-2-1 (CEI 23-93) | Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche Parte 2-1: Sistemi di canali e di condotti per montaggio a parete e a soffitto |
| CEI EN 50085-2-2 (CEI 23-104) | Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche Parte 2-2: Prescrizioni particolari per sistemi di canali e di condotti per montaggio sottopavimento, a filo pavimento o soprapavimento |
| UNI EN 10255:2007 | Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura – Condizioni tecniche di fornitura |

- **Tubo Protettivo Corrugato Pieghevole**

| | |
|--------------------------------|--|
| CEI EN 61386-22 (CEI 23-82) | Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori |
| CEI EN 61386-1 (CEI 23-80) | Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali |

- **Tubo Protettivo Rigido**

| | |
|--------------------------------|--|
| CEI EN 61386-21 (CEI 23-81) | Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi ed accessori |
| CEI EN 61386-1 (CEI 23-80) | Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali |
| CEI EN 61386-22 (CEI 23-82) | Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori |

- **Apparecchi di Illuminazione**

| | |
|----------------------------------|---|
| CEI EN 60598-1 (CEI 34-21) | Apparecchi di illuminazione Parte 1: Prescrizioni generali e prove |
| CEI EN 60598-2-22 (CEI 34-22) | Apparecchi d'illuminazione Parte 2-22: Prescrizioni particolari – Apparecchi di emergenza |
| CEI EN 60598-2-1 (CEI 34-23) | Apparecchi d'illuminazione Parte II: Prescrizioni particolari – Apparecchi fissi per uso generale |
| CEI EN 60598-2-6 (CEI 34-27) | Apparecchi d'illuminazione Parte 2: Prescrizioni particolari Sezione 6: Apparecchi di illuminazione con trasformatore incorporato per lampade a incandescenza |
| CEI EN 60598-2-7 (CEI 34-28) | Apparecchi d'illuminazione Parte II: Prescrizioni particolari – Apparecchi mobili per giardini |
| CEI EN 60598-2-4 (CEI 34-29) | Apparecchi d'illuminazione Parte 2: Prescrizioni particolari Sezione 4: Apparecchi di illuminazione mobili di uso generale |
| CEI EN 60598-2-5 (CEI 34-30) | Apparecchi d'illuminazione Parte 2-5: Prescrizioni particolari – Proiettori |
| CEI EN 60598-2-2 (CEI 34-31) | Apparecchi d'illuminazione Parte 2-2: Prescrizioni particolari – Apparecchi di illuminazione da incasso |
| CEI EN 60598-2-19 (CEI 34-32) | Apparecchi d'illuminazione Parte II: Prescrizioni particolari – Apparecchi a circolazione d'aria (Prescrizioni di sicurezza) |
| CEI EN 60598-2-3 (CEI 34-33) | Apparecchi d'illuminazione Parte 2-3: Prescrizioni particolari – Apparecchi per illuminazione stradale |
| CEI EN 60598-2-8 (CEI 34-34) | Apparecchi d'illuminazione Parte 2-8: Prescrizioni particolari – Apparecchi portatili |
| CEI EN 60598-2-9 (CEI 34-35) | Apparecchi d'illuminazione Parte 2-8: Prescrizioni particolari – Apparecchi per riprese fotografiche e cinematografiche (non professionali) |
| CEI EN 60598-2-18 (CEI 34-36) | Apparecchi d'illuminazione Parte 2: Prescrizioni particolari Sezione 18: Apparecchi per piscine e usi simili |
| CEI EN 60598-2-20 (CEI 34-37) | Apparecchi d'illuminazione Parte 2-20: Prescrizioni particolari – Catene luminose |
| CEI EN 60598-2-17 (CEI 34-38) | Apparecchi d'illuminazione Parte 2: Prescrizioni particolari – Apparecchi per palcoscenici, studi televisivi e cinematografici |
| CEI EN 62262 (CEI 70-4) | Gradi di protezione degli involucri per apparecchiature elettriche contro impatti meccanici esterni (Codice IK) |
| EN 12464-1 | Light and lighting – Lighting of work place – 1: Indoor work places |
| UNI EN 12665 | Termini fondamentali e criteri per i requisiti illuminotecnica |
| UNI EN 12464-1 | Illuminazione dei posti di lavoro, parte 1: posti di lavoro interni |
| UNI 11248 | Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche |
| UNI 13201-2 | Illuminazione stradale, parte 2: Requisiti prestazionali |
| UNI 13201-3 | Illuminazione stradale, parte 3: Calcolo delle prestazioni |

- **Lampade e Ausiliari**

| | |
|------------------------------------|--|
| CEI CT-34 | In generale per le lampade e relative apparecchiature |
| CEI EN 60081 (CEI 34-3) | Lampade fluorescenti a doppio attacco – Specifiche di prestazione |
| CEI EN 60155/A2 (CEI 35-5) | Starter a bagliore per lampade fluorescenti |
| CEI EN 60188 (CEI 34-6) | Lampade a vapori di mercurio ad alta pressione – Specifiche di prestazione |
| CEI EN 60238/A2 (CEI 34-11; V2) | Portalampe a vite Edison |
| CEI EN 60064/A5 (CEI 34-12; V3) | Lampade ad incandescenza per illuminazione domestica e similare – Prescrizioni di prestazione |
| CEI EN 60400 (CEI 34-14) | Portalampe per lampade fluorescenti tubolari e portastarter |
| CEI EN 60662 (CEI 34-24) | Lampade a vapori di sodio ad alta pressione – Specifiche di prestazione |
| CEI EN 61050/A1 (CEI 34-39; V1) | Trasformatori per lampade a scarica tubolari con tensione secondaria a vuoto superiore a 1000 V (trasformatori neon) – Prescrizioni generali di sicurezza |
| CEI EN 60357/A1 (CEI 34-40; V1) | Lampade ad alogeni (veicoli esclusi) – Specifiche di prestazione |
| CEI EN 61184/A1 (CEI 34-44; V1) | Portalampe a baionetta |
| CEI EN 60923/A1 (CEI 34-49; V1) | Ausiliari per lampade – Alimentatori per lampade a scarica (escluse le lampade fluorescenti tubolari) – Prescrizioni di prestazione |
| CEI EN 60968 (CEI 34-52) | Lampade con alimentatore incorporato per illuminazione generale – Prescrizioni di sicurezza |
| CEI EN 60921/A1 (CEI 34-55; V1) | Alimentatori per lampade fluorescenti tubolari – Prescrizioni di prestazione |
| CEI EN 60901 (CEI 34-56) | Lampade fluorescenti monoattacco – Prescrizioni di prestazione |
| CEI EN 61047 (CEI 34-62) | Trasformatori elettronici per lampade ad incandescenza alimentati in c.c. o in c.a. – Prescrizioni di prestazione |
| CEI EN 61048 (CEI 34-63) | Ausiliari per lampade – Condensatori da utilizzare nei circuiti di lampade tubolari a fluorescenza e di altre lampade a scarica – Prescrizioni generali e di sicurezza |
| CEI EN 61195 (CEI 34-72) | Lampade fluorescenti a doppio attacco – Prescrizioni di sicurezza |
| CEI EN 61199/A1 (CEI 34-73; V1) | Lampade fluorescenti monoattacco – Prescrizioni di sicurezza |

- **Allacciamento Utenze B.T.**

| | |
|----------|---|
| CEI 64-8 | Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua |
|----------|---|

- **Gruppo elettrogeno**

| | |
|--------------------------------------|--|
| ISO 8528 | Gruppi elettrogeni a corrente alternata alimentati da motori alternativi a combustione interna |
| 2006/42/CE - 89/392CEE - 98/37/CE | Direttiva macchine |
| 2006/95/CE - 73/23/CEE - 93/68/CEE | Norme Bassa Tensione |
| 2004/108/CE - 89/336/CEE - 93/68/CEE | Compatibilità Elettromagnetica |
| 2005/88/CE - 2000/14/CE | Emissioni acustiche (per versioni insonorizzate) |

Impianti 400 HZ

La normativa di riferimento alla quale devono rispondere le apparecchiature fornite nonché l'esecuzione dell'impianto, per quanto non indicato nella presente specifica:

ISO (International Standard) – Condizioni generali richieste per l'alimentazione elettrica al suolo degli aeromobili e le normative specifiche richiamate in detto fascicolo.

Per quanto non previsto nella normativa ISO le apparecchiature fornite devono rispondere alle normative costruttive dei Paesi d'origine

| | |
|--------------------------------------|--|
| DFS400 | Specifica corrente di alimentazione aeromobili a 400 Hz |
| ISO 6858 | Alimentazione elettrica degli aeromobili al suolo |
| BS 2G 219 | Requisiti generali dell'alimentazione elettrica a terra degli aeromobili |
| MIL-704E | Requisiti dell'alimentazione elettrica degli aeromobili |
| SAE ARP 5015 | Supporto al suolo - Requisiti dell'alimentazione elettrica a 400Hz |
| EN 2282 | Requisiti dell'alimentazione elettrica degli aeromobili |
| EN 50091-1 | Requisiti generali e di sicurezza |
| CEI EN 62040-1 (CEI 22-32) | Sistemi statici di continuità (UPS) Parte 1: Prescrizioni generali e di sicurezza |
| CEI EN 61558-2 (CEI 96-7) | Sicurezza dei trasformatori, dei reattori, delle unità di alimentazione e prodotti simili per tensioni fino a 110 V Parte 2-6: Prescrizioni particolari e prove per trasformatori di isolamento di sicurezza e unità di alimentazione che incorporano trasformatori di isolamento di sicurezza |
| CEI EN 61000-6-2 (CEI 210-54) | Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-2: Norme generiche – Immunità per gli ambienti industriali |
| CEI EN 61000-6-4/A1 (CEI 210-66; V1) | Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-4: Norme generiche – Emissione per gli ambienti industriali |

Impianti Rivelazione e Allarme Incendio

I componenti d'impianto dovranno essere omologati, completi della relativa certificazione rilasciata da Ente Internazionale riconosciuto in ambito Europeo. (VdS, AF, BS).

| | |
|---------------------|---|
| D.M. 26/08/1992 | Norme antincendio per edifici scolastici |
| D.M. 09/04/1994 | Norme antincendio per attività alberghiere |
| D.M. 19/08/1196 | Norme antincendio per locali di pubblico spettacolo |
| D.M. 16/02/1982 | Attività soggette a certificato di prevenzione incendi |
| D.P.R. 418 30/06/95 | Norme antincendio edifici interesse storico artistico |
| UNI EN.54 | Componenti dei sistemi di rivelazione automatica d'incendio |
| UNI 9795 | Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione manuale d'incendio |
| CEI 64-8 | Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua (per quanto riguarda i tracciati di posa delle tubazioni, la sfilatura dei cavi, le giunzioni e le derivazioni dei cavi) |

TERMINOLOGIA UTILIZZATA NEL PRESENTE DOCUMENTO

Si riportano di seguito alcuni dei termini e degli acronimi utilizzati all'interno del presente documento.

| | |
|------|--|
| APP | Apparati di piazzola – zona funzionale impianti a servizio del piazzale aeromobili |
| GPU | Ground Power Unit – unità di alimentazione a 400Hz per piazzola aeromobile |
| PCA | Pre-Compressed Air – unità di trattamento aria per piazzola aeromobile |
| ICAO | International Civil Aviation Organization – organizzazione internazionale dell'aviazione civili |
| VDGS | Visual Docking Guidance System – sistema di guida a vista per il posizionamento dell'aeromobile nell'area di stand in fase finale |
| TWxx | TaxiWay con identificativo "xx" – percorso definito sull'aeroporto per il rullaggio di aeromobili, destinato a fornire un collegamento tra una parte dell'aeroporto e un'altra |
| AVL | Aiuti Visivi Luminosi – impianto di segnalamento luminoso |

CAPITOLO 5 QUALITÀ DEI MATERIALI, NORME DI ESECUZIONE DEI LAVORI

Qualità dei materiali

Tutte le prescrizioni contenute nel presente documento riguardano le caratteristiche tecniche e funzionali dei materiali, delle apparecchiature e dei macchinari che dovranno essere impiegati nella realizzazione degli impianti tecnologici, nonché le loro modalità di installazione e verifica.

Tutti i materiali impiegati nella realizzazione delle opere debbono essere della migliore qualità, ben lavorati e perfettamente rispondenti al servizio cui sono destinati; essi devono risultare adatti all'ambiente, alle caratteristiche elettriche (tensione, corrente ecc.) ed alle condizioni di funzionamento previste.

Tutti i materiali impiegati per la realizzazione di un impianto sia elettrico che speciale, devono essere, a parità di caratteristiche, di servizio e per analoghe condizioni di installazione, rigorosamente uguali fra loro. La proposta dei materiali da adottarsi per ogni specifico sistema, qualora non indicato nei documenti di progetto, spetta all'Appaltatore.

L'impresa, dietro richiesta dell'Ente Appaltante, ha l'obbligo di esibire documenti comprovanti la provenienza dei diversi materiali.

Qualora la Direzione dei Lavori rifiuti il materiale perché a suo insindacabile giudizio non lo ritenga rispondente alla perfetta riuscita e funzionalità degli impianti, anche se già posto in opera, l'Impresa dovrà immediatamente sostituirli, a sua cura e spese, con altri che siano accettati.

L'Impresa deve presentare i campioni dei materiali che intende impiegare nell'esecuzione degli impianti.

L'Impresa sarà tenuta a reintegrare i campioni che andassero fuori uso, o venissero danneggiati, in conseguenza dell'effettuazione su di essi di prove distruttive che la Direzione Lavori decidesse di intraprendere.

Resta esplicitamente inteso che la presentazione dei campioni non esonera l'impresa dall'obbligo di sostituire, ad ogni richiesta, quei materiali che, pur essendo conformi ai campioni, non risultino corrispondenti alle prescrizioni o non adeguati alla perfetta riuscita degli impianti.

Tutti i lavori e le opere impiantistiche, fornite ed installate dall'Appaltatore, debbono intendersi completamente funzionanti e perfettamente allacciate ai rispettivi punti di utenza.

Essi inoltre dovranno rispondere alle norme e prescrizioni dei relativi Enti di Unificazione e Normazione (UNI, CEI, EN, ISO etc.) in precedenza richiamate. Ove tali richiami fossero indirizzati a norme ritirate o sostituite, la relativa valenza dovrà, salvo diversa prescrizione, ritenersi prorogata o riferita alla norma sostituita.

Sarà obbligo dell'appaltatore eseguire, prima dell'avvio delle attività di demolizioni e sbancamenti, adeguate ed approfondite indagini con appropriata strumentazione e sondaggi al fine di rilevare tutti i sottoservizi interferenti con le attività di progetto.

Note circa le marche delle apparecchiature

Le eventuali indicazioni di tipi e marche commerciali dei materiali riportati all'interno del presente Capitolato, degli elaborati grafici e, più in generale, nei vari documenti di progetto, sono da intendersi come vincolanti ove non sia specificata la possibilità di prevederne alternativi equivalenti.

Laddove quindi si renda eventualmente necessario, per motivi di compatibilità con gli impianti ed i sistemi esistenti, vincolare la fornitura di specifiche parti a determinate marche e modelli, l'Appaltatore dovrà seguire le relative indicazioni fornite dalla documentazione di progetto.

Ove non siano specificati particolari vincoli come sopra indicati, le eventuali indicazioni di tipi e marche commerciali dei materiali riportate nelle specifiche tecniche, nei disegni, e più in generale nei documenti di progetto, sono da intendersi esclusivamente come dichiarazioni di caratteristiche tecniche da utilizzare come riferimento.

