

COMUNE DI SAN LAZZARO DI SAVENA PROVINCIA DI BOLOGNA

OGGETTO:

*Realizzazione di impianto fotovoltaico
della potenza nominale di 6,3KWp
per l'autoproduzione di energia elettrica*

COMMITTENTE:

*CONSORZIO DI GESTIONE DEL PARCO REGIONALE DEI GESSI
BOLOGNESI E CALANCHI DELL'ABBADESSA
Via Jussi, 171 - 40068 San Lazzaro di Savena*

CAPITOLATO TECNICO
secondo indicazioni norma CEI 0-2

IL PROGETTISTA:

Ing. Andrea Cantoro
Via Brigate Partigiane, 12 - Bologna

1 - SCOPO DEL DOCUMENTO

Il documento ha lo scopo di fornire la descrizione tecnica del progetto di realizzazione di un impianto di generazione elettrica innovativo con l'utilizzo della fonte rinnovabile solare attraverso la conversione fotovoltaica.

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo impianto fotovoltaico della potenza totale di 6,3KWp da installare con criteri di integrazione architettonica in copertura sulla struttura dell'erigenda tettoia parcheggio annesso all'indirizzo della sede della Committente, nel territorio del Comune di San Lazzaro di Savena, in Provincia di Bologna.

L'impianto funzionerà in parallelo alla rete di distribuzione dell'energia elettrica di bassa tensione.

Nel seguito sono raccolte le linee guida della progettazione ed una descrizione motivata delle scelte tecniche.

2 - TIPOLOGIA D'IMPIANTO ED IDENTIFICATIVO A NORMA CEI 0-2

L'impianto fotovoltaico sarà collegato alla rete di distribuzione dell'energia elettrica in bassa tensione della Società Distributrice ENEL S.p.A., operando con la stessa attraverso il regime dello "scambio sul posto", regolato secondo direttiva dell'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas (AEEG) n°28/06.

L'identificativo dell'impianto, relativamente alla destinazione d'uso del luogo d'installazione secondo norma CEI 0-2, è ascrivibile al gruppo TER-BT.

3 - DATI DI PROGETTO

3.1 Informazioni di carattere generale del luogo d'installazione

- Sito raggiungibile con strada idonea al traffico pesante;
- Zona soggetta a vincoli ambientali/paesaggistici;
- Interfacciamento alla rete consentito a norme CEI e di unificazione ENEL;
- Impatto visivo contenuto;
- Luogo non soggetto a normativa specifica da parte del CEI;
- Convertitori cc/ca e quadri elettrici entro involucri ovvero ubicati in locali resi accessibili unicamente a personale specializzato, con gradi di protezione idonei all'ambiente d'installazione;

3.2 Dati di progetto relativi all'impianto fotovoltaico

- Posizionamento in copertura alla tettoia parcheggio l'asse E-O con angolo di azimut $Az=30^\circ$;
- Posa su struttura di sostegno in profilato di alluminio fissato all'orditura della struttura lignea della tettoia parcheggio;

- Struttura di sostegno fissa con inclinazione rispetto all'orizzontale (compresa quella indotta dal terreno) pari a tilt=20°;

4 - RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI

Nella redazione e nell'esecuzione del presente progetto, sono state e saranno osservate le disposizioni di legge vigenti in materia, norme tecniche specifiche per la realizzazione degli impianti quali quelli in oggetto; in particolare:

- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI EN 60904-1: 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 61000-3-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso = 16 A per fase);
- CEI EN 60555-1: Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili-Parte 1: Definizioni;
- CEI EN 60439-1-2-3: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione;
- CEI EN 60445: Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60099-1-2: Scaricatori;
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;

- CEI 81-1: Protezione delle strutture contro i fulmini;
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI 81-4: Valutazione del rischio dovuto al fulmine;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- Legge n. 46/1990: Norme per la sicurezza degli impianti
- D.P.R. n°447/91: Regolamento di attuazione della L.46/90;
- CEI 0-3: Guida per la compilazione della documentazione per la legge n. 46/1990;
- 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.
- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione

Qualora le sopra elencate norme tecniche siano modificate o aggiornate, si applicano le norme più recenti.

Si applicano inoltre, i seguenti documenti tecnici emanati dall'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas (AEEG) e società di distribuzione di energia elettrica (ENEL) riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica:

- Delibera AEEG n. 5/04 - Testo integrato delle disposizioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas per l'erogazione dei servizi di trasmissione, distribuzione, misura e vendita dell'energia elettrica per il periodo di regolazione 2004-2007 e disposizioni in materia di contributi di allacciamento e diritti fissi
- Delibera AEEG 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 AEEG n. 88/07: Disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione
- Delibera AEEG 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
- ENEL DK 5940 ed. 2.2 aprile 2007: CRITERI DI ALLACCIAMENTO DI IMPIANTI DI PRODUZIONE ALLA RETE BT DI ENEL DISTRIBUZIONE

5 - DEFINIZIONE DELL'INTERVENTO

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo impianto fotovoltaico della potenza totale di 6,3KWp da installare con criteri di integrazione architettonica in copertura sulla struttura dell'erigenda tettoia parcheggio annesso all'indirizzo della sede della Committente, nel territorio del Comune di San Lazzaro di Savena, in Provincia di Bologna.

L'impianto funzionerà in parallelo alla rete di distribuzione dell'energia elettrica di bassa tensione.

Le linee guida utilizzate nella presente progettazione hanno seguito il criterio della ricerca della soluzione ottimale al soddisfacimento delle esigenze espresse dalla Committente, nonché alle prescrizioni tecniche e normative applicabili.

5.1 Configurazione del generatore fotovoltaico

La scelta dei moduli fotovoltaici è stata condotta con il criterio della maggior efficienza di conversione in considerazione della limitata superficie idonea ed utilizzabile all'impianto, altresì con concomitanti criteri di economicità ed affidabilità intesa anche in termini di stabilità delle prestazioni durante la vita operativa dell'impianto, stimabile oltre i 25 anni.

Il layout del campo fotovoltaico è stato individuato con lo scopo preminente di ridurre al massimo le interferenze dovute ad ombreggiamenti reciproci o di elementi esterni, nonché di evitare qualsiasi ombreggiamento sui moduli del campo nelle condizioni di irraggiamento al mezzogiorno del solstizio invernale.

Il convertitore cc/ca (inverter), del tipo per impiego fotovoltaico grid-connected, nonché esecuzione idonea all'installazione all'aperto, è individuato tra quanti reperibili in commercio di primarie case costruttrici, dotato di interfaccia di comunicazione con postazione PC di monitoraggio.

