

REGIONE PUGLIA

P.O. FESR 2007/2013

Asse VI - Competitività dei sistemi produttivi ed occupazione

Azione 6.2.2 - Iniziative per "Interventi volti a migliorare l'efficienza gestionale dei sistemi infrastrutturali delle aree di insediamento industriale di competenza dei consorzi per le aree di sviluppo industriale"



Insedimento Resider

PROGETTO ESECUTIVO

Fotovoltaico

TITOLO: Relazione generale	ELABORATO n° A 01
--	--

PROGETTISTA: Ing. Carroccia Giancarlo
CONSULENZA ELETTRICA: Ing. Tedesco Pietro
RUP: geom. Vettore Mario

0	ESECUTIVO	Ottobre 2012
0	DEFINITIVO	Settembre 2012
0	PRELIMINARE	Giugno 2012
Rev.	Descrizione	Data

Indice

1. Oggetto	pag 3
2. Dati di progetto	pag 4
3. Dati relativi alla rete di collegamento	pag 5
3.1 Idoneità della rete elettrica individuata per la connessione dell'impianto	pag 5
3.2 Idoneità delle reti esterne dei servizi	pag 5
3.3 Elenco delle utenze elettriche	pag 6
4. Producibilità del generatore fotovoltaico	pag 6
5. Aspetti fondamentali del progetto	pag 7
5.1 Generalità	pag 7
5.2 Criteri adottati per le scelte progettuali	pag 7
5.3 Le caratteristiche prestazionali e descrittive dei materiali prescelti	pag 8
5.4 Criteri di progettazione delle strutture e degli impianti	pag 8
6. Descrizione dell'impianto fotovoltaico	pag 9
6.1 Descrizione generale dell'impianto	pag 9
6.2 Struttura di sostegno	pag 12
6.3 Moduli fotovoltaici	pag 13
6.4 Gruppo di conversione	pag 15
6.5 Quadri elettrici	pag 16
6.5.1 Quadri di sottocampo (quadri di parallelo stringa)	pag 17
6.5.2 Quadro generale di bt – “qgbt”	pag 18
6.5.3 Quadri misure fiscali (qme, qmg e qma)	pag 19
6.7 Impianto di terra	pag 19
6.8 Cavi, tubazioni e cassette e derivazioni	pag 22
6.9 Gruppo misura dell'energia prodotta	pag 25
6.10 Dispositivi di protezione	pag 25
6.11 Sistema di acquisizione dati	pag 26
7 Fase di cantiere, realizzazione delle opere civili, posa in opera, sicurezza, verifiche	pag 26
7.1 Fasi di cantieri	pag 26
7.1.1 Attrezzaggio del cantiere	pag 26
7.1.2 Approvvigionamento materiali	pag 27

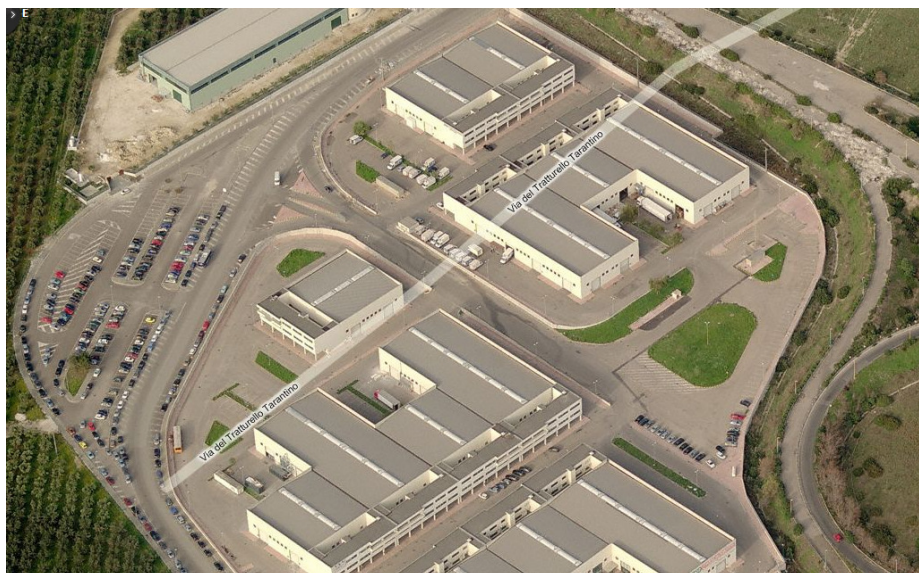
7.1.3 Recupero e smaltimento dei materiali di risulta	pag 27
7.1.4 Rumore, polveri e vibrazioni	pag 27
7.1.5 Sistema di riciclo	pag 28
7.2 Opere: Lavori preliminari elettrici	pag 28
7.3 Posa in opera	pag 29
7.4 Sicurezza	pag 29
7.5 Verifiche	pag 29
7.6 Requisiti tecnici minimi dei componenti e degli impianti	pag 31
8. Manutenzione ordinaria dell'impianto fotovoltaico	pag 32
8.1 Manutenzione moduli fotovoltaici	pag 32
8.2 Manutenzione quadri elettrici	pag 33
8.3 Manutenzione stringhe fotovoltaiche	pag 33
8.4 Manutenzione inverter	pag 34

