

## **Impianto Fotovoltaico di**

POTENZA NOMINALE PARI A 18,48 kWp

PROGETTO DENOMINATO:

IMPIANTO ORATORIO

## **Sito nel comune di**

VILLA CARCINA

VIA DANTE

## **Committente**

FRANCO FERRARI

GECO SRL

VIA VERDI 6

25100 - BRESCIA (BS)

**PROGETTO PRELIMINARE**

## **Progettista**

ING. MARIO ROSSI

ECOPROJECT

VIA GERMANIA 6

35010 - VIGONZA (PD)

DATA:  
VIGONZA, 30/04/2012

## SCOPO DEL DOCUMENTO

Lo scopo del presente documento è quello di definire le caratteristiche qualitative e funzionali dei lavori nonché il quadro delle esigenze da soddisfare e delle specifiche prestazioni da fornire relative ad un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 18,48 kW destinato ad operare in parallelo alla rete di distribuzione in Bassa tensione Trifase, di competenza del Gestore di Rete Enel spa, al fine di beneficiare dell'incentivazione alla produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica dell'energia solare, di cui al D.M. del 5 maggio 2011 del Ministero dello Sviluppo Economico.

Il documento individuerà i profili e le caratteristiche più significative dei successivi livelli di progettazione, descrivendo e fornendo gli elementi e le indicazioni di carattere generale necessari per:

- la preparazione del progetto definitivo dell'impianto fotovoltaico;
  - l'individuazione dei materiali e apparecchiature (moduli fotovoltaici, inverter, sistema di protezione di interfaccia e gruppi di misura dell'energia);
- le prove e le verifiche da effettuare a fine lavori.

# 1 - RELAZIONE ILLUSTRATIVA

## 1.1 - SITO DI INSTALLAZIONE

L'impianto verrà installato in località Villa Carcina (BS), Via Dante e la zona non è soggetta ad alcun tipo di vincolo.

La tabella che segue riporta i principali dati geografici del sito di installazione.

Dati geografici del sito	
Località	Villa Carcina
Latitudine	45,634°
Longitudine	10,193°
Altitudine	249 metri
Temperatura massima	0 °C
Temperatura minima	0 °C
Dati di irraggiamento	UNI 10349
Dati relativi al vento e al carico di neve	Da DM 16 Gennaio 1996 e successive modifiche ed integrazioni

La valutazione della fonte solare per la località Villa Carcina (BS) è stata effettuata in base alla Norma UNI 10349, prendendo come riferimento la provincia che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Villa Carcina (BS). La norma UNI 10349 fornisce una serie di dati climatici tra cui l'irraggiamento globale giornaliero medio mensile su piano orizzontale con le sue componenti diretto e diffuso. Per la località in esame i valori di irraggiamento giornaliero medio mensile sono i seguenti:

Mese	Diffuso giornaliero [kWh/m <sup>2</sup> ]	Diretto giornaliero [kWh/m <sup>2</sup> ]	Totale giornaliero [kWh/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	0,65	0,56	1,21
Febbraio	0,96	1,06	2,02
Marzo	1,39	1,88	3,27
Aprile	1,86	2,53	4,39
Maggio	2,18	3,28	5,46
Giugno	2,31	3,63	5,94
Luglio	2,12	4,33	6,45
Agosto	1,89	3,49	5,38
Settembre	1,52	2,45	3,97

Ottobre	1,08	1,46	2,54
Novembre	0,72	0,66	1,38
Dicembre	0,58	0,55	1,13
<b>Annuale</b>	<b>526,07</b>	<b>789,5</b>	<b>1315,57</b>

Tenendo conto dell'irraggiamento giornaliero medio mensile e del numero di giorni di cui si compongono i dodici mesi dell'anno, è possibile determinare il valore di irraggiamento globale annuale su piano orizzontale per la località di Villa Carcina (BS). Tale valore è pari a 1315,57 [kWh/m<sup>2</sup>].

#### *Diagramma di ombreggiamento*

I diagrammi degli ombreggiamenti a cui è sottoposto l'impianto consentono la valutazione delle perdite per ombreggiamento. Questi diagrammi sono ricavati da rilevamenti manuali o da rilevamenti fotografici.

Nel caso dell'impianto in oggetto esistono fenomeni di ombreggiamento che portano ad una perdita pari al 3,58 %.

