

00	22/10/2012	RG	Prima emissione
Rev.	Data	Autore	Causale della revisione
Committente: COMUNITA' MONTANA DI VALLE TROMPIA Via Matteotti, n. 327 25063 GARDONE VAL TROMPIA (BS)		Il Committente: Località: EDIFICIO INDUSTRIALE Via Gitti MARCHENO (BS)	
Progetto: PROGETTO ESECUTIVO BONIFICA COPERTURA IN ETERNIT E REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO SULL' EDIFICIO INDUSTRIALE NEL COMUNE DI MARCHENO		Il Tecnico Incaricato: Ing. R. Guglielmi 	Il Direttore Tecnico: Ing. P. Castioni 
Oggetto del documento: RELAZIONE SPECIALISTICA: RELAZIONE TECNICA DI PROGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO (Lotto B)			
redazione:	RG	data: Ottobre 2012	Cod. Comm. 712_12
controllo:	PC	data: 22/10/2012	Cod. Serv. FTV_PE
emissione:	PC	data: 22/10/2012	Cod. Doc. RTS-FTV
documento composto da pagine 13 questa compresa			

1 OGGETTO

La presente relazione ha per oggetto l'installazione di un impianto fotovoltaico di potenza pari a **38,64 kWp** collegato alla rete elettrica di distribuzione che funzionerà in regime commerciale di "ritiro dedicato" (cessione dell'energia elettrica prodotta al netto dei propri autoconsumi).

1.1 Committente

COMUNITA' MONTANA DI VALLE TROMPIA

Via Matteotti, 237 – 25063 GARDONE VAL TROMPIA (BS)

1.2 Ubicazione impianto

Via Giffi – 25060 MARCHENO (BS)

1.3 Punto di fornitura

Via Giffi – 25060 MARCHENO (BS)

Codice POD: nuova fornitura

2 SCOPO

La relazione si propone di illustrare i criteri utilizzati per le scelte progettuali, le caratteristiche prestazionali e descrittive dei materiali che saranno utilizzati e i criteri di progettazione degli impianti in particolare per quanto riguarda la sicurezza, la funzionalità e l'economia di gestione.

3 CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI

L'impianto fotovoltaico sarà installato in copertura e allacciato alla rete tramite nuova linea.

Gli ambienti sono classificati come ordinari. Le apparecchiature elettriche saranno adatte agli ambienti in cui saranno installate.

4 DATI SISTEMA DI ALIMENTAZIONI E DISTRIBUZIONE

L'utenza sarà alimentata in bassa tensione con le seguenti caratteristiche:

- Tensione di fornitura BT: **400 V**,
- Potenza disponibile richiesta: **1,7 kW**,
- Potenza in immissione richiesta: **38,64 kW**,
- Corrente di corto circuito nel punto di consegna BT: **15 kA**,
- Sistema di distribuzione BT: **TT**,

5 RIFERIMENTI NORMATIVI

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e la realizzazione degli impianti fotovoltaici sono:

- norme CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale;
- norme CEI/IEC e/o JRC/ESTI per i moduli fotovoltaici;
- conformità al marchio CE per i moduli fotovoltaici e il gruppo di conversione;
- UNI 10349 per il dimensionamento del generatore fotovoltaico;
- UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici;

In particolare si richiamano:

- 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 o 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 6 1000-3-2: 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 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 450/750V;
- 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;
- CEI 0-3: Guida per la compilazione della documentazione per la legge n. 46/1990;

Circa la sicurezza e la prevenzione degli infortuni, si ricorda:

- il D.P.R. 547/1955 e il D. Lgs. 626/1994 e successive modificazioni, per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni sul lavoro;

- la legge 46/1 990 e D.P.R. 447/1991 (regolamento di attuazione della legge 46/1990) e successive modificazioni, per la sicurezza elettrica.

Per la connessione alla rete del distributore (Enel Distribuzione) per la cessione dell'energia elettrica prodotta sono stati rispettati i seguenti documenti:

- criteri di allacciamento di impianti di produzione alla rete MT di Enel Distribuzione e norme CEI 0-16 e le varie delibere Terna,
- criteri di allacciamento di impianti di produzione alla rete BT di Enel Distribuzione e norme CEI 0-21 e le varie delibere Terna.

6 DIMENSIONAMENTO

6.1 Scelta del modulo fotovoltaico

La scelta del modulo fotovoltaico è avvenuta attraverso un'attenta analisi di mercato in merito all'efficienza energetica e alla quotazione economica. I moduli utilizzati sono costituiti da celle di silicio Multicristallino ad alta efficienza ed in grado di produrre la massima potenza anche in condizioni di bassa luminosità. Ogni modulo ha le seguenti caratteristiche:

- cornice leggera realizzata con profilo in alluminio anodizzato, resistente alla ruggine ed alla corrosione; è usata per conferire maggiore robustezza ai moduli.
- giunzioni terminali sul retro con cavi pre-cablati a connessione rapida impermeabile.
- le celle solari di un modulo devono essere collegate tra loro elettricamente e poste tra un supporto multi-strato di Etilene Vinil Acetato (EVA) per garantire protezione dall'ambiente, resistenza all'umidità, stabilità ai raggi UV ed isolamento elettrico.
- le caratteristiche costruttive e funzionali devono essere rispondenti alla normativa CEE, qualificate alle prove effettuate dal Joint Research Centre

di ISPRA secondo le specifiche 1215/CEC503 e certificate dalla TUV alla classe II con rispondenza alla legge IEC 61215.