1. OGGETTO

Lo scopo del presente documento è quello di fornire una descrizione illustrativa del progetto di realizzazione di un impianto fotovoltaico denominato “Insediamento Resider Fotovoltaico” della potenza nominale di 81,33 kWp da realizzare, per conto del Consorzio ASI del Comune di Taranto (TA), sulla copertura di un capannone industriale ricadente nel territorio del Comune di Taranto (TA) ubicato nella’area P.I.P. lungo la strada per Martina Franca.

L’impianto sarà del tipo grid-connected cioè connesso alla rete di media tensione di Enel Distribuzione secondo le modalità tecniche e procedurali stabilite dal gestore di rete. L’energia prodotta verrà interamente ceduta alla rete elettrica nazionale.

L’area in cui si intende realizzare il progetto ricade nel territorio del Comune di Taranto, nella zona industriale nella’area P.I.P. lungo la strada per Martina Franca. Inoltre si precisa che l’impianto di progetto è individuato in un’area definita dal piano urbanistico vigente come zona a insediamento industriale. A seguito della sovrapposizione delle carte tematiche di riferimento (PUTT/P, ZPS, SIC, PARCHI) con gli afferenti fogli di mappa catastale è stato possibile riscontrare la totale assenza di interferenze o zone vincolate, interessanti la porzione di terreno in oggetto. In conclusione dall’analisi effettuata il sito in esame si presenta alla realizzazione di un impianto fotovoltaico.



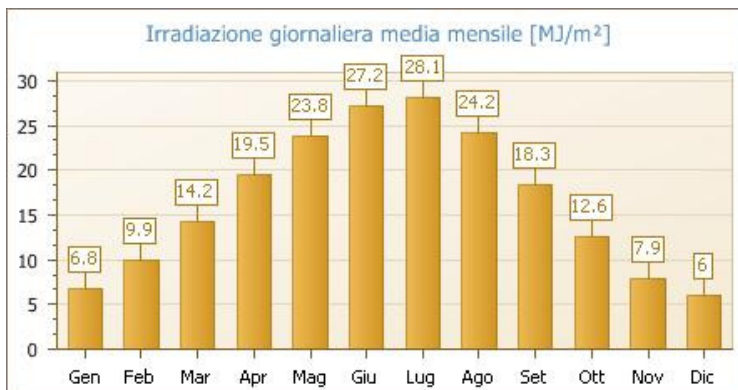
La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati “UNI 10349” relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale.

Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di Taranto (TA) avente latitudine 40.4728°, longitudine 17.2433° e altitudine di 15 m.s.l.m.m., i valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale stimati sono pari a:

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m²]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
6.80	9.90	14.20	19.50	23.80	27.20	28.10	24.20	18.30	12.60	7.90	6.00

Fonte dei dati: UNI 10349



Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [MJ/m²] - Fonte dei dati: UNI 10349

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a:

Irradiazione solare annua sul piano orizzontale

Annua
6.037,71 MJ/m²]

2. DATI DI PROGETTO

DATI DI CARATTERE GENERALE	
Committente	Consorzio ASI di Taranto
Destinazione D'uso	Impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica
Ubicazione	Area P.I.P. lungo la strada per Martina Franca nel Comune di Taranto
Incarico	Redazione di progetto definitivo/esecutivo in conformità alla guida CEI 02

DATI DI PROGETTO	
Regione	Puglia
Provincia	Taranto
Comune	Taranto
Angolo di Tilt	10°
Azimut	Est e Ovest

3. DATI RELATIVI ALLA RETE DI COLLEGAMENTO

Dati		Valori Stabiliti	Note
Tipo di intervento richiesto		Nuovo impianto	Utente ha già una fornitura MT
Dati del collegamento elettrico			
	Descrizione della rete di collegamento	Media tensione	
	Ente distributore	ENEL spa	
	Ubicazione del punto di consegna	Da definire	Deve essere ancora presentata la TICA
	Tensione nominale	20 kV media tensione	
	Potenza massima disponibile	81,33 kW	
	Corrente di cortocircuito nel punto di consegna	500 A in cc 350A in ac a 400V	
	Sistema elettrico tipo di rete utente	TN (neutro a terra)	
Misure dell'energia immessa in rete		Contatore elettronico installato nella cabina di trasformazione; misura dell'energia in bassa tensione	Eventuali dispositivi per adeguare la tensione al contatore
		Contatore ENERGIE	

3.1 Idoneità della rete elettrica individuata per la connessione dell'impianto

Il complesso si trova in una zona industriale con all'interno due pali di media tensione, sicuramente la sezione di rete elettrica in BT, individuata per la connessione dell'impianto sarà perfettamente in grado di sostenere il carico che verrà immesso in futuro.

L'entità di tale fabbisogno, non rende necessarie verifiche di idoneità, rispetto alle caratteristiche della rete di alimentazione esistente.

3.2 Idoneità delle reti esterne dei servizi

La cantierizzazione dell'opera, non comporta rilevanti problemi a riguardo dell'idoneità delle reti esterne di servizi, atti a soddisfare le esigenze connesse.

Sono presenti sia le reti elettriche che quelle idriche, effettivamente in grado di soddisfare le necessità associate allo svolgimento dei lavori.

Per ciò che attiene i servizi igienici, necessari per i lavoratori, si sono previsti bagni chimici, in quantità commisurata alle prevedibili esigenze, come prescritto ai sensi delle vigenti norme in materia.

3.3 *Elenco delle utenze elettriche*

L'impianto fotovoltaico risulta composto da 2 utenze elettriche:

- il generatore fotovoltaico stesso con potenza nominale di 81,33 Kw
- l'impianto ausiliario in bassa tensione con energia prelevata dalla rete elettrica del distributore in bt (con contratto di fornitura dedicato) e dedicata ad alimentare i servizi ausiliari dell'impianto.

4. PRODUCIBILITA' DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO

Come si evince dalla tabella seguente si stima una producibilità annua di circa a 109.195,53 kWh/anno.

Località	Taranto
Inclinazione pannelli	10°
Orientamento pannelli	Est e Ovest
Potenza nominale modulo fotovoltaico	68 Wp
Numero di moduli	1.196
Potenza nominale impianto	81,33 kWp
Energia utile prodotta dall'impianto	109.195,53 kWh/anno

La quantità di energia elettrica producibile è stata calcolata sulla base delle tabelle ENEA della radiazione globale solare al suolo dove si è tenuto conto dell'inclinazione delle stringhe rispetto al piano orizzonte e della deviazione delle normali alle superfici captanti rispetto all'asse Sud-Est. Come efficienza operativa media annuale dell'impianto si è assunto il 80% dell'efficienza nominale del generatore fotovoltaico. Il valore ottenuto è da considerarsi medio su un numero significativo di annualità. *Si osserva che l'energia utile prodotta dall'impianto fotovoltaico in un anno è circa 109.195,53 kWh.*

5. ASPETTI FONDAMENTALI DEL PROGETTO

5.1 Generalità

La realizzazione dell'impianto fotovoltaico collegato alla rete elettrica di distribuzione ha principalmente lo scopo di iniettare l'energia prodotta in rete contribuendo così a bilanciare l'assorbimento dell'energia necessaria ai fabbisogni elettrici.