## **1.2 - PRODUCIBILITÀ DELL'IMPIANTO**

L'impianto presenta una potenza nominale di 18,48 kW ottenuta come somma delle potenze nominali dei singoli moduli fotovoltaici che compongono il generatore fotovoltaico.

La producibilità dell'impianto è stata calcolata sulla base dei dati storici del sito di installazione relativi ai valori medi mensili dell'irraggiamento solare globale incidente su superficie orizzontale desunti dalla Norma UNI 10349 per la località in questione.

La procedura per il calcolo dell'energia prodotta dall'impianto tiene conto della potenza nominale dell'impianto (18,48 kW), dell'angolo di tilt e di azimuth (17°, -42°) del generatore fotovoltaico, delle perdite sul generatore fotovoltaico (perdite resistive, perdite per scostamento di temperatura dei moduli, per riflessione e per mismatching tra stringhe), dell'efficienza europea degli inverter nonché del coefficiente di riflettanza del suolo antistante i moduli (20%) (albedo).

Pertanto, l'energia prodotta dall'impianto su base annua ( $E_{p,a}$ ) si calcola come segue:

$$E_{p,a} = P_{nom} * Irr * (1-Perdite) = 18.849,13 \text{ kWh}$$

Dove:

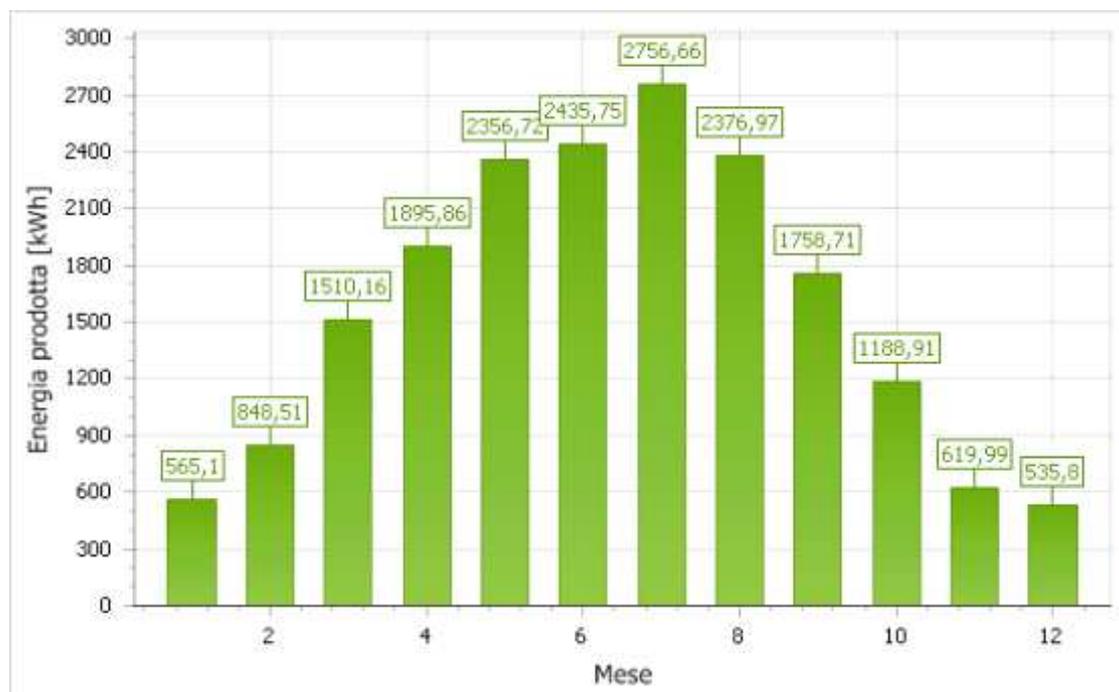
- $P_{nom}$  = Potenza nominale dell'impianto: 18,48 kW
- Irr = Irraggiamento annuo sul piano dei moduli: 1418,83 kWh/m<sup>2</sup>
- Perdite = Perdite di potenza: 28,11 %

Le perdite di potenza sono dovute a vari fattori. Nella tabella sottostante vengono riportati tali fattori di perdita e i relativi valori assunti dalla procedura per il calcolo della producibilità dell'impianto.