Saranno pertanto ammessi tipi e marche alternativi, rispetto a quanto eventualmente indicato a progetto, purché tecnicamente e funzionalmente equivalenti, su dimostrazione scritta del fornitore.

Per garantire la piena compatibilità degli apparati in fornitura e la relativa manutenzione del sistema, l'Appaltatore, ove espressamente indicato, dovrà inoltre provvedere alla realizzazione dell'impianto utilizzando componenti hardware rilasciati da unico Vendor / Costruttore.

NORME DI ESECUZIONE DEI LAVORI

Condutture e loro accessi

Generalità

L'installazione delle condutture deve essere realizzata in modo che sia possibile il controllo dell'isolamento dei conduttori e la localizzazione di eventuali guasti.

Non possono essere annegati direttamente i cavi sotto intonaco e nelle murature; questo vale anche per i conduttori di protezione e di terra.

Coesistenza delle condutture

Le condutture per gli impianti elettrici e per gli impianti speciali, devono essere installate in modo da non generare disturbi reciproci.

Le condutture relative a impianti a bassissima tensione di sicurezza (impianti telefonici, impianti telecomunicazione e trasmissione dati) devono utilizzare tubi, condotti, canalette, cassette indipendenti tra loro e dalle condutture di altro tipo (es. luce e F.M.).

È ammessa l'utilizzazione di un'unica passerella, condotto, canaletta solo nei casi in cui questi abbiano dimensioni tali da garantire le distanze di sicurezza richieste e di non influenza reciproca ed i singoli circuiti siano chiaramente identificati.

Percorso delle condutture

Le condutture devono essere generalmente realizzate a tratti rettilinei verticali e orizzontali. I cavi ed i conduttori appartenenti ad uno stesso circuito devono seguire lo stesso percorso e, se in tubo, devono essere infilati nello stesso tubo.

Negli attraversamenti di solai, pareti, stipiti di finestre o porte, i cavi devono essere protetti mediante tubi, canalette o similari.

Tutte le aperture per il passaggio delle condutture nei soffitti o nelle pareti, che dividono compartimenti d'incendio, superiori a 200 mmq, devono essere chiuse con diaframmi tagliafuoco.

Identificazione dei conduttori e dei terminali

I conduttori di fase, di neutro, di protezione e di terra devono essere contraddistinti per mezzo di opportuni contrassegni o colorazioni.

Tali contrassegni o colorazioni devono essere conformi alle norme di riferimento. In mancanza di prescrizioni, devono essere adottate le seguenti colorazioni:

- blu chiaro per il neutro
- giallo/verde per il conduttore di protezione e di terra

Conduttori in tubi o condotti

I cavi ed i conduttori posati in tubi o condotti devono essere sfilabili, senza che ne risultino danneggiati. Le curve dei tubi non devono avere raggio inferiore a 6 volte il diametro esterno del cavo contenuto o del diametro circoscritto al fascio di cavi o conduttori.

Se necessario, verranno utilizzati appositi raccordi di infilaggio.

Le tubazioni saranno opportunamente distanziate fra loro e provviste di giunti a 3 pezzi in modo da rendere agevole lo smontaggio e rimontaggio delle tubazioni stesse ed i loro accessori (cassette, curve apribili, raccordi di infilaggio, etc.).

Le tubazioni aeree, singole o in fascio saranno installate ad almeno 20 cm da tubazioni di processo o

superfici "calde".

Tutte le tubazioni saranno saldamente fissate a supporti ed ancorate in modo da evitare spostamenti e fluttuazioni all'atto dell'infilaggio cavi.

La piegatura delle tubazioni sarà effettuata esclusivamente a freddo.

Entro ogni tubazione sarà lasciato un filo di ferro di sufficiente resistenza per poter essere utilizzato come pilota nella fase successiva di infilaggio dei cavi.

Le giunzioni tra tubazioni portacavi, e tra queste ed i vari accessori e raccordi (cassette, giunti a 3 pezzi, etc.) saranno effettuate con un composto di bloccaggio ed un lubrificante conduttivo (minio per es.), allo scopo di realizzare la tenuta stagna ed assicurare una buona conduttività elettrica.

Condutture in cunicoli o su passerelle

I cavi su passerelle devono essere installati diritti e non sottoposti a sforzi di torsione, in modo che si appoggino omogeneamente sui supporti.

L'interdistanza tra i cavi deve essere quella prevista nel progetto.

Le passerelle saranno opportunamente distanziate tra loro in modo da rendere agevole la successiva installazione delle coperture.

Le passerelle saranno installate ad almeno 20 cm da tubazioni di processo o superfici "calde".

Tutte le passerelle saranno saldamente fissate ai supporti ed ancorate in modo da evitare spostamenti e fluttuazioni all'atto della posa cavi.

La distanza tra i supporti non dovrà superare la massima freccia consentita dal tipo di passerella impiegata, in relazione al carico massimo previsto.

Le piegature per curve, cambio di livello di installazione e le derivazioni saranno, di norma, realizzate direttamente in cantiere modificando opportunamente gli elementi rettilinei e ripristinando la protezione anticorrosiva.

La giunzione tra i vari elementi di passerelle prefabbricate sarà realizzata mediante accessori imbullonati.

Conduttori in vista

L'installazione di conduttori in vista può essere prevista solo quando non vi sia pericolo di lesioni o danneggiamenti meccanici. Devono essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- il fissaggio dei cavi deve essere realizzato solo a mezzo di appositi accessori, es. graffette, disposti in modo da non danneggiare i cavi ed in quantità tale che il cavo aderisca alle pareti e non presenti insellamenti apprezzabili;
- gli accessori di fissaggio devono essere privi di spigoli e, se metallici, devono essere protetti contro l'ossidazione;
- non può essere fissato più di un cavo per ogni accessorio a meno che si tratti di accessori multipli appositamente realizzati;
- i cavi posati in vista ad altezza inferiore a 2,50 m in ambienti abitualmente praticabili devono essere meccanicamente protetti, a meno che non si tratti di ambienti a destinazione specializzata ed accessibili solo al relativo personale (ad esempio cabine, vani per i montanti, centrali telefoniche).

Condutture all'esterno

Le derivazioni all'esterno devono essere adatte per ambienti bagnati.

Le condutture in tubo in aria devono essere adatte agli agenti atmosferici e realizzate in modo da impedire l'infiltrazione d'acqua.

Le condutture interrato devono essere realizzate con cavi entro tubo PVC serie pesante.

Condutture in ambienti umidi e bagnati

Le condutture in tubi o condotti in ambienti umidi e bagnati devono essere realizzate in modo da

impedire infiltrazioni di acqua.

Conduttori di protezione (PE)

I conduttori di protezione, se posti nelle stesse condutture dei conduttori di fase, devono essere isolati.

I conduttori di protezione, se non posti nelle stesse condutture dei conduttori di fase, devono essere installati in modo da non essere esposti né a danneggiamenti meccanici, né a corrosioni; inoltre, se nudi, non devono essere posati a contatto con materiali combustibili.

Contrassegno dei cavi

Ciascun cavo, con la sola esclusione di quelli di alimentazione dei singoli apparecchi di illuminazione e prese, sarà opportunamente contrassegnato con codice alfanumerico di identificazione, in accordo ai documenti di progetto.

Quadri elettrici

I quadri a pavimento saranno installati ed ancorati con appositi bulloni M8 e relativa rondella (non è ammesso il fissaggio mediante saldatura) ai relativi tasselli ad espansione.

I quadri sporgenti a parete saranno imbullonati su appositi controtelai.

Dovranno comunque essere assicurati i necessari spazi di rispetto per l'esercizio, manutenzione e ricerca guasti.

CRITERI GENERALI DI ESECUZIONE – PROVE E VERIFICHE

Generalità

Gli impianti elettrici, in corso di esecuzione e prima della loro messa in funzione, devono essere sottoposti a controlli e prove che ne confermino la perfetta funzionalità e la rispondenza ai dati di progetto.

Le prove devono essere condotte in conformità alle prescrizioni della norma CEI 64/8-6, alle specifiche tecniche di progetto e a quanto indicato in dettaglio nel seguito.

In ogni caso le prove da eseguirsi sono:

- verifica qualitativa e quantitativa di conformità con i documenti di capitolato ed eventuali varianti
- resistenza di isolamento
- variazione di tensione da vuoto a carico
- continuità di terra
- resistenza di terra
- misura dell'impedenza dell'anello di guasto
- sfilabilità dei conduttori
- controllo coordinamento delle protezioni
- controllo dello squilibrio fra le correnti di fase (max 10%)
- controllo dell'intervento delle protezioni differenziali
- controllo della sequenza delle fasi

Durante il corso dei lavori la Direzione Lavori si riserva di effettuare prove e verifiche in particolare per le parti di impianto la cui accessibilità dovesse essere difficoltosa in sede di collaudo finale.

Queste prove non possono in nessun caso essere utilizzate come prove di collaudo definitive.

Tutte le prove saranno eseguite a cura e spese dell'Appaltatore con strumenti ed apparecchiature di sua proprietà da accettarsi da parte della Direzione Lavori.

L'Appaltatore dovrà fornire alla Direzione Lavori le certificazioni di tutte le prove e misure su moduli appositi da sottoporre a preventiva approvazione.

La Direzione Lavori si riserva la facoltà di effettuare la verifica integrale o per campione.

Le prove che comportino la messa in tensione degli impianti devono essere effettuate solo dopo il positivo esito dei controlli preliminari da eseguire su tutte le parti di impianto e dopo che siano stati messi in atto tutti gli accorgimenti per garantire la sicurezza di persone e cose.

CONTROLLI E PROVE

Quadri di distribuzione energia elettrica e B.T.

Controlli

- Presenza di eventuali danneggiamenti meccanici o inizio di processi di corrosione della struttura e degli accessori.
- Targa generale del quadro.
- Targhettatura dei pannelli di alimentazione e dei servizi, congruenza delle diciture con i documenti di progetto.
- Messa a terra del quadro.
- Continuità della barra di terra interna al quadro, serraggio dei bulloni relativi, connessioni alla barra di terra, sia fisse sia scorrevoli, per la messa a terra delle parti mobili.
- Messa a terra dei secondari dei riduttori di misura e dei trasformatori ausiliari se previsto.
- Messa a terra delle armature e degli schermi di tutti i cavi collegati al quadro.
- Corretta esecuzione del collegamento a terra del neutro del trasformatore di alimentazione e della barra di terra del quadro.
- Funzionamento dell'eventuale impianto riscaldamento anticondensa, dei relativi organi di protezione e comando e dell'eventuale impianto di illuminazione degli scomparti.
- Impianto alimentazione e distribuzione tensioni per servizi ausiliari di comando, controllo e relativi organi di protezione.
- Rispondenza delle fasi.
- Presenza di polvere o altri materiali estranei all'interno del quadro.
- Taratura dei relè di protezione e dei fusibili di protezione in base ai documenti di progetto.
- Rapporti e prestazioni di eventuali riduttori di misura.
- Serraggio delle bullonature e delle derivazioni.
- Meccanismi di inserzione ed estrazione dei complessi estraibili e di tutti i relativi sistemi di blocco sia meccanici sia a chiave verificando contemporaneamente lo stato della eventuale lubrificazione e l'allineamento delle relative pinze di contatto.
- Tenuta degli sportelli di chiusura in accordo con il grado di protezione richiesto.
- Polarità delle connessioni dei secondari dei riduttori nel caso di collegamento a relè di protezione o misura il cui funzionamento sia legato ad un corretto collegamento delle fasi.
- Collegamenti dei cavi di potenza e di comando dal punto di vista elettrico e meccanico, terminazioni e ancoraggi, contrassegni, qualità e serraggio dei capicorda.
- Etichettatura di tutti i componenti dei circuiti interni ed esterni al quadro.
- Stato delle connessioni e delle terminazioni dei cavi presso tutti gli organi di comando e supervisione esterni al quadro.

Prove e collaudi

- Misura della resistenza di isolamento della/e linea/e di alimentazione al quadro e dei relativi cavi ausiliari.
- Misura della resistenza di isolamento delle barre, inclusa quella del neutro.
- Misura della resistenza di isolamento di tutti i circuiti ausiliari.
- Misura della resistenza di isolamento degli interruttori di alimentazione.
- Prova in bianco di tutti i circuiti di comando e segnalazione.

- Prova dei circuiti di protezione simulando i relativi interventi partendo da ogni organo di protezione per non escludere nessun collegamento del relativo circuito.
- Controllo del funzionamento (applicando tensione e rilevando i relativi tempi di intervento) di tutti gli eventuali relè a tempo effettuandone la taratura.
- Controllo della rispondenza della sequenza delle fasi nei quadri a sistemi di barre multipli.
- Controllo dell'efficienza di tutti i sistemi di segnalazione e misura entrati in servizio.

Rete di messa a terra e impianto di protezione contro le scariche atmosferiche

Controlli

- Corretto collegamento a terra di tutte le masse e masse estranee.
- Qualità delle giunzioni o derivazioni dei conduttori di terra.
- Qualità delle giunzioni e degli ancoraggi della eventuale maglia di captazione e delle calate.
- Serraggio della bulloneria in generale.
- Presenza di eventuali danneggiamenti meccanici o inizio di eventuali processi di ossidazione.
- Uscite dal terreno dei conduttori di terra.
- Corretta esecuzione delle protezioni e delle miscele e/o trattamenti anticorrosivi adottati.

Prove e collaudi

- Misura della resistenza di terra di ogni dispersore di terra a puntazza isolato dalla rete.
- Misura in almeno 3 punti, della resistenza di terra della maglia di terra isolata dai dispersori a puntazza (da eseguire prima di mettere sotto tensione gli impianti).
- Misura, in almeno tre punti, della resistenza di terra dell'intero sistema di terra completamente connesso.
- Compilazione degli appositi modelli A e B "Controllo installazione e dispositivi contro le scariche atmosferiche" e "Verifiche Impianti di Messa a Terra", per la denuncia degli impianti all'ufficio di competenza.

Impianti di illuminazione

Controlli

- Corretta installazione su ogni apparecchiatura degli organi di serraggio di coperchi e chiusure e degli organi di ancoraggio e/o sospensione.
- Presenza di eventuali danneggiamenti meccanici o inizio di processi di corrosione.
- Qualità delle connessioni elettriche dal punto di vista meccanico ed elettrico.
- Corretta connessione a terra delle apparecchiature.
- Perfetto bloccaggio delle connessioni agli apparecchi attuate con presa/spina.
- Corretta contrassegnatura dei conduttori.
- Corretta siglatura degli apparecchi illuminanti di sicurezza e di segnaletica.
- Verifica negli organi di comando unipolari che l'interruzione sia operata sul conduttore di fase.
- Taratura degli organi di protezione di ogni circuito in base ai documenti di progetto.

Prove e collaudi

- Misura della resistenza di isolamento fase-fase e fase-terra di tutti i cavi della rete di distribuzione a monte delle protezioni dei singoli circuiti.
- Misura della resistenza di isolamento fase-fase (valore minimo 2 MΩ) e fase-terra di tutti i cavi della rete distribuzione luce a valle delle protezioni dei singoli circuiti con tutti gli apparecchi illuminanti e i punti luce non collegati.
- Misura della resistenza di isolamento dell'insieme fasi verso terra (valore minimo 0,5 MΩ), della distribuzione luce a valle dell'interruttore generale del quadro con tutti gli organi di protezione e comando chiusi e con tutti gli apparecchi illuminanti e i punti luce non collegati.