In generale, l'applicazione della tecnologia fotovoltaica consente:

- la produzione di energia elettrica senza alcuna emissione di sostanze inquinanti;
- il risparmio di combustibile fossile;
- nessun inquinamento acustico;
- soluzioni di progettazione del sistema compatibili con le esigenze di tutela architettonica o ambientale (es. Impatto Visivo).

5.2. Criteri adottati per le scelte progettuali

Le scelte delle varie soluzioni sulle quali è stata basata la progettazione dell'impianto fotovoltaico sono le seguenti:

1. Soddisfazione di massima dei requisiti di base imposti dalla committenza;
2. Rispetto delle Leggi e delle normative di buona tecnica vigenti;
3. Conseguimento delle massime economie di gestione e di manutenzione degli impianti progettati;
4. Ottimizzazione del rapporto costi/benefici ed impiego di materiali di elevata qualità, efficienza, lunga durata e facilmente reperibili sul mercato;
5. Riduzione delle perdite energetiche connesse al funzionamento dell'impianto al fine di massimizzare la quantità di energia elettrica immessa in rete.

L'impianto fotovoltaico oggetto della presente, è stato progettato con riferimento a materiali e/o 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.

5.3 Le caratteristiche prestazionali e descrittive dei materiali prescelti

L'impianto fotovoltaico è sostanzialmente un impianto elettrico, collegato alla rete di distribuzione locale. Nella scelta dei materiali prescelti, sia per quanto attiene alle prestazioni che alla qualità, vi è poca libertà di scelta, rispetto alle prerogative del progettista. Questo tipo di impianti, infatti, a partire dalla norma tecnica basilare CEI 0-2, presentano un alto livello di regolamentazione tecnica obbligatoria, sia a riguardo della architettura della progettazione (documenti obbligatori, caratteristiche del progetto, ecc.) sia a riguardo dei materiali da utilizzare (compatibilità elettrica ed elettromagnetica, marchi di qualità, prestazioni, ecc.). Le scelte dei materiali impiegati, quindi, hanno dovuto fare riferimento a questo quadro normativo obbligatorio, in certo senso "standardizzato", il quale, di per sé, garantisce nella sua applicazione l'alta qualità costruttiva e prestazionale dei materiali utilizzati.

5.4 Criteri di progettazione delle strutture e degli impianti

Per quanto attiene alla funzionalità ed alla sicurezza dell'opera, non sussistono peculiarità che impongano particolari accorgimenti progettuali. Conseguentemente, i criteri seguiti per la progettazione delle strutture e degli impianti, rispetto a questi due aspetti, non si discostano dagli usuali criteri di buona tecnica, applicati conformemente alle normative obbligatorie vigenti. Per quanto attiene all'economia di gestione, si richiama il fatto che una delle specificità più notevoli degli impianti fotovoltaici, è quella di presentare costi di gestione (ma anche rischi industriali) caratteristicamente molto contenuti. I bassi costi di gestione e la grande affidabilità dei componenti, consentono di non prevedere alcun criterio progettuale, specifico o particolare, a riguardo delle conseguenze delle scelte, sulla futura economia di gestione dell'impianto. In merito alle strutture di ancoraggio dei moduli fotovoltaici, il mercato è attualmente in grado di offrire un'ampia gamma di strutture di supporto dei moduli. Nel progetto in esame, sulla base delle caratteristiche peculiari del sito e sulla base di una serie di valutazioni economico-ambientali, si è optato per la soluzione dei lamiera grecate in alluminio in grado di sostenere e ancorare alla copertura del capannone l'insieme dei moduli fotovoltaici. La tipologia di struttura di supporto scelta garantisce i seguenti vantaggi:

- E' in grado di sopportare carichi;
- Non richiede manutenzione;
- Montabile indipendentemente dalle condizioni atmosferiche;

- Si avvita in modo netto e preciso;
- Regolabile con precisione;
- Sicuro e stabile in caso di temporali e forte vento.