Le caratteristiche dell'inverter sono state individuate in base ai dati tecnici dei moduli fotovoltaici, in virtù dell'accoppiabilità degli stessi, ovvero soddisfacendo le condizioni:

$$V_{oc} (\text{max @ } T_a \text{ min}) < V_{in \text{ max}}$$

$$V_{mmp} (\text{min @ } T_a \text{ max, } I=1000\text{W/m}^2) > V_{in \text{ op. min}}$$

$$E\% (\text{europea}) > 96\%$$

Nella sezione calcoli dimensionali di cui al seguente art. 10 sono riportate le stime dell'efficienza complessiva del sistema in progetto con le scelte effettuate.

5.2 Configurazione della rete elettrica di connessione

Stante l'indicazione fornita dalla Committente di connessione dell'impianto alla propria rete monofase in bassa tensione (valore nominale di esercizio 230V), si è determinato il valore della sezione ottimale delle linee in cavo al fine di contenere le cadute di tensione entro il limite di progetto del 2%, per i cui calcoli si rimanda alla sezione di cui al seguente art. 10.

La scelta della tipologia dei conduttori è determinata altresì al tipo di posa, prevista entro cavidotti interrati, pertanto essi dovranno obbligatoriamente essere dotati di rivestimento principale in EPR e guaina in PVC isolati a $U_0/U=0,6/1KV$.

5.3 Configurazione dei dispositivi di protezione

Il sezionamento e la protezione sul lato d.c. è stata affidata a sezionatori dotati di fusibili e scaricatori di sovratensione: benché l'impianto risulti autoprotetto (per i cui calcoli si rimanda al seguente art. 10), pertanto non richieda misure supplementari di protezione (LPS), in considerazione della elevata sensibilità degli inverter alle sovratensioni di ingresso, si è individuata quale soluzione ottimale, nonché economica, l'adozione degli scaricatori a protezione di potenziali danneggiamenti ad apparecchiature ben più pregiate.

L'adozione del trasformatore di isolamento, nonché le caratteristiche dei dispositivi di sezionamento e protezione sul lato a.c. è effettuata in base alle prescrizioni tecniche, normative e dell'Azienda di distribuzione applicabili.

6 - DESCRIZIONE DEL SISTEMA

L'impianto di conversione fotovoltaica dell'energia solare connesso alla rete di distribuzione in bassa tensione sarà costituito dai seguenti componenti:

6.1 Moduli fotovoltaici e campo fotovoltaico

Moduli fotovoltaici tipo SUNPOWER modello SPR 210 o equivalente, costituiti ciascuno da 72 celle del tipo a silicio monocristallino delle dimensioni di 125x125mm, assemblate su cornice in alluminio dotato di asole preforate per il fissaggio, adeguatamente sigillato per evitare penetrazione di umidità e corrosione salina ed altresì dotato di vetro frontale temperato spessore 4mm con trasmittanza della radiazione a spettro solare >90%, dimensioni modulo LxPxH 1.559x46x798mm, certificato dal costruttore conforme alla normativa IEC61215 nonché dotato di isolamento in classe II, efficienza garantita al $0,9 \cdot P_{max}$ a 10anni e $0,8 \cdot P_{max}$ a 20 anni nonché 2 anni da difetti di fabbricazione.

Ogni modulo è dotato di scatola di giunzione stagna IP65 in materiale isolante, contenente i diodi di by-pass montati su circuito stampato, cavo di

connessione extraflessibile sezione 4mm e lunghezza 1m dotato di connettori ad innesto rapido.

Altre caratteristiche elettriche del modulo (STC):

- Potenza massima [Pmax] (+/- 5%)	Wp	210
- Tensione a MPP [Vmp]	V	40,00
- Corrente a MPP [Imp]	A	5,25
- Tensione a circuito aperto [Voc]	V	47,7
- Corrente in corto-circuito [Isc]	A	5,75
- Tensione massima di sistema	V	1000
- Efficienza	%	16,9
- Coeff. di temperatura di Pmax	%/°C	-0,38
- Coeff. di temperatura di Voc	V/°C	-0,1368
- Coeff. di temperatura di Isc	mA/°C	2,2
- Altezza	mm	1.559,0
- Larghezza	mm	798,0
- Spessore	mm	46
- Peso lordo	Kg	15
- Certificazioni: CEI EN61215, TUV classe II		

Numero totale moduli.....30

6.2 Struttura di appoggio dei moduli fotovoltaici

Le strutture di sostegno devono essere progettate, realizzate e collaudate in base ai principi generali delle leggi 1086/71 (Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, ed a struttura metallica) e 64/74 (Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche), nonché tenendo conto del Testo Unico Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14 Settembre 2005) e delle indicazioni più specifiche contenute in appositi decreti e circolari ministeriali.

La struttura di sostegno delle stringhe sarà costituita da elementi in profilato di alluminio e composta da telaio formato da un ordito ad elementi orizzontali cui saranno fissati i pannelli mediante i punti di fissaggio in essi predisposti mediante vite e bullone di serraggio, a loro volta fissati ad elementi di sostegno angolari con lato inclinato avente inclinazione complessiva (compresa quella indotta dal terreno) di 20° rispetto all'orizzontale, nel medesimo materiale, fissati a travi di ripartizione del carico disposti orizzontalmente costituiti da profilati in alluminio posati in appoggio ai travi lignei della copertura della tettoia parcheggio e ad essi paralleli, come indicato nell'allegato particolare costruttivo.

Le stringhe saranno allineate parallelamente al loro asse maggiore, mantenendo tra di esse una distanza di rispetto al fine di evitare ombreggiamenti reciproci

nonché consentire l'accesso per le operazioni di montaggio e manutenzione dell'impianto.

I moduli fotovoltaici e la struttura di sostegno hanno prestazioni meccaniche idonee a sopportare i carichi statici, da neve e vento secondo la normativa vigente.

6.3 Convertitore statico di corrente cc/ca

L'inverter cc/ca tipo FRONIUS modello IG 60HV OUTDOOR o similare, monofase statico ad IGBT senza trasformatore di isolamento, dotato di dispositivo e protezione di interfaccia interni (DIB+PIB ai sensi della norma ENEL DK5940), nonché di sistema elettronico di inseguimento di massima potenza (MPPT) e dispositivi di blocco del sistema in caso di avaria della rete di uscita, protezione interna da sovraccarichi e cortocircuiti, avviamento/arresto automatico in presenza di carico minimo. Ciascun inverter è costruito con involucro in lamiera di acciaio trattato e verniciato, dotato di comandi frontali con dispositivo di interruzione generale automatico e display dello stato di funzionamento.

L'inverter sarà coperto da garanzia contro i difetti di fabbricazione della durata minima di 5 anni.

Le caratteristiche elettriche del convertitore cc/ca, fornite dal costruttore:

- Potenza Nominale Ac [W] 5000
- Massimo valore di Tensione di Ingresso [Vdc] 530
- Range Operativo per MPPT [Vdc] Da 150 a 400
- Corrente max di ingresso [Adc] 35,8
- Frequenza di uscita AC nominale (Range) [Hz] 50
- Fattore di potenza sulla linea 1
- Distorsione corrente AC <3,5% THD
- Rendimento max [%] 93,5 (Euro)
- Temperatura ambiente di esercizio [°C] Da -20 a +50
- Grado di protezione ambientale IP54
- Umidità relativa 0-95% punto di condensa
- Dimensioni (h x w x d) [mm] 733 x 435 x 225
- Peso [Kg] 20
- Certificazioni: Direttive EMC 93/68/CEE, ENEL DK 5940, CEI 11-20

Numero totale inverter.....1

6.4 Dispositivi di protezione del generatore fotovoltaico

6.4.1. Protezione lato DC (QDC)

Il complesso di conversione della corrente è completato da quadro (individuato nell'elaborato grafico FV2 dalla sigla QDC) costituito da quadro di parallelo stringhe, a 8 ingressi, tipo ELETTRONICA SANTERNO CS-B-8-800V,

nonché da centralino in materiale isolante con grado di protezione minimo IP55 e capacità 12 moduli DIN, ubicato presso l'inverter, al cui interno troveranno alloggiamento i dispositivi di protezione lato d.c. connessi a ciascun ingresso (stringa) da sovracorrenti e dalle sovratensioni, comprendendo:

- n°2 sezionatore fusibili bipolare, fusibili tipo gI 10,3x38mm, portata 8A;
- n°4 scaricatore sovratensione (SPD), categoria II, provati con corrente di forma d'onda 8/20µs e valore di cresta minimo 10KA, tensione max continuativa 600Vdc, tipo 2 poli.
- n°1 quadro parallelo stringhe in custodia isolante fino a max 4 ingressi.
- n°1 centralino in materiale isolante autoestinguente capacità 12 moduli DIN, grado di protezione IP55;
- Certificazioni: CEI 64-8, CEI 17-13;

Numero totale quadri QDC.....1

6.4.2. Protezione lato AC (QGen)

Il complesso di conversione della corrente è completato da quadro (individuato nell'elaborato grafico FV2 dalla sigla QGen) costituito da centralino in materiale isolante con grado di protezione minimo IP55 e capacità 6 moduli DIN, ubicato presso l'inverter, al cui interno troveranno alloggiamento i dispositivi di protezione lato a.c. connessi all'uscita dell'inverter da sovracorrenti, comprendendo:

- n°1 interruttore modulare aut.magn.diff. 2x32A I_{dn}=0,3A, P.I. 6KA, curva C;
- n°1 centralino in materiale isolante autoestinguente capacità 6 moduli DIN, grado di protezione IP55;
- Certificazioni: CEI 64-8, CEI 17-13;

Numero totale quadri QGen.....1

6.5 Cavi elettrici lato corrente continua

Per il collegamento dei moduli entro ciascuna stringa saranno utilizzati cavi unipolari di tipo solare, ossia idonei all'esposizione alla luce diretta, fissati a vista agli elementi della struttura di sostegno lungo un percorso di minima lunghezza al fine di limitare la caduta di tensione. A tal scopo si utilizzeranno sia i conduttori in dotazione con i moduli che cavi, forniti a parte, rispondenti ai requisiti di autoestinguenza secondo norme CEI20-22II, tipo FG7(O)R0,6/1KV aventi sezione unitaria 4mmq.

Sviluppo totale cavi FG7(O)R0,6/1KV 1x4mmq (m).....100

6.6 Cavi elettrici lato corrente alternata

L'uscita dell'inverter sarà connessa alla distribuzione lato a.c. tramite cavi unipolari con guaina in PVC non propagante l'incendio secondo norma CEI20-

22II ed aventi sezione unitaria 25mmq, tipo FG7(O)R0,6/1KV, attestati tra il quadro di interfaccia ed punto di consegna esistente, posati entro cavidotto interrato esistente.

Sviluppo totale cavi FG7(O)R0,6/1KV 1x25mmq (m).....360

6.7 Quadro d'interfaccia con la Società distributrice (QI+G)

La separazione galvanica con la rete di distribuzione è assicurata da trasformatore di isolamento 230/230V della potenza apparente di 7KVA e morsettiera protetta IPXXD corredato di dispositivi di sezionamento e protezione con funzione altresì di dispositivo generale (DG).

Il complesso trasformatore e relativi dispositivi suddetti sono alloggiati entro armadio in vetroresina su zoccolo a pavimento, delle dimensioni LxPxH 714x271x1290mm dotato di opportune aperture di ventilazione, dotate altresì di protezione antinsetto.

Trattandosi di impianto con unico inverter e di potenza complessiva inferiore a 20KWp, non sono necessari ulteriori dispositivi e protezioni di interfaccia esterni.

I dispositivi suddetti di sezionamento e protezione saranno ubicati entro quadro stagno (IP55) in materiale isolante di adeguata, comprendendo:

- n°1 interruttore aut. magn. 2x32A, P.I. 6KA, curva "C", dotato di relè differenziale Idn=0,3A;
- n°1 centralino in materiale isolante autoestinguento capacità 6 moduli DIN, grado di protezione IP55;
- n°1 armadio vetroresina montato su zoccolo a pavimento, come sopra descritto;
- n°1 trasformatore monofase di isolamento 230/230V, potenza apparente 7KVA, morsettiera IP21;
- Certificazioni: CEI 64-8, CEI 17-13, ENEL DK5940;

Numero totale quadri di interfaccia (QI+G).....1

6.8 Impianto di terra

Il lato in corrente continua dell'impianto di conversione fotovoltaica, con le assunzioni di progetto, ha le caratteristiche proprie dei sistemi IT con funzionamento elettrico flottante del campo fotovoltaico.

Non essendo richiesta la protezione dalla fulminazione diretta (struttura autoprotetta), in questa sede è previsto unicamente il collegamento equipotenziale ai scaricatori di sovratensione (SPD) ed alla massa metallica del trasformatore di isolamento, tutti realizzati in conduttore del tipo N07V-K con rivestimento principale di colore giallo-verde ed avente sezione unitaria non inferiore a 6mmq; il nodo equipotenziale sarà costituito da collettore in barra di rame presso il quadro d'interfaccia ed a cui sarà attestato altresì il conduttore

di terra, costituito da conduttore del tipo N07V-K con rivestimento principale di colore giallo-verde ed avente sezione unitaria 25mmq attestato mediante capicorda ad anello chiuso al sistema disperdente esistente.

Sviluppo totale cavi N07V-K 1G6mmq (m).....20

Sviluppo totale cavi N07V-K 1G25mmq(m).....10

6.9 Accessori

Completaranno l'impianto la fornitura e posa di rete trasmissione dati in cavo UTP cat. V tra l'inverter e la postazione PC predisposta dalla Committente, per il monitoraggio dell'impianto, compreso software di comunicazione, nonché di interfaccia convertitrice RS485/RS232; allo scopo di pubblicare le performance dell'impianto fotovoltaico è prevista altresì la fornitura e posa del "FRONIUS IG Public Display", il pacchetto completo costituito da interfaccia e display alfanumerico grande (650 x 450 x 50 mm) in grado di visualizzare tutti i valori dell'intero impianto, selezionandoli e visualizzati in sequenza alternata. Un valore del gruppo viene definito come preferito e viene visualizzato ogni secondo cambio di valore.

7 - PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI

Per la realizzazione degli impianti in oggetto, oltre alle prescrizioni di cui all'art. 4, dovranno essere rispettate le sotto elencate prescrizioni tecniche generali.

a) Quadri elettrici BT

Tutti i quadro di bassa tensione, dovranno essere costruiti secondo le prescrizioni delle norme CEI 17-13/1/2/3, dovranno essere muniti di etichetta di identificazione riportanti il nome del costruttore, il tipo o il numero di identificazione ed altri eventuali informazioni e dovranno infine essere corredati di dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore del quadro stesso.

b) Conduttori

Tutti i conduttori da installare, se non diversamente specificato, dovranno essere del tipo non propagante l'incendio CEI 20-22, quali N07V-K, FG70R 0,6/1KV;

I rivestimenti dell'isolante principale dovranno avere le seguenti colorazioni:

conduttori di protezione:	giallo/verde
neutro:	azzurro
conduttori di fase	marrone - grigio - nero

c) Cadute di tensione

Le cadute di tensione con l'impianto percorso dalle correnti di impiego I_b saranno contenute entro il 2%:

$$DV\% = K I_b L (R \cos \varphi + X \sin \varphi) : 2200$$

dove: $DV\%$ = Caduta di tensione in percentuale;
 I_b = Corrente di impiego della linea;
 R = Resistenza specifica in milliohm;
 X = Reattanza specifica in milliohm;
 L = Lunghezza conduttura in metri;
 φ = Angolo di sfasamento tra I_b e V
 K = Coeff. pari a 2 per linee monofasi, 1 per linee trifasi.

d) Protezione dei cavi contro i sovraccarichi

La protezione dei cavi contro i sovraccarichi sarà assicurata in conformità alle norme CEI 64-8.

Le condutture aventi correnti di impiego I_b e portate I_z saranno coordinate con i dispositivi di protezione avente corrente nominale I_n tale che sia soddisfatta la seguente condizione:

$$I_b = I_n = I_z$$

Inoltre la corrente I_f (che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite) dovrà soddisfare la seguente seconda condizione:

$$I_f = 1,45 I_z$$

e) Protezione dei cavi contro i corto circuiti

I cavi saranno protetti contro i corto circuiti in conformità alle norme CEI 64-8.

I dispositivi di protezione adottati, collegati a monte del circuito da proteggere, soddisferanno le seguenti condizioni:

$$K^2 S^2 > I^2 t ; P.I. > I_{cc0}$$

dove: K = Coeff. pari a 115 per i cavi in rame isolati in PVC;
 S = Sezione dei conduttori in mm^2 ;
 $I^2 t$ = Energia spec. passante del disp. di protezione (in $A^2 s$);
 $P.I.$ = Potere di interruzione del dispositivo;
 I_{cc0} = corrente di c.c. presunta a monte del dispositivo.

Le apparecchiature avranno potere d'interruzione adeguato al valore della corrente di cortocircuito presunta nel punto d'installazione ed ubicate in ogni caso all'origine dei circuiti protetti.

f) Impianto di terra

Per il lato d.c. viene utilizzato il sistema IT con masse dei componenti dotati di isolamento classe II (doppio isolamento) non collegate all'impianto disperdente.

Per il lato a.c. viene utilizzato il sistema TT, ovvero masse del produttore e della rete di distribuzione connesse a distinti impianti disperdenti.

Nel caso specifico si prevede l'utilizzo dell'impianto disperdente esistente.

g) Protezione contro i contatti indiretti.

La protezione contro i contatti indiretti è ottenuta mediante interruzione automatica dell'alimentazione grazie al coordinamento tra dispositivo di protezione ed impianto di terra. Per sistemi TT come quello in esame, in ogni punto dell'impianto dovrà essere sempre soddisfatta la seguente condizione:

$$R_t \cdot I_d < 50V$$

ove:

$R_t(\Omega)$ = resistenza globale di terra, misurata con il metodo voltamperometrico previsto dalla norma CEI 64-8.

$I_d(A)$ = corrente differenziale nominale del dispositivo di protezione.

h) Protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti sarà realizzata mediante isolamento o involucri con grado di protezione almeno IPXXD.

i) Prescrizioni particolari secondo ENEL DK5940 ed. 2.1

Il dispositivo di protezione di interfaccia (PIB) dovrà rispondere alle seguenti caratteristiche:

	PROTEZIONE	ESECUZIONE	VALORE DI TARATURA	TEMPO DI INTERVENTO
15.1	Massima tensione		480V 0,1s	<0,1s
15.2	Minima tensione		320V 0,1s	<0,1s
15.3	Massima frequenza	unipolare	51Hz 0,1s	<0,1s
15.4	Minima frequenza	unipolare	49Hz 0,1s	<0,1s
15.5	Derivata frequenza	unipolare	Hz/s s	Non richiesta

8 - PRESCRIZIONI GENERALI D'APPALTO

La presentazione dell'offerta comporta l'accettazione delle condizioni contenute nel presente Capitolato e nei relativi elaborati grafici, la conoscenza dei fattori dimensionali e ambientali.

L'aggiudicazione dell'appalto sarà effettuata dalla Committente in base a considerazioni di carattere tecnico ed economico e comunque con proprio giudizio insindacabile.

Il prezzo di appalto è comprensivo delle forniture e le opere necessarie per rendere il lavoro finito a regola d'arte e funzionante; si intendono altresì compensati tutti gli oneri relativi al trasporto, al sollevamento ed allo scarico dei materiali fino al luogo di posa, nonché relativi alla fornitura e posa di tutte le attrezzature necessarie e l'allontanamento dal cantiere di tutti i materiali di risulta.

Le date relative all'inizio e all'ultimazione dei lavori dovranno essere concordati con il committente, secondo anche le esigenze che possono sorgere dalla contemporanea esecuzione di opere diverse affidate ad altre ditte.

Sono inoltre incluse nelle competenze della ditta appaltatrice per la posa in opera degli impianti:

- la responsabilità della verifica dimensionale degli impianti per assicurare la rispondenza degli impianti stessi ai dati di progetto ed agli scopi prefissati;
- la responsabilità della corretta installazione e del funzionamento di ogni componente e degli impianti nel loro complesso;
- ogni responsabilità civile e penale per qualsiasi incidente o danno occorrenti nel corso di svolgimento dell'opera a propri dipendenti, a terzi ed a cose;
- la redazione di un programma dettagliato dell'andamento dei lavori, che tenga conto delle consegne dei materiali e degli interventi di altre ditte installatrici;
- la custodia dei mezzi d'opera e dei materiali, anche non di propria Fornitura e posa, provvedendo a proprie cure e spese all'assicurazione contro i danni derivanti da incendio o furto;
- gli allacciamenti provvisori di F.M. e Luce, per le proprie necessità di lavoro, a partire da un unico punto di consegna energia predisposto dal committente;
- la protezione con mezzi idonei di macchinari, apparecchiature, ecc. che dovessero essere danneggiati nel corso dei lavori;
- la Fornitura e posa e posa su ogni parte d'impianto e targhette incise con l'indicazione delle destinazioni;
- le operazioni di taratura, la regolazione e messa a punto di ogni parte di impianto;
- tutta l'assistenza necessaria per le prove di collaudo, compresa l'attrezzatura e personale necessario;

Sarà cura della Ditta appaltatrice assumere, sotto la sua completa ed esclusiva responsabilità, le eventuali necessarie informazioni presso le sedi locali di ENEL, Telecom e Comune, e di prendere con essi ogni necessario accordo inerente la realizzazione degli impianti.

La garanzia, oltre a quella fornita dai singoli produttori dei componenti l'impianto, per l'installazione complessiva è prestata dalla Ditta Appaltatrice per anni due a decorrere dalla data di attivazione degli impianti. Pertanto fino al termine di tale periodo, le Ditte fornitrice ed installatrice dovranno provvedere a proprie spese, ciascuna per la parte di propria competenza, alla riparazione tempestiva di tutti i guasti e le imperfezioni che si dovessero verificare nell'impianto per effetto della scarsa qualità dei materiali o per difetto di montaggio o di funzionamento, esclusi solamente i guasti che possono attribuirsi ad evidente negligenza ed imperizia delle persone che fanno uso dei suddetti impianti.

9 - QUALITÀ' E PROVENIENZA DEI MATERIALI

Nella scelta dei materiali si terrà conto che questi dovranno essere conformi a quanto previsto dal presente capitolato ed essere idonei all'ambiente di installazione.

In caso di materiali difformi da quanto indicato nel presente progetto, questi dovranno essere in ogni caso dotati di certificazione di rispondenza ai requisiti in questa sede richiamati e sottoposti ad accettazione insindacabile da parte della Committente previa presentazione della documentazione e/o campionatura adatta a rilevarne l'idoneità.

10 - CALCOLI DIMENSIONALI

10.1 Verifica della protezione dalle scariche atmosferiche (CEI81-4)

Classificazione della struttura: non ordinaria

Struttura con impianti interni sensibili

Carico d'incendio specifico: 0 Kg/mq

$N_t = 2,5 \text{fulmini}/(\text{Kmq} \cdot \text{anno})$

Rischio di tipo 1 - perdita di vite umane

- Rischio complessivo R = $6,17e-7$
- Rischio accettabile R_a = $1e-5$
- Efficienza impianto E^* = 0
- Efficienza richiesta E = 0
- Livello di protezione : Nessun LPS da aggiungere
- Rischio diretto R_d = $6,17e-7$ (100%)
- Rischio indiretto R_i = 0

Componenti di rischio:

- $H = F_t \cdot d_t$ = $6,17e-7$ (100%)
- $A = F_a \cdot d_f \cdot k_f \cdot r$ = 0
- $D = F_d \cdot d_o \cdot r$ = 0
- $M = F_m \cdot d_o \cdot r$ = 0
- $G = F_g \cdot d_o \cdot r$ = 0
- $C = F_c \cdot d_f \cdot k_f \cdot r$ = 0

Rischio di tipo 2 - perdita inaccettabile di servizio pubblico

Rischio non considerato

Rischio di tipo 3 - perdita di patrimonio culturale insostituibile

Rischio non considerato

Rischio di tipo 4 - perdite economiche

- Rischio complessivo R = 0
- Rischio accettabile R_a = $1e-6$
- Efficienza impianto E^* = 0
- Efficienza richiesta E = 0

- Livello di protezione : Nessun LPS da aggiungere
- Rischio diretto Rd = 0
- Rischio indiretto Ri = 0

Componenti di rischio:

- $H=Ft*dt$ = 0
- $A=Fa*df*kf*r$ = 0
- $D=Fd*do*r$ = 0
- $M=Fm*do*r$ = 0
- $G=Fg*do*r$ = 0
- $C=Fc*df*kf*r$ = 0

10.2 Verifica dimensionale della sezione dei conduttori

** DOC ** 020D

03-20-2007

LABBO

Dimensionamento cavi per tensioni nominali non superiori a 0,6/1 kV

Nome dell'impianto	CASA FANTINI	
Nome del quadro	: QGEN	
Tipo di circuito	Circuito monofase	
Sistema di collegamento a terra	: IT	
Stato del neutro	: Non distribuito	
Rapporto Sezione fase/Sezione neutro (Sf/Sn)	: 1.0	
Tensione di esercizio dell'utenza	: 230	[V]
Frequenza	. 50	[Hz]
Fattore di potenza	. 1.	
Temperatura ambiente	. 30	[°C]
Temperatura massima a regime del cavo	. 90	[°C]
Temperatura massima in corto circuito	: 250	[°C]
Tipo di cavo	: Cavo multipolare	

Isolamento del cavo	EPR/XLPE	
Materiale conduttore	Rame	
Posa D - cavi interrati direttamente o in condotti interrati		
Tipo sottoposa : In condotti interrati (uno per condotto)		
Distanza =	Nulla	
Corrente di impiego	Ib: 26.1	[A]
Lunghezza	: 180	[m]

Coefficiente di correzione:	TOTALE Kt -->	0.84
Per posa cavo selezionata		1.00
Per temperatura ambiente		0.93
Inserito da utente		1.00
Per presenza circuiti adiacenti		0.90
Per correzione temperatura massima cavo		1.00

Sezione del conduttore di fase	25.0	[mm ²]
Numero di conduttori per fase	1	

Caduta di tensione a 69°C	: 7.5	[V]	3.3%
I2t sopportabile dal cavo (CEI64-8)	: 1.87E+01		[(KA)2s]

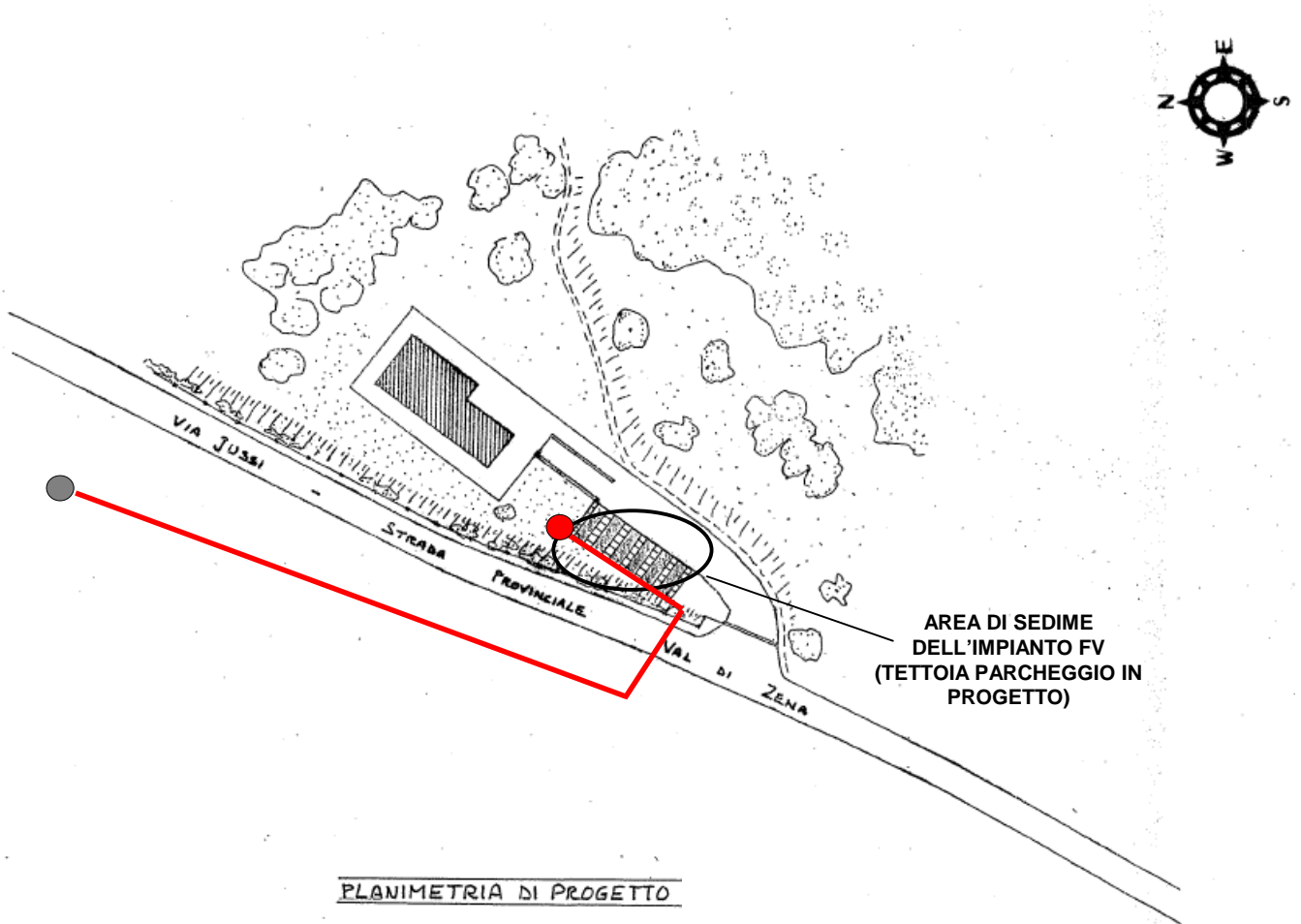
10.3 Stima della performance complessiva dell'impianto

PVSYST V4.1						
Grid-connected PV system presizing						
Geographical Site	Bologna	Country	Italy			
Situation	Latitude 44.3°N	Longitude	11.2°E			
Time defined as	Solar Time	Altitude	49 m			
Collector Plane Orientation	Tilt 20°	Azimuth	30°			
Sheds	Pitch 2.60 m	Collector width	1.56 m			
Inactive band	Top 0.00 m	Bottom	0.00 m			
Shading limit angle	Gamma 25.20 °	Occupation Ratio	60.0 %			
Horizon / Far shadings	Average height 11.6°					
PV-field installation main features						
Module type	Standard					
Technology	Monocrystalline cells					
Mounting method	Flat roof					
Back ventilation properties	Free standing					
System characteristics and pre-sizing evaluation						
PV-field nominal power (STC)	Pnom	6.3 kWp				
Collector area	Acoll	53 m ²				
Annual energy yield	Eyear	6.28 MWh	Specific yield 997 kWh/kWp			
Economic gross evaluation	Investment	42098 EUR	Energy price 0.41 EUR/kWh			
Meteo and incident energy		System output				
	Gl. horiz.	With horizon	Coll. Plane	Shed shading	System output	System output
	kWh/m ² .day	kWh/m ² .day	kWh/m ² .day	kWh/m ² .day	kWh/day	kWh
Jan.	1.20	1.14	1.50	1.42	7.28	226
Feb.	1.70	1.63	1.97	1.90	9.73	272
Mar.	2.83	2.72	3.12	3.03	15.55	482
Apr.	3.96	3.81	4.09	3.99	20.48	614
May	4.94	4.75	4.88	4.76	24.43	757
June	5.71	5.49	5.53	5.40	27.70	831
July	5.81	5.59	5.68	5.56	28.50	883
Aug.	5.04	4.85	5.14	5.03	25.79	800
Sep.	3.72	3.58	4.04	3.94	20.21	606
Oct.	2.30	2.21	2.65	2.57	13.17	408
Nov.	1.25	1.19	1.50	1.43	7.33	220
Dec.	0.96	0.91	1.21	1.13	5.82	180
Year	3.29	3.16	3.45	3.36	17.21	6281

11 ALLEGATI

- AR1: Percorso cavidotti ed individuazione area intervento
- AR2: Viste prospettiche campo fotovoltaico
- FV2: Schema elettrico multifilare
- CC1: Particolare costruttivo supporto campo fotovoltaico
- CC2: Particolare costruttivo quadro interfaccia
- Computo metrico
- Computo metrico estimativo
- Piano di sicurezza e coordinamento

AR1: Percorso cavidotti ed individuazione area intervento



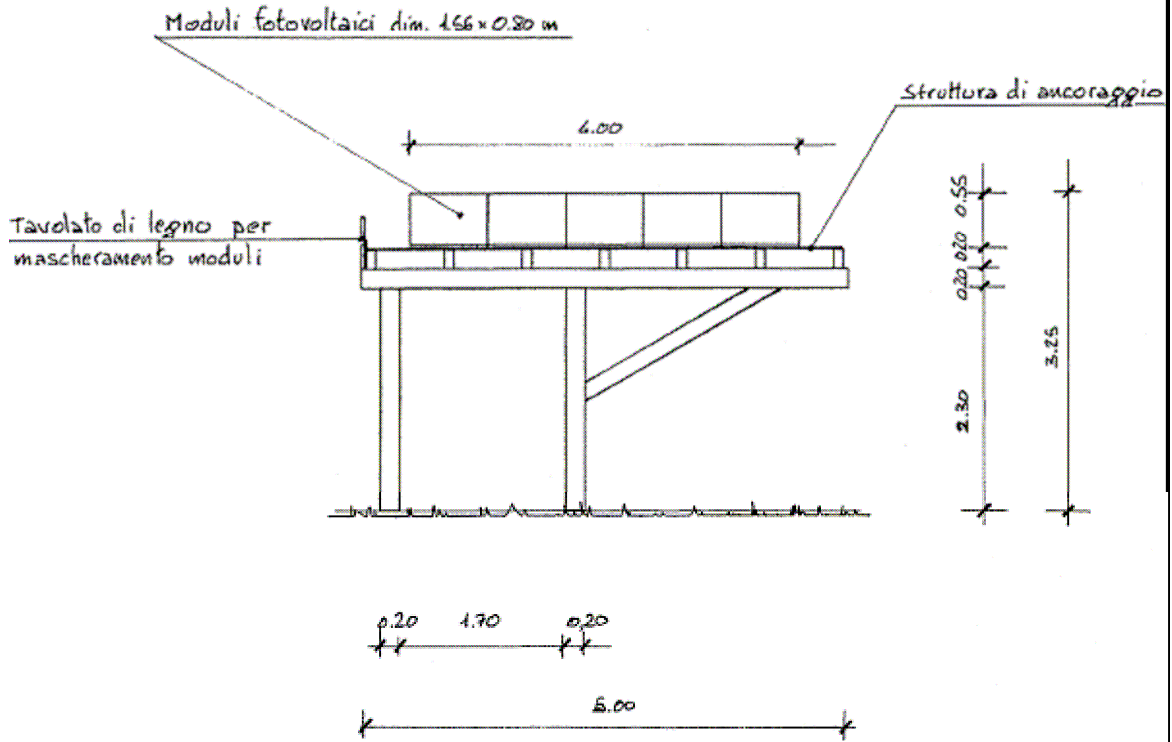
● Ubicazione punto consegna ENEL esistente

● Ubicazione quadro interfaccia QI+G

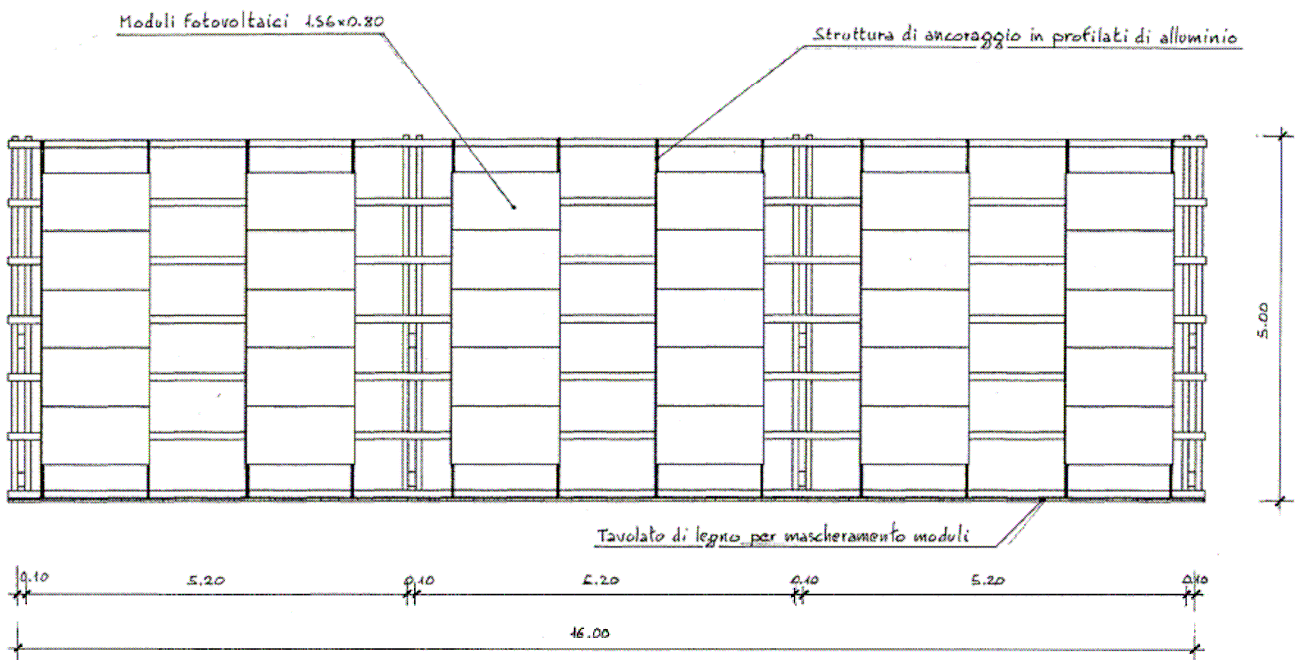
— Cavidotto esistente di sedime nuova linea in conduttori FG7 2x1x25mmq

AR2: Viste prospettive campo fotovoltaico

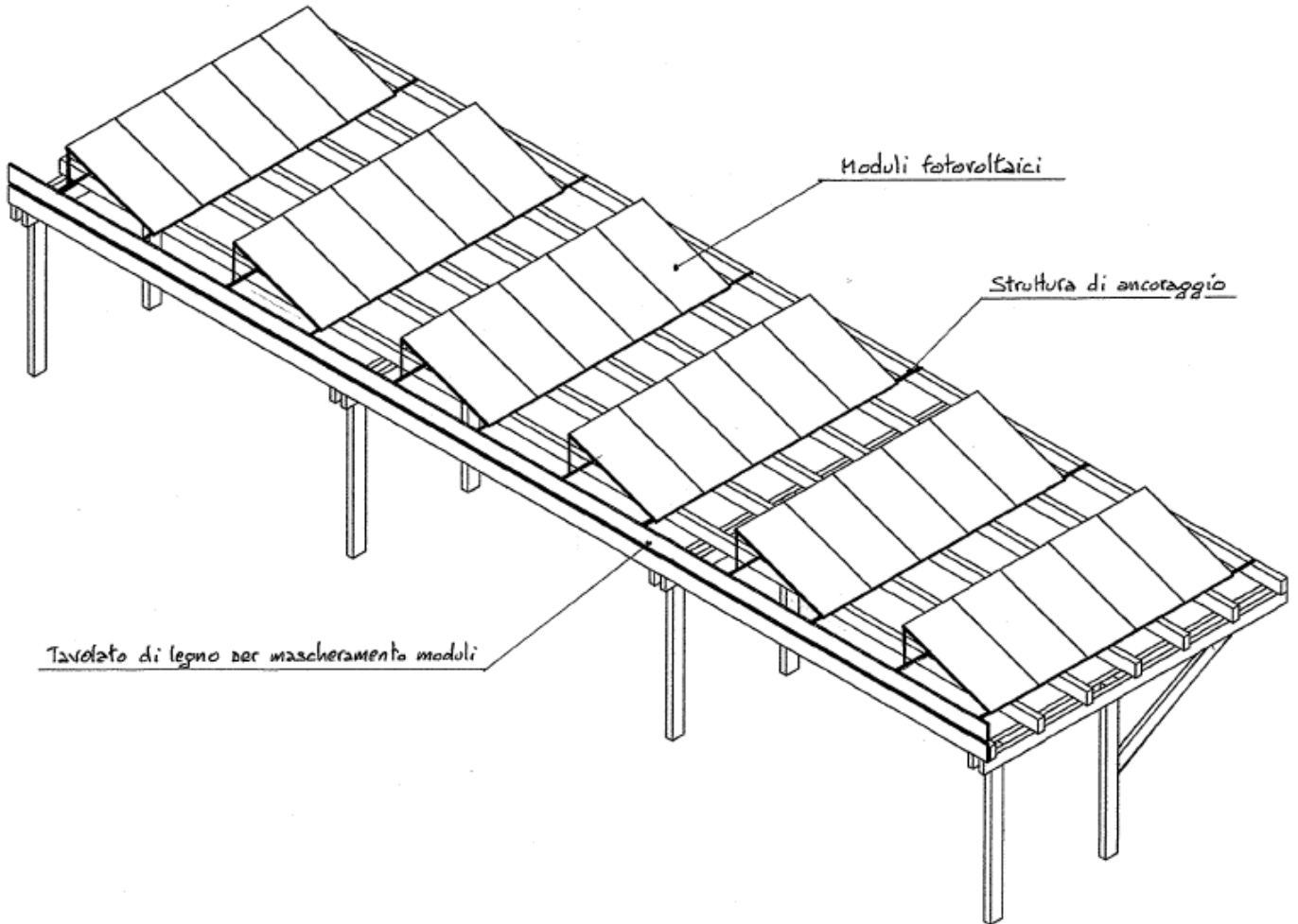
PROSPETTO SUD



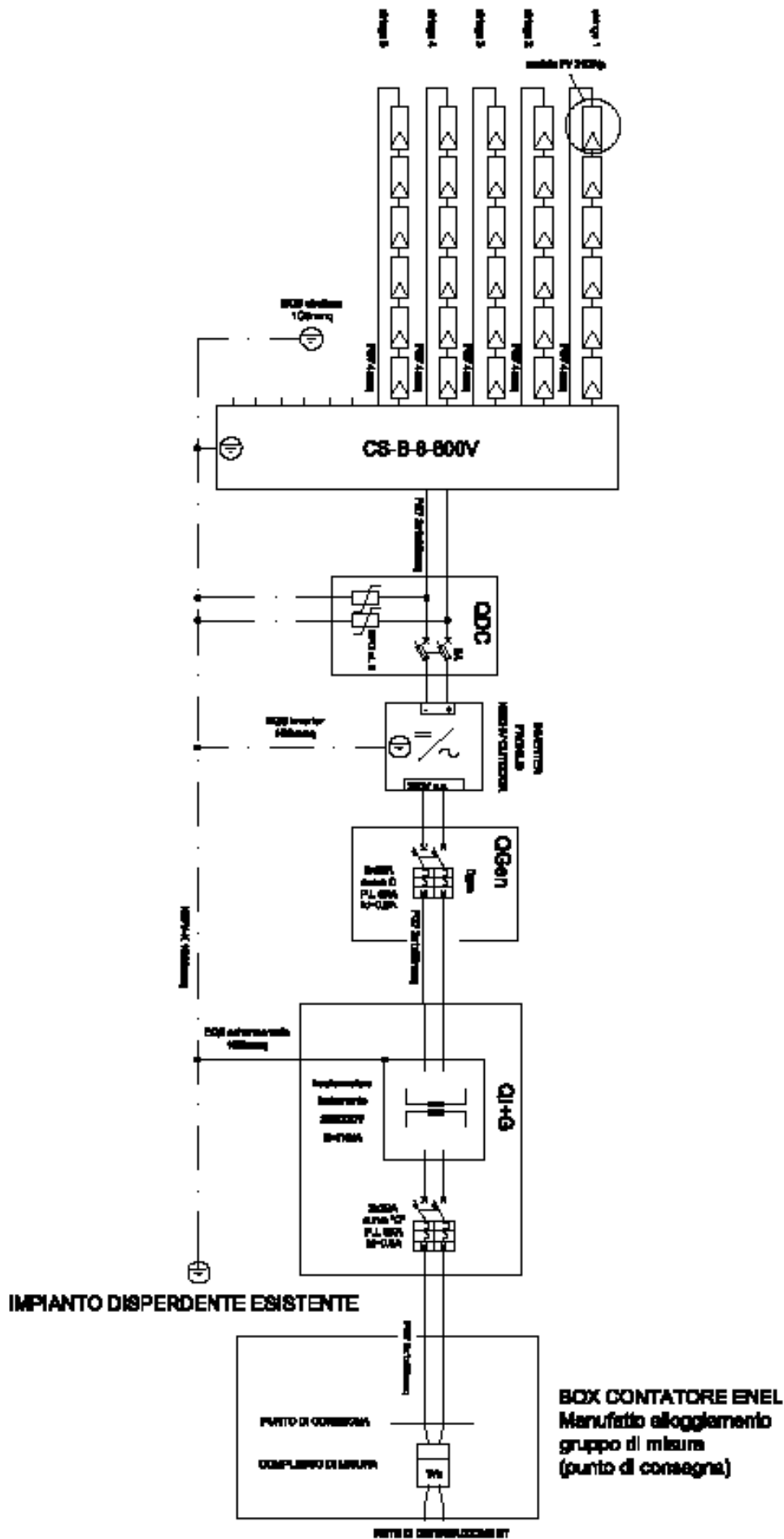
PIANTA



VISTA ASSONOMETRICA SUD-OVEST



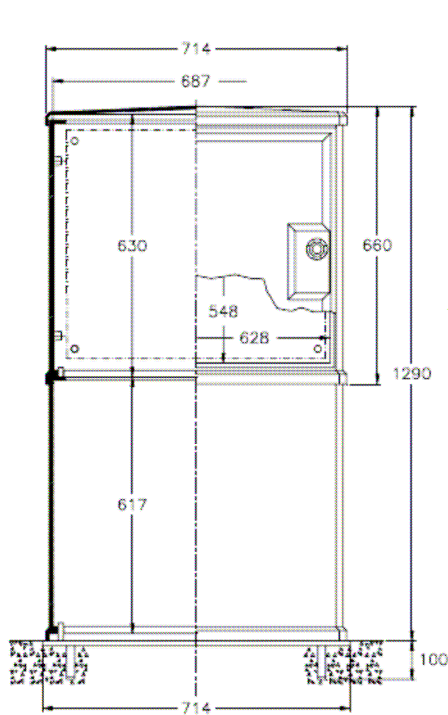
FV2: Schema elettrico multifilare



CC1: Particolare costruttivo supporto campo fotovoltaico



CC2: Particolare costruttivo quadro interfaccia QI+G



INVERTER