- le condizioni di funzionamento continuo devono essere garantite con Temperatura - 40 °C, +90 °C; Pressione 2400 N/m²; Grandine fino ad un diametro di 25mm con velocità d'impatto di 23 m/sec; Umidità 85% a 85 °C.
- La potenza del singolo modulo deve avere una tolleranza max +10 misurata in accordo alle norme CEE 503.

Le caratteristiche dei moduli ipotizzati sono riportate nella tabella seguente:

Marca: **V-Energy** Modello: **VE260PV-230W (Multicristallino)**

Caratteristiche Elettriche	
Potenza di picco (Wp)	230 W
Corrente al punto di max. potenza (Imp)	7,86 A
Tensione al punto di max. potenza (Ump)	29,31 V
Corrente di corto circuito (Isc)	8,46 A
Tensione a circuito aperto (Voc)	37,52 V
Massima Tensione di sistema	1000 V
Efficienza del modulo	14,25%
Parametri Termici	
Coefficiente di temperatura di Isc	3,1857 mA/°C
Coefficiente di temperatura di Uoc	-0,1192%/°C
Coefficiente di temperature di Pmax	-0,43%/°C
Condizioni del test (STC)	1000 W/m² 25 °C - AM 1,5
Caratteristiche Fisiche	
Dimensione (lunghezza x larghezza x altezza) in mm.	1663x998x35
Intelaiatura	Lega di alluminio
Peso in Kg.	22
Celle in serie	60

6.2 Scelta del gruppo di conversione (INVERTER)

I gruppi di conversione saranno idonei al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili; i valori della tensione e della corrente di ingresso dei gruppi di conversione saranno compatibili con quelli del generatore fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita saranno compatibili con quelli della rete alla quale verrà connesso l'impianto.

Le caratteristiche degli inverter ipotizzati sono riportate nella tabella seguente:

Marca: **Power One Italy** Modello: **PVI-12.5-TL-OUTD-S-IT**

Ingresso (DC)	
Massima tensione assoluta DC	900 V
Potenza nominale DC	12800 W
Numero di MPPT indipendenti	2
Potenza massima DC in ingresso per MPPT	8000 W
Intervallo di tensione DC conf. MPPT in parallelo	360...750 V
Massima corrente DC in ingresso / per MPPT	36,0 / 18,0 A
Massima corrente di cortocircuito per MPPT	22,0 A
Uscita (AC)	
Connessione AC alla rete	Trifase 4 fili + PE
Potenza nominale AC	12500 W
Potenza massima AC	13800 W
Tensione nominale AC	400 V
Intervallo di tensione AC	320...480 V
Massima corrente AC	20,0 A
Frequenza nominale di uscita	50 Hz
Intervallo di frequenza di uscita	47...53 Hz
Fattore di potenza nominale (cosφ)	>0,995
Efficienza massima	97,8%
Efficienza EURO	97,2%

6.3 Potenza nominale impianto fotovoltaico

Viste le considerazioni sopra esposte per quanto riguarda le caratteristiche della fornitura elettrica, la potenzialità del sito d'installazione, le caratteristiche dei moduli e dei gruppi di conversione si è proceduto al dimensionamento del generatore fotovoltaico.

E' stato fondamentale valutare la superficie disponibile e dimensionare di conseguenza la superficie dei moduli da posare tenendo conto della loro inclinazione, che è stata scelta per ottimizzare le rese energetiche.

I dati tecnici relativi al dimensionamento sono riportati nella tabella seguente:

Moduli	V-Energy mod. VE260PV-230W (Multicristallino)	
Potenza modulo	230	W
Area modulo	1,66	m²
Numero totale moduli	168	
Area totale moduli	279	m²
Inverter	Power One Italy mod. PVI-12.5-TL-OUTD-S-IT	
Numero totale inverter	3	
Potenza picco impianto	38,64 kW	
Producibilità impianto	c.a 1.050 kWh/kW	
Produzione annua impianto	c.a 40.570 kWh	

6.4 Interfaccia di connessione con l'Ente erogatore

L'utente è allacciato in bassa tensione e poiché l'impianto è trifase ed ha una potenza complessiva >6 kW, la protezione d'interfaccia dovrà essere dedicata, esterna al convertitore e dovrà svolgere i seguenti controlli:

Protezione	SPI deve essere adeguato ai sensi dell'allegato A.70 e della norma CEI 0-21	
	Valore taratura prescritto	Tempo interv. prescritto
Max. tensione [59.S1]	1,1 Vn	≤ 0,3 s
Max. tensione [59.S2]	1,15 Vn	0,2 s
Min. tensione [27.S1]	0,85 Vn	0,4 s
Min. tensione [27.S2]	0,4 Vn	0,2 s
Max. frequenza [81>S.1]	50,5 Hz	≤ 0,1 s
Max. frequenza [81<S.1]	49,5 Hz	≤ 0,1 s
Min. frequenza [81>S.2]	51,5 Hz	0,1 s oppure 1 s
Min. frequenza [81<S.2]	47,5 Hz	0,1 s oppure 4 s

6.5 Protezione contro le scariche atmosferiche

L'installazione dell'impianto fotovoltaico non modificherà il calcolo probabilistico di fulminazione in modo da rendere necessaria la realizzazione di un LPS.

Per la protezione del generatore fotovoltaico dalle sovratensioni provocate da fulminazione indiretta saranno impiegati scaricatori di sovratensioni di tipo adeguato.

7 PROTEZIONI

7.1 CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Sono attuate le seguenti protezioni:

- *protezione totale dai contatti diretti*, realizzata, nei luoghi accessibili a personale non addestrato, mediante l'isolamento delle parti attive ed involucri o barriere tali da garantire almeno un grado di protezione IP2X (protezione contro la penetrazione di corpi solidi di dimensioni superiori a 12mm);
- *protezione parziale dai contatti diretti*, realizzata, nei luoghi accessibili a personale addestrato, mediante ostacoli e distanziamenti tali da prevenire il contatto involontario con le parti attive.

7.2 Protezioni contro i contatti indiretti

7.2.1 Sezione CA

In un impianto di distribuzione TT la protezione è realizzata mediante un corretto dimensionamento della rete di terra e l'installazione di dispositivi differenziali (Norma CEI 64-8).

In particolare dovrà essere soddisfatta la seguente condizione:

$$R_A \times I_a \leq 50V$$

dove:

R_A è il valore della resistenza di terra;

I_a è la corrente di guasto a terra che provoca l'intervento del dispositivo di protezione con taratura massima.

L'utilizzo di dispositivi differenziali permette di soddisfare in modo agevole la condizione sopra riportata.

7.2.2 Sezione CC

Poiché gli inverter ipotizzati sono privi di trasformatore, cioè non è prevista la separazione galvanica tra il lato ca e quello cc, ai fini della protezione dai contatti indiretti il ramo in cc può essere considerato un'estensione della rete ac.

Per la protezione delle masse del lato cc valgono le considerazioni fatte in precedenza per la sezione ca.

Quindi tutte le masse dovranno essere collegate a terra e sul lato ca saranno installate delle protezioni differenziali tipo "A" adatte a funzionare anche con forme d'onda della corrente che presentano delle componenti pulsanti unidirezionali entro determinati limiti (appareti elettronici).

Secondo quanto dichiarato dal costruttore degli inverter infatti, non è necessario l'impiego di protezioni differenziali di tipo "B".

7.3 Protezione contro le sovracorrenti

7.3.1 Contro i cortocircuiti

- *potere d'interruzione*: gli interruttori devono avere un potere di interruzione superiore al valore della corrente di cortocircuito nel punto di installazione. Nel punto di connessione alla rete BT dell'impianto fotovoltaico la corrente di cortocircuito è pari a 15 kA.
- *sollecitazione termica all'inizio della linea*: verificata la protezione di cui sopra, gli interruttori possono considerarsi idonei anche per la protezione contro il corto circuito all'inizio della linea;
- *sollecitazione termica al termine della linea*: la corrente minima di cortocircuito al termine della linea deve essere tale da far intervenire la protezione posta a monte prima che l'energia specifica passante superi i valori sopportabili dalla conduttura in modo che sia soddisfatta la seguente relazione:

$$I^2t \leq K^2S^2$$

dove:

I: corrente di corto circuito massima in kA,

K: 115 per cavo in PVC e 135 per cavo in gomma,

S: sezione del cavo,

t: tempo di intervento protezione in secondi.

Nel caso di uso di un dispositivo unico per la protezione dai sovraccarichi e cortocircuiti è superfluo il controllo della corrente minima di cortocircuito al termine della linea.

7.3.2 Contro i sovraccarichi

La protezione è attuata mediante il coordinamento tra la condotta e il dispositivo di protezione posto a monte, in modo da soddisfare le seguenti condizioni:

$$I_b \leq I_N \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

dove:

I_b è la corrente di impiego del circuito;

I_N è la corrente nominale del dispositivo di protezione;

I_z è la portata della condotta;

I_f è la corrente convenzionale di funzionamento dell'interruttore.

Gli schemi unifilari allegati, riportano le caratteristiche elettriche di ciascun ramo.

In particolare vengono indicati il tipo di condotta utilizzato, la protezione utilizzata, il valore I_N e la taratura di quest'ultima.

NOTA

Questa relazione si deve considerare annullata per qualsiasi modifica, rispetto a quanto descritto, apportata all'impianto e priva di adeguata certificazione di idoneità rilasciata dal sottoscritto.

Brescia, Ottobre 2012

Il tecnico incaricato
Ing. Riccardo Guglielmi