Inoltre questa tipologia di supporto manifesta i seguenti vantaggi in termini ambientali:

- Non è un fattore di disturbo nell'estetica del paesaggio;
- L'aerazione posteriore dei moduli solari non viene ostacolata né dall'ingombro né dalla radiazione di calore;
- Lunga durata;
- Gli impianti possono essere rimodernati e sostituiti.

6. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

6.1 Descrizione generale dell'impianto

L'impianto verrà realizzato sulle coperture a doppia falda del capannone mediante lamiere grecate in alluminio zincato, ogni singola lamiera è costituita da due moduli fotovoltaici PVL 68 della UNI-SOLAR da 68 Wp. In particolare saranno utilizzati 1.196 moduli. In tali condizioni la potenza nominale installata in condizioni STC sia di 81,33 kWp, tale scelta di potenza è vincolata alla superficie disponibile.

Le caratteristiche principali dell'impianto sono le seguenti:

- Numero totale moduli: 1.196
- Potenza totale: 81,33 kWp
- Produzione lorda dell'impianto: **109.195,53** kWh/anno

L'architettura elettrica del sistema in corrente continua sarà realizzata con serie di moduli fotovoltaici (stringhe) isolate da terra e composte da moduli identici in numero, marca e prestazioni elettriche. Il sistema in corrente continua sarà collegato a più quadri di parallelo stringhe fino al gruppo di conversione, composto da inverter che convertiranno la corrente da continua in alternata,

idonea al trasferimento della potenza del generatore fotovoltaico alla rete, secondo la normativa vigente.

Il generatore fotovoltaico in oggetto ($P_n = 81,33 \text{ kWp}$) è composto dal punto di vista da 46 stringhe in parallelo, ognuna composta da 26 moduli fotovoltaici in serie. In totale il campo fotovoltaico è costituito da 1.196 moduli di tipo Unisolar PVL-68.

Il sistema di conversione dell'energia elettrica corrente continua/corrente è costituito da N.1 Inverter di 'bassa dinamica (per moduli amorfi) Soleil DSP 80,

Saranno installati N. 4 quadri elettrici di sottocampo in DC, all'interno dei quali saranno cablati i terminali di uscita delle singole stringhe, saranno effettuati i collegamenti di parallelo, nonché saranno installati i dispositivi di protezione lato DC. Due di questi quadri saranno predisposti per accogliere i terminali di N. 12 stringhe ciascuna composta da N. 26 moduli in serie, all'interno di ciascuno dei 2 QSC saranno installati complessivamente N. 24 limitatori di sovratensione, N. 24 IMS con fusibile, N. 12 diodi di blocco, N. 1 sezionatore rotativo. Due di questi quadri saranno predisposti per accogliere i terminali di N. 11 stringhe ciascuna composta da N. 26 moduli in serie, all'interno di ciascuno dei 2 QSC saranno installati complessivamente N. 22 limitatori di sovratensione, N. 22 IMS con fusibile, N. 12 diodi di blocco, N. 1 sezionatore rotativo.

I terminali di uscita di N. 4 QSC saranno convogliati agli ingressi dell'inverter (l'inverter scelto è caratterizzato da 8 ingressi)

Infine i terminali di uscita dell'inverter saranno inviati ognuno all'interno del quadro di bassa tensione (QBT) del generatore fotovoltaico.

Le strutture di sostegno che sorreggono i moduli sono lamiere grecate in alluminio, tali strutture saranno montate in modo complanare sulla copertura esistente dove in corrispondenza della parte con maggiore pendenza verranno realizzate apposite canalizzazioni e canali di scolo per il corretto deflusso dell'acqua piovana.

Tutti i componenti del sistema saranno cablati con idonei conduttori per tipologia e sezione, i conduttori in esterno (cablaggio stringhe) saranno in cavo per applicazioni fotovoltaiche di opportuna sezione, mentre i cavi di collegamento fra i quadri di parallelo stringa ed il gruppo di conversione saranno interrati ed avranno sezione adeguata in base alla portata, ed alla distanza. Il cablaggio all'interno dei locali di alloggiamento convertitori e della cabina MT sarà eseguito concordemente alle normative vigenti in materia. L'impianto fotovoltaico è stato progettato con

riferimento a materiali e 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.

Caratteristiche del generatore Fotovoltaico	
Numero moduli	1.196
Potenza nominale	68 Wp
Tecnologia modulo	Silicio Amorfo alta efficienza
Tensione circuito aperto V_{OC}	23,10 V
Corrente di corto circuito I_{SC}	5,10 A
Tensione V_{MP}	16,5 V
Corrente I_{MP}	4,13 A
Grado di efficienza:	6,06 %
Dimensioni:	2.849 mm x 394 mm
Numero di stringhe	46
Numero di moduli per stringa	26
Tensione VMP a 25°C	429 V
Superficie complessiva moduli	2.849 mm x 394 mm x 1.196 = 1.342,5 m ² .

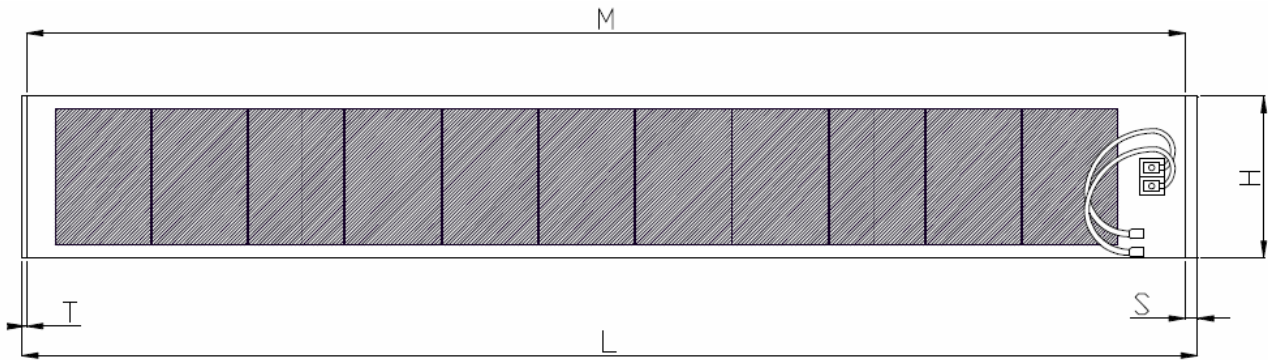
I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter. L'impianto è costituito dai seguenti principali componenti:

- Moduli fotovoltaici;
- Strutture di appoggio e supporto dei moduli fotovoltaici
- Inverter per la conversione dell'energia elettrica da continua ad alternata
- Quadri di campo
- Quadro generale BT
- Impianto di terra
- Cavi, tubazioni, cassette e derivazioni
- Gruppo misura dell'energia prodotta
- Dispositivi di protezione
- Sistema di acquisizione e monitoraggio dati
- Carichi elettrici

6.2 Struttura di sostegno

L'impianto sarà realizzato sulle coperture impermeabili con il sistema INT PLATE della UNISOLAR in lamiere piatte flessibili. INT PLATE è costituito da un profilo in alluminio anodizzato a forma di "S" che permette di affiancare i moduli in maniera ottimale.

I film fotovoltaici da 68Wp vengono fissati sulla lastra, l'insieme ha le seguenti caratteristiche :



Caratteristiche	Rif.	Unità di misura	
Dimensioni - Dimensions	L	mm	2900
	M	mm	2849 ±5
	T	mm	10
	S	mm	41
	H	mm	396

Le strutture in alluminio saranno disposte in modo orizzontale sulla copertura a doppia falda esistente del capannone.