- Prova in bianco di tutti i circuiti di comando ed ausiliari sia locali sia remoti.
- Misura, in concomitanza con la misura del valore della tensione di alimentazione a monte, dei valori della corrente di esercizio ed eventualmente di spunto di ogni circuito.
- Misura nella condizione di pieno carico del valore della tensione in arrivo al quadro di distribuzione locale contestuale con la misura del valore della tensione di rete.
- Misura del valore della tensione disponibile ai morsetti della lampada più lontana per ogni circuito, in concomitanza con il valore della tensione di rete.
- Controllo nei sistemi di distribuzione polifasi, dell'equilibrio dei carichi sulle fasi a piena potenza ed eventuale correzione in caso di squilibri.
- Misura di illuminamento, luminanza e fattore di contrasto nei punti caratteristici dei diversi ambienti.
- Le prove vanno eseguite in ore notturne con luxmetro elettronico, a circa 1 m di altezza in un punto baricentrico e significativo delle aree analizzate, possibilmente non influenzato da altre sorgenti luminose.

Cavi elettrici B.T.

Prova di sfilabilità

- Si prende in esame un tratto di tubo compreso tra due cassette successive e si estrae un cavo in esso contenuto.
- Si controlla quindi che il cavo si sia potuto estrarre con facilità e che ad estrazione avvenuta non si siano prodotti danni al rivestimento protettivo.
- Per la prova si dovranno scegliere tratti non rettilinei.
- Le prove devono essere estese a tratti di tubo di lunghezza totale compresa tra l'1% e il 5% della lunghezza complessiva dell'intera rete.

Verifica della resistenza di isolamento

Va eseguita:

- fra conduttori appartenenti a fasi o polarità diverse
- fra ogni conduttore di fase e la terra.
- per tutte le parti di impianto comprese fra due organi di sezionamento successivi, e per quelle poste a valle dell'ultimo organo di sezionamento.
- Le prove vanno effettuate:
- con tensione di circa 125 V per verifiche su parti di impianto con tensione nominale inferiore o uguale a 50 V;
- con tensione di circa 500 V su parti di impianto con tensione nominale superiore a 50 V.

CABINA MT-BT E DISTRIBUZIONE ELETTRICA

Formano oggetto del presente disciplinare le soluzioni impiantistiche che dovranno essere adottate nella realizzazione degli impianti elettrici e speciali per le piazzole di stazionamento degli aeromobili dei nuovi piazzali a Nord della Runway dell'Aeroporto Internazionale di Capodichino.

Gli impianti in oggetto sono i seguenti:

Cabina MT/BT con relativi apparati:

- Distribuzione primaria MT
- Quadri MT
- Cavi MT

- Trasformatori
- Blindosbarre
- Quadri bt
- Cavi bt
- Impianti di servizio cabina
- Rete dati
- Piazzali:
- Distribuzione secondaria
- Impianto di Illuminazione – Torri Faro e Proiettori

DATI TECNICI DI RIFERIMENTO E PROGETTO

Generalità

Il progetto di dettaglio delle installazioni elettriche e speciali è di specifica competenza dell'Appaltatore, il quale avrà come riferimento:

il rispetto delle richieste dell'Ente Appaltante espresso tramite i contenuti delle specifiche ed i documenti prodotti dal progettista

le norme di riferimento

la regola d'arte attuale, come definita dalla legge 1° marzo 1968 n.186.

quanto indicato dal DM 27 del 2008. Il rispetto delle esigenze funzionali di sicurezza e di manutenzione delle installazioni nel loro complesso e delle singole apparecchiature e componenti

l'armonicità dell'aspetto estetico degli impianti e delle singole apparecchiature in rapporto all'ambiente di installazione ed al servizio svolto.

Materiali ed apparecchi elettrici vari

I materiali ed apparecchi elettrici vari saranno progettati, dimensionati e costruiti avendo come riferimento:

- la regola d'arte attuale
- le prescrizioni del Progettista espresse tramite la presente Norma Tecnica e gli altri documenti di progetto
- le norme di riferimento
- il rispetto delle esigenze funzionali, di sicurezza e di manutenzione degli impianti nel loro complesso e dei singoli componenti.

I materiali ed apparecchi oggetto della presente Norma Tecnica dovranno risultare di costruzione standard del Costruttore e per quanto possibile di produzione di serie e normalizzati.

Inoltre per quanto previsto dalle norme di riferimento, dovranno essere provvisti della concessione del Marchio Italiano di Qualità (IMQ).

Condizioni ambientali

I materiali ed apparecchiature saranno installati in luoghi ove potranno aversi le seguenti condizioni:

Temperatura massima: 40°C

Temperatura minima: 0°C

Umidità relativa massima: 80%

QUADRO DI MEDIA TENSIONE

Prescrizioni Generali

La presente specifica ha lo scopo di definire i requisiti fondamentali per il progetto, le modalità di collaudo, di fornitura e di offerta di quadri di Media Tensione fino a 24kV di tipo modulari atti a realizzare le cabine di ricevimento, distribuzione e trasformazione MT/BT.

Limiti di fornitura

Ogni quadro dovrà essere completo e pronto al funzionamento in compatibilità con i seguenti limiti meccanici ed elettrici:

- lamiere di chiusura laterali e per chiusura passaggio cavi comprese;
- attacchi per collegamento cavi di potenza compresi; cavi e terminali esclusi;
- morsettiera per collegamento cavi ausiliari esterni compresa; cavi e capicorda esclusi.

Norme di riferimento

Vedi capitolo "Riferimenti Normative" paragrafo "Quadri di Media Tensione"

Dati ambientali

Temperatura ambiente: max +40°C – min – 5°C

Umidità relativa: 95% massima

Altitudine: < 1000 metri s.l.m.

Caratteristiche elettriche principali

Quadro SM6 con protezione arco interno sui 4 lati IAC AFLR 16 kA x 1 s sfogo gas dal basso, TV a doppio primario 9-20kV e box fibra ottica.

| | | |
|---|---------|-------|
| Tensione nominale | kV | 24 |
| Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale 50Hz / 1min valore efficace | kV | 50 |
| Tensione nominale di tenuta a impulso atmosferico 1,2 / 50 microS valore di picco | kV | 125 |
| Tensione di esercizio | kV | 9-20 |
| Frequenza nominale | Hz | 50/60 |
| N° fasi | | 3 |
| Corrente nominale delle sbarre principali | A | 630 |
| Corrente nominale max delle derivazioni | A | 630 |
| Corrente nominale ammissibile di breve durata | kA | 16 |
| Corrente nominale di picco | kA | 40 |
| Potere di interruzione degli interruttori alla tensione nominale | kA | 16 |
| Durata nominale del corto circuito | s | 1 |
| Tensione nominale degli ausiliari | Vc a | 220 |
| COMPOSIZIONE QUADRO | | |
| Il quadro in oggetto è composto da 7 unità: | | |
| • Unità 1 [DM1P_SF1] – ANELLO DA CABINA CARGO | | |
| • Unità 2 [DM1P_SF1] – PREDISPOSIZIONE ANELLO | | |
| • Unità 3 [CM] – MISURA DI SBARRA (ALIM. SEPAM) | | |
| • Unità 4 [DM1G_SF1] – INT. GENERALE | | |
| • Unità 5 [DM1A_SF1] – PROTEZIONE TR1 (1600kVA) | | |

| | |
|---|--|
| • Unità 6 [DM1A_SF1] – PROTEZIONE TR2 (1600kVA) | |
| • Unità 7 [DM1A_SF1] – PROTEZIONE TR3 (1600kVA) | |

Protezione arco interno

Il quadro dovrà garantire la seguente protezione delle persone agli effetti di un arco interno: protezione all'arco interno sui quattro lati del quadro fino al valore di 20 kA x 1s. (IAC A- FLR classe accessibilità di tipo A, criteri da 1 a 5) con sfogo dei gas incandescenti verso il basso

Dati dimensionali

Il quadro sarà composto da unità funzionali modulari aventi le seguenti dimensioni di ingombro massime:

Larghezza: fino a 750 mm

Profondità: fino a 1250 mm

Altezza unità MT con sfogo gas dal basso: fino a 2050 mm

Si dovrà inoltre tenere conto delle seguenti distanze minime di rispetto:

Anteriormente: 1200 mm

Lateralmente: 40 mm minimo per versione con sfogo gas dal basso. Se il fianco del quadro non viene addossato alla parete è possibile installare anche una squadra di fissaggio a pavimento.

Ammarraggio delle unità funzionali

Il fissaggio delle unità funzionali a pavimento sarà da effettuarsi tramite 4 tasselli ad espansione con viti M8 e relativa rondella.

| <u>Componenti principali dell'unità funzionali</u> | |
|---|---|
| [DM1P_SF1] | |
| DM1P SF1 24kV-16kA-630° Unità interr. Semplice sez. TA TV | 1 |
| IAC AFLR 16kA 1s Sfogo gas dal basso | 1 |
| Verniciatura standard colore RAL 9003 gofrato (solo fronte) | 1 |
| Derivatore capacitivo e lampade presenza di tensione Us da 5 a 9 kV | 1 |
| TV f/m VRQ2/S2 Ue10kV Rapp 9000-20000:r3/100:r3/100:3 – 15VA cl05/50VA cl05-3P | 3 |
| Resistenza antiferrisonanza cablata | 1 |
| TA ARM3/N2F 300-600/5-5° 25kAx1s-25kAx1s 7,5VA cl05 Fs<105VA 5P15 = 1VA 5P30 | 3 |
| Contatti ausiliari su interr (2NA+2NC+1CO) | 1 |
| Blocco chiave tipo tubolare su interr chiave libera in pos. Di aperto | 1 |
| Sganc di chiusura e rele' antiric per com RI manuale 220Vca-230Vca | 1 |
| Contamanovre per com RI | 1 |
| Motor per com RI con contamanovre e motore 220Vca-230Vca | 1 |
| Interr. Con ciclo di operazioni standard (O-03mn-CO-3mn-CO) | 1 |
| Sganc semplice di apertura 220Vca-230Vca | 1 |
| Com man a manovra dipendente tipo CS1 | 1 |
| Cont aux su IMS/SEZ (1NA+1NC+1CO) | 1 |
| Cont aux supplementari su IMS/SEZ (1NA su IMS/SEZ + 1NA+1NC su SEZ DI TERRA) | 1 |
| Blocco chiave su SEZ TERRA chiave libera in posizione di chiuso | 1 |
| Blocco chiave su SEZ TERRA chiave libera in posizione di aperto | 1 |
| Blocco chiave su IMS/SEZ chiave libera in posizione di aperto | 1 |
| Blocco chiave su SEZ chiave libera in posizione di chiuso per Unità' interrutt. | 1 |
| Cella bassa tens da 750x450mm | 1 |

| | |
|--|---|
| Res anticondensa 50W 220V 50Hz regolata da termostato e protetta da interruttore | 1 |
| Alimentaz. Aux. Sepam 1000+ da 110/240 Vca | 1 |
| Sepam S42 CEI 0-16 con visore conn. TA std | 1 |
| MES114F. Modulo 10 ingressi + 4 uscite 220/250 Vca/Vcc | 1 |
| ACE949-2. Interfaccia comunicazione RS485 2 fili 12/24Vcc | 1 |
| CCA612. Cavo modulo comunicazione 3m | 1 |
| Software SFT2841 | 1 |
| Alimentatore per schede di comunicazione/Ethernet (max 11 dispositivi) | 1 |
| Toroide omopolare chiuso tipo CSH 200 Diam=200mm | 1 |
| Interruttore automatico protezione circuiti aux | 2 |
| Interruttore automatico protezione secondari TV | 1 |
| Manipolatore di comando Apri/Chiudi interruttore | 1 |
| Selettore locale/distanza | 1 |
| Lampada di segnalazione interruttore chiuso (rossa) | 1 |
| Lampada di segnalazione interruttore aperto (verde) | 1 |
| [CM] | |
| CM 24kV-16kA-50° Unita' misura tensione sbarre (fase/massa) | 1 |
| IAC AFLR 16kA 1s Sfogo gas dal basso | 1 |
| Verniciatura standard colore RAL 9003 goffrato (solo fronte) | 1 |
| Senza presenza di tensione | 1 |

| | |
|--|---|
| TV f/m VRQ2/S2 Ue10kV Rapp 9000-20000:r3/100:r3/100:3 - 15VA cl05/50VA cl05-3P | 3 |
| Resistenza antiferrisonanza cablata | 1 |
| Com man a manovra dipendente tipo CS1 | 1 |
| Cont aux su SEZ per Unita' CM e CM2 (2NA+1NC) | 1 |
| Contatto aux segnalazione fusibile intervenuto (1NA) | 1 |
| Blocco chiave su SEZ TERRA chiave libera in posizione di aperto | 1 |
| Blocco chiave su SEZ TERRA chiave libera in posizione di chiuso | 1 |
| Blocco chiave su IMS/SEZ chiave libera in posizione di aperto | 1 |
| Fusibile tipo FUSARC-CF Vn =12 KV In=6,3 A | 3 |
| Cella bassa tens da 375x450mm | 1 |
| Res anticondensa 50W 220V 50Hz regolata da termostato e protetta da interruttore | 1 |
| Interruttore automatico protezione secondari TV | 1 |
| [DM1G_SF1] | |
| DM1G SF1 24kV-16kA-630° Unita' interr. Ris. Semplice sez. TA | 1 |
| IAC AFLR 16kA 1s Sfogo gas dal basso | 1 |
| Verniciatura standard colore RAL 9003 goffrato (solo fronte) | 1 |
| TA ARM3/N2F 200-400/5-5° 25kAx1s-25kAx1s 7,5VA cl05 Fs<105VA 5P15 = 2VA 5P30 | 3 |
| Derivatore capacitivo e lampade presenza di tensione Us da 5 a 9 kV | 1 |
| Contatti ausiliari su interr (2NA+2NC+1CO) | 1 |
| Blocco chiave tipo tubolare su interr chiave libera in pos. Di aperto | 1 |
| Sganc di chiusura e rele' antiric per com RI manuale 220Vca-230Vca | 1 |
| Contamanovre per com RI | 1 |
| Motor per com RI con contamanovre e motore 220Vca-230Vca | 1 |

| | |
|--|---|
| Interr. Con ciclo di operazioni standard (O-03mn-CO-3mn-CO) | 1 |
| Sganc semplice di apertura 220Vca-230Vca | 1 |
| Com man a manovra dipendente tipo CS1 | 1 |
| Cont aux su IMS/SEZ (1NA+1NC+1CO) | 1 |
| Cont aux supplementari su IMS/SEZ (1NA su IMS/SEZ + 1NA+1NC su SEZ DI TERRA) | 1 |
| Blocco chiave su SEZ TERRA chiave libera in posizione di aperto | 1 |
| Blocco chiave su SEZ TERRA chiave libera in posizione di chiuso | 1 |
| Blocco chiave su IMS/SEZ chiave libera in posizione di aperto | 1 |
| Blocco chiave su SEZ chiave libera in posizione di chiuso per Unita' interrutt. | 1 |
| Cella bassa tens da 750x450mm | 1 |
| Res anticondensa 50W 220V 50Hz regolata da termostato e protetta da interruttore | 1 |
| Alimentaz. Aux. Sepam 1000+ da 110/240 Vca | 1 |
| Sepam S42 CEI 0-16 con visore conn. TA std | 1 |
| MES114F. Modulo 10 ingressi + 4 uscite 220/250 Vca/Vcc | 1 |
| ACE949-2. Interfaccia comunicazione RS485 2 fili 12/24Vcc | 1 |
| CCA612. Cavo modulo comunicazione 3m | 1 |
| Software SFT2841 | 1 |
| Alimentatore per schede di comunicazione/Ethernet (max 11 dispositivi) | 1 |
| Interruttore automatico protezione circuiti aux | 2 |
| Manipolatore di comando Apri/Chiudi interruttore | 1 |
| Selettore locale/distanza | 1 |
| Lampada di segnalazione interruttore chiuso (rossa) | 1 |
| Lampada di segnalazione interruttore aperto (verde) | 1 |
| Power Meter PM5310 (Modbus+2I/2O) | 1 |
| [DM1A_SF1] | |
| DM1A SF1 24kV-16kA-630° Unita' interr. Semplice sez. e TA | 1 |
| IAC AFLR 16kA 1s Sfogo gas dal basso | 1 |
| Verniciatura standard colore RAL 9003 gofrato (solo fronte) | 1 |
| TA ARM3/N2F 75-150/5-5° 25kAx1s-25kAx1s 7,5VA cI05 Fs<10 5VA5P15 = 2,5VA 5P30 | 3 |
| Derivatore capacitivo e lampade presenza di tensione Us da 5 a 9 kV | 1 |
| Contatti ausiliari su interr (2NA+2NC+1CO) | 1 |
| Blocco chiave tipo tubolare su interr chiave libera in pos. Di aperto | 1 |
| Sganc di chiusura e rele' antiric per com RI manuale 220Vca-230Vca | 1 |
| Contamanovre per com RI | 1 |
| Motor per com RI con contamanovre e motore 220Vca-230Vca | 1 |
| Interr. Con ciclo di operazioni standard (O-03mn-CO-3mn-CO) | 1 |
| Sganc semplice di apertura 220Vca-230Vca | 1 |
| Com man a manovra dipendente tipo CS1 | 1 |
| Cont aux su IMS/SEZ (1NA+1NC+1CO) | 1 |
| Cont aux supplementari su IMS/SEZ (1NA su IMS/SEZ + 1NA+1NC su SEZ DI TERRA) | 1 |
| Blocco chiave su SEZ TERRA chiave libera in posizione di chiuso | 1 |
| Blocco chiave su SEZ TERRA chiave libera in posizione di aperto | 1 |
| Blocco chiave su IMS/SEZ chiave libera in posizione di aperto | 1 |
| Blocco chiave su SEZ chiave libera in posizione di chiuso per Unita' interrutt. | 1 |
| Cella bassa tens da 750x450mm | 1 |
| Res anticondensa 50W 220V 50Hz regolata da termostato e protetta da interruttore | 1 |

| | |
|--|---|
| Alimentaz. Aux. Sepam 1000+ da 110/240 Vca | 1 |
| Sepam S40 con visore conn. TA std | 1 |
| MES114F. Modulo 10 ingressi + 4 uscite 220/250 Vca/Vcc | 1 |
| ACE949-2. Interfaccia comunicazione RS485 2 fili 12/24Vcc | 1 |
| CCA612. Cavo modulo comunicazione 3m | 1 |
| Software SFT2841 | 1 |
| Alimentatore per schede di comunicazione/Ethernet (max 11 dispositivi) | 1 |
| Toroide omopolare chiuso tipo CSH 160 Diam=160mm CEI 0-16 | 1 |
| Interruttore automatico protezione circuiti aux | 2 |
| Manipolatore di comando Apri/Chiudi interruttore | 1 |
| Selettore locale/distanza | 1 |
| Lampada di segnalazione interruttore chiuso (rossa) | 1 |
| Lampada di segnalazione interruttore aperto (verde) | 1 |

Caratteristiche Costruttive

Struttura del quadro

Il quadro sarà formato da unità funzionali affiancabili tipo SM6, ognuna costituita da diversi compartimenti.

Il quadro sarà adatto per installazione all'interno in accordo alla normativa CEI EN 62271-200.

La struttura portante dovrà essere realizzata con lamiera d'acciaio di spessore non inferiore a 2 mm.

Gli accoppiamenti meccanici tra le unità funzionali saranno realizzati a mezzo bulloni, mentre sulla base della struttura portante saranno previsti i fori per il fissaggio al pavimento, di ogni unità.

L'involucro metallico di ogni unità funzionali comprenderà:

- due aperture laterali in compartimento sbarre per il passaggio delle sbarre principali
- un pannello superiore di chiusura del compartimento sbarre smontabile dall'esterno fissato con viti
- due ganci di dimensioni adeguate al sollevamento di ciascuna unità funzionale
- le pareti posteriore e laterali di ciascuna unità funzionale saranno fisse o imbullonate. In quest'ultimo caso dovranno essere smontabili solo dall'interno
- un pannello frontale di accesso al compartimento apparecchiature

Tale pannello, sarà interbloccato con le apparecchiature interne come previsto nella descrizione delle varie unità, ed avrà un oblò di ispezione dell'unità funzionale.

Il grado di protezione dell'involucro esterno sarà IP3X, il grado di protezione tra i compartimenti che compongono l'unità funzionale e le unità funzionali adiacenti sarà IP20 secondo le norme CEI EN 60529. Il grado di protezione all'impatto meccanico sarà IK 08.

La continuità di servizio delle singole unità funzionali sarà secondo la seguente classificazione

Con le unità funzionali LSC2A si deve poter accedere alla zona cavi e/o alle zone interruttore mantenendo energizzate le sbarre omnibus e le altre unità funzionali.

Le unità funzionali saranno realizzate in modo da permettere eventuali futuri ampliamenti sui lati del quadro, pertanto saranno previste delle chiusure laterali di testa, con pannelli in lamiera smontabili dall'interno mediante l'utilizzo di appositi attrezzi.

COMPARTIMENTO APPARECCHIATURE M.T.

Il compartimento apparecchiature MT sarà sistemato nella parte inferiore frontale dell'unità con accessibilità tramite pannello asportabile.

Il compartimento, in base alle diverse funzioni, potrà contenere:

- Interruttore in SF6 tipo SF1, montato su carrello, in esecuzione scollegabile, connesso al circuito principale con giunzioni flessibili imbullonate e completo di blocchi e accessori.

- Contattore in SF6 o in vuoto IMS o sezionatore rotativo a 3 posizioni (chiuso sulla linea, aperto e messo a terra) isolato in SF6.
- Fusibili di media tensione tipo FUSARC – CF.
- Terna di derivatori capacitivi, installati in corrispondenza dei terminali cavi.
- Attacchi per l'allacciamento dei cavi di potenza.
- N° 3 sensori autoalimentati per il monitoraggio continuo della temperatura delle connessioni cavi, la connessione dei sensori sarà con collegamento wireless al fine di evitare collegamenti e ridurre l'impatto nella zona MT.
- Trasformatori di misura tipo (TA) e (TV).
- Canalina riporto circuiti ausiliari in eventuale cella B.T.
- Comando e leverismi dei sezionatori
- Sbarra di messa a terra

Compartimento sbarre

Il compartimento sbarre sarà ubicato nella parte superiore dell'unità funzionale e conterrà il sistema di sbarre principali in rame elettrolitico.

Le sbarre attraverseranno le unità funzionali senza interposizione di diaframmi intermedi, in modo da costituire un condotto continuo.

Al fine di garantire al personale le necessarie condizioni di sicurezza, il compartimento sbarre è segregato dal compartimento apparecchiature con grado di protezione IP20 (CEI EN 60529).

Cella di bassa tensione

L'accessoriamento di bassa tensione potrà essere contenuto nel pannello a microprocessore alto oppure nel cassonetto di bassa tensione, posizionati sulla parte superiore frontale dell'unità, il cassonetto verrà corredato di una portella incernierata, con chiavistelli o serratura a chiave. Dovranno poter contenere:

Morsettiere per l'allacciamento dei cavetti ausiliari provenienti dall'esterno.

Tutte le apparecchiature di comando, segnalazione e misura contrassegnate con opportune targhette indicatrici.

Relè di protezione tipo a microprocessore, ecc

Sbarre principali e connessioni

Le sbarre principali e le derivazioni, saranno realizzate in rame elettrolitico rivestito con isolanti termorestringenti e dimensionate per sopportare le correnti di corto circuito dell'impianto.

Materiali isolanti

I criteri di progettazione delle parti isolanti garantiranno la resistenza alla polluzione ed all'invecchiamento.

Tutti i materiali isolanti, impiegati nella costruzione del quadro, saranno autoestinguenti ed inoltre saranno scelti con particolare riguardo alle caratteristiche di resistenza alla scarica superficiale ed alla traccia.

Impianto di terra

L'edificio è alimentato in media tensione e pertanto il sistema elettrico è di tipo TN-S. La presenza di un impianto di dispersione ha lo scopo di condurre le correnti di guasto verso terra, consentendo alle protezioni contro i contatti indiretti di interrompere automaticamente l'alimentazione elettrica nei circuiti in cui si presenta il guasto. Per attuare un'efficace protezione dai contatti indiretti è necessario che tutte le masse del sistema siano collegate all'impianto di terra mediante conduttori di sezione adeguata. Il presente progetto non prevede la modifica del dispersore esistente, tuttavia va realizzata

la messa a terra di tutte le nuove masse introdotte nell'impianto, secondo le indicazioni previste dalla normativa vigente, e pertanto l'impianto di dispersione va ampliato fino alle nuove cabine elettriche.

Misure di protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti è assicurata dall'utilizzo dei seguenti accorgimenti:

- Isolamento delle parti attive;
- Utilizzo di involucri e barriere tali da assicurare almeno il grado di protezione IPXXB;
- Utilizzo di ostacoli in modo tale da impedire il contatto accidentale con parti attive;
- Utilizzo di interruttori differenziali.

Alcuni brevi tratti di collegamento tra i moduli fotovoltaici non risultano alloggiati in tubi o canali. Questi collegamenti, tuttavia, essendo protetti dai moduli stessi, non sono soggetti a sollecitazioni meccaniche di alcun tipo, né risultano ubicati in luoghi ove sussistano rischi di danneggiamento.

Misure di protezione contro i contatti indiretti lato AC

Gli inverter e quanto contenuto nei quadri elettrici AC di bassa tensione sono collegati alla rete interna di distribuzione dell'energia elettrica prodotta dal generatore fotovoltaico e pertanto fanno parte del sistema elettrico TN-S. La protezione contro i contatti indiretti è, in questo caso, assicurata dai seguenti accorgimenti:

- Collegamenti con conduttore di protezione PE di tutte le masse (ad esempio le strutture di sostegno degli inverter, le masse in cabina elettrica, gli schermi dei cavi in media tensione, ecc.), ad eccezione degli involucri metallici delle apparecchiature di Classe II;
- Installazione di dispositivi di protezione differenziale con intervento appositamente dimensionato;
- Presenza di dispositivi di protezione internamente agli inverter.

I conduttori di protezione sono stati dimensionati secondo la norma CEI 64-8/5, che prevede due metodi: determinazione in relazione alla sezione di fase e determinazione tramite calcolo.

Il primo criterio consiste nel calcolare la sezione secondo il seguente schema:

- $S_{PE} = S_f$ se $S_f < 16 \text{ mm}^2$
- $S_{PE} = 16 \text{ mm}^2$ se $16 \text{ mm}^2 \leq S_f \leq 35 \text{ mm}^2$
- $S_{PE} = S_f / 2$ se $S_f > 35 \text{ mm}^2$

Il secondo criterio consiste nel determinare il valore tramite l'integrale di Joule:

$$I \leq \sqrt{\frac{K^2 \cdot S^2}{t}}$$

Il metodo adottato in questo progetto è il primo.

Misure di protezione contro i contatti indiretti lato DC

Trattandosi di dispositivi di classe II, le cornici metalliche dei moduli fotovoltaici non sono considerate come masse, pertanto non va realizzato il collegamento equipotenziale tra queste ultime e le strutture di sostegno e tra queste ultime e l'impianto di dispersione.

Interblocchi

Le unità funzionali saranno dotate di tutti gli interblocchi necessari per prevenire errate manovre che potrebbero compromettere oltre che l'efficienza e l'affidabilità delle apparecchiature, la sicurezza del personale addetto all'esercizio dell'impianto.

In particolare saranno previsti i seguenti interblocchi:

blocco a chiave tra l'interruttore e il sezionatore di linea, l'apertura del sezionatore di linea sarà subordinata all'apertura dell'interruttore

blocco meccanico tra sezionatore di linea e sezionatore di terra. La chiusura del sezionatore di terra sarà subordinata all'apertura del sezionatore di linea e viceversa

blocco meccanico tra il sezionatore di terra e il pannello asportabile di accesso, sarà possibile accedere al comparto MT solo a sezionatore di terra chiuso.

Le serrature di interblocco saranno a matrice non riproducibile in unica copia.

Verniciatura

Tutta la struttura metallica delle unità funzionali salvo le parti in lamiera zincata a caldo sarà opportunamente trattata e verniciata in modo da offrire un'ottima resistenza all'usura.

Il ciclo di verniciatura sarà il seguente:

- fosfosgrassatura
- passivazione cromica
- verniciatura industriale a forno con ciclo a polvere su lamiere elettrozincate.

L'aspetto delle superfici risulterà semilucido, goffrato con un punto di colore BIANCO RAL 9003 (interno/esterno).

- Lo spessore medio della finitura sarà di 50 µm.
- Le superfici verniciate supereranno la prova di aderenza secondo le norme ISO 2409.
- La bulloneria, i leveraggi e gli accessori di materiale ferroso saranno protetti mediante zincatura elettrolitica.

Apparecchiature ausiliarie ed accessori

Le unità funzionali saranno complete di tutti gli apparecchi di comando e segnalazione indicati e necessari per renderlo pronto al funzionamento.

Sul fronte di ciascuna unità funzionale saranno presenti i seguenti cartelli:

- Targa indicante il nome del costruttore, il tipo dell'unità, l'anno di fabbricazione, la tensione nominale, la corrente nominale, corrente di breve durata nominale, numero di matricola, numero del manuale di manutenzione, classe di accessibilità, valore, tempo e identificazione dei lati protetti ad un eventuale arco interno.
- Schema sinottico
- Indicazioni del senso delle manovre
- Targa monitoria

Cavetteria e circuiti ausiliari

Tutti i circuiti ausiliari saranno realizzati con conduttori flessibili in rame, isolati in PVC non propagante l'incendio, del tipo FS17 di sezione adeguata.

Tutti i circuiti ausiliari che attraversino le zone di media tensione, saranno protetti con canaline metalliche o tubi flessibili con anima metallica.

I conduttori dei circuiti ausiliari, in corrispondenza delle apparecchiature e delle morsettiere saranno opportunamente contrassegnati come da schema funzionale.

Tutti i conduttori dei circuiti ausiliari relativi all'apparecchiatura contenuta nell'unità saranno attestati a morsettiere componibili numerate.

Il supporto isolante dei morsetti sarà in materiale autoestinguente non igroscopico.

Le morsettiere destinate ai collegamenti con cavi esterni al quadro saranno proporzionate per consentire il fissaggio di un solo conduttore a ciascun morsetto.

Isolatori

Gli isolatori portanti per il sostegno delle sbarre principali e di derivazione saranno in materiale organico per tensione nominale fino a 24 KV.

Apparecchiature

Le apparecchiature principali montate nelle unità funzionali saranno adeguate alle caratteristiche di progetto e risponderanno alle seguenti prescrizioni.

Interruttori

Gli interruttori saranno del tipo SF6.

Gli interruttori tipo SF6 isolati in esafluoruro di zolfo con polo in pressione secondo il concetto di "sistema sigillato a vita" in accordo alla normativa CEI EN 62271-1 con pressione relativa del SF6 di primo riempimento a 20 °C uguale a 0,5 bar.

Tutti gli interruttori di uguale portata e pari caratteristiche saranno fra loro intercambiabili. Gli interruttori saranno predisposti e dotati dei seguenti accessori:

- blocco a chiave
- comando manuale carica molle
- sganciatore di apertura
- contamanovre meccanico
- contatti ausiliari per la segnalazione di aperto – chiuso dell'interruttore

A richiesta potranno essere accessoriati anche con i seguenti componenti:

- comando a motore carica molle
- sganciatore di apertura a mancanza di tensione
- riarmo meccanico dello sganciatore di apertura a mancanza di tensione
- sganciatore di chiusura

Il comando dell'interruttore sarà garantito per 10.000 manovre.

Manutenzione ordinaria di lubrificazione del comando è consigliata dopo 5000 manovre o comunque ogni 5 anni.

Il comando degli interruttori sarà del tipo ad energia accumulata a mezzo molle di chiusura precaricate tramite motore, ed in caso di emergenza con manovra manuale.

Le manovre di chiusura ed apertura saranno essere indipendenti dall'operatore.

Il comando sarà a sgancio libero assicurando l'apertura dei contatti principali anche se l'ordine di apertura è dato dopo l'inizio di una manovra di chiusura, secondo le norme CEI EN 62271-100.

Il gas impiegato sarà conforme alle norme CEI EN 60376.

Contattori

I contattori saranno del tipo Rollarc della Schneider Electric ad interruzione in esafluoruro di zolfo con polo in pressione secondo il concetto di "sistema sigillato a vita" in accordo alla normativa CEI EN 62271-1 con pressione relativa del SF6 di primo riempimento a 20 °C uguale a 2,5 bar.

Tutti i contattori di pari caratteristiche saranno fra loro intercambiabili.

I contattori possono essere del tipo a ritenuta meccanica (R400D) oppure con ritenuta elettrica (R400).

I contattori saranno predisposti e dotati dei seguenti accessori:

- blocco a chiave
- sganciatore di apertura
- sganciatore di chiusura
- contamanovre meccanico
- contatti ausiliari per la segnalazione di aperto – chiuso del contattore

Il contattore sarà garantito per 300.000 manovre meccaniche, la durata elettrica sarà 100.000 manovre a 320° se R400D o 300.000 manovre a 250° se R400 o 250.000 manovre a Ir.

La manutenzione ordinaria sarà la sola pulizia esterna e la lubrificazione delle guide del circuito magnetico dell'elettromagnete consigliata dopo 20.000 manovre o comunque 2 volte all'anno.

Il comando sarà a sgancio libero assicurando l'apertura dei contatti principali anche se l'ordine di apertura è dato dopo l'inizio di una manovra di chiusura, secondo le norme CEI EN 62271-100.

Il gas impiegato sarà conforme alle norme CEI EN 60376.

Interruttore di manovra-sezionatore (ims) – sezionatore

Entrambe le apparecchiature avranno le seguenti caratteristiche:

Essere contenute in un involucro "sigillato a vita", (CEI EN 62271-1) di resina epossidica con pressione relativa del SF6 di primo riempimento a 20 °C uguale a 0.4 Bar.

Tale involucro, dovrà possedere un punto a rottura prestabilito per far defluire verso l'esterno le eventuali sovrappressioni che si manifestassero all'interno dello stesso

Il sezionatore sarà a tre posizioni ed assumerà, secondo della manovra, il seguente stato: - Chiuso sulla linea, - Aperto, - Messo a terra

L'uso dell'IMS sarà normalmente utilizzato nelle unità prive di interruttore mentre il sezionatore di manovra a vuoto sarà utilizzato sia da solo che in presenza di interruttore.

Il potere di chiusura della messa a terra dell'IMS sarà uguale a 2.5 volte la corrente nominale ammissibile di breve durata.

Sarà possibile verificare visivamente la posizione dell'IMS o sezionatore a vuoto conformemente al DPR 547 del 1955 tramite un apposito oblò

All'occorrenza l'IMS dovrà ricevere sia la motorizzazione che eventuali blocchi a chiave.

I comandi dei sezionatori e degli interruttori di manovra-sezionatore saranno posizionati sul fronte dell'unità.

Gli apparecchi saranno azionabili mediante una leva asportabile.

Le manovre si dovranno effettuare applicando all'estremità delle manovre un momento non superiore ai 200 Nm.

Entrambi gli apparecchi saranno predisposti per gli interblocchi descritti precedentemente. Nel caso di unità con fusibili o interruttore sarà previsto un secondo sezionatore di terra. La manovra dei due sezionatori sarà simultanea.

Automatic transfer system (ats)

L'apparecchiatura di manovra con ATS farà il controllo e la gestione della commutazione automatica di due fonti di media tensione oppure tra una linea di media tensione ed una linea di riserva tipo gruppo elettrogeno usando unità con interruttore di manovra-sezionatore.

La commutazione tra due linee potrà essere effettuata fra un minimo 0,34s ed un massimo di 2,24s in funzione delle regolazioni impostate.

L'apparecchiatura di manovra sarà dotata di un meccanismo e blocchi elettrici al fine di evitare errate operazioni e di un doppio blocco elettrico su bobina di apertura a lancio di tensione.

Quadri comunicanti

I quadri di media tensione, possono essere accessoriati con comunicazione seriale e per reti ethernet al fine di poter misurare, monitorare e gestire l'impianto da un sistema di supervisione superiore.

Sarà possibile inoltre avere quadri comunicanti con sistema di comunicazione IEC 61850 ready o con IEC 61850 con messaggistica GOOSE per reti smart grid.

Trasformatori di corrente e di tensione

I trasformatori di corrente e di tensione, avranno caratteristiche elettriche, prestazioni e classe di precisione indicati nella specifica di progetto. I TA in particolare, dovranno essere dimensionati per sopportare le correnti di corto circuito, (limite termico/dinamico) dell'impianto. In base alla necessità impiantistica, i trasformatori di tensione possono essere del tipo 'polo a terra' inserzione 'fase-terra' o poli isolati inserzione 'fase-fase'.

I trasformatori di corrente e di tensione di tipo convenzionale, avranno isolamento in resina epossidica, saranno adatti per installazione fissa all'interno delle unità saranno esenti da scariche parziali.

I trasformatori di corrente di tipo elettronico (toroidali) in scatolato termoplastico, avranno isolamento a 0,72 kV adatti al montaggio su cavo MT, l'uscita in mV.

Trasformatori di misura di altri fornitori non saranno accettati.

Certificati

Il quadro sarà sottoposto in sede alle prove di accettazione e di collaudo previste dalle norme CEI/IEC. Saranno inoltre disponibili presso il costruttore, i certificati relativi alle seguenti prove di tipo eseguite su unità simili a quelli della presente fornitura:

- prova di corrente di breve durata
- prova di riscaldamento
- prova di isolamento

Protezioni elettriche

Unità di protezione elettrica a microprocessore

Scopo

La presente specifica ha lo scopo di definire i requisiti fondamentali per il progetto, le modalità di collaudo e di fornitura dei relè di protezione di Media Tensione da inserire nelle reti trifasi di distribuzione MT/BT.

Limiti di fornitura

Ogni relè a microprocessore sarà completo e pronto al funzionamento entro i seguenti limiti meccanici ed elettrici:

Cablati al circuito di segnalazione e di comando

Installati nel cubicolo di bassa tensione del quadro MT

Targa delle caratteristiche.

Norme di riferimento

Vedi capitolo "Riferimenti Normative" paragrafo "Unità di Protezione Elettrica"

Descrizione

Le unità di protezione elettrica tipo a microprocessore saranno basate su tecnologia a microprocessore.

Data l'importanza della funzione a cui devono assolvere, saranno costruite in modo da garantire l'affidabilità e la disponibilità di funzionamento.

Le unità di protezione elettrica a microprocessore avranno una adeguata struttura, robusta e in grado di garantire l'installazione direttamente sulla cella strumenti dello scomparto di media tensione.

Il grado di protezione richiesto è IP 52 sul fronte.

Tali unità di protezione saranno alimentate da una sorgente ausiliaria (in c.c. o c.a. in funzione della disponibilità della installazione), e saranno collegate al secondario dei TA e dei TV dell'impianto.

Oltre alle funzioni di protezione e misura le unità di protezione elettrica dovranno essere dotate di funzioni quali, auto test alla messa in servizio e autodiagnostica permanente, che consentano di verificare con continuità il buon funzionamento delle apparecchiature.

Per facilitare le operazioni di montaggio e di verifica le connessioni dei cavi provenienti dai TA, e dei cavi verso la bobina di comando dell'interruttore e le segnalazioni, saranno realizzate mediante connettori posteriori.

Sul fronte dell'unità si troveranno:

- indicatore di presenza tensione ausiliaria
- indicatore di intervento della protezione
- indicatore di anomalia dell'unità
- indicatori di stato dell'organo di manovra
- altri indicatori di intervento delle singole funzioni di protezione

Anteriormente potranno essere presenti inoltre:

- una presa RS 232 per la connessione ad un PC per le operazioni di regolazione
- una serie di tasti per la parametrizzazione dell'unità e la regolazione delle soglie delle protezioni
- un visore per la lettura delle misure e dei parametri regolati.

Dovranno essere disponibili almeno:

- 1 contatto n.a. per il comando dell'interruttore
- 1 contatto n.a. e 1 contatto n.c. per la segnalazione di intervento
- 1 contatto n.a. e 1 contatto n.c. per l'autodiagnostica

Dovrà essere inoltre possibile predisporre l'unità di protezione all'impiego della selettività logica o accelerata: per questo saranno disponibili, laddove richiesto, l'ingresso per la ricezione del segnale di blocco e l'uscita per l'emissione del segnale di blocco.

L'unità di protezione sarà di tipo espandibile e potrà essere dotata, anche in un secondo tempo, di ulteriori accessori che permetteranno di realizzare:

- automatismi di richiusura per linee MT,
- logiche di riaccelerazione motori,
- la gestione dei segnali dai trasformatori
- l'acquisizione dei valori di temperatura da sonde termiche
- l'emissione di una misura analogica associabile ad una delle grandezze misurate dall'unità stessa (correnti, temperature, ecc.)

La regolazione delle soglie, avverrà direttamente in valori primari nelle relative grandezze espresse in corrente o tempo rendendo più semplice utilizzo e la consultazione all'operatore.

Funzioni di protezione, misura e diagnostica

Secondo quanto indicato nella specifica di progetto a protezione delle apparecchiature elettriche, nelle

unità di media tensione si dovrà inserire un relè di protezione tipo A microprocessore con tecnologia a microprocessore che svolgerà, a seconda del tipo scelto, le funzioni di protezione, di misura, di diagnostica di rete e di diagnostica interruttore.

Le caratteristiche principali dei singoli relè di protezione tipo a microprocessore sono riassunte nelle seguenti tabelle:

| Protezioni | | | Applicazioni | | | |
|--------------------------------------|-----------|------------------|--------------|---------|---------|--------|
| Funzioni | Cod. Ansi | Cod. IEC | linea | Trasf. | Motore | sbarre |
| Massima corrente | 50/51 | $I_{>>}/I_{>}$ | 4 | 4 | 4 | |
| Massima corrente di terra | 50N/51N | $I_{0>>}/I_{0>}$ | 4 | 4 | 4 | |
| Immagine termica | 49RMS | I_{θ} | | 2 | 2 | |
| Massima corrente inversa | 46 | I_j | 1 | 1 | 1 | |
| Blocco rotore avviamento prolungato | 48/51LR | I_{er} | | | 1 | |
| Limitazione del numero di avviamenti | 66 | | | | 1 | |
| Minima corrente di fase | 37 | $I_{<}$ | | | 1 | |
| Massima tensione concatenata | 59 | $U_{>}$ | | | | 2 |
| Minima tensione concatenata | 27 | $U_{<}$ | | | | 2 |
| Minima tensione diretta | 27D/47 | $U_{d<}$ | | | | 2 |
| Minima tensione residua | 27R | $U_{r<}$ | | | | 1 |
| Massima tensione di terra | 59N | $U_{0>}$ | | | | 2 |
| Massima frequenza | 81 | $f_{>}$ | | | | 1 |
| Minima frequenza | 81 | $F_{<}$ | | | | 2 |
| Richiusore | | | Opzione | | | |
| Termostato/Buchholz | | | | Opzione | | |
| Controllo temperatura | 38/49T | | | Opzione | Opzione | |

| Misure | | | Applicazioni | | | |
|--|--|--|--------------|---------------|--------|--------|
| Funzioni | | | linea | trasformatore | motore | sbarre |
| Correnti di fase (I1-I2-I3) RMS | | | Si | Si | Si | |
| Corrente omopolare (I0) | | | Si | Si | Si | |
| Massimo valore medio delle correnti (I1-I2-I3) | | | Si | Si | Si | |
| Percentuale di sequenza inversa | | | Si | Si | Si | |
| Distorsione armonica THD% | | | Si | Si | Si | |
| Riscaldamento percentuale | | | | Si | Si | |
| Tensioni concatenate (U12-U23-U13) | | | | | | Si |
| Tensioni fase (V1-V2-V3) | | | | | | Si |

| | | | | |
|---------------|--|---------|---------|----|
| Senso ciclico | | | | Si |
| Frequenza | | | | Si |
| Temperatura | | Opzione | Opzione | |

| Diagnostica | | | Applicazioni | | | |
|---|--|--|--------------|---------------|---------|--------|
| Funzioni | | | linea | trasformatore | motore | sbarre |
| Correnti di intervento (I1-I2-I3-I0) | | | Si | Si | Si | |
| Tasso di squilibrio/Sequenza inversa | | | Si | Si | Si | |
| Conta ore | | | | Si | Si | |
| Riscaldamento | | | | Si | Si | |
| Riscaldamento percentuale | | | | Si | Si | |
| Previsione di intervento per sovraccarico | | | | Si | Si | |
| Previsione di chiusura dopo sovraccarico | | | | Si | Si | |
| Corrente e tempo di avviamento | | | | | Si | |
| Durata inibizione per numerosi avviamenti | | | | | Si | |
| Diagnostica interruttore | | | Applicazioni | | | |
| | | | linea | trasformatore | motore | sbarre |
| Sommatoria correnti interrotte | | | Si | Si | Si | |
| Controllo circuiti di scatto | | | Opzione | Opzione | Opzione | |
| Numero di manovre | | | Opzione | Opzione | Opzione | |
| Tempi di manovra | | | Opzione | Opzione | Opzione | |
| Tempi di riarmo | | | Opzione | Opzione | Opzione | |

Unità protezioni di corrente

Massima corrente di fase (Bifase o trifase) codici ANSI (50,51)

Protezione contro i guasti di fase di linee e macchine elettriche

L'unità è dotata di quattro soglie suddivise in due set di due soglie ciascuno, dovrà inoltre essere possibile passare da un set di regolazioni all'altro tramite un opportuno comando esterno.

Ognuna delle soglie potrà essere utilizzata indifferentemente come protezione contro i sovraccarichi o come protezione contro i cortocircuiti e pertanto saranno tipo "multi curve", sarà cioè possibile scegliere di volta in volta la curva di intervento tra quelle sotto indicate:

intervento a tempo indipendente

intervento a tempo dipendente secondo la classificazione IEC 255-4 /BS 142: inverso, molto inverso, estremamente inverso, ultra inverso

Campo di regolazione indicativo:

Tempo indipendente

- per la regolazione in corrente da 0,3 a 24 In
- per la regolazione in tempo da 0,05 a 300 s

Tempo dipendente

- per la regolazione in corrente da 0,3 a 2,4 In
- per la regolazione in tempo da 0,1 a 12,5 s

Massima corrente di terra codici ANSI (50N+51N o 50G+51G)

Protezione contro i guasti di terra di linee e macchine elettriche

L'unità è dotata di quattro soglie suddivise in due set di due soglie ciascuno, dovrà inoltre essere possibile passare da un set di regolazioni all'altro tramite un opportuno comando esterno.

La misura della corrente omopolare potrà essere realizzata tramite opportune toroidi o sul ritorno comune dei TA di fase.

Ognuna delle soglie potrà essere utilizzata indifferentemente come protezione contro i sovraccarichi o come protezione contro i cortocircuiti e pertanto saranno tipo "multi curve", sarà cioè possibile scegliere di volta in volta la curva di intervento tra quelle sotto indicate:

intervento a tempo indipendente

intervento a tempo dipendente secondo la classificazione IEC 255-4 /BS 142: inverso, molto inverso, estremamente inverso, ultra inverso

Campo di regolazione indicativo:

Tempo indipendente

- per la regolazione in corrente da 0,1 a 15 I_{no} (da 0,2 a 300° per il collegamento su toroide omopolare)
- per la regolazione in tempo da 0,05 a 300 s

Tempo dipendente

- per la regolazione in corrente da 0,1 a I_{no} (da 0,2 a 20° per il collegamento su toroide omopolare)
- per la regolazione in tempo da 0,1 a 12,5 s

Immagine Termica (49)

Protezione dei trasformatori e dei motori contro gli inconvenienti termici legati ai sovraccarichi elettrici

La protezione ricostruisce lo stato termico della macchina attraverso i valori delle correnti assorbite ed i valori delle costanti termiche.

Il riscaldamento sarà calcolato utilizzando un modello matematico che utilizzi il vero valore efficace della corrente (I_{rms}) e l'eventuale misura della temperatura degli avvolgimenti e dell'ambiente.

La protezione dovrà essere dotata di una soglia d'allarme fissa, una soglia regolabile per il riavviamento e una soglia d'intervento.

Campo di regolazione indicativo:

- corrente di base della macchina da 0,4 a 1,3 I_n del TA
- soglia di allarme da 50 a 300%
- soglia d'intervento da 50 a 300%
- costante di tempo di riscaldamento da 5 a 120 minuti
- costante di tempo di raffreddamento da 5 a 600 minuti.

Corrente inversa (46)

Protezione dei motori contro gli inconvenienti termici legati all'assorbimento di correnti di sequenza inversa

Essa proteggerà le macchine rotanti e gli impianti contro la mancanza di una fase o l'inversione del senso ciclico in seguito a errati interventi.

La caratteristica della protezione potrà essere a scelta a tempo indipendente o dipendente. Campo di regolazione indicativo:

- corrente di base della macchina da 0,4 a 1,3 I_n

- soglia d'intervento a tempo indipendente da 10 a 500%.
- soglia d'intervento a tempo indipendente da 10 a 50%.

Unita' protezioni di tensione

Protezione di minima tensione concatenata (27)

Protezione per la rilevazione degli abbassamenti della tensione di alimentazione

Essa viene normalmente utilizzata per avviare commutazioni o per comandare il distacco dei carichi. In alcuni casi la minima tensione può anche comandare l'apertura dell'interruttore generale.

Campo di regolazione indicativo:

- soglia di intervento da 5 a 100% Un
- tempo di intervento da 0,05 a 300 s.

Protezione di massima tensione concatenata (59)

Protezione per la rilevazione degli aumenti della tensione di alimentazione

Campo di regolazione indicativo:

- soglia di intervento da 50 a 150% Un
- tempo di intervento da 0,05 a 300 s.

Protezione di massima tensione omopolare (59N)

Protezione per la rilevazione dei contatti a terra in sistemi con neutro isolato, viene normalmente utilizzata come segnalazione di allarme guasto a terra

Campo di regolazione indicativo:

- soglia di intervento da 5 a 80% Un
- tempo di intervento da 0,05 a 300 s.

Protezione di massima e minima frequenza (81)

Protezione per la rilevazione delle variazioni della frequenza della rete di alimentazione

Campo di regolazione indicativo:

- soglia di intervento da 45 a 53 Hz
- tempo di intervento da 0,1 a 300 s.

Funzioni di misura

Le funzioni di misura che si potranno realizzare saranno:

la misura delle tre correnti di fase

- precisione richiesta 1%
- campo di misura 0,1 a 1,5 In

la misura del massimo valore medio delle tre correnti di fase

- precisione richiesta 1%
- campo di misura 0,1 a 1,5 In

la misura della corrente omopolare

- precisione richiesta 1%
- campo di misura 0,2 a 30°

la misura delle tensioni concatenate e delle tensioni di fase

- precisione richiesta 1%
- campo di misura 0,05 a 1,2 Un

la misura della frequenza

- precisione richiesta 0,05Hz
- campo di misura 45 a 55 Hz

la misura della temperatura rilevata da eventuali sonde

- precisione richiesta 2°C
- campo di misura -30 a 200°C

Tali misure saranno disponibili sul visore dell'unità direttamente in valori primari.

Funzioni di diagnostica relative all'unità a microprocessore

Dovranno essere continuamente controllati:

- l'unità di elaborazione
- l'alimentazione ausiliaria
- i parametri di regolazione delle protezioni.

Eventuali cattivi funzionamenti provocheranno l'emissione di una segnalazione e il posizionamento in condizione di riposo di tutte le uscite.

Funzioni di diagnostica relative all'interruttore associato

Tramite l'aggiunta delle opzioni relative, l'unità dovrà essere in grado di monitorare l'apparecchiatura di manovra associata, per la quale dovrà essere possibile valutare:

- la sommatoria delle correnti di apertura
- il tempo di apertura,
- il tempo di ricarica delle molle
- i parametri di regolazione delle protezioni.

Eventuali cattivi funzionamenti provocheranno l'emissione di una segnalazione e il posizionamento in condizione di riposo di tutte le uscite.

Funzioni di diagnostica relative alla rete elettrica

L'unità sarà dotata di alcune funzionalità specifiche che permetteranno di comprendere i fenomeni che appaiono sulla rete elettrica controllata:

- misura delle correnti di guasto
- tasso di componente inversa presente in rete
- tasso di distorsione armonica (fino alla 21^a)
- oscilloperturbografia

In particolare l'oscilloperturbografia permetterà di immagazzinare i dati relativi a due eventi successivi, memorizzando per ognuno le quattro correnti (3 di fase e la corrente omopolare), le quattro tensioni (3 di fase e la tensione omopolare) e altri segnali digitali (minimo 8).

Trasformatori trifase in resina per interno

Campo d'applicazione

Questi trasformatori trifasi saranno del tipo inglobato in resina di classe termica F/F, classe amb./clim./comp. al fuoco E2/C2/F1 a raffreddamento naturale in aria tipo AN per installazione all'interno con potenza nominale 1600 kVA, Tensione Primaria 9.000 – 20.000 V, Tensione Secondaria 400 V, variazione di tensione $\pm 2 \times 2,5\%$.

Essi saranno destinati ad essere utilizzati in reti trifasi di distribuzione MT/BT.

Norme

Vedi capitolo "Riferimenti Normative" paragrafo "Trasformatore Trifase in Resina"

Descrizione

Nucleo magnetico

Esso sarà realizzato a tre colonne con lamierino magnetico laminato a freddo a cristalli orientati, a basse perdite specifiche, isolati in ossidoinorganico (carlite) in modo da ridurre la minimo le perdite dovute alle correnti parassite. Sarà protetto dalla corrosione mediante una speciale vernice isolante. Le giunzioni tra colonne e giogo saranno realizzate con tagli a 45° al fine di ridurre al minimo le perdite per flusso disperso.

Dovrà essere effettuato il pressaggio e serraggio contro ogni possibilità di allentamento e per ridurre al minimo le vibrazioni ed il livello di rumorosità.

Avvolgimento M.T.

Costruito in rame o alluminio, esso sarà inglobato e colato sottovuoto con un sistema di inglobamento epossidico ignifugo costituito da:

Resina epossidica

Indurente anidro con flessibilizzante

Carica ignifuga

La carica ignifuga sarà intimamente amalgamata alla resina e all'indurente.

Essa sarà composta da alluminio triidrato sotto forma di polvere o da altri prodotti da precisare, mescolati o non con la silice.

Dovrà essere garantito uno spessore uniforme di resina sia sulla superficie interna che esterna degli avvolgimenti in modo da assicurare una resistenza costante alle sollecitazioni dielettriche.

Il sistema di inglobamento sarà in classe F, certificata dal fornitore e supportate da prove di invecchiamento.

Prese di regolazione M.T.

Le prese di regolazione realizzate sull'avvolgimento primario per adattare il trasformatore al valore reale della tensione di alimentazione, ($\pm 2 \times 2,5\%$) saranno realizzate con barrette da manovrare a trafo disinserito.

Collegamenti M.T.

I collegamenti MT dovranno essere previsti dall'alto sulle piastrine terminali delle barre di collegamento dell'avvolgimento MT con un capocorda avente un foro del diametro di 13 mm per permettere un accoppiamento a mezzo di bullone M12.

Avvolgimento B.T.

Costruito in rame o alluminio isolato con un interstrato di classe F, esso sarà del tipo inglobato in resina. Dovrà essere caratterizzato da un'elevata compattezza e resistenza agli sforzi elettrodinamici,

conseguenti a fenomeni di corto circuito, e dovrà essere protetto esternamente da vernice contro l'assorbimento di umidità.

Collegamento B.T.

I collegamenti BT dovranno essere previsti dall'alto su delle piastre terminali muniti di fori elettrici, che si troveranno nella parte alta dell'avvolgimento sul lato opposto ai collegamenti MT.

Accessori

I trasformatori saranno muniti dei seguenti accessori di base:

- 4 ruote di scorrimento orientabili
- 4 golfari di sollevamento
- ganci di traino sul carrello
- 2 morsetti di messa a terra
- targa delle caratteristiche a norme CEI
- barre di collegamento MT con piastrina di raccordo
- morsettiera di regolazione lato MT
- 1 set di terminali a piastra lato BT
- certificato di collaudo.

Protezione termica

I trasformatori saranno equipaggiati da un sistema di protezione termica comprendente:

- N°3 termoresistenze nell'avvolgimento B.T.
- N°1 termoresistenza nel nucleo magnetico
- N°1 cassetta di centralizzazione contenente i morsetti delle suddette termoresistenze, posta sulla parte superiore del nucleo
- N°1 centralina termometrica digitale con uscita seriale a 4 sonde prevista con:
 - visualizzazione della temperatura delle tre fasi e del neutro
 - determinazione del 'set point' di allarme e sgancio
 - predisposizione per il controllo automatico dei ventilatori di raffreddamento
 - tensione di alimentazione universale AC/DC.

Prove elettriche

Prove di accettazione

Queste prove saranno eseguite su tutti i trasformatori alla fine della loro fabbricazione e permetteranno l'emissione del certificato di collaudo per ogni unità:

- misura della resistenza degli avvolgimenti
- misura del rapporto di trasformazione e controllo della polarità e dei collegamenti
- misura della tensione di corto circuito (presa principale) e delle perdite dovute al carico
- misura delle perdite e della corrente a vuoto
- prove di isolamento con tensione applicata
- prove di isolamento con tensione indotta
- misura delle scariche parziali.

Per la misura delle scariche parziali, il criterio di accettazione sarà:

- scariche parziali inferiori o uguali a 10 pC a 1,1 Um. Se Um >1,25 allora i 10Pc saranno garantiti a 1,375 Um.

Prove di tipo o speciali

Queste prove potranno essere richieste in opzione e saranno oggetto di un accordo specifico con il

costruttore:

- prova di riscaldamento col metodo del carico simulato in accordo
- alle norme IEC 726
- prova ad impulso atmosferico
- prova di tenuta al corto circuito
- misura del livello di rumore secondo le norme IEC 551.

Comportamento al fuoco

Questi trasformatori saranno di classe F1 come definito dall'articolo B3 allegato B del documento HD 464 S1.

A tal riguardo il costruttore dovrà produrre un certificato di prova rilasciato da un Laboratorio Ufficiale relativo a un trasformatore di sua fabbricazione avente la stessa configurazione.

Questa prova dovrà essere stata fatta secondo l'allegato 2C del documento HD 464 S1.

Classi ambientale e climatica

Questi trasformatori saranno di classe E2 per l'ambiente e di classe C2 per il clima come definito dagli allegati C e D del documento HD 464 S1.

A tal riguardo il costruttore dovrà produrre i certificati di prova rilasciati da Laboratori Ufficiali relativi a un trasformatore di sua fabbricazione avente la stessa configurazione.

Reti di terra e protezione contro i fulmini

Oggetto della specifica

Rete generale di terra.

Impianto di protezione contro i fulmini.

Riferimento a norme specifiche

Vedi capitolo "Riferimenti Normative" paragrafo "Rete di Terra e Protezione Scariche Atmosferiche"

Caratteristiche tecniche

Rete generale di terra

Rete di messa a terra: unica per tutto il complesso.

Dispensore: realizzato con corda di rame nuda direttamente interrata integrata da spandenti e dai ferri di armatura delle strutture di fondazione opportunamente interconnessi.

Se facente parte anche dell'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche di caratteristiche adeguate a quanto prescritto dalle norme relative.

Spandenti di tipo da sottoporre a preventiva approvazione - dotati di chiusino carrabile con simbolo di terra e barra di derivazione interna a cui si collega lo spandente stesso con corda di rame in modo tale da consentirne l'agevole sconnessione anche a distanza di tempo.

Giunzioni fra elementi del dispersore eseguite con morsetti a compressione - protette contro le corrosioni con speciali agglomerati indurenti.

Collegamenti fra dispersore e ferri di armatura delle strutture di fondazione realizzati in corrispondenza delle piastre di chiamata predisposte nelle medesime strutture.

Collettori di terra: punti di collegamento fra dispersore, rete dei conduttori di protezione e conduttori equipotenziali - costituiti da sbarre in rame e da morsetti - dimensionati in funzione delle correnti di

guasto che li possono percorrere - posti in posizione accessibile - apribili, per permettere le verifiche, ma solo mediante attrezzo.

Conduttori di protezione PE: conduttori isolati, con guaina di colore giallo-verde, posati lungo gli stessi percorsi dei conduttori di energia, aventi la funzione di collegare tutte le masse dell'impianto elettrico - sempre distinti dai conduttori di neutro.

Conduttori PEN: conduttori di neutro e di protezione nelle parti di impianto caratterizzate da sistema TN-C, secondo le prescrizioni delle norme CEI 64-8.

Conduttori equipotenziali: conduttori isolati, con guaina di colore giallo-verde per il collegamento all'impianto di terra di tutte le masse estranee (cioè delle parti conduttrici non facenti parte dell'impianto elettrico ma suscettibili di introdurre il potenziale di terra).

Condizioni di funzionamento:

Nei sistemi TN in ogni punto della rete di distribuzione dell'energia elettrica, ogni guasto franco a terra deve essere ricondotto ad un corto circuito fra fase e terra. La sovracorrente deve determinare l'intervento delle protezioni a massima corrente (interruttori o fusibili), eliminando il permanere di situazioni pericolose, entro un tempo comunque compatibile con la curva di sicurezza IEC 364.

Nei sistemi TT alla protezione a massima corrente deve essere associato un dispositivo di protezione differenziale ad alta sensibilità il quale oltre ad assicurare la sicurezza contro i contatti diretti rappresenti una protezione integrativa contro i contatti indiretti nei casi in cui il solo interruttore a massima corrente non possa soddisfare la curva di sicurezza sopra ricordata.

Gli interruttori differenziali vanno installati a protezione di gruppi di circuiti luce e prese a spina o di circuiti di singoli utilizzatori particolari in relazione a quanto definito dal progetto.

Impianto di protezione contro i fulmini

Captatore: costituito da una maglia in piatto o tondo d'acciaio zincato o di rame posata sulla copertura del fabbricato.

Calate artificiali: costituite da piatto o tondo di acciaio zincato o di rame posate sulle facciate del fabbricato. Le calate devono essere connesse alla maglia di copertura per quanto possibile in corrispondenza dei nodi di quest'ultima, devono seguire percorsi il più possibile rettilinei ed evitare la formazione di cappi. Esse devono essere protette meccanicamente nei tratti di percorso soggetti a urto (tipicamente in prossimità del piano calpestio esterno).

Calate naturali: costituite dai ferri di armatura dei pilastri della struttura/dai pilastri in ferro costituenti la struttura; l'Appaltatore delle opere civili predispone le piastre di collegamento in copertura per la connessione con la maglia equipotenziale e a livello delle fondazioni per il collegamento con il dispersore e garantisce la continuità elettrica dei ferri lungo tutto il percorso delle calate; la Ditta appaltatrice dell'impianto effettua i collegamenti con la maglia di copertura e il dispersore. Le piastre di collegamento devono essere accessibili in modo da permettere l'effettuazione delle misure di resistenza.

In caso di edificio esistente dovranno essere effettuate campagne di misura per verificare la continuità elettrica dei ferri di armatura.

Dispersore: costituito da corda di rame nuda integrata da spandenti e dai ferri d'armatura delle fondazioni, e coincidente con quello della rete di messa a terra.

Tutti i materiali e le giunzioni nell'impianto devono avere una resistenza meccanica adeguata a sopportare senza danno gli effetti elettrodinamici della corrente di fulmine ed eventuali sforzi accidentali.

Tutte le masse metalliche in copertura e quelle interne al volume da proteggere (serramenti metallici continui, strutture metalliche, ecc.) che possono essere causa di scariche laterali dell'impianto di protezione devono essere connesse ad esso mediante conduttori di equipotenzialità.

Per le grandi masse vanno previsti almeno due punti di connessione.

A titolo esemplificativo il conduttore di protezione della rete di terra va collegato ai seguenti componenti:

- barre di terra dei quadri elettrici
- polo di terra delle prese
- apparecchi illuminanti
- cassette di derivazione
- carpenterie contenenti apparecchi elettrici
- carcasse di motori
- ed ogni altro contenitore di apparecchi elettrici o relative strutture metalliche di supporto.
- Le sezioni minime dei conduttori da impiegare sono quelle prescritte dalla normativa.

I conduttori equipotenziali della rete di terra devono collegare all'impianto di terra in particolare: ove le condizioni di posa e la resistenza misurata verso terra lo richiedano (fra parentesi la sezione minima del conduttore da prevedere)

- passerella portacavi della distribuzione principale (25 mm²)
- passerella portacavi della distribuzione secondaria (16 mm²)
- tubazioni dei fluidi liquidi e gassosi, canalizzazioni per mandata e ripresa aria, serbatoi metallici nelle centrali tecniche (16mm²)
- infissi ed altre parti metalliche dei locali elettrici (16 mm²) (se classificabili come masse estranee)
- strutture metalliche di controsoffitti e pavimenti sopraelevati, infissi metallici fissi, grigliati metallici, strutture metalliche di scale (6 mm²)
- parti mobili di infissi di porte o finestre (treccia flessibile da 16 mm²)
- recinzioni metalliche, ringhiere e strutture continue.

Qualora la massa estranea sia costituita da più parti collegate metallicamente fra loro, un collegamento equipotenziale va previsto tra ognuna delle parti (cavallotto) solo se il collegamento normale tra le parti non è in grado di garantire nel tempo una continuità metallica almeno pari a quella data dal collegamento equipotenziale. In ogni caso, un collegamento equipotenziale supplementare da 4 mm² va previsto in ogni locale per collegare fra loro e all'impianto di terra tutte le masse estranee ivi presenti.

Prescrizioni di posa

Nel caso si preveda (ristrutturazioni) il riutilizzo di un impianto di terra esistente, dovrà essere effettuata e documentata una verifica delle installazioni che ne garantisce l'idoneità.

Dispersore interrato ad una profondità minima di 500 mm.

Giunzioni sul dispersore da realizzare esclusivamente in corrispondenza delle barre interne ai bozzetti di terra evitando le giunzioni interrate.

Modalità di collaudo

Tutte le prove, le verifiche e le misure da eseguirsi a cura e spese dell'Appaltatore con strumenti ed apparecchiature di sua proprietà da accettarsi da parte della Direzione Lavori.

Rete generale di terra

Misure della resistenza di terra

L'appaltatore ad inizio lavori, deve verificare la natura del terreno, misurarne la resistività e con i dati rilevati analizzare la correttezza del progetto che deve realizzare, incrementandone eventualmente le caratteristiche di dispersione.

L'appaltatore deve effettuare la misura della resistenza di terra e presentare all'Ente locale di competenza la denuncia relativa debitamente compilata con tutti gli adempimenti previsti dal DPR 462/01. L'appaltatore deve inoltre calcolare il valore della tensione totale di terra, data dal prodotto della resistenza totale di terra per il massimo valore della corrente di guasto a terra del sistema a media tensione, comunicato dall'ente erogatore. Qualora tale valore superi i limiti indicati dalla CEI 11-1.

Si rende necessario effettuare le misure di tensione di passo e di contatto. Al committente si riserva la facoltà di farle eseguire all'appaltatore, al quale riconoscerà un compenso da stabilire, o da altri; in ogni caso l'appaltatore è tenuto a fornire tutta l'assistenza necessaria.

Controlli

Dovranno essere prescritti a carico dell'Appaltatore i seguenti controlli:

Corretto collegamento a terra di tutte le masse e masse estranee.

Qualità delle giunzioni o derivazioni dei conduttori di terra.

Serraggio della bulloneria in generale.

Presenza di eventuali danneggiamenti meccanici o inizio di eventuali processi di ossidazione.

Uscite dal terreno dei conduttori di terra.

Corretta esecuzione delle protezioni e delle miscelazioni e/o trattamenti anticorrosivi adottati.

Impianto di protezione contro i fulmini

L'Appaltatore deve effettuare la verifica iniziale dell'impianto di protezione e presentare all'Ente locale di competenza la denuncia relativa debitamente compilata come prescritto dal DPR 462/01.

Controllo della qualità delle giunzioni e degli ancoraggi della maglia di captazione e delle calate.

La continuità di tutte le calate deve essere certificata.

Cavi di media tensione

I cavi per la media tensione devono avere le caratteristiche di seguito specificate:

Cavi di media tensione tipo RG16H1R12 12/20 kV - 3x185mmq

Cavo di media tensione tripolare armato, utilizzato per il collegamento in anello della cabina esistente con la nuova cabina elettrica MT-BT.

Norme di riferimento

Vedi capitolo "Riferimenti Normative" paragrafo "Cavi di Media Tensione"

Dati tecnici

Temperatura di funzionamento 90° C

Temperatura di cortocircuito 250° C

Non propagante la fiamma secondo la norma CEI 20-35 Conduttore rigido

Caratteristiche costruttive

Conduttore: Corda rotonda compatta di rame stagnato Semiconduttivo interno elastomerico estruso

Isolante: Mescola di gomma ad alto modulo G7
Semiconduttivo esterno: Elastomerico estruso
Schermatura: Schermo a nastri di rame su ogni anima; riempitivo materiale non igroscopico
Armatura: A piattine di acciaio zincato
Guaina : PVC di qualità RZ,
Colore: rosso
U₀/U: 12/20 kV
Sigla CEI UNEL 35011 RG16H1R12
Cavi di media tensione tipo RG16H1R12 12/20 kV 1x185mmq
Viene utilizzato per il collegamento del Quadro di Media Tensione con i trasformatori MT-BT, all'interno della nuova cabina elettrica.

Terminali e giunzioni per cavi di media tensione

I terminali ed i giunti per cavi di media tensione hanno le caratteristiche di seguito descritte.

Giunto per cavo RG16H1R12 12/20 kV

Norme di riferimento

Vedi capitolo "Riferimenti Normative" paragrafo "Terminali e Giunzioni per Cavi di Media Tensione"

Dati tecnici

Temperatura di funzionamento: 90°C

Temperatura di cortocircuito: 250°C

Grado di isolamento: 40

U₀/U: 12/20 kV

Terminale elastico per cavo RG16H1R12 12/20 kV

Terminale per interno, per cavi di media tensione con isolante estruso costituito da 2 componenti elastici (controllo campo elettrico e bocchettone isolante).

Norme di riferimento

Vedi capitolo "Riferimenti Normative" paragrafo "Terminali e Giunzioni per Cavi di Media Tensione"

Dati tecnici

Temperatura di funzionamento: 90° C

Temperatura di cortocircuito: 250°C

Grado di isolamento: 40

U₀/U: 12/20 kV

Cavi di bassa tensione

Cavi per Energia e Segnalazione B.T.

Oggetto della specifica

Cavi per energia di bassa tensione - cavi per segnalazione

Riferimento a norme specifiche

Vedi capitolo "Riferimenti Normative" paragrafo "Cavi per Energia e Segnalazione B.T."

Caratteristiche costruttive

Tutti i conduttori devono essere in rame elettrolitico ricotto.

I cavi di potenza, salvo le derivazioni terminali, devono avere tensione nominale 0,6/1kV (ex grado 4). L'alimentazione dei circuiti di telecomando, telesegnalazione, telemisura e quella degli asservimenti, ove prevista in corrente continua, deve essere allacciata ad un sistema elettrico a bassissima tensione funzionale.

Criteri di dimensionamento.

Conformi alle prescrizioni e raccomandazioni della seguente norma:

CEI 64-8

In ogni caso va tenuto presente quanto segue:

la temperatura ambiente di riferimento è 40°C;

il dimensionamento di ogni cavo va eseguito tenendo conto di una maggiorazione del rispettivo carico del 20%; per le sezioni sino a 70 mm² sono da utilizzare cavo e formazione tripolare o tetrapolare; per le sezioni maggiori sono da utilizzare cavi unipolari e quindi fra di loro in parallelo.

Prescrizioni di posa in opera

Cavi

I cavi devono essere posati con la dovuta ricchezza (almeno 1 metro in più di quanto strettamente necessario) per far fronte ad ogni futura eventualità e per consentire il completo rifacimento di giunti e terminazioni.

Posa dei cavi entro tubi

Prima dell'infilaggio dei cavi, si deve provvedere con cura alla pulizia delle tubazioni utilizzando i mezzi più opportuni.

Per l'infilaggio i cavi sono da tirare in pezzatura unica fra i punti di terminazione e giunzione dopo averli cosparsi con un adatto lubrificante di infilaggio.

Per ciascun cavo ed in corrispondenza di ogni cassetta di infilaggio, sono da montare targhette resistenti alla corrosione riportanti il contrassegno indicato nella tabella cavi da includere nella documentazione di progetto.

Posa dei cavi in canalette, su passerelle

I cavi sono da posare in modo tale da ridurre al minimo gli incroci e le sovrapposizioni fra cavi entranti e cavi uscenti, rispettando:

i minimi raggi di curvatura ammessi dal costruttore; le distanze fra i conduttori imposte in sede di progetto.

I cavi sono da tirare applicando un tiro inferiore al valore massimo ammesso dal costruttore, realizzando il perfetto allineamento del fascio di cavi all'interno del cavidotto e limitando al minimo la freccia negli intervalli fra gli eventuali supporti orizzontali.

I cavi sono da staffare alle relative passerelle con morsetti tipo Zennaro od equivalenti ad intervalli da stabilire in relazione alla loro sezione ed allo sviluppo orizzontale oppure verticale delle passerelle. La pressione esercitata dai morsetti sui cavi non deve provocare danni al rivestimento esterno.

I cavi di alimentazione, di segnalazione e comando relativi ad una singola utenza devono essere staffati con un unico morsetto, se possibile. L'uso di fascette fissacavo è consentito purché di costruzione in materiale non propagante la fiamma.

Per ciascun cavo e lungo l'intero percorso, ad un intervallo non superiore a 20 m, nonché in

corrispondenza dell'ingresso in ciascuna apparecchiatura o cabina, va riportato il contrassegno indicato sulla tabella cavi. L'intervallo va ridotto a 5 m in caso di posa in cunicolo.

Occorre usare l'accortezza di disporre i cavi, con particolare riguardo agli unipolari in modo tale da evitare pericolosi riscaldamenti, per effetto induttivo, di strutture metalliche attraversate od adiacenti. I cavi unipolari sono da staffare con morsetti costruiti con materiale amagnetico.

I conduttori relativi alle singole fasi realizzati con cavi unipolari devono essere trasposti al massimo ogni 20 m.

Giunti e terminali per cavi B.T.

I giunti ed i terminali B.T. sono da realizzare in rigorosa conformità alle prescrizioni dei rispettivi costruttori e di quelli dei cavi.

Manicotti di giunzione e capicorda saranno del tipo a compressione, salvo contraria esplicita richiesta od autorizzazione della Direzione Lavori. Manicotti e capicorda a saldare sono giudicati accettabili solo se il loro impiego non riduce la resistenza della linea alle sollecitazioni termiche conseguenti a corto circuito.

Le giunzioni dei cavi B.T. vanno eseguite unicamente all'interno di cassette accessibili. Manicotti di giunzione e capicorda saranno del tipo a compressione per i cavi con conduttori in treccia rigida o flessibile, del tipo a saldare per i cavi a conduttore unico.

In quest'ultimo caso, i capicorda possono essere sostituiti solamente da morsetti antiallentanti.

I capicorda ed i connettori a compressione devono essere del tipo graffato e devono essere serrati con le apposite pinze corredate di dispositivo di controllo pressione.

Nel punto di intestatura non è ammesso ridurre la sezione del cavo, né tanto meno utilizzare capicorda di dimensioni superiori a quelle considerate ottimali per il cavo.

L'azione del taglio per l'asportazione del materiale isolante non deve in nessun caso intaccare i conduttori.

I cavi, presso il punto di sfioccamento, vanno fissati con staffe, fascette od altri mezzi equivalenti in modo da non essere sostenuti dai conduttori connessi ai morsetti.

Le terminazioni vanno preisolate o protette con guaina termorestringente. Il punto di sfioccamento va protetto con guaina termorestringente. Le terminazioni vanno comunque eseguite secondo le prescrizioni dei costruttori.

Le colorazioni dei diversi conduttori devono essere le seguenti:

| | |
|---------------------------|-----------------------|
| conduttori di fase: | nero, marrone, grigio |
| conduttore neutro: | blu chiaro (azzurro) |
| conduttore di protezione: | bicolore giallo-verde |

Il conduttore bicolore giallo-verde deve essere impiegato solo come conduttore di protezione, non è ammesso ricoprire il conduttore G/V con nastro di altro colore al fine di utilizzarlo come conduttore di base né il contrario.

I cavi di comando, segnalazione, misura, telefonici dovranno essere numerati. La numerazione avrà luogo applicando, a partire dalla estremità del conduttore, marcafile ad anello recanti l'identificazione stabilita nei documenti di progetto.

Cavi ARG16R16 0,6/1 kV Unipolare – ARG16OR16 0,6/1 kV Multipolare

Cavo unipolare o multipolare per energia isolato in gomma etilenpropilenica, ad alto modulo di qualità G16 sotto guaina termoplastica di qualità R16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR), livello di rischio "MEDIO". Cavo multipolare con conduttori flessibili per posa fissa.

Dati tecnici

| | |
|-------------------------------|----------|
| Temperatura di funzionamento: | 90° C |
| Temperatura di cortocircuito: | 250°C |
| Classe di reazione al fuoco | |
| Classe prestazione al fuoco: | Cca |
| Requisiti aggiuntivi | |
| -Fumo S1b | |
| -Gocce d1 | |
| -Acidità: | a1 |
| U ₀ /U: | 0,6/1 kV |

Caratteristiche costruttive

| | |
|-------------|--|
| Conduttore: | Alluminio, corda rigida compatta classe 2; |
| Isolante: | Gomma, qualità G16; |
| Riempitivo: | Termoplastico; |
| Guaina: | PVC, qualità R16 |

Cavi FTG100M1 0,6/1 kV Multipolare

Cavo flessibile per energia resistente al fuoco, isolato con gomma di qualità G10, sotto guaina termoplastica speciale di qualità M1, esente da alogeni, non propagante l'incendio e a basso sviluppo di fumo.

Dati tecnici

| | |
|-------------------------------|----------|
| Temperatura di funzionamento: | 90° C |
| Temperatura di cortocircuito: | 250°C |
| U ₀ /U: | 0,6/1 kV |

Caratteristiche costruttive

| | |
|-----------------------|---|
| Conduttore: | Corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto; |
| Isolante: | Mescola di gomma, qualità G10 |
| Guaina: | Mescola LSOH di qualità M1 |
| Sigla CEI UNEL 35318: | FTG10(O)M1 0,6/1 kV |

Cavi FG16R16 0,6/1 kV Unipolare - FG16OR16 0,6/1 kV Multipolare

Cavo unipolare multipolare per energia isolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR), livello di rischio "BASSO".

Dati tecnici

| | |
|-------------------------------|-------|
| Temperatura di funzionamento: | 90° C |
| Temperatura di cortocircuito: | 250°C |
| Classe di reazione al fuoco | |
| -Classe prestazione al fuoco: | Cca |
| Requisiti aggiuntivi | |
| -Fumo: | S3 |
| -Gocce d1 | |

-Acidità: a3

U_o/U: 0,6/1 kV

Caratteristiche costruttive

Conduttore: Corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto Isolante
Gomma: HEPR ad alto modulo
Guaina : Mescola di PVC di qualità R16
Sigla: CEI UNEL 35318FG16(O)R16 0,6/1 kV

Condotti sbarre prefabbricati

Oggetto della specifica

Condotti sbarra per trasporto energia, tetrapolari.

Non sono considerati i condotti sbarre tipo trolley per l'alimentazione di utilizzatori mobili.

Riferimento a norme

Vedi capitolo "Riferimenti Normative" paragrafo "Condotti Sbarre Prefabbricati"

Caratteristiche costruttive

Condotti sbarre per trasporto energia - Corrente nominale da 1600 A a 2500 A:
Struttura dell'involucro in lamiera stirata d' acciaio zincato, costituente il conduttore di protezione;
Grado di protezione minimo IP 21;
Conduttori in rame elettrolitico, inguainati con nastro poliestere rinforzato autoestinguente avente classe di temperatura F.

Prescrizioni di posa

Fissati con apposite staffe e pendini alle solette, alle pareti o disposti su predisposte piantane; i sostegni devono essere dimensionati in modo da garantire il perfetto supporto dei condotti anche se sottoposti agli sforzi elettrodinamici conseguenti a corto circuito.

Impiego di componenti di costruzione standard, integrati da eventuali pezzi speciali, per adeguarsi alle esigenze dei percorsi e per conseguire l'installazione più corretta, quali:

- elementi ad angolo orizzontale e verticale;
- elementi a croce ed a T;
- elementi di riduzione;
- giunti terminali e di dilatazione;
- elementi passaparete normali e REI;
- elementi di testata con o senza organo di sezionamento;
- elementi di chiusura;
- cassette di derivazione con sezionatori valvola;
- spine di derivazione con o senza fusibili;
- accessori per il conseguimento del grado di protezione IP 55 (ove applicabili).

Modalità di collaudo

Prove di tipo

Conformi alle indicazioni delle norme CEI 17 - 13 e da eseguire solo su esplicita richiesta.

Prove di officina

Da eseguire nello stabilimento di costruzione e consistenti nelle prove di accettazione previste dalle norme CEI, comprendenti:

- verifica dimensionale;
- prove di tensione a frequenza industriale;
- misura della resistenza d' isolamento;
- prove d' inserimento delle cassette o delle spine;
- verifica delle targhettature.

Collaudi dopo la posa in opera

- Verifica qualitativa e quantitativa dei componenti e dei relativi collegamenti.
- Verifica della corretta posa.
- Verifica degli staffaggi.
- Verifica delle corrette condizioni di aerazione.

Documentazione specifica da produrre

- Cataloghi dei condotti sbarre e degli accessori.
- Tabelle tecniche e dimensionali.
- Istruzioni per l'assiemeaggio e la manutenzione.
- Elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio nonché degli attrezzi necessari per effettuare interventi di riparazione.
- Certificati delle prove.
- Dichiarazione di conformità.

Condotti portacavi

Oggetto della specifica

Tubazioni e canaline

Passerelle portacavi

Riferimento a norme specifiche

Vedi capitolo "Riferimenti Normative" paragrafo "Condotti Portacavi"

Caratteristiche tecniche

Tubazioni e canaline

Tubazioni rigide in PVC: come da norme richiamate al par. 2

Tubo rigido in acciaio zincato leggero: nastro di acciaio zincato, elettrosaldato, curvabile a freddo e non filettabile, da intestare con raccordi autobloccanti (metodo di zincatura Sendzimir)

Tubazioni flessibili in acciaio zincato a semplice graffatura con rivestimento esterno di PVC: intestazione metallica continua, con raccorderia filettata

Canaline per posa sottopavimento: chiuse, a sezione rettangolare, in PVC autoestinguente

Canaline destinate a contenere conduttori facenti parte di servizi diversi (energia, telefono, impianti speciali) dotate di setti separatori continui, anche in corrispondenza di cambi di direzione o in presenza di cassette di derivazione o rompitratta.

Passerelle portacavi

In acciaio ed in filo di acciaio

Passerelle in lamiera d'acciaio zincata galvanicamente con foratura per la ventilazione dei cavi (metodo di zincatura Sendzimir)

Coperchi in lamiera zincata galvanicamente da prevedere nei tratti verticali fino a m 2,5 dal piano di calpestio, nei tratti passaparete e nei percorsi orizzontali dove indicato dalla documentazione di progetto.

Passerelle in filo di acciaio, galvanizzato a cavo secondo Norme NF/EN - ISO 1461 (Ex Norme NF.A91-121).

In resina

Passerelle in resina di poliestere rinforzata con fibra di vetro, resistente agli acidi, autoestinguenta e con basso indice di tossicità dei fumi eventualmente prodotti

Coperchi in resina di poliestere fissati con clips in acciaio inox, da prevedere come sopra descritto.

Prescrizioni di posa

Tubazioni e canaline

Incasso sottotraccia: non ammessi accavallamenti e percorsi obliqui.

Incasso in massetto: fissaggio e allettamento per una corretta incorporazione nel sottofondo. Percorsi regolari, eventuali accavallamenti (da evitare come regola) eseguiti con gli appositi flessibili.

Percorsi in vista, da realizzare con gli appositi supporti ad evitare formazioni di anse; supporti fissati alle strutture con tasselli metallici o chiodi a sparo se ammessi nelle indicazioni del costruttore.

Ingresso nelle cassette: eseguito con appositi raccordi e adattatori, realizzando il grado di protezione meccanica previsto.

Accessori: derivazioni a gomito e a T non ammesse; curve ad ampio raggio realizzate con apposito attrezzo piegatubi.

Riempimento: area interna mai inferiore a due volte l'area occupata dai conduttori contenuti.

Filo pilota: infilato in ogni tubazione e canalina non utilizzata. Cavidotti interrati:

profondità di posa: 500 mm dalla generatrice superiore dei cavidotti

rinforzo: in calcestruzzo magro disposto sotto e sull'intorno dei cavidotti

giunzioni: sigillate con apposito mastice a garanzia dell'ermeticità.

Passerelle portacavi

Disposte in vista a parete ed a plafone con percorsi paralleli o complanari.

Utilizzo di accessori normalizzati per derivazioni, incroci, riduzioni, curve, staffe, tiges, mensole, ecc. evitando arrangiamenti di cantiere.

Amnesso il taglio a misura dei tratti rettilinei con ripristino della zincatura per le passerelle di acciaio.

Disposizione cavi su passerelle da prevedere in un solo strato con al più sistemazione ravvicinata.

Collegamento alla rete di terra e realizzazione di ponticelli equipotenziali per le passerelle di acciaio.

Coperchio sempre da prevedere sulle passerelle riservate ai cavi di Media Tensione.

Modalità di collaudo

Verifica conformità alle norme

Verifica dei dati dimensionali.

Verifica delle modalità di posa

Tubi protettivi

Caratteristiche generali

I tubi protettivi sono:

in materiale plastico rigido di tipo pesante, a Norme CEI 23 8, con Marchio Italiano di Qualità (tabella UNEL 37118 72), utilizzati per la distribuzione nei sottofondi o a parete e dove indicato specificatamente negli elaborati di progetto. Sono del tipo autoestinguente e a ridotta emissione di gas tossici; in materiale plastico flessibile di tipo pesante a Norma CEI 23-14 con Marchio Italiano di Qualità (tabella UNEL 3712170), utilizzati per gli usi indicati specificatamente negli elaborati di progetto. In taluni casi, devono essere rinforzate con spirale interna in acciaio (distribuzione in vista sotto pavimento sopraelevato). In particolare sono utilizzate le seguenti tipologie di tubi:

Tubo protettivo corrugato pieghevole

Descrizione

Tubo corrugato, isolante, pieghevole, autoestinguente con marchio IMQ, per impianti incassati a parete o sottopavimento.

Norme di riferimento

Vedi capitolo "Riferimenti Normative" paragrafo "Tubo Protettivo Corrugato Pieghevole"

Caratteristiche

| | |
|--|--|
| Materiale: | a base di polivinilcloruro (PVC) |
| Colore: | nero |
| Resistenza allo schiacciamento: | classe 3 superiore 750 N su 5 cm a +23 °C |
| Resistenza agli urti: | classe 3 2 kg da 10 cm a -5° C |
| Temperatura minima di funzionamento: | classe 2 (5° C) |
| Temperatura massima di funzionamento: | classe 1 (+ 60° C) |
| Resistenza elettrica di isolamento superiore a 100 M (misurati a 500Vcc per 1'); | |
| Rigidità dielettrica: | superiore a 2000 V (in c.a. a 50 Hz per 15') |
| Resistenza al fuoco: | resistente al filo incandescente a 850° C |

Tubo protettivo rigido

Descrizione

Tubo isolante rigido, piegabile a freddo, autoestinguente con marchio IMQ, nelle applicazioni a vista a parete o a soffitto.

Norme di riferimento

Vedi capitolo "Riferimenti Normative" paragrafo "Tubo Protettivo Rigido"

Caratteristiche

| | |
|---------------------------------------|--|
| Materiale: | a base di polivinilcloruro (PVC) |
| Colore: | grigio chiaro |
| Resistenza allo schiacciamento: | classe 3 superiore 750 N su 5 cm a +23°C |
| Resistenza agli urti: | classe 32 kg da 10 cm a -5°C |
| Temperatura minima di funzionamento: | classe 25°C |
| Temperatura massima di funzionamento: | classe 1 + 60°C |
| Resistenza elettrica di isolamento: | superiore a 100 M (misurati a 500Vcc per 1') |
| Rigidità dielettrica: | superiore a 2000 V (in c.a. a 50 Hz per 15') |
| Resistenza al fuoco: | resistente al filo incandescente a 850°C |
| Curvabilità: | curvabili a freddo con molla |

Tubo protettivo flessibile

Descrizione

Guaina isolante spiralata con marchio IMQ.

Norme di riferimento

Vedi capitolo "Riferimenti Normative" paragrafo "Tubo Protettivo Corrugato Pieghevole"

Caratteristiche

| | |
|---------------------------------------|--|
| Materiale: | a base di polivinilcloruro (PVC) |
| Flessibilità: | numero flessioni a 180° superiore a 5000 +5°C e+60°C |
| Resistenza allo schiacciamento: | classe 2 superiore 320 N su 5 cm a +23°C |
| Resistenza agli urti: | classe 3 2kg da 10cm a -5°C |
| Temperatura minima di funzionamento: | classe 1 + 5°C |
| Temperatura massima di funzionamento: | classe 1 + 60°C |
| Resistenza elettrica di isolamento: | superiore a 100 M (misurati a 500Vcc per 1') |
| Rigidità dielettrica: | superiore a 2000 V (in c.a. a 50 Hz per 15') |
| Resistenza al fuoco: | resistente al filo incandescente a 850°C |

Modalità di posa in opera

È 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 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 o molle piegatubi; in casi particolari sono utilizzate curve in fusione di lega leggera, completate con viti di chiusura 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 e nei controsoffitti i tubi devono essere fissati con appositi sostegni in materiale plastico od in acciaio cadmiato, posti a distanza opportuna ed applicati alle strutture con chiodi a sparo o 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 a vista le giunzioni tra tubazioni e l'ingresso dei tubi nelle cassette devono avvenire attraverso appositi raccordi.

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

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

In tutti i casi in cui vengano impiegati tubi metallici deve essere garantita la continuità elettrica tra loro e con le cassette metalliche; qualora queste ultime fossero in materiale plastico deve essere realizzato un collegamento tra i tubi ed il morsetto interno di terra.

Prescrizioni generali

L'infilaggio dei cavi deve essere successivo alla installazione dei tubi ed autorizzato da apposita dichiarazione scritta della D.L.

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 16 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.

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

I tubi previsti vuoti devono comunque essere dotati di fili-pilota 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.

Cassette di derivazione e scatole

Caratteristiche dei materiali

Le cassette e le scatole sono di vario tipo a seconda dell'impianto previsto (incassato, a vista, stagno). Devono comunque essere largamente dimensionate in modo da renderne facile e sicura la manutenzione ed essere munite di fratture prestabilite per il passaggio dei tubi e/o canali.

Quelle da incasso sono in resina con coperchio in plastica fissato con viti.

Tutte le cassette per gli impianti in vista, sottopavimento ed all'interno di controsoffitti devono essere metalliche del tipo in fusione o 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.

Le cassette in lega leggera devono avere imbocchi filettati UNI-ISO 7/1, oppure 6125 AD.PE, per connessioni a tubi in acciaio zincato.

Le cassette metalliche devono avere un morsetto per la loro messa a terra.

Modalità di posa

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

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

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 rimanenti casi.

Prescrizioni generali

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 coperchio 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.

È tassativamente proibito l'impiego di morsetti di tipo autospellante.

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