<b>Fattori di perdita elettrica</b>	
Perdite per aumento di temperatura dei moduli	5,00 %

Perdite di mismatch elettrico	5,00 %
Perdite resistive	6,00 %
Perdite per conversione DC/AC	5,50 %
Altre perdite	7,00 %
Perdite per ombreggiamento	3,58 %
<b>Perdite totali</b>	<b>28,11 %</b>

Il grafico sotto indicato riporta l'andamento della produzione mensile di energia attesa nel corso dell'anno.



### 1.3 - DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 18,48 kW costituisce un esempio di impianto del tipo: Realizzato su edificio ai sensi del D.M. del 5 maggio 2011 del Ministero dello Sviluppo Economico, sarà installato su sito a Villa Carcina (BS), Via Dante e verrà collegato alla rete elettrica di distribuzione in Bassa tensione Trifase in corrente alternata di tipo Tri a 400 V di competenza del gestore di rete.

L'impianto, che entrerà in esercizio a seguito di Nuova costruzione, sarà individuato da un unico punto di connessione alla rete elettrica in uscita dal gruppo di conversione, rispetto al quale sarà presentata domanda al gestore di rete per la connessione ai sensi del D.M. del 5 maggio 2011 del Ministero dello Sviluppo Economico.

Inoltre, i sistemi di misura dell'energia elettrica prodotta saranno collocati all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in alternata, resa disponibile alle utenze elettriche del soggetto responsabile e/o immessa nella rete elettrica.

Le caratteristiche d'impianto sono riassunte di seguito, in particolare in figura 2. è riportato lo schema elettrico unifilare d'impianto.

In esso si distinguono:

- Il generatore fotovoltaico composto da:  
6 stringhe di 14 moduli collegati in serie
- Il gruppo di conversione formato da 3 inverter Monofase
- Il sistema di protezione di interfaccia non integrato nell'inverter
- I sistemi di misura dell'energia prodotta e/o immessa

### 1.3.1 - GENERATORE FOTOVOLTAICO

Sarà costituito da:

- moduli fotovoltaici connessi in serie per la formazione delle stringhe;
- cavi elettrici per il collegamento tra moduli e tra questi ai quadri elettrici;
- strutture di sostegno dei moduli;

Di seguito vengono riportate le caratteristiche del generatore fotovoltaico e dei suoi componenti principali (stringhe e moduli).

<b>Caratteristiche elettriche del Generatore fotovoltaico</b>	
Potenza nominale	18,48 kWp
Numero moduli fotovoltaici	84
Superficie captante	116,76 m <sup>2</sup>
Numero di stringhe	6

Tilt, Azimuth	17°, -42°
Tensione massima @STC (Voc)	579,6 V
Tensione alla massima potenza @STC (Vm)	469 V
Corrente di corto circuito @STC (Isc)	14,14 A
Corrente alla massima potenza @STC (Im)	13,14 A

<b>Caratteristiche elettriche delle stringhe</b>	
Numero moduli fotovoltaici in serie	14
Potenza nominale	3,08 kW
Tensione a circuito aperto (Voc)	579,6 V
Corrente di corto circuito (Isc)	7,07 A
Corrente alla massima potenza (Im)	6,57 A

Dati costruttivi dei Moduli:

<b>Dati costruttivi dei moduli</b>	
Produttore	Sanyo Electric Co., Ltd.

Modello	HIP-220HDE1
Tecnologia	HIT
Potenza nominale	220 W
Tolleranza	10%
Tensione a circuito aperto (Voc)	41,4 V
Tensione alla massima potenza (Vm)	33,5 V
Corrente di corto circuito (Isc)	7,07 A
Corrente alla massima potenza (Im)	6,57 A
Superficie	1,39 m <sup>2</sup>
Efficienza	15,8%
Certificazioni	

### *Cavi e cablaggi*

Le portate dei cavi in regime permanente saranno verificate secondo le tabelle CEI-UNEL 35024/1, per posa in aria, e CEI-UNEL 35026, per posa interrata, applicando ai valori individuati, dei coefficienti di riduzione che dipendono dalle specifiche condizioni di posa e dalla temperatura ambiente.

Le cadute di tensione sui cavi saranno contenute entro il 2%. In particolare, tale condizione sarà verificata dal modulo fotovoltaico più lontano fino all'ingresso in corrente continua dell'inverter.