In particolare saranno utilizzati 1.196 strutture in alluminio.

6.3 Moduli fotovoltaici

Per ottenere la configurazione di impianto precedentemente definita, saranno richiesti 1.196 moduli fotovoltaici, di potenza nominale pari a 68 Wp. I moduli fotovoltaici scelti sono marca Unisolar PVL-68.

I moduli fotovoltaici utilizzati sono del tipo amorfo a tripla giunzione in film sottile di silicio, flessibili, produzione UNI-SOLAR®, primaria azienda statunitense.

Questi moduli consentono da un lato la necessaria flessibilità per adattarsi alla conformazione curva delle coperture di copertura, e dall'altro un maggior rendimento grazie al loro funzionamento con luce diffusa piuttosto che con irraggiamento diretto.

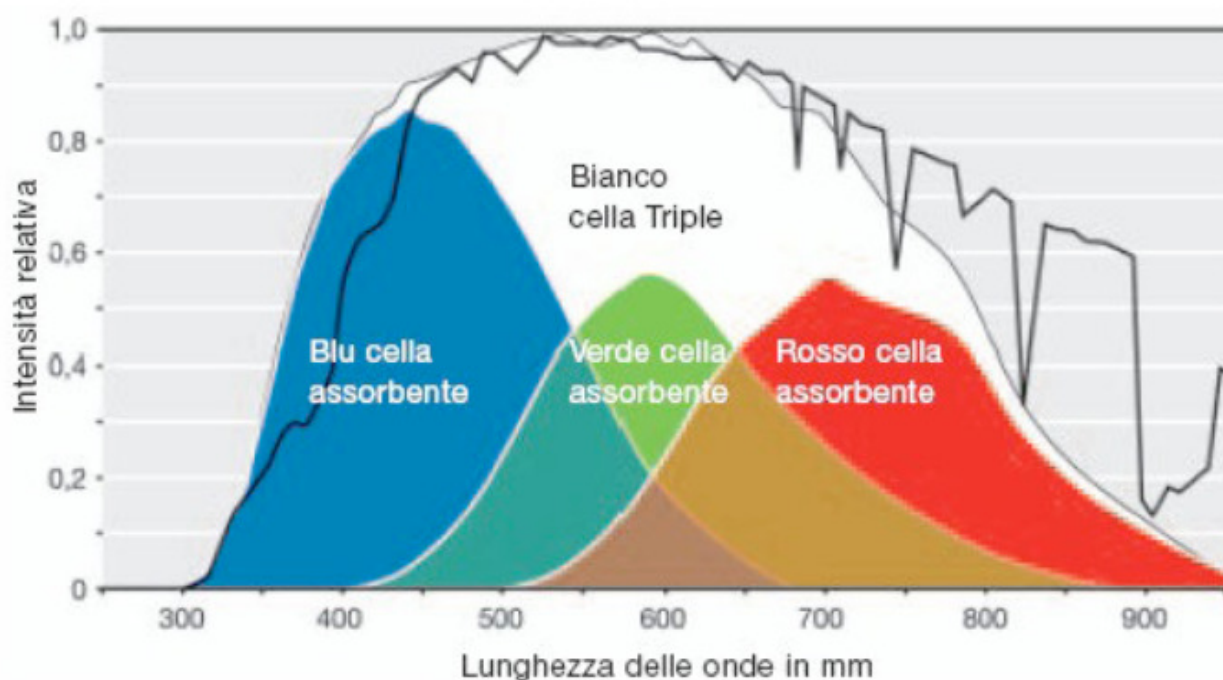


Si risolvono così numerose problematiche:

- esposizione del tetto: può essere qualsiasi;
- impatto ambientale: i moduli fotovoltaici non sono visibili da terra, essendo perfettamente aderenti alla copertura stessa. Si realizza l'integrazione architettonica richiesta dal Conto Energia per vedersi assegnato il più alto livello di contributo;
- carichi sulla copertura: contenuti in appena dieci kg/mq. I moduli fotovoltaici possono essere installati su qualsiasi copertura esistente;
- nessuna interferenza con l'ambiente sottostante al momento della installazione sul tetto, quindi nessun danno da agenti atmosferici, nessuna alterazione della impermeabilizzazione del tetto;

- moduli a superficie autopulente, con necessità minime di manutenzione: un lavaggio con acqua all'anno.

I moduli fotovoltaici UNI-SOLAR® trasformano direttamente la luce del sole in energia elettrica tramite una tecnologia esclusiva chiamata “trippla giunzione”. Ogni cella solare è composta da tre differenti sottocelle sovrapposte, ciascuna delle quali assorbe una parte dello spettro solare, la luce rossa, quella verde e quella blu. Questa divisione dello spettro aumenta l'efficienza specialmente a bassi livelli di irradiazione e a luce diffusa, non necessita esposizione orientata a sud né perpendicolare all'inclinazione dei raggi solari.



A parità di esposizione e di kW installati, i moduli fotovoltaici UNI-SOLAR® hanno una resa mediamente maggiore del 10% rispetto ai pannelli cristallini.

I moduli UNI-SOLAR® non risentono della diminuzione di performance alle alte temperature estive, tipica dei pannelli in silicio cristallino, sono garantiti al mantenimento della potenza di picco almeno all'80% a venti anni, sono conformi alla IEC 61646. In presenza di zone d'ombra, i moduli UNI-SOLAR®, grazie al bypass molto stretto adottato nella tripla giunzione, presentano una perdita di efficienza molto contenuta rispetto a quella dei pannelli cristallini nelle stesse condizioni.

In generale, studi sperimentali hanno dimostrato che a parità di esposizione e di kW installati, i moduli a tripla giunzione UNISOLAR® presentano un rendimento maggiore dei pannelli in silicio cristallino, in misura variabile fra il 12% e il 35%.

6.4 Gruppo di conversione

La conversione dell'energia prodotta dalle stringhe di moduli fotovoltaici da corrente continua in corrente alternata verrà realizzata mediante Inverter di 'bassa dinamica (per moduli amorfi) Soleil DSP 80.

La famiglia di inverter SOLEIL è la soluzione ideale per la connessione alla rete elettrica trifase di impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica.

La famiglia è composta da inverter adatti alla connessione diretta in bassa tensione (SOLEIL) e da inverter transformerless (SOLEIL TL).



SOLEIL 80

Gli inverter adatti alla connessione in bassa tensione rispettano la normativa CEI 11-20 in merito alla separazione galvanica tra sezione DC e sezione AC grazie all'adozione di un trasformatore in bassa frequenza che elimina inoltre ogni possibilità di iniettare componente continua di corrente nella rete elettrica. Per adattarsi alle particolari dinamiche di tensione dei moduli di tipo amorfo, la famiglia Soleil per la connessione diretta in bassa tensione include una gamma dedicata di inverter 'a bassa dinamica'. Tutti gli inverter adottano un sistema di ricerca del punto di massima potenza del generatore fotovoltaico (MPPT) che permette di ottenere la massima efficienza energetica in

qualsiasi condizione di irraggiamento. Gli inverter SOLEIL permettono il funzionamento in modalità automatica oppure in modalità manuale. In modalità automatica è abilitato il sistema di ricerca del punto di massima potenza mentre nella modalità manuale è l'utilizzatore che decide il punto di funzionamento del sistema (modalità utile per particolari esigenze di test) imponendo un particolare punto di lavoro. La forma d'onda della corrente iniettata nella rete elettrica di distribuzione è identica a quella della tensione con fattore di potenza unitario in qualunque condizione di funzionamento. L'inverter dispone di un pannello di controllo di tipo 'touch screen' che permette la lettura di tutti i parametri di funzionamento del sistema (misure elettriche, stati e allarmi) e consente l'immissione dei comandi principali. L'apparecchio dispone inoltre di due slots di comunicazione configurabili secