

STUDIO TECNICO

Dott. Ing. GAETANO ROCCO



Corso G. Garibaldi, 111 - 60121 Ancona - Tel.: 071/56300 - Fax: 071/2075936
E-mail: progetti@roccoengineering.it

Tavola n.:

R

Data:

Dicembre 2013

Data ultima modifica:

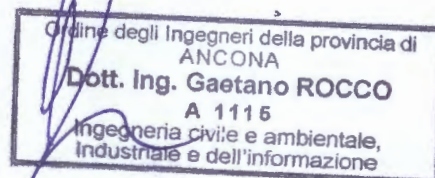
11.12.2013

Scala:

-

Il Progettista:

Dott. Ing. Gaetano Rocco



Progetto:

**IMPIANTO DI
PRODUZIONE ENERGIA
ELETTRICA DA FONTE
SOLARE FOTOVOLTAICA
CONNESSO ALLA RETE DI
kW 49,68**

Committente:



**CONSIGLIO NAZIONALE
DELLE RICERCHE DI
ANCONA**

Oggetto:

RELAZIONE TECNICA GENERALE E SPECIALISTICA

File:

\\00-2013\\57-2013\\elaborati dattilo\\Relazione tecnica fotovoltaico CNR.doc

Protocollo:

57-2013

Disegnato:

Cartolini

CNR
CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE
ISMAR

IMPIANTO DI PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA DA
FONTE SOLARE FOTOVOLTAICA CONNESSO ALLA RETE
DI kW 49,68

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICA GENERALE
DESCRITTIVA E SPECIALISTICA

Il Progettista
Dott. Ing. Gaetano Rocco

Dicembre 2013

IMPIANTO FOTOVOLTAICO CNR ANCONA

INDICE

Oggetto

- 01 Premessa**
- 02 Descrizione dell'intervento**
- 03 Riferimenti normativi**
- 04 Misure di protezione adottate**
 - Protezione dai contatti diretti
 - Protezione dai contatti indiretti
 - Protezione dalle sovracorrenti
 - Sezionamento
 - Comando di emergenza
 - Protezione dai fulmini
 - Protezione dalle sovracorrenti
- 05 Caratteristiche principali dell'impianto fotovoltaico**
- 06 Generatore fotovoltaico**
- 07 Moduli fotovoltaici**
- 08 Struttura di sostegno dei moduli**
- 09 Gruppo di conversione**
- 10 Centrale di Monitoraggio**
- 11 Postazione di Gestione**
- 12 Centrale di Rilevazione Dati Ambientali**
- 13 Misuratore di Energia Elettrica Prodotta e misuratore Bi-direzionale di Energia Elettrica Prelevata/Messa in Rete**
- 14 Quadri elettrici**
 - Quadro di parallelo
 - Quadro Generale BT (QGBT)
 - Cassetta Consegna Energia
- 15 Canalizzazioni portatavi**
 - Tubazioni
 - Canali

- 16 Cavi elettrici**
- 17 Connessioni elettriche e cassette di derivazioni**
- 18 Impianto di terra**

01. Premessa

Il presente progetto illustra le caratteristiche dell'intervento volto a realizzare un impianto fotovoltaico in parte della copertura dell'edificio CNR-ISMAR sito ad Ancona loc. Mandracchio fiera della pesca.

L'edificio sede del CNR-ISMAR è composto da piano terra ed una porzione di piano 1°.

Il lato longitudinale del fabbricato è rivolto verso S/W.

La superficie di copertura del fabbricato è la seguente:

1° tratto 382,60 mq (copertura p. t. lato sud)

2° tratto 125,12 mq (copertura p. 1°) in mezzeria

3° tratto 338,63 mq (copertura p.t. lato nord)

I pannelli fotovoltaici saranno ubicati nei tratti 1-2, ovvero quelli con migliore esposizione.

I pannelli saranno in numero di 216 con potenza di picco 230 Wp ed una potenza totale di picco 49,68 kWp.

Saranno eseguiti le opere edili necessarie per il posizionamento dei pannelli nei 2 tratti di tetto relativamente al manto di copertura per l'ancoraggio dei pannelli.

I pannelli saranno ubicati orizzontali (angolo inclinazione 0°) esposti in senso longitudinale alla copertura dell'edificio, ovvero con inclinazione S/W.

In questo modo si riesce ad installare 216 pannelli (dim. 1,60x0,90 m), in modo uniforme, senza rischiare di avere ombreggiamenti tra un pannello e l'altro.

Inoltre tale tipo di posa permette di non avere zavorre di fissaggio, né di sovraccaricare la struttura del tetto.

Infatti con il pannello inclinato invece che orizzontale maggiore sarebbe il sovraccarico strutturale, sia per rischio neve che si accumula "sotto" i pannelli, sia per vento.

L'attuale pacchetto di copertura ed impermeabilizzazione, nei soli tratti considerati, deve essere rifatto in quanto non consente la foratura per l'installazione dei telai di fissaggio dei pannelli fotovoltaici. Ciò avverrà nella sola porzione di copertura ove saranno installati i pannelli, i tetti 1 e 2.

Gli string box di collegamento dei pannelli saranno ubicati in copertura e le canalette per la distribuzione dei cavi elettrici saranno posati sempre in copertura parallele ai pannelli, su apposite canalette di distribuzione dei cavi solari, in corrente continua.

Dal tetto una canaletta verticale arriverà sino ad un pozzetto di terra e di qui con canaletta interrata sino al locale inverter.

Tali locale sarà ricavato all'interno della cabina di trasformazione elettrica.

Entro tale locale sarà installato anche il dispositivo di interfaccia, il contatore fiscale e tutte le apparecchiature per l'allaccio alla rete ENEL in BT/MT.

Lo scopo della presente relazione è quindi definire tecnicamente l'impianto fotovoltaico, di potenza di picco pari a 49.680 Wp, da realizzarsi ad Ancona (AN), sulla copertura della sede "CNR Ancona".

Detto impianto può essere ammesso agli incentivi in "conto energia" di cui ai DM 19 Febbraio 2007 ed avrà diritto ad una "tariffa incentivante" sull'energia prodotta oltre al risparmio sul prelievo di energia dalla rete di fornitura Enel.

L'impianto opererà in regime di scambio sul posto.

L'impianto sarà del tipo grid connected ed installato su copertura piana, con connessione in parallelo alla rete del distributore ed allaccio trifase in bassa tensione.

Il Soggetto Responsabile è CNR -Consiglio Nazionale delle Ricerche, proprietario della struttura oggetto dell'intervento.

02. Descrizione dell'intervento

L'impianto fotovoltaico oggetto della presente relazione sarà installato sulla copertura degli Uffici "CNR Ancona", nel Comune di Ancona (AN) in Largo Fiera della Pesca.

I moduli fotovoltaici verranno installati in modo tale da rendere l'impianto totalmente integrato (finitura della copertura del tetto) non visibile dal piano della strada e quindi non alterando l'aspetto estetico dell'edificio.

La progettazione è stata redatta secondo i seguenti criteri:

- Rispetto delle Leggi e delle normative di buona tecnica vigenti;

- Conseguimento delle massime economie di gestione e di manutenzione degli impianti progettati;
- Ottimizzazione del rapporto costi/benefici ed impiego di materiali componenti di elevata qualità, efficienza e lunga durata, facilmente reperibili sul mercato;
- Riduzione delle perdite energetiche connesse al funzionamento dell'impianto al fine di massimizzare la quantità di energia immessa in rete.

I termini e le definizioni di cui al presente progetto riportate nelle Norme CEI e nell'art. 2 del D.M. 28 Luglio 2005 e s.m.i. *“Nuovi criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare”*, in attuazione dell'art. 7 del D.Lgs 29/12/03 n° 387.

Le principali tipologie di opere ed impianti da realizzare sono:

- Installazione campo fotovoltaico (pannelli fotovoltaici) in silicio monocristallino;
 - Cavidotti e canalizzazioni.
 - Quadri di campo per il parallelo e la protezione delle stringhe in ingresso ai convertitori DC/AC;
 - Distribuzione energia in corrente continua ed alternata fino al quadro elettrico generale;
 - Inverter;
 - Quadri di protezione in corrente alternata;
 - Collegamento all'impianto di terra;
 - Connessione ed interfaccia su quadro generale di bassa tensione;
 - Rifasamento
 - Impianto di supervisione.
- La taglia dell'impianto proposto ne consente, in accordo con la norma CEI 0-16, la connessione alla barratura di bassa tensione del quadro elettrico generale. La norma CEI 0-16, che regola le connessioni di impianti attivi alla rete AT e MT del distributore, prevede infatti che gli impianti di produzione, di potenza inferiore ai 400 kVA, possano essere connessi

direttamente alla barratura BT dell'impianto del cliente e che le protezioni associate al dispositivo di interfaccia ed i relativi strumenti di misura (TV e TA) possono effettuare le misure direttamente sulla barratura generale in bassa tensione.

- Altro input alla base della progettazione è stata la suddivisione dell'impianto, per ogni zona in più inverter, in modo che i collegamenti dal campo fotovoltaico agli inverter stessi possa avvenire con cavi in c/c di sezione limitata, tenendo conto che i cavi stessi sono passati entro gli istituti per raggiungere dal campo gli inverter.
- I cavi c/c interni da string control a inverter sono del tipo FG701 e saranno posati in cavidotti e canalette separati rispetto alle altre utenze
- All'esterno devono essere utilizzati cavi di tipo solare FG21M21
- Devono essere previsti scaricatori di tensione sia lato AC , che lato DC tipo CONTRADE
- Gli inverter sono ubicati nell'apposito locale della cabina elettrica.

L'impianto fotovoltaico sarà collegato al quadro generale di bassa tensione posto a valle del trasformatore MT/BT al quale saranno collegate le linee di distribuzione principali.

L'impianto fotovoltaico, destinato al funzionamento in parallelo alla rete del distributore ed in accordo con la norma CEI 0-16, sarà collegato alla barratura di bassa tensione dell'impianto elettrico, sul quadro elettrico generale di edificio nel locale cabina di trasformazione, senza intervenire sui quadri di media tensione. La norma CEI 0-16, che regola le connessioni di impianti attivi alla rete AT e MT del distributore, prevede infatti che gli impianti di produzione, di potenza inferiore ai 400 kVA, possano essere connessi direttamente alla barratura BT dell'impianto del cliente e che le protezioni associate al dispositivo di interfaccia ed i relativi strumenti di misura (TV e TA) possono effettuare le misure direttamente sulla barratura generale in bassa tensione.

Sul quadro elettrico generale verranno installati:

- Gli interruttori magnetotermico differenziale motorizzato per la connessione dell'impianto fotovoltaico alla barratura generale BT dell'impianto utente che assolverà le funzioni di dispositivo di interfaccia con la rete come previsto dalle CEI 0-16, uno per ognuna delle sezioni alimentate.
- Protezione di interfaccia conforme alla norma CEI 0-16 e alle prescrizioni del distributore di rete MT con relativi TA e TV di misura;

Subito a valle del dispositivo d'interfaccia verrà installato anche il gruppo di misura dell'energia prodotta. Tale contatore sarà dotato di TA e TV certificati da UTF nel pieno rispetto delle condizioni imposte dal GSE per l'ottenimento delle tariffe incentivanti.

Il dispositivo di interfaccia (DI) sarà costituito da un interruttore motorizzato con sganciatore di apertura e chiusura. Le protezioni di interfaccia ad esso associate saranno costituite da relè di frequenza e di tensione secondo quanto prescritto nella CEI 0-16.

Le protezioni previste sul dispositivo d'interfaccia sono:

- Massima tensione 59 - 59N - 59T;
- Minima tensione 27 - 27T;
- Massima frequenza >81;
- Minima frequenza <81.

Oltre alle protezioni sopra descritte viene previsto anche il rinalzo sul dispositivo generale. Esso è costituito da un circuito a lancio di tensione, condizionato dalla posizione di chiuso del dispositivo di interfaccia, con temporizzazione ritardata a 0,5 s, che agirà a secondo dei casi concordati, sul dispositivo generale. Il temporizzatore sarà attivato dal circuito di scatto della protezione di interfaccia.

Inverter trifase

I gruppi di conversione della corrente continua in corrente alternata (inverter) saranno in grado di operare in modo completamente automatico al fine del raggiungimento del punto di massima potenza (MPPT) del campo FV e sarà conforme alle prescrizioni normative vigenti. Gli inverter saranno ubicati nel locale tecnologico della cabina di trasformazione.

Ogni inverter sarà dotato di doppio canale di ingresso indipendente con tre punti di connessione di stringa fusibili per ogni MPPT, funzionamento senza trasformatore di isolamento, unità di conversione a ponte trifase e display LCD frontale per il monitoraggio dei parametri principali.

String control

Il quadro elettrico per il parallelo di stringa, dovrà essere in esecuzione esterno grado di protezione IP65 con pressacavi PG, interruttore CC, scatola in polycarbonato resistente ai raggi UV.

Il quadro string control dovrà connettere in parallelo le stringhe di moduli costituenti il campo fotovoltaico. Ogni quadro dovrà contenere le apparecchiature di protezione della singola stringa e i dispositivi di protezione dalle sovratensioni.

Il quadro elettrico di parallelo dovrà assolvere le funzioni seguenti:

- connessione e parallelo delle stringhe fotovoltaiche in ingresso con il polo positivo su morsetto sezionabile per la sua possibile sconnessione;
- protezione delle singole stringhe dalla corrente di ricircolo proveniente dalle altre stringhe con diodi di blocco (laddove necessari) montati su basetta con dissipatore di calore adeguatamente dimensionato;
- protezione da sovratensioni indotte da fulminazioni mediante scaricatori (positivo-terra, negativo-terra, positive-negativo) connessi a terra e montati in modo tale da minimizzare l'induttanza del collegamento tra i terminali delle stringhe ed i dispositivi di protezione;
- sezionamento in uscita delle stringhe messe in parallelo.

La cassetta del quadro di campo sull'arrivo di ciascuna stringa dovrà essere a tenuta d'acqua (livello di protezione minimo IP55) per esterno, e dovrà essere del tipo fabbricato con resina autoestinguente, con pressacavi e chiusura meccanica.

Come già detto i quadri string control sono ubicati in copertura.

A monte degli string control, sono ubicati i sezionatori per togliere tensione all'impianto fotovoltaico, comandati tutti in parallelo da un pulsante di sgancio.

Impianto di supervisione

L'impianto fotovoltaico, sarà dotato di un datalogger per il monitoraggio ed il controllo dell'impianto in grado di assolvere alle seguenti funzionalità:

- Monitoraggio remoto dell'impianto mediante connessione Ethernet oppure GSM;
- Dati di performance dell'impianto: energia prodotta, potenza, tensioni, correnti, anche sui singoli inverters;
- Fino a 4 ingressi analogici per il collegamento di sensori ambientali (irraggiamento, temperatura, vento, ecc.)
- Possibilità di collegare sensori (irraggiamento, temperatura, ecc. al momento non previsti nella fornitura)
- Fino a 4 ingressi digitali per collegamento di contatori ad impulsi e display esterni
- Allarmi attivi con invio automatico di SMS, email o fax in caso di malfunzionamento dell'impianto
- Possibilità di attivare contatori ad impulsi e display esterni

Il sistema di gestione dovrà comprendere:

- Controller del sistema;
- Inverter collegati al controller utilizzando una comunicazione seriale su bus RS485;
- Eventuali ingressi per il collegamento di sensori ambientali;

Rientra pertanto nel progetto e nell'Appalto la realizzazione delle seguenti opere:

- Fornitura e posa in opera, sulla copertura dell'edificio, di un generatore fotovoltaico costituito da pannelli solari al silicio monocristallino montati orizzontali su apposita struttura di sostegno integrata nella copertura
- Opere edili connesse all'impianto fotovoltaico sul manto di copertura in modo che lo stesso sia idoneo per l'installazione dei pannelli fotovoltaici ai sensi delle vigenti normative
- Realizzazione delle condutture elettriche in corrente continua per il collegamento di detti pannelli agli Inverter DC/AC
- Fornitura e posa in opera degli Inverters, del Quadro di Parallelo e della Centrale di Rilevazione Dati Ambientali
- Predisposizione della Cassetta di Misura, ove verrà allocato, da parte dell'Ente Distributore, il Misuratore di Energia Prodotta
- distribuzione delle condutture elettriche in corrente continua e alternata per i collegamenti di energia fra gli Inverters, il Quadro di Parallelo, la Cassetta di Misura ed il Quadro Generale BT.
- Fornitura e posa in opera della Centrale di Monitoraggio e della Postazione di Gestione
- Realizzazione delle condutture di energia e di segnale per l'alimentazione ed il collegamento degli Inverters, della Centrale di Monitoraggio, della Centrale di Rilevazione Dati Ambientali, della Postazione di Gestione
- Integrazione, sull'esistente Quadro Generale BT di cabina, di interruttore per la protezione/comando del nuovo circuito destinato all'alimentazione dell'impianto fotovoltaico.

Gli impianti in oggetto sono stati progettati con riferimento a materiali/componenti di Fornitori primari, dotati di Marchio di Qualità, di marchiatura o di autocertificazione del Costruttore attestanti la loro costruzione a regola d'arte secondo la Normativa tecnica e la Legislazione vigente.

Tutti i materiali/componenti rientranti nel campo di applicazione delle Direttive 73/23/CEE ("Bassa Tensione") e 89/336/CEE ("Compatibilità Elettromagnetica") e

successive modifiche/aggiornamenti saranno conformi ai requisiti essenziali in esse contenute e saranno contrassegnati dalla marcatura CE.

I materiali impiegati, risponderanno alle Norme UNI/ISO, UNEL, CEI/EN/IEC, di prova e di accettazione, alle prescrizioni VV.F., ASL, ISPESL, ENEL, ENEA, Ministero Ambiente.

Tutti i materiali/componenti presenteranno caratteristiche idonee alle condizioni ambientali e lavorative dei luoghi in cui risulteranno installati.

L'edificio risulta attualmente alimentato a 20.000 V dall'Ente Distributore mediante un punto di consegna ubicato all'interno della cabina MT distributore \ utente.

Nella cabina utente, mediante apposito trasformatore 20.000/400 V viene alimentato il quadro elettrico generale.

La distribuzione elettrica all'interno dell'edificio viene effettuata a 400/230 V con circuiti derivati dal Quadro Elettrico Generale, sito entro la cabina di trasformazione utente, secondo uno schema di tipo radiale semplice, con più livelli di quadri elettrici in cascata.

Il sistema elettrico di distribuzione è classificato come TN-S di categoria I.

L'edificio è provvisto di un impianto di terra a cui sono collegate le varie masse e masse estranee.

03. Riferimenti normativi

L'impianto fotovoltaico oggetto della presente relazione sarà realizzato in conformità alle vigenti Leggi/Normative tra le quali si segnalano le seguenti principali:

CEI 11-17	Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione dell'energia elettrica – Linee in cavo
CEI 11-20	Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi i continuita' collegati a reti di I e II categoria
CEI 11-25	Calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti trifase a corrente alternata
CEI 20-40	Guida per l'uso di cavi a bassa tensione
CEI 20-67	Guida per l'uso dei cavi 0.6/1 kV
CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
CEI 70-1	Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
CEI 82-25	Guida alla realizzazione di sistemi di generazione

	fotovoltaica collegati alle reti elettriche MT e BT
CEI EN 60904-1	Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente
CEI EN 60904-2	Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento
CEI EN 60904-3	Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento
CEI EN 61727	Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete
CEI EN 61215	Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo
CEI EN 60439-1-2-3	Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione
CEI EN 60529	Gradi di protezione degli involucri (codice IP)
UNI 10349	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici
CEI EN 61724	Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati
IEC 60364-7-712	Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic (PV) power supply systems
ENEL DK 5940	Criteri di allacciamento di impianti di produzione alla rete BT di ENEL Distribuzione
CEI-UNEL Tab. 35023	Cavi per energia isolati in gomma o con materiale termoplastico aventi grado di protezione non superiore a 4. Cadute di tensione.
CEI-UNEL Tab. 35024	Cavi per energia isolati in gomma o con materiale termoplastico aventi grado di protezione non superiore a 4. Portata di corrente in regime permanente.
CEI UNEL 35024/1	Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1.000 V in corrente alternata e 1,500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria
CEI-UNEL Tab.35375	Cavi per l'energia isolati in gomma etilenpropilenica alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi. Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa. Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV
Legge 1/3/1968 n. 186	Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti

	elettrici ed elettronici.
Legge 18/10/1977 n.791	Attuazione delle direttive CEE 72/23 relative alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico.
Legge 5/3/1990 n.46	Norme per la sicurezza degli impianti.
DPR 6/12/1991 n. 447	Regolamento di attuazione della legge n. 46 del 5 Marzo 1990
D.L. 19/9/1994 n. 626	Attivazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro
D.Lgs 9/04/08 n° 81	Attuazione dell'art. 1 della Legge 123/07 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
D.M. 22/01/08 N° 37	Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11 della Legge 248/05 recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici
D.Lgs. 16/03/1999 n. 79	Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica
D.Lgs. 29/12/2003 n. 387	Attuazione della direttiva 2001/77/CE recante alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità
D.M. 28/07/2005	Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaico della fonte solare
D.M. 06/02/2006	Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaico della fonte solare
D.M. 19/02/2007	Criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, in attuazione dell'articolo 7 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387
Delibera AEEG 11/4/2007 n. 89/07	Condizioni tecnico economiche per la connessione di impianti di produzione di energia elettrica alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi a tensione nominale minore o uguale ad 1 kV
Delibera AEEG 11/4/2007 n. 90/07	Attuazione del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 19 febbraio 2007, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante impianti fotovoltaici
Delibera AEEG 29/12/2007 n. 348/07	Testi integrati delle disposizioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas per l'erogazione dei servizi di trasmissione, distribuzione e misura dell'energia elettrica per il periodo di regolazione 2008-2011 e disposizioni in

	materia di condizioni economiche per l'erogazione del servizio di connessione
--	---

NORME PRODUZIONE E TRASFORMAZIONE ENERGIA

Norma	CEI 3-18	Segni grafici per schemi produzione, trasformazione e conversione energia elettrica
Norma	CEI 11-1	Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
Norma	CEI 11-35	Guida all'esecuzione delle cabine elettriche d'utente
Norma	CEI 14-4	Trasformatori di potenza;
ENEL	DK 5600	Criteri di allacciamento di clienti alla rete MT della distribuzione; Marzo 2004 Ed. IV - 1/21.

NORME PER IMPIANTI FOTOVOLTAICI

Norma	CEI 82-1	Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente - tensione
Norma	CEI 82-2	Dispositivi fotovoltaici Parte 2: Prescrizioni per le celle solari di riferimento
Norma	CEI 82-3	Dispositivi fotovoltaici Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento
Norma	CEI 82-4	Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia
Norma	CEI 82-5	Caratteristiche I-V di dispositivi fotovoltaici in silicio cristallino Procedure di riporto dei valori misurati in funzione di temperatura e irraggiamento
Norma	CEI 82-6	Dispositivi fotovoltaici Parte 6: Requisiti dei moduli solari di riferimento
Norma	(CEI EN 61215) CEI 82-8	Moduli fotovoltaici (FV) in silicio cristallino per applicazioni terrestri Qualifica del progetto e omologazione del tipo
Norma	CEI 82-9	Sistemi fotovoltaici (FV) Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete
Norma	(CEI EN 61215) CEI 82-12	Moduli fotovoltaici (FV) a film sottili per usi terrestri Qualificazione del progetto e approvazione di tipo
Norma	CEI 82-14	Prova all'UV dei moduli fotovoltaici (FV)
Norma	CEI 82-15	Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati
Norma	CEI 82-16	Schiere di moduli fotovoltaici (FV) in silicio cristallino Misura sul campo delle caratteristiche I-V
Norma	CEI 82-17	Sistemi fotovoltaici (FV) di uso terrestre per la generazione di energia elettrica Generalità e guida
Norma	CEI 82-18	Prova di corrosione da nebbia salina dei moduli fotovoltaici (FV)

Norma	CEI 82-20	Sistemi fotovoltaici Condizionatori di potenza Procedura per misurare l'efficienza
Norma	(CEI EN 50380) CEI 82-22	Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici
Norma	CEI 82-24	Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali
Norma	CEI 82-25	Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di media e bassa tensione
Norma	UNI 8477	Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta.
Norma Legge	UNI 10349 n° 133	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici. del 13 maggio 1999 – Disposizioni in materia di perequazione, razionalizzazione e federalismo fiscale (in particolare art. 10 comma 7).
D.M.	11/11/1999	Direttive per l'attuazione delle norme in materia di energia elettrica da fonti rinnovabili di cui ai commi 1,2 e 3 dell'articolo 11 del decreto legislativo 16 marzo 1999 n° 79.
D.L.	N° 387	29 dicembre 2003 – Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.
Legge	N° 239	23 Agosto 2004 – Riordino del settore energetico, nonché delega al governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia.
D.M.	28/07/2005	Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.
D.M.	06/02/2006	Criteri per l'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.
D.M.	19/02/2007	Criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare.
Delibera	n° 34/05	Modalità e condizioni economiche per il ritiro dell'energia elettrica di cui all'articolo 13, commi 3 e 4, del decreto legislativo 29/12/2003, n° 387, e al comma 41 della legge 23/08/2004, n° 239.
Delibera	n° 49/05	Modificazione ed integrazione alla deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 23 febbraio 2005, n. 34/05
Delibera	n° 165/05	Modificazione e integrazione alla deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 23 febbraio 2005, n. 34/05 e approvazione di un nuovo schema di convenzione allegato alla medesima deliberazione
Delibera	n° 188/05	Definizione del soggetto attuatore e delle modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti degli impianti fotovoltaici, in attuazione dell'articolo 9 del decreto del Ministro delle attività produttive, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio, 28 luglio 2005
Delibera	n° 28/06	Condizioni tecnico-economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili di potenza nominale non superiore a 20 kW, ai sensi dell'articolo 6 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387

Delibera	n° 40/06	Modificazione e integrazione alla deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 14 settembre 2005, n. 188/05, in materia di modalità per l'erogazione delle tariffe incentivanti degli impianti fotovoltaici
Delibera	n° 90/07	Attuazione del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 19 febbraio 2007, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante impianti fotovoltaici

NORME PRODUZIONE E TRASFORMAZIONE ENERGIA

Norma	CEI 0-16	Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
Norma	CEI 3-18	Segni grafici per schemi produzione, trasformazione e conversione energia elettrica
Norma	CEI 11-1	Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
Norma	CEI 11-35	Guida all'esecuzione delle cabine elettriche d'utente
Norma	CEI 14-4	Trasformatori di potenza;
ENEL	DK 5940	Criteri di allacciamento di impianti di produzione alla rete BT di ENEL distribuzione.
ENEL	DK 5740	Criteri di allacciamento di impianti di produzione alla rete MT di ENEL distribuzione.

04. Misure di protezione adottate

Tutti gli impianti descritti nella presente relazione sono stati progettati e verranno realizzati al fine di assicurare:

- la protezione delle persone e dei beni contro i pericoli ed i danni derivanti dal loro utilizzo nelle condizioni che possono ragionevolmente essere previste;
- il loro corretto funzionamento per l'uso previsto;

Per raggiungere tali obiettivi saranno quindi adottate le seguenti misure di protezione:

Protezione dai contatti diretti - Protezione totale contro i pericoli derivanti da contatti con parti in tensione, realizzata in conformità al cap. 412 della Norma CEI 64-8 mediante:

- isolamento delle parti attive, rimovibile solo mediante distruzione ed in grado di resistere a tutte le sollecitazioni meccaniche, chimiche, elettriche e termiche alle quali l'impianto può essere sottoposto nel normale esercizio

- involucri idonei ad assicurare complessivamente il grado di protezione IP XXB (parti in tensione non raggiungibili dal dito di prova) e, sulle superfici orizzontali superiori a portata di mano, il grado di protezione IP XXD (parti in tensione non raggiungibili dal filo di prova)

A tal fine verranno impiegati cavi a doppio isolamento (o cavi a semplice isolamento posati entro canalizzazioni in materiale isolante) e le connessioni saranno racchiuse entro apposite cassette con coperchio apribile mediante attrezzo.

Protezione dai contatti indiretti – Protezione contro i pericoli risultanti dal contatto con parti conduttrici che possono andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale, da realizzare (sul lato AC dell'impianto) mediante l'interruzione automatica dell'alimentazione secondo il paragrafo 413.1 della Norma CEI 64-8, impiegando dispositivi differenziali e collegando all'impianto generale di terra dell'edificio tutte le masse e masse estranee presenti negli ambienti considerati, il tutto coordinato in modo da soddisfare in tutti i punti la condizione di cui all'art. 413.1.4.2 della Norma CEI stessa:

$$R_a \bullet I_a \leq 50$$

dove:

R_a = somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse (Ohm)

I_a = corrente che provoca l'intervento automatico del dispositivo di protezione differenziale (Ampère)

Per quanto riguarda la parte d'impianto in DC la protezione dai contatti indiretti verrà realizzata utilizzando componenti elettrici di Classe II o con isolamento equivalente (canalizzazioni, cavi, cassette, pannelli ecc.) in accordo al paragrafo 413.2 della Norma CEI 64-8.

Protezione dalle sovracorrenti – Protezione contro il riscaldamento anomalo degli isolanti dei cavi e contro gli sforzi elettromeccanici prodotti nei conduttori e nelle connessioni causati da correnti di sovraccarico o di cortocircuito, realizzata mediante dispositivi unici di interruzione (interruttori magnetotermici o fusibili) installati

all'origine di ciascuna conduttura ed aventi caratteristiche tali da interrompere automaticamente l'alimentazione in occasione di un sovraccarico o di un cortocircuito, secondo quanto prescritto nel Cap. 43 e nella sez. 473 della Norma CEI 64-8 facendo riferimento alle tabelle CEI-UNEL relative alla portata dei cavi in regime permanente.

A tal fine ogni dispositivo, oltre a possedere un potere di interruzione non inferiore al valore della corrente di corto circuito presunta nel suo punto di installazione, risponderà alle seguenti due condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_z$$

dove:

I_b = corrente di impiego del circuito (ampère)

I_z = portata in regime permanente della conduttura (ampère)

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione (ampère)

I_f = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite (ampère)

Sezionamento - Sul lato DC l'impianto sarà sezionabile mediante sezionatori omnipolari integrati all'interno degli inverter.

Per il sezionamento dell'impianto di distribuzione in AC, oltre all'apposito dispositivo integrato sul lato AC di ciascun inverter, verranno impiegati i dispositivi omnipolari di protezione e comando posti nel Quadro di Parallelo e nel Quadro Generale BT.

Tutti i quadri verranno comunque dotati di interruttori generali omnipolari che rendano possibile il sezionamento completo degli stessi.

Comando di emergenza - considerato che l'impianto lato DC (generatore fotovoltaico) risulta tutto esterno al compartimento antincendio dell'edificio, non è stato per esso previsto un comando di emergenza che, con un'unica manovra, ne renda possibile la disalimentazione istantanea.

Relativamente al lato AC dell'impianto (Quadro di Parallelo, apparati di comando/controllo e relative condutture di alimentazione) il comando di emergenza verrà assicurato dagli stessi dispositivi esistenti, destinati alla disalimentazione dell'impianto elettrico dell'edificio i quali, però, dovranno agire anche sull'interruttore generale del Quadro di Parallelo.

Quanto sopra al fine di poter disattivare, contemporaneamente all'impianto elettrico dell'edificio stesso, anche il nuovo circuito derivato dal Quadro Generale BT per il collegamento del generatore fotovoltaico previsto nel presente progetto.

Protezione dai fulmini – L'edificio interessato dall'intervento non dispone di un impianto di protezione nei confronti delle scariche atmosferiche (LPS).

Le strutture costituenti l'impianto fotovoltaico previsto non modificheranno le dimensioni esterne di ingombro (altezza e larghezza) dell'edificio stesso in quanto verranno installate all'interno del terrazzo di copertura, senza superare la quota dei parapetti esistenti.

Pertanto, non comportando la presenza di tale impianto un aumento della probabilità di fulminazione dell'edificio, non è stata prevista la realizzazione di un sistema di protezione dalle scariche atmosferiche di origine diretta.

Protezione dalle sovratensioni – Nonostante, nel caso in questione, le sovratensioni di origine atmosferica (fulminazioni indirette) che potrebbero occasionalmente verificarsi non siano pericolose per le persone ed i danni economici sulle strutture/impianti, che le stesse potrebbero eventualmente determinare, siano di entità limitata, si è comunque previsto di equipaggiare il Quadro di Parallelo di scaricatori di tensione (SPD) di classe 2 aventi corrente massima di scarica 20 kA (8/20).

Inoltre gli inverters saranno dotati di protezioni interne nei confronti delle sovratensioni (sul lato DC) in grado, vista la ridotta estensione dell'impianto e la superiore tenuta all'impulso dei moduli fotovoltaici, di garantire di fatto la protezione anche di questi ultimi.

05. Caratteristiche principali dell'impianto fotovoltaico

L'impianto sarà del tipo grid connected, collegato in parallelo alla rete del Distributore in modo che la parte di produzione di energia elettrica non autoconsumata dall'utenza sarà riversata in rete (scambio sul posto), per poi essere eventualmente riprelevata all'occorrenza.

Il generatore fotovoltaico sarà costituito da moduli in silicio monocristallino da 230 Wp cadauno, installati sulla copertura dell'edificio mediante appositi sostegni.

Il generatore fotovoltaico sarà formato da 18 stringhe, costituite ognuna da 12 moduli collegati in serie (per un totale di 216 moduli) in grado di erogare una potenza complessiva massima di 49.680 Wp.

Le stringhe di moduli fotovoltaici saranno collegate ad un gruppo di conversione DC/AC composto da n° 9 inverter in grado di gestire una potenza in ingresso ciascuno pari a 5.300 Wp, dotati di diodi di blocco interni, di varistori in ingresso e del dispositivo di interfaccia omologato ENEL.

La linea monofase AC in uscita da ciascun inverter sarà collegata ad un Quadro di Parallelo inverter.

La linea in AC trifase a 400 Volt in uscita dal Quadro Elettrico di Parallelo sarà derivata dal Quadro Generale di bassa tensione dell'edificio mediante apposito dispositivo di protezione/comando da integrare sul quadro stesso.

La misurazione dell'energia elettrica prodotta verrà assicurata dai seguenti dispositivi la cui installazione sarà a cura dell'Ente Distributore:

- contatore trifase unidirezionale posto in copertura, immediatamente all'uscita del Quadro di Parallelo
- contatore trifase bidirezionale posto nell'esistente cabina locale misure dove avviene la fornitura di energia da parte dell'ENEL

L'impianto fotovoltaico sarà controllato da una Centrale di Monitoraggio la quale, oltre alla nota comunicazione con gli inverters, permetterà di ottenere anche misurazioni dirette dei parametri ambientali e del generatore solare al fine di rendere tali dati disponibili all'utente e di diagnosticare/rilevare più rapidamente le eventuali avarie.

Tale Centrale sarà dotata di interfaccia seriale per comunicazione RS232 o RS485 ed affiancata da un personal computer con monitor per un più agevole accesso degli utenti (Postazione di Gestione).

A detta Centrale saranno collegati, oltre naturalmente i già menzionati inverter DC/AC, i seguenti apparati:

- Centrale di Rilevazione Dati Ambientali (temperatura moduli ed irraggiamento solare) da installare all'esterno in prossimità del generatore fotovoltaico

Per l'alimentazione della Centrale di Monitoraggio, della Postazione di Gestione ci si avvarrà della rete elettrica esistente a servizio dell'edificio, connettendosi alle prese a spina 230 V più vicine.

Per i collegamenti di segnale fra gli Inverters, la Centrale di Monitoraggio, la Postazione di Gestione e la Centrale di Rilevazione Dati Ambientali verranno realizzate apposite condutture in cavo FTP 4x2xAWG24.

Tutte le condutture e le apparecchiature poste all'aperto saranno costituite da materiali idonei a sopportare le gravose condizioni proprie dell'ambiente esterno.

Producibilità del generatore fotovoltaico

Il calcolo dell'energia elettrica che l'impianto fotovoltaico sarà in grado di produrre nell'ambito di un anno è stato effettuato secondo la Giuda CEI 82-25 assumendo i seguenti parametri:

- potenza nominale del generatore (P_{nom}) 49,68 kW_p
- coefficiente di ombreggiamento (K) 0,9
- rendimento del generatore a valle del sistema di conversione (η_{pv}) 0,88
- rendimento degli inverter (η_{inv}) 0,9
- radiazione solare annua media incidente , sulla superficie
inclinata dei moduli 1.255 kWh/m²

Dal calcolo stesso, sviluppato nel dettaglio in altro specifico elaborato costituente il progetto, è risultata una produzione di 62.364 kWh/anno.

Naturalmente detto valore sarà riferito al primo anno di esercizio, mentre per gli anni successivi occorrerà tenere conto del decadimento delle prestazioni dei moduli fotovoltaici, il cui valore massimo viene garantito dal Costruttore.

Risparmi energetici conseguibili

Considerato che l'edificio in oggetto, allo stato attuale, consuma una media di 200.000 kWh/anno di energia elettrica e che l'impianto fotovoltaico opererà in regime di scambio sul posto, l'intera produzione di energia verrà senz'altro destinata ad autoconsumo, riducendo di circa il 30% il prelievo dalla rete ENEL con il conseguente risparmio sui costi delle bollette elettriche.

Oltre a ciò i 62.364 kWh/anno prodotti dall'impianto fotovoltaico, utilizzando l'energia solare che è una fonte rinnovabile, comporteranno un risparmio energetico annuo di 5,36 tonnellate equivalenti di petrolio ed una mancata emissione nell'atmosfera ogni anno di 33,11 tonnellate equivalenti di CO₂.

06. Generatore fotovoltaico

Il generatore fotovoltaico sarà composto da n°216 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino da 230 Wp per una potenza complessiva massima di 49.680 Wp; detti moduli fotovoltaici saranno installati sulla copertura dell'edificio con una inclinazione di 0° rispetto all'orizzontale ed orientati in direzione SUD.

Il generatore fotovoltaico proposto presenterà pertanto nel suo complesso le seguenti caratteristiche principali:

- | | |
|---|-----------|
| - potenza nominale: | 50.000 W |
| - potenza di picco: | 49.680 Wp |
| - numero di moduli: | 216 |
| - n° moduli in serie per stringa: | 12 |
| - potenza massima stringa: | 2.760 Wp |
| - n° totale stringhe: | 18 |
| - tensione a circuito aperto per stringa (Voc): | 487 V |

- corrente di corto circuito per stringa (Isc):	8,45 A
- tensione alla max potenza per stringa (Vm):	351,60 V
- corrente alla max potenza per stringa (Im):	7,85 A
- superficie totale moduli:	363,6 m ²
- orientamento moduli:	Sud
- inclinazione moduli:	0°
- fenomeni di ombreggiamento:	trascurabili

07. Moduli fotovoltaici

Verranno impiegati moduli fotovoltaici da 230 Wp 12Vdc, ciascuno formato da 60 celle al silicio monocristallino collegate tra loro, dalle seguenti caratteristiche nominali nelle condizioni standard di test (1000 W/m², AM 1,5, 25°C):

- potenza di picco (Pmax)	230 Wp
- tensione a circuito aperto (Voc):	36,5 V
- tensione alla massima potenza (Vm):	29,30 V
- corrente alla massima potenza (Im):	7,85 A
- corrente di corto circuito (Isc):	8,45 A
- lunghezza fuori tutto:	1.667 mm
- larghezza fuori tutto:	994 mm
- spessore	42 mm
- peso	18 Kg
- velocità limite vento per impatto grandine D=25 mm	23 m/s
- variazione corrente con temperatura	0,08%/C°
- variazione tensione con temperatura	- 0,32%/C°
- variazione energia con temperatura	- 0,41%/C°
- classe di isolamento	II

I moduli saranno realizzati in esecuzione a doppio isolamento (classe II), con vetro temperato di spessore 3,2 mm, cornice in alluminio anodizzato e cassetta di giunzione elettrica IP65 in materiale isolante, dotata di diodi di by-pass.

Per ridurre le perdite di mismatch fra le stringhe (perdite di potenza), verranno installati moduli con tolleranza sulla potenza nominale non superiore al 5%.

I moduli fotovoltaici verranno posti in opera, su apposita struttura di sostegno posta sulla copertura dell'edificio, inclinati di 0° ed orientati verso sud; saranno affiancati lungo il lato minore, con distanza di separazione non inferiore a 1 cm, a formare stringhe di 12 elementi, come indicato negli elaborati grafici di progetto.

Per consentire l'accessibilità sull'area destinata all'installazione del generatore fotovoltaico e per ridurre al minimo l'ombreggiamento dei parapetti e delle strutture poste in elevazione nelle vicinanze, i pannelli non potranno occupare l'intera superficie della copertura e verranno montati così come indicato negli elaborati grafici di progetto.

Al fine dell'ottenimento delle tariffe incentivanti i moduli fotovoltaici saranno certificati da un organismo di prova, indipendente dal Costruttore, accreditato EA (European Accreditation Agreement), che ne attesti la Conformità alle Norme EN 61215.

Inoltre verranno installati moduli prodotti in data (certificata dal Costruttore) non anteriore a 24 mesi dalla data di consegna dei lavori e coperti da garanzia (rilasciata dal Costruttore stesso) riguardo al mantenimento del 90% della potenza nominale fino a 12 anni e dell'80% fino a 25 anni.

08. Struttura di sostegno dei moduli

I moduli fotovoltaici verranno montati affiancati su un'apposita struttura di sostegno in grado di assicurare il loro appoggio sulla copertura e la necessaria integrazione alla copertura rispetto al piano orizzontale.

Il complesso dei moduli fissati alla struttura, comporterà un carico suppletivo permanente sul solaio di copertura dell'edificio (limitatamente all'area di appoggio ingombrata dalle varie stringhe del generatore fotovoltaico) di circa 25 kg/m^2 .

Tale carico è ritenuto compatibile con le caratteristiche strutturali dell'edificio.

09. Gruppo di conversione

La conversione dell'energia elettrica prodotta dal generatore fotovoltaico da corrente continua (DC), a corrente alternata (AC), compatibile con la rete di alimentazione

dell'edificio verrà realizzata da un gruppo formato da n° 9 inverter monofasi 230 V, di potenza massima nominale in DC pari a 5300 W, a controllo interamente digitale. Per il collegamento alla rete elettrica dell'edificio i nove apparati faranno capo ad un apposito Quadro di Parallelo con uscita 400 V trifase + N.

Ciascun inverter si avvierà automaticamente in funzione dell'insolazione presente, non appena la produzione di energia da parte del campo fotovoltaico raggiunga valori minimi di soglia compatibili.

Gli inverter previsti sono del tipo a commutazione forzata, con tecnica PWM, privi di clock e/o di riferimenti interni, dotati di microprocessore in grado di inseguire in modo completamente automatico il punto di massima potenza (MPPT) del generatore fotovoltaico, in funzione dell'irradiazione istantanea.

Per garantire la separazione metallica tra il generatore fotovoltaico e la rete, riducendo nel contempo il contenuto di armoniche, ciascun inverter sarà dotato internamente di un trasformatore 50 Hz.

Trattandosi di impianto fotovoltaico di potenza superiore a 20 kW ed essendo installati più di n°3 inverter, il sistema di controllo, lo svolgerà un "dispositivo di interfaccia" (art. 5.8.2 CEI 11-20) e di "interruttore del generatore" (art. 5.6.4 CEI 11-20) esterno installato all'interno del quadro di parallelo inverter.

Il dispositivo di interfaccia garantirà le seguenti protezioni (protezione di interfaccia) sul lato AC dell'inverter stesso:

- minima e massima frequenza (81)
- minima tensione (27)
- massima tensione (59)

Ciascun inverter sarà idoneo per funzione isolato da terra e presenterà le seguenti caratteristiche principali:

- | | |
|--------------------------|-----------|
| - potenza max DC | 5.310 W |
| - tensione max DC | 500 V |
| - range di tensione MPPT | 125÷750 V |
| - corrente max DC | 32 A |
| - ripple di tensione DC | < 10 % |
| - potenza max AC | 5.000 W |

- potenza nominale AC	4.600 W
- THD	< 4 %
- tensione nominale AC	220÷240 V
- frequenza nominale	50 Hz
- fattore di potenza	1
- temperature ambiente ammissibili	da -25 a +60 °C
- rendimento massimo	95,6 %
- rendimento europeo	94,7 %

Gli inverter saranno racchiusi entro involucri in pressofusione di alluminio, aventi grado di protezione IP65 e risulteranno inoltre equipaggiati di:

- sezionatore lato DC
- scaricatore di sovratensioni lato DC a varistori controllati
- diodo di cortocircuito per la protezione contro l'inversione di polarità lato DC
- dispositivi di protezione per sovratemperature, sovracorrenti e guasti a terra
- filtri di linea per armoniche
- monitoraggio della dispersione verso terra
- connettori a spina per il collegamento alla rete lato DC e lato AC
- display integrato a 2 righe per interfaccia operatore
- interfaccia di comunicazione per controllo/diagnosi tipo RS232 o RS485
- software di interfaccia
- sistema di raffreddamento a 2 camere in grado di assicurare la massima potenza nominale fino a temperature ambiente di 45 °C

Gli inverter ed i relativi dispositivi di interfaccia incorporati, oltre a rispondere a tutti i requisiti di sicurezza, compatibilità elettromagnetica e connessione a rete applicabili in base alle vigenti Leggi/Normative, risulteranno conformi alla direttiva ENEL DK 5940 e saranno certificati (mediante dichiarazione di conformità) da un organismo certificato EN 45011 o EN/ISO/IEC 17020, in base a verifiche eseguite da un laboratorio accreditato EA (European Cooperation for Accreditation).

Gli inverter saranno inoltre corredati di garanzia di 10 anni, rilasciata dal Costruttore, e di tutte le documentazioni tecniche necessarie per la corretta installazione, utilizzo e manutenzione dello stesso.

10. Centrale di Monitoraggio

L'impianto sarà dotato di una Centrale di Monitoraggio, che permetterà all'utente di controllarne in tempo reale, da remoto, tutte le prestazioni.

Più specificatamente, oltre alla nota comunicazione con gli inverter per il loro controllo, tale Centrale consentirà di:

- monitorare le prestazioni del generatore solare
- acquisire i dati ambientali esterni del generatore fotovoltaico (irraggiamento e temperatura moduli) mediante collegamento alla Centrale Rilevazione Dati Ambientali, installata in copertura
- rilevare precocemente le eventuali anomalie/avarie
- diagnosticare rapidamente le cause di eventuali guasti
- rilevare i dati di produzione del generatore
- rendere disponibili tutti i parametri rilevati per un loro utilizzo da parte di PC o di display di visualizzazione remoti.

L'apparato presenterà le seguenti caratteristiche principali:

- | | |
|----------------------------------|------------------|
| - alimentazione di rete | 230 V |
| - frequenza di rete | 50 Hz |
| - grado di protezione | IP40 |
| - temperature ambientali ammesse | da -25 a + 55 °C |
| - ingressi/uscite digitali | 8+8 |
| - ingressi/uscite analogiche | 8+8 |
| - comunicazione | RS232 o RS485 |

Per rendere possibile il monitoraggio dell'impianto, anche da parte di altri utenti remoti, la Centrale verrà collegata alla esistente rete Lan, a servizio dell'edificio, attestandosi sull'armadio dati esistente con una linea FTP di nuova realizzazione.

11. Postazione di Gestione

Al fine di agevolare ed ottimizzare l'interfaccia locale con l'operatore la Centrale di Monitoraggio verrà affiancata da una Postazione di Gestione, con interfaccia seriale RS232 o RS485, mediante linea in cavo FTP.

Detta Postazione sarà costituita dai seguenti componenti principali:

- Personal computer 2,66 GHz, con RAM 2GB, HD da 320 GB e CPU Intel Core
- Tastiera e mouse ottico con filo
- Monitor a cristalli liquidi (LCD) multimediale da 17"
- Software Windows Vista Business

L'alimentazione elettrica verrà garantita dalla esistente rete a servizio dell'edificio, mediante collegamento alla più vicina presa a spina 230 V.

12. Centrale di Rilevazione Dati Ambientali

La rilevazione dei dati ambientali salienti per la valutazione delle performances dell'impianto (irraggiamento solare e temperatura moduli) verrà effettuata installando un'apposita centralina di sensori sulla copertura dell'edificio, in prossimità del generatore fotovoltaico.

I dati acquisiti daranno la possibilità di ottenere i seguenti risultati:

- calcolare la potenza nominale ottenibile nelle condizioni ambientali attuali e compararla con la potenza effettiva misurata dagli inverters
- individuare tutti i possibili fattori temporanei o permanenti di diminuzione del rendimento del generatore fotovoltaico (degrado o guasto dei moduli, ombreggiamenti, accumulo di sporcizia ecc.)

La centralina verrà installata mediante staffa in acciaio inox in posizione sempre esposta all'irraggiamento solare e disporrà di interfaccia RS485 per il collegamento alla Centrale di Monitoraggio mediante linea in cavo FTP di nuova realizzazione.

L'involucro dell'apparecchiatura presenterà grado di protezione IP65.

L'irraggiamento solare verrà misurato mediante un apposito sensore incorporato (tipo ASI), con precisione $\pm 8\%$.

Invece per il rilievo della temperatura dei moduli FV verrà impiegato un sensore al platino (tipo PT1000), con precisione $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, da apporre mediante adesivo su uno dei moduli stessi.

13. Misuratore di Energia Elettrica Prodotta e Misuratore Bi-direzionale di Energia Elettrica Prelevata/Messa in Rete

La misura dell'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico verrà realizzata dall'Ente Distributore mediante l'installazione (a Sua cura) di un contatore di energia trifase unidirezionale.

Detto contatore verrà installato immediatamente a valle del Quadro di Parallelo, sull'uscita trifase+N 400 V, e risulterà pertanto molto prossimo al gruppo di conversione (inverters).

La misura dell'energia elettrica prelevata dalla rete pubblica di distribuzione o in essa immessa dall'impianto installato nell'edificio in oggetto (visto nella sua completezza di impianto utilizzatore/produttore), verrà effettuata dall'Ente Distributore mediante l'installazione (a Sua cura) di un apposito contatore di energia trifase bi-direzionale, in sostituzione dell'esistente complesso di misura installato nel locale misura della cabina.

14. Quadri elettrici

Tutti i circuiti costituenti l'impianto verranno derivati da quadri elettrici di protezione e comando installati nei luoghi indicati dalle planimetrie di progetto.

I quadri elettrici saranno dotati di sportelli con serratura per impedire manovre a persone estranee al personale autorizzato e per evitare l'ingresso di corpi estranei.

Lo schema di principio dell'impianto fotovoltaico prevede i seguenti quadri elettrici:

Quadro di Parallelo (QP) – effettuerà il parallelo dei circuiti monofase 230 V in uscita dagli inverters raggruppandoli in un'unica linea trifase +N 400 V, destinata al trasporto dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico fino al Quadro Generale BT dell'edificio.

Il quadro QP sarà equipaggiato di pannelli asolati interni di tipo modulare e di barrature DIN per il sostegno delle seguenti apparecchiature di protezione/comando in esso montate ed installate, così come specificato negli schemi di progetto:

- n° 9 interruttori automatici magnetotermici 2x25 A, 230 V, caratteristica C, con $I_{cn} = 10 \text{ kA}$ (EN 60898)
- n° 1 scaricatore di tensione tripolare + N a varistore per circuito 400 V, tipo 2, con corrente massima di scarica 20 kA (8/20)
- n° 1 sezionatore portafusibili 4x125 A con fusibile a cartuccia da 25 A tipo gG
- n° 1 interruttore automatico magnetotermico 4x100 A, 400 V, caratteristica C, con $I_{cn} = 10 \text{ kA}$ (EN 60898), equipaggiato con sganciatore di apertura
- n°1 dispositivo di interfaccia DV omologato

Il quadro sopra descritto presenterà le seguenti caratteristiche generali:

- tensione nominale di isolamento (in AC): 500 V
- tensione nominale di impiego (in AC): 400 V
- frequenza nominale: 50 Hz
- corrente max nominale 100 A
- potere di interruzione nominale estremo (EN 60947-2)
delle apparecchiature (I_{cn}) 15 kA
- livello di tenuta al cortocircuito 15 kA

Il quadro sarà di tipo ANS (Apparecchiature Non di Serie) e verrà realizzato in conformità alle Norme CEI EN 50298, tenendo conto delle sollecitazioni meccaniche e termiche a cui sarà sottoposto durante il funzionamento.

Il quadro sarà munito all'ingresso di dispositivi di comando manuali che permettono la loro completa messa fuori tensione.

Le apparecchiature in esso installate saranno prevalentemente di tipo modulare con fissaggio a scatto su profilato DIN.

Ogni circuito in arrivo/partenza dal quadro farà capo ad un proprio dispositivo (interruttore magnetotermico a caratteristica C di intervento o fusibile tipo gG), con taratura e potere di interruzione tali da assicurare la protezione nei confronti delle sovracorrenti secondo quanto prescritto dalle vigenti Norme CEI 64-8.

Tutte le linee elettriche afferenti al quadro si attesteranno su apposite morsettiere (poste in posizioni facilmente accessibili all'interno dei quadri stessi) costituite da morsetti da trafilato, isolati a 500 V e montati su profilato a Norme DIN.

Tutte le morsettiere ed i cavi impiegati per il cablaggio verranno contraddistinti da apposita numerazione.

Il montaggio sarà effettuato in modo da rendere facile il controllo, la manutenzione, la riparazione e la sostituzione di tutti gli elementi.

Sul fronte dei pannelli e sul retroquadro saranno disposti cartelli o targhette pantografate che daranno una chiara indicazione della funzione dei diversi elementi (interruttori, organi di manovra o segnalazione), della parte di impianto da essi comandata o controllata e delle posizioni di aperto e chiuso degli interruttori.

Al termine della costruzione verrà rilasciata, da Costruttore, la Dichiarazione di Conformità del quadro prodotto, corredata della seguente documentazione:

- schemi elettrici
- verbale delle prove effettuate
- calcoli di verifica delle sovratemperature in base alla Norma CEI 17-43

Quadro Generale BT (QGBT) - attualmente esistente nella cabina di trasformazione utente realizza la distribuzione dell'energia elettrica, proveniente dalla fornitura ENEL, ai vari quadri di piano/zona ed alle principali utenze dell'attività.

Su detto quadro, provvisto di uno spazio disponibile per futuri ampliamenti, verrà attestata la linea 400 V trifase + N proveniente dal generatore fotovoltaico mediante l'installazione di un nuovo interruttore automatico magnetotermico modulare 4x125 A, 400 V, caratteristica C, con $I_{cn} = 10 \text{ kA}$ (EN 60898), dotato di relè differenziale da 0,5 A selettivo.

Preliminarmente a tale modifica integrativa verranno verificate, mediante calcolo, le sovratemperature dell'intero quadro in base alla Norma CEI 17-43.

Successivamente all'integrazione verrà rilasciata dall'esecutore dell'intervento la Dichiarazione di Conformità del quadro modificato, corredata dalla seguente documentazione:

- schemi elettrici
- verbale delle prove effettuate
- calcoli di verifica delle sovratemperature in base alla Norma CEI 17-43

15. Canalizzazioni portacavi

La posa dei cavi elettrici costituenti l'impianto in oggetto è stata prevista in canalizzazioni distinte o comunque dotate di setti separatori interni per quanto riguarda le seguenti tipologie di circuiti:

- energia elettrica in AC e in DC
- segnalazione e comando

Le caratteristiche dimensionali ed i percorsi delle canalizzazioni sono riportati negli schemi planimetrici di progetto.

Non verranno mai effettuate giunzioni all'interno delle canalizzazioni.

Tubazioni - Le tubazioni impiegate per realizzare gli impianti saranno dei seguenti tipi:

- tubo in PVC rigido pesante, piegabile a freddo, autoestinguente con Marchio di Qualità, conforme alle norme EN50086, dotato di raccordi ad innesto rapido IP65, posato in vista a parete/soffitto in ambienti interni all'edificio
- guaina in PVC da esterno, autoestinguente con Marchio di Qualità, conforme alle norme EN50086 dotata di raccordi ad innesto rapido IP65, posata in vista a parete/soffitto in ambienti interni all'edificio
- guaina flessibile in acciaio zincato a semplice aggraffatura, rivestita in materiale plastico idoneo a sopportare le condizioni climatiche e di irraggiamento dell'ambiente esterno, autoestinguente, conforme alle Norme EN50086, dotata di raccordi IP65 in ottone nichelato, posata in vista a parete/pavimento in aree esterne all'edificio.

Il diametro interno dei tubi sarà maggiore o al limite uguale a 1,4 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi in esso contenuti, in ogni caso non inferiore a 16 mm.

I cavi avranno la possibilità di essere infilati e sfilati dalle tubazioni con facilità; nei punti di derivazione o di brusco cambiamento di direzione, dove risulti problematico

l'infilaggio, saranno installate scatole di derivazione, in metallo o in PVC a seconda del tipo di tubazioni, complete di coperchio apribile fissato mediante viti filettate.

I tubi verranno posati con percorso regolare e senza accavallamenti, per quanto possibile.

I tubi verranno 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.

Nei tratti in vista e nei controsoffitti i tubi saranno fissati con appositi sostegni in materiale plastico od in acciaio cadmiato, posti a distanza opportuna ed applicati alle strutture con tasselli ad espansione o fissati con viti o saldatura su sostegni già predisposti, con interdistanza massima di 1500 mm.

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

Canali - I canali impiegati per realizzare l'impianto saranno dei seguenti tipi:

- canale in resina poliestere rinforzata con fibra di vetro dotato di fondo forato, coperchio e di eventuali setti separatori per i circuiti a tensione/destinazione diversa, posato in vista a parete/pavimento, in aree all'aperto
- canaletta in materiale plastico autoestinguente V2, con Marchio di Qualità, grado di protezione IP40, dotata di coperchio ed eventuale setto separatore per i circuiti a tensione/destinazione diversa, posata a vista a parete/soffitto in aree interne.

Il rapporto fra la sezione del canale e la sezione netta occupata dai cavi non sarà mai inferiore a 2.

Per installazione all'esterno verranno impiegati canali in materiale isolante idonei a sopportare le condizioni climatiche e di irraggiamento.

Nella posa dei canali verranno eseguiti i percorsi il più lineari possibile con raggi di curvatura discretamente ampi.

Le canalizzazioni saranno posate in posizione tale da assicurare comunque la sfilabilità dei cavi e l'accessibilità agli stessi, e tale da evitare che la prossimità di altri componenti impiantistici possa portare ad un declassamento delle caratteristiche nominali.

I collegamenti tra i vari elementi saranno realizzati con giunti fissati con viti.

Verranno adottati opportuni accorgimenti atti a garantire l'assorbimento delle eventuali dilatazioni.

I canali destinati a contenere circuiti a tensione/destinazione diversa saranno provvisti di setti di separazione continui anche in corrispondenza di cambiamenti di direzione e all'imbocco delle cassette di derivazione e delle scatole portafrutta.

Le cassette di derivazione verranno fissate preferibilmente sull'ala delle canalizzazioni.

Per il sostegno/fissaggio di passerelle e/o canali portatavi in aree all'esterno verranno impiegati sistemi che non deteriorino le impermeabilizzazioni.

16. Cavi elettrici

Negli impianti saranno impiegate le seguenti tipologie di cavi in funzione delle condizioni di posa:

- cavo multipolare/flessibile in rame isolato in gomma etilenpropilenica qualità G7 sotto guaina di PVC, tipo FG7(O)R 0,6/1 kV, avente caratteristiche di non propagazione dell'incendio, conforme alle Norme CEI 20-22 II e 20-13, per circuiti di energia da posare entro canalizzazioni isolanti o metalliche
- cavo multipolare flessibile in rame isolato in gomma etilenpropilenica qualità G7 sotto guaina di PVC, con schermatura a treccia di rame, tipo FG7OH2R 0,6/1 kV, avente caratteristiche di non propagazione dell'incendio, conforme alle Norme CEI 20-22 II e 20-13, per circuiti di energia da posare entro canalizzazioni isolanti o metalliche
- cavo unipolare flessibile in rame isolato in X-PE sotto guaina X-PE, tipo HF/X-PE (Solar Cable), avente caratteristiche di resistenza alla fiamma (IEC 60332.1), resistenza all'ozono (DIN VDE 0282-2, HD 22.2 S3 1997 + A1 Cap. 7.3 metodo B) e resistenza ai raggi UV, per circuiti di energia/comando/segnalazione destinati alla posa all'esterno in vista (circuiti in corrente continua per il collegamento dei moduli del generatore fotovoltaico)

- cavo unipolare in rame isolato in PVC, tipo NO7V-K, avente caratteristiche di non propagazione dell'incendio, conforme alle Norme CEI 20-22 II e 20-20, per circuiti di energia/comando/segnalazione da posare entro tubazioni isolanti
- cavo per reti LAN di categoria 5E, 100 ohm, in rame isolato in PVC, costituito da n° 4 coppie di conduttori AWG24/1, tipo FTP, conforme a EN 50288-1 e 2, da posare entro canalizzazioni isolanti.

La scelta delle sezioni dei cavi è stata effettuata in base alla loro portata nominale (calcolata in base ai criteri di unificazione e di dimensionamento riportati nelle Tabelle CEI-UNEL), alle condizioni di posa e di temperatura, alle cadute di tensione massime ammesse (inferiori al 2%) ed alle caratteristiche di intervento delle protezioni secondo quanto previsto dalle vigenti Norme CEI 64-8.

La portata delle condutture sarà commisurata alla potenza totale che si prevede di installare.

I conduttori saranno sempre in rame con sezioni minime pari a:

- 1,5 mm² per i circuiti di energia in AC
- 4 mm² per i circuiti di energia in DC
- 1,5 mm² per i circuiti di comando e segnalazione
- 1 mm² per i circuiti di comando, segnalazione ed ausiliari all'interno di apparecchiature

Nei circuiti trifase i conduttori di neutro potranno avere sezione inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase, con il minimo di 16 mm², purchè il carico sia sostanzialmente equilibrato ed il conduttore di neutro sia protetto per un cortocircuito in fondo alla linea; in tutti gli altri casi al conduttore di neutro verrà data la stessa sezione dei conduttori di fase.

La sezione del conduttore di protezione non sarà inferiore al valore determinato con la seguente formula:

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 t}}{K}$$

dove:

- S = sezione del conduttore di protezione (mm^2)
 p I = valore efficace della corrente di guasto che percorre il conduttore di protezione per un guasto franco a massa (A)
 t = tempo di interruzione del dispositivo di protezione (s)
 K = fattore il cui valore per i casi più comuni è dato nelle tabelle VI, VII, VIII e IX delle norme C.E.I. 64-8 e che per gli altri casi può essere calcolato come indicato nell'Appendice H delle stesse norme

La sezione dei conduttori di protezione può essere anche determinata facendo riferimento alla seguente tabella, in questo caso non è in generale necessaria la verifica attraverso l'applicazione della formula precedente.

Se dall'applicazione della tabella risultasse una sezione non unificata, sarà adottata la sezione unificata immediatamente superiore al valore calcolato.

Quando un unico conduttore di protezione deve servire più circuiti utilizzatori, la tabella si applica con riferimento al conduttore di fase di sezione più elevata:

$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

dove:

- S = sezione dei conduttori di fase dell'impianto (mm^2)
 p S = sezione minima del corrispondente conduttore di protezione (mm^2)

I valori della tabella sono validi soltanto se il conduttore di protezione è costituito dello stesso materiale del conduttore di fase. In caso contrario, la sezione del conduttore di protezione sarà determinata in modo da avere conduttanza equivalente.

Se i conduttori di protezione non fanno parte della stessa conduttura dei conduttori di fase la loro sezione non sarà inferiore a 6 mm^2 :

Quando un unico conduttore di protezione deve servire più circuiti utilizzatori sarà dimensionato in relazione alla sezione del conduttore di fase di sezione più elevata.

I cavi unipolari e le anime dei cavi multipolari saranno contraddistinti mediante le seguenti colorazioni:

- nero, grigio e marrone (conduttori di fase)
- blu chiaro (conduttore di neutro)
- bicolore giallo-verde (conduttori di terra, di protezione o equipo-tenziali)

La rilevazione delle sovracorrenti è stata prevista per tutti i conduttori di fase.

In ogni caso il conduttore di neutro non verrà mai interrotto prima del conduttore di fase o richiuso dopo la chiusura dello stesso.

Nella scelta e nella installazione dei cavi si è tenuto presente quanto segue:

- per i circuiti a tensione nominale non superiore a 230/400 V i cavi avranno tensione nominale non inferiore a 450/750 V;
- per i circuiti di segnalazione e di comando è ammesso l'impiego di cavi con tensione nominale non inferiore a 300/500 V, qualora posti in canalizzazioni distinte dai circuiti con tensioni superiori.

Le condutture non saranno causa di innesco o di propagazione d'incendio: saranno usati cavi, tubi protettivi e canali aventi caratteristiche di non propagazione della fiamma nelle condizioni di posa.

Tutti i cavi appartenenti ad uno stesso circuito seguiranno lo stesso percorso e saranno quindi infilati nella stessa canalizzazione, cavi di circuiti a tensioni diverse saranno inseriti in tubazioni separate e faranno capo a scatole di derivazione distinte; qualora facessero capo alle stesse scatole, queste avranno diaframmi divisorii.

I cavi che seguono lo stesso percorso ed in special modo quelli posati nelle stesse tubazioni, verranno chiaramente contraddistinti mediante opportuni contrassegni applicati alle estremità.

Il collegamento dei cavi in partenza dai quadri e le derivazioni degli stessi cavi all'interno delle cassette di derivazione saranno effettuate mediante appositi morsetti.

I cavi non trasmetteranno nessuna sollecitazione meccanica ai morsetti delle cassette, delle scatole, delle prese a spina, degli interruttori e degli apparecchi utilizzatori.

I terminali dei cavi da inserire nei morsetti e nelle apparecchiature in genere, saranno muniti di capicorda oppure saranno stagnati.

17. Connessioni elettriche e cassette di derivazioni

Tutte le derivazioni e le giunzioni dei cavi saranno effettuate entro apposite cassette di derivazione di caratteristiche congruenti al tipo di canalizzazione impiegata.

Nell'impianto saranno pertanto utilizzate:

- cassette da esterno a doppio isolamento in vetroresina, di forma ottagonale, in esecuzione IP54, posate in vista in aree esterne all'edificio
- cassette da esterno a doppio isolamento in materiale isolante autoestinguente (resistente fino 650° alla prova al filo incandescente CEI 23-19), con Marchio di Qualità, in esecuzione IP56, posata in vista a parete/soffitto in ambienti interni all'edificio

Tutte le cassette disporranno di coperchio rimovibile soltanto mediante l'uso di attrezzo.

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

Non è previsto il collegamento o il transito nella stessa cassetta di conduttori anche della stessa tensione, ma appartenenti ad impianti o servizi diversi, a meno che non vengano realizzati in tal caso scomparti separati.

Per tutte le connessioni verranno impiegati morsetti da trafilato o morsetti volanti a cappuccio con vite isolati a 500 V.

18. Impianto di terra

La parte in AC dell'impianto oggetto dell'appalto farà capo all'impianto di terra unico, già esistente a servizio dell'edificio.

L'integrazione dell'impianto di terra relativa al suddetto impianto verrà realizzata in conformità del Cap. 54 delle norme CEI 64-8 ed alla Guida CEI 64-12.

Dall'esistente nodo di terra, posto in corrispondenza del Quadro Generale BT dell'edificio, verrà derivato il conduttore di protezione principale destinato al collegamento del Quadro di Parallelo e di tutte le masse e masse estranee della parte in AC dell'impianto oggetto dell'appalto; è previsto che detto conduttore faccia parte

del cavo destinato al collegamento fra il quadro stesso ed il suddetto Quadro Generale BT.

La sezione del conduttore di protezione principale rimarrà invariata per tutta la sua lunghezza.

Tale conduttore di protezione principale si attesterà sul nodo di terra posto all'interno del Quadro di Parallelo; a tale nodo verranno collegate mediante ulteriori conduttori di protezione:

- le masse metalliche di tutte le apparecchiature/conduitture elettriche in AC
- le eventuali masse metalliche estranee accessibili (tubazioni dell'acqua, del riscaldamento, del gas, strutture di sostegno, ecc.)

I conduttori di protezione, costituiti da corda di rame flessibile, isolata in PVC giallo-verde, di tipo non propagante l'incendio a Norme CEI 20-22 per tensioni nominali $U_o/U = 450/750$ V collegheranno all'impianto di terra tutte le masse dell'impianto.

Saranno costituiti da cavi unipolari facenti parte della stessa conduttura dei conduttori attivi e da anime di cavi multipolari.

Il dimensionamento dei conduttori di protezione è stato condotto secondo quanto indicato all'art. 543.1.2 Norme CEI 64-8 IV ediz. fissando le seguenti sezioni minime:

- sezione pari alla sezione delle corrispondenti linee di alimentazione (per sezioni di quest'ultime inferiori o uguali a 35 mm^2)
- sezione pari alla metà della sezione delle corrispondenti linee di alimentazione (per sezioni di quest'ultime maggiori a 35 mm^2)

I conduttori di protezione avranno sezione adeguata per sopportare le eventuali sollecitazioni meccaniche alle quali potrebbero essere sottoposti in caso di guasti, calcolata e/o dimensionata secondo quanto stabilito dalle norme CEI.

La sezione dei conduttori sarà tale che la massima corrente di guasto non provochi sovratemperature inammissibili per essi.

Non sono previsti collegamenti equipotenziali in quanto non verranno installate masse estranee nell'ambito del presente progetto.

Per quanto riguarda invece il lato DC dell'impianto non si procederà a collegare a terra i vari componenti (canalizzazioni, cassette, pannelli ecc.) in quanto realizzati in materiale isolante o in classe II (doppio isolamento).

I materiali costituenti l'impianto di terra e le loro connessioni presenteranno le seguenti caratteristiche:

- mantenimento nel tempo dell'efficienza dell'impianto
- dimensionamento adeguato a sopportare termicamente e meccanicamente le correnti di guasto e di dispersione verso terra.

Tutti i conduttori isolati costituenti l'impianto avranno colorazione giallo-verde e la loro destinazione sarà identificata, nei punti principali di connessione, mediante targhette.

Detti conduttori in parte verranno contenuti all'interno dei cavi multipolari impiegati per l'alimentazione delle varie utenze, in parte costituiranno dorsali indipendenti comuni a più circuiti.

Sui conduttori costituenti l'impianto di terra non saranno mai inseriti dispositivi di sezionamento e comando; sarà comunque sempre possibile effettuare, tramite attrezzo, il sezionamento di tali conduttori per le necessarie misurazioni durante le ispezioni periodiche.

Il progettista
Dott. Ing. Gaetano Rocco