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati con le seguenti prescrizioni:

- Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- Tipo S1ZZ-F 0.6/1 kV se in esterno o FG7 se in cavidotti su percorsi interrati
- Tipo N07V-K se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.

Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- Conduttore di fase: grigio / marrone
- Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e del negativo con "-"

### *Strutture di sostegno dei moduli*

I moduli avranno tutti la medesima esposizione e verranno montati su dei supporti in acciaio zincato aderenti al piano di copertura. Gli ancoraggi della struttura saranno praticati avendo cura di ripristinare la tenuta stagna dell'attuale copertura, e dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

### 1.3.2 - GRUPPO DI CONVERSIONE DC/AC

Il gruppo di conversione DC/AC è composto dai convertitori statici (Inverter).

L'inverter utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con la rete AC alla quale viene connesso l'impianto.

Il gruppo di conversione dell'impianto fotovoltaico in oggetto sarà composto da 3 inverter Monofase per una potenza nominale complessiva di circa 18,48 kW; per aumentare l'efficienza operativa d'impianto, l'inverter non avrà un trasformatore di isolamento; .

Le principali caratteristiche tecniche dell'inverter sono di seguito riassunte:

Dati costruttivi dell'inverter	
Produttore	SCHÜCO International KG
Modello	SGI 5500 plus-02
Potenza nominale	6,8 kW
Potenza massima	6,8 kW
Tensione massima da PV	800 V
Minima tensione Mppt	330 V
Massima tensione Mppt	600 V
Efficienza massima	96,3%
Efficienza europea	94,5%
Trasformatore di isolamento	False
Certificazioni	

### 1.3.3 - SISTEMA DI PROTEZIONE DI INTERFACCIA E REQUISITI EMC

Il sistema di protezione di interfaccia (SPI), costituito essenzialmente da relè di frequenza e di tensione, è richiesto, secondo la norma CEI 11-20, a tutela degli impianti del Gestore di Rete in occasione di guasti e malfunzionamenti della rete pubblica durante il regime di parallelo.

Nel caso dell'impianto in oggetto, . Inoltre, il sistema di protezione di interfaccia (SPI) e dispositivo di interfaccia (DI) sono esterni all'inverter SCHÜCO International KG SGI 5500 plus-02, e sono conformi alle norme CEI 11-20 e documento ENEL DK 5940 ed 2.2.

Inoltre, per ciò che riguarda il contenuto armonico della corrente immessa nella rete pubblica l'inverter soddisfa le prescrizioni delle norme vigenti.

### 1.3.4 - SISTEMA DI MISURA DELL'ENERGIA PRODOTTA E/O IMMESA

Il sistema di misura dell'energia elettrica prodotta sarà collocato all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in alternata, resa disponibile alle utenze elettriche del soggetto responsabile e/o immessa nella rete elettrica.

La potenza nominale dell'impianto è inferiore a 20 kW pertanto, ai sensi della delibera AEEG

88/07, il Gestore di rete sarà responsabile dell'installazione e della manutenzione del sistema di misura dell'energia prodotta , nonché del servizio di misura dell'energia prodotta.

### **1.3.5 - DATI SULLA FORNITURA ELETTRICA**

L'impianto fotovoltaico verrà collegato ad una rete di utente servita da una fornitura elettrica avente le seguenti caratteristiche:

<b>Fornitura elettrica</b>	
Gestore di rete	Enel spa
Fornitura	BT
Tipologia	Tri
Tensione di alimentazione	400 V
Potenza contrattuale	12 kW
Consumo annuo medio	11000 kWh
Numero utenza	267791449
POD contratto	IT001E26779144(9)

## 1.4 - SCELTE PROGETTUALI

Le scelte progettuali riguardano gli aspetti energetici, impiantistici e di collegamento alla rete.

### 1.4.1 - ASPETTI ENERGETICI

L'impianto fotovoltaico è collegato ad una utenza Tri in BT a tensione nominale di 400 V con una potenza impegnata di 12 kW.

la scelta dell'orientamento del generatore fotovoltaico (tilt e azimuth) è stata fatta con l'obiettivo di massimizzare la produzione compatibilmente con i vincoli architettonici imposti dalla struttura.

Al fine di massimizzare i benefici economici dello scambio sul posto, il dimensionamento dell'impianto è stato fatto in modo da evitare eccessi di produzione annua rispetto ai consumi dell'utenza elettrica.

Al fine di aumentare la disponibilità d'impianto, si è scelta una conversione CC/CA decentralizzata, ovvero si è scelto un gruppo di conversione composto da più inverter.

Per ciò che riguarda l'efficienza operativa del generatore fotovoltaico e al fine di prevedere, in fase di progettazione, il rispetto dei requisiti tecnici di cui all'allegato 1 del D.M. del 5 maggio 2011:

in merito alla condizione (a), ovvero:

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

dove:

- $P_{cc}$  e' la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del 2%;
- $P_{nom}$  e' la potenza nominale del generatore fotovoltaico;
- $I$  e' l'irradianza solare [W/m<sup>2</sup>] misurato sul piano dei moduli (con  $I > 600$  W/m<sup>2</sup>), con precisione migliore del 3%;
- $I_{stc}$ , pari a 1000 W/m<sup>2</sup>, e' l'irradianza solare in condizioni di prova standard;

sono state fatte le seguenti scelte progettuali:

- il posizionamento dei moduli verrà effettuato in maniera da favorire la dissipazione del calore al fine di limitare le perdite per temperatura;
- l'efficienza europea degli inverter dovrà essere superiore al 90%.
- i cavi saranno dimensionati in modo da mantenere la c.d.t, al di sotto del 2%.
- i moduli saranno selezionati in modo da minimizzare le perdite per mismatching.
- la massima tensione del generatore fotovoltaico non dovrà superare 600 V.

In merito alla condizione (b) del suddetto allegato, ovvero:

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

dove:

- $P_{ca}$  e' la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione, con precisione migliore del 2%

sono state fatte le seguenti scelte progettuali:

- Le caratteristiche elettriche degli inverter (tensione corrente e potenza) dovranno essere compatibili con quelle del generatore fotovoltaico, anche in considerazione delle condizioni climatiche del sito e di installazione dei moduli-

#### **1.4.2 - ASPETTI IMPIANTISTICI E DI COLLEGAMENTO ALLA RETE**

La scelta della tensione del generatore fotovoltaico non dovrà mai superare 1000 V sia per non incorrere nelle prescrizioni del D.lgs. 81/2008, relativamente all'alta tensione, sia per facilitare la reperibilità sul mercato della componentistica

La configurazione elettrica per il generatore fotovoltaico di norma utilizzata negli impianti fotovoltaici è la "configurazione serie-parallelo". Questa configurazione prevede la connessione in serie di un certo numero di moduli fotovoltaici fino a costituire una stringa, e poi la connessione in parallelo di un certo numero di stringhe, fino a costituire il generatore fotovoltaico.

Per impianti di produzione collegati alla rete mediante convertitori statici c.c./c.a., deve essere garantita la separazione metallica fra la rete pubblica in c.a. e la parte in c.c. dei convertitori mediante trasformatore di isolamento a frequenza industriale. L'inverter SCHÜCO International KG SGI 5500 plus-02 non presenta al proprio interno tale trasformatore, tuttavia la separazione metallica con la rete pubblica in c.a. verrà comunque garantita da trasformatori esterni a frequenza industriale

Ai fini del collegamento alla rete pubblica in c.a., gli inverter SCHÜCO International KG SGI 5500 plus-02, possiedono le certificazioni richieste dalla normativa applicabile (CEI 11-20 e documento ENEL DK 5940 ed 2.2). Tali certificazioni sono state rilasciate da laboratorio accreditato.

## 1.5 - QUADRO DELLE PRESTAZIONI RICHIESTE

In termini di energia l'impianto, tenendo conto del sito di installazione Villa Carcina (BS), dovrà avere una capacità produttiva teorica annua superiore a circa 1.019,97 kWh/kWp

In termini di efficienze operative DC e AC, l'impianto deve essere realizzato con componenti che assicurino l'osservanza delle due seguenti condizioni:

$$P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * Irr / I_{STC} \quad (\text{per } Irr > 600 \text{ W/m}^2)$$
$$P_{ca} > 0,9 * P_{cc} \quad (\text{per } P_{ca} > \text{del } 90\% \text{ della potenza di targa del gruppo di conversione})$$

Dove:

- $P_{cc}$  è la potenza (in kW) misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del 2%;
- $P_{ca}$  è la potenza attiva in corrente alternata (in kVA) misurata all'uscita del gruppo di conversione, con precisione migliore del 2%;
- $P_{nom}$  è la potenza nominale (in kWp) del campo fotovoltaico;
- $Irr$  è l'irradianza solare (in W/m<sup>2</sup>) misurato sul piano dei moduli con precisione migliore del 3%;
- $I_{STC}$  è l'irradianza solare in STC pari a 1000 W/m<sup>2</sup>.

Inoltre, al fine di assicurare il rispetto dei suddetti requisiti di efficienza operativa del generatore fotovoltaico e del gruppo di conversione dovrà essere emesso:

- la dichiarazione attestante la verifica tecnico-funzionale;
- il certificato di collaudo.

## 2 - PLANIMETRIE

### 2.1 - PLANIMETRIA GENERALE D'IMPIANTO

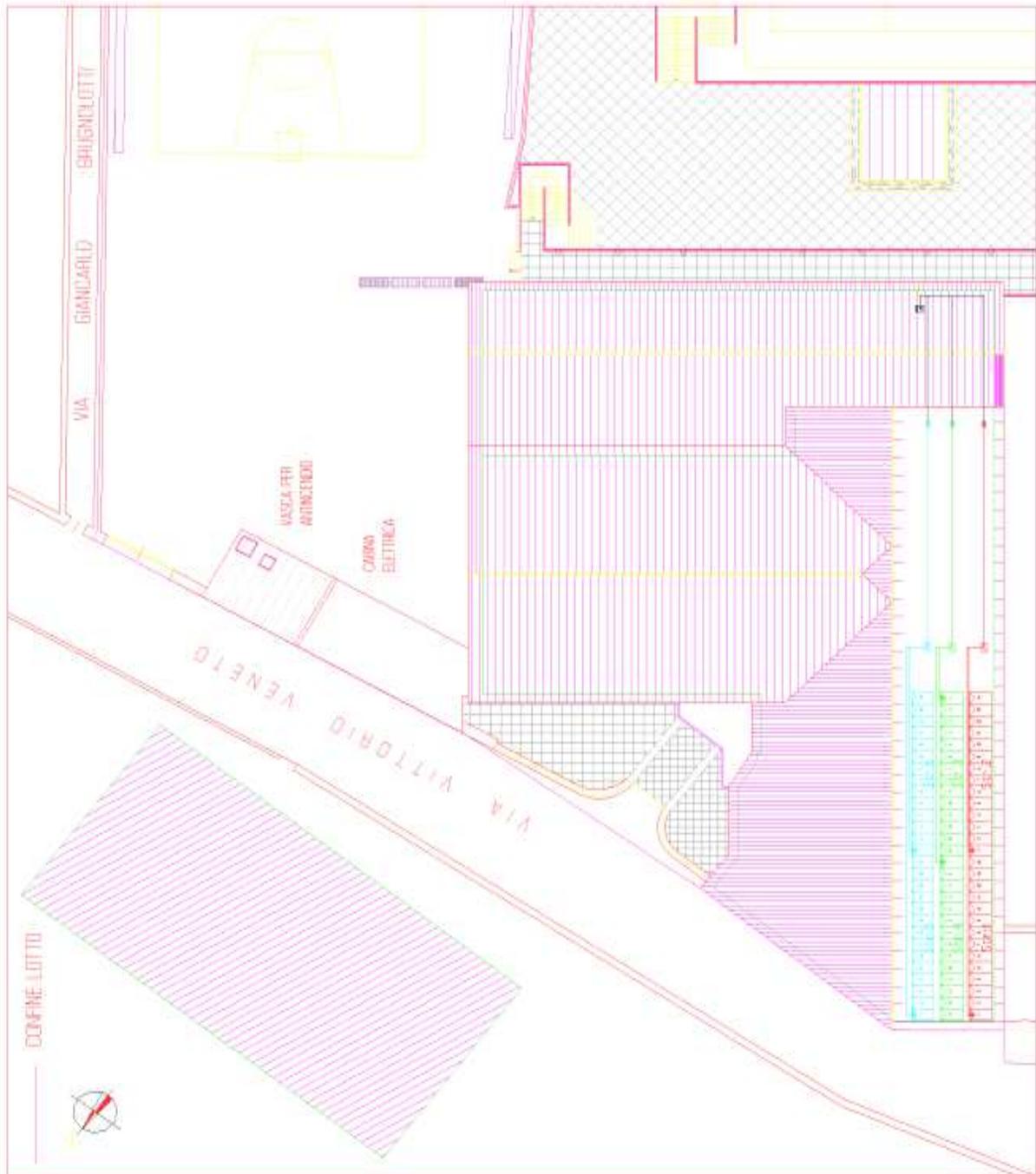


Fig.1: Posizionamento del generatore fotovoltaico, del gruppo di conversione e controllo della potenza e dei sistemi di misura



### **Criteri di progetto e documentazione**

CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici

### **Sicurezza elettrica**

CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici

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 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario

CEI 64-14 Guida alla verifica degli impianti elettrici utilizzatori IEC/TS 60479-1 Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects

IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems  
CEI EN 60529 (70-1) Gradi di protezione degli involucri (codice IP)

### **Norme fotovoltaiche**

IEC/TS 61836 Solar photovoltaic energy systems - Terms and symbols  
CEI EN 50380 (82-22) Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici

CEI EN 60891 (82-5) Caratteristiche I-V di dispositivi fotovoltaici in Silicio cristallino – Procedure di riporto dei valori misurati in funzione di temperatura e irraggiamento

CEI EN 60904-1 (82-1) Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione

CEI EN 60904-2 (82-2) Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizione per le celle solari di riferimento

CEI EN 60904-3 (82-3) Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura dei sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento

CEI EN 61173 (82-4) Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia – Guida

CEI EN 61215 (82-8) Moduli fotovoltaici in Silicio cristallino per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e omologazione del tipo

CEI EN 61646 (82-12) Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri – Qualifica del progetto e approvazione di tipo

CEI EN 61277 (82-17) Sistemi fotovoltaici (FV) di uso terrestre per la generazione di energia elettrica – Generalità e guida

CEI EN 61345 (82-14) Prova all'UV dei moduli fotovoltaici (FV)

CEI EN 61701 (82-18) Prova di corrosione da nebbia salina dei moduli fotovoltaici (FV)

CEI EN 61724 (82-15) Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici – Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati

CEI EN 61727 (82-9) Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete

CEI EN 61829 (82-16) Schiere di moduli fotovoltaici (FV) in Silicio cristallino – Misura sul campo delle caratteristiche I-V

CEI EN 61683 (82-20) Sistemi fotovoltaici - Condizionatori di potenza - Procedura per misurare l'efficienza

CEI EN 62093 (82-24) Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali

### **Quadri elettrici**

CEI EN 60439-1 (17-13/1) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)

CEI EN 60439-3 (17-13/3) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso – Quadri di distribuzione ASD

CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare

### **Rete elettrica del distributore e allacciamento degli impianti**

CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata

CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo

CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria

CEI 11-20, V1 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria

– Variante

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

CEI EN 50110-1 (11-48) Esercizio degli impianti elettrici

CEI EN 50160 (110-22) Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica

### **Cavi, cavidotti e accessori**

CEI 20-19/1 Cavi con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 1: Prescrizioni generali

CEI 20-19/4 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 4: Cavi flessibili

CEI 20-19/9 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 9: Cavi unipolari senza guaina, per installazione fissa, a bassa emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi  
CEI 20-19/10 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 10: Cavi flessibili isolati in EPR e sotto guaina di poliuretano

CEI 20-19/11 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 11: Cavi flessibili con isolamento in EVA

CEI 20-19/12 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 12: Cavi flessibili isolati in EPR resistenti al calore

CEI 20-19/13 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 470/750 V – Parte 13: Cavi unipolari e multipolari, con isolante e guaina in mescola reticolata, a bassa emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi

CEI 20-19/14 Cavi con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750V – Parte 14: Cavi per applicazioni con requisiti di alta flessibilità

CEI 20-19/16 Cavi isolati in gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 16: Cavi resistenti all'acqua sotto guaina di policloroprene o altro elastomero sintetico equivalente

CEI 20-20/1 Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 1: Prescrizioni generali

CEI 20-20/3 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 3: Cavi senza guaina per posa fissa

CEI 20-20/4 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 4: Cavi con guaina per posa fissa

CEI 20-20/5 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 5: Cavi flessibili

CEI 20-20/9 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 9: Cavi senza guaina per installazione a bassa temperatura

CEI 20-20/12 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 12: Cavi flessibili resistenti al calore

CEI 20-20/14 Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V - Parte 14: Cavi flessibili con guaina e isolamento aventi mescole termoplastiche prive di alogeni

CEI-UNEL 35024-1 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria

CEI-UNEL 35026 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata

CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi a bassa tensione

CEI 20-65 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua - Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente

CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV

CEI EN 50086-1 Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 1: Prescrizioni generali

CEI EN 50086-2-1 (23-54) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Parte 2-1: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori

CEI EN 50086-2-2 (23-55) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Parte 2-2: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori

CEI EN 50086-2-3 (23-56) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Parte 2-3: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori

CEI EN 50086-2-4 (23-46) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 2-4: Prescrizioni

particolari per sistemi di tubi interrati

CEI EN 50262 (20-57) Pressacavo metrici per installazioni elettriche

CEI EN 60423 (23-26) Tubi per installazioni elettriche – Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori

### **Conversione della potenza**

CEI 22-2 Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione

CEI EN 60146-1-1 (22-7) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali

CEI EN 60146-1-3 (22-8) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-3: Trasformatori e reattori

CEI UNI EN 45510-2-4 Guida per l'approvvigionamento di apparecchiature destinate a centrali per la produzione di energia elettrica – Parte 2-4: Apparecchiature elettriche – Convertitori statici di potenza

### **Scariche atmosferiche e sovratensioni**

CEI 81-3 Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato nei comuni d'Italia, in ordine alfabetico

CEI 81-8 Guida d'applicazione all'utilizzo di limitatori di sovratensioni sugli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione

CEI EN 50164-1 (81-5) Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) – Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione

CEI EN 61643-11 (37-8) Limitatori di sovratensioni di bassa tensione – Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione – Prescrizioni e prove

CEI EN 62305-1 (81-10/1) Protezione contro i fulmini – Parte 1: Principi generali

CEI EN 62305-2 (81-10/2) Protezione contro i fulmini – Parte 2: Valutazione del rischio

CEI EN 62305-3 (81-10/3) Protezione contro i fulmini – Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone

CEI EN 62305-4 (81-10/4) Protezione contro i fulmini – Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture

### **Dispositivi di potenza**

CEI EN 50123 (serie) (9-26 serie) Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Apparecchiatura a corrente continua

CEI EN 60898-1 (23-3/1) Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari – Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata

CEI EN 60947-4-1 (17-50) Apparecchiature a bassa tensione – Parte 4-1: Contattori ed avviatori – Contattori e avviatori elettromeccanici

### **Compatibilità elettromagnetica**

CEI 110-26 Guida alle norme generiche EMC

CEI EN 50082-1 (110-8) Compatibilità elettromagnetica – Norma generica sull'immunità – Parte 1: Ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera

CEI EN 50263 (95-9) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Norma di prodotto per i relè di misura e i dispositivi di protezione

CEI EN 60555-1 (77-2) Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili – Parte 1: Definizioni

CEI EN 61000-2-2 (110-10) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-2: Ambiente – Livelli di compatibilità per i disturbi condotti in bassa frequenza e la trasmissione dei segnali sulle reti pubbliche di alimentazione a bassa tensione

CEI EN 61000-2-4 (110-27) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-4: Ambiente – Livelli di compatibilità per disturbi condotti in bassa frequenza negli impianti industriali

CEI EN 61000-3-2 (110-31) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-2: Limiti – Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso  $\leq 16$  A per fase)

CEI EN 61000-3-3 (110-28) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3: Limiti – Sezione 3: Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale  $< 16$  A e non soggette ad allacciamento su condizione

CEI EN 61000-3-12 (210-81) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-12: Limiti - Limiti per le correnti armoniche prodotte da apparecchiature collegate alla rete pubblica a bassa tensione aventi correnti di ingresso  $> 16$  A e  $\leq 75$  A per fase.

CEI EN 61000-6-1 (210-64) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-1: Norme generiche - Immunità per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera

CEI EN 61000-6-2 (210-54) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-2: Norme generiche – Immunità

per gli ambienti industriali

CEI EN 61000-6-3 (210-65) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-3: Norme generiche - Emissione per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera

CEI EN 61000-6-4 (210-66) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-4: Norme generiche -

### **Energia solare**

UNI 8477 Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta

UNI EN ISO 9488 Energia solare - Vocabolario

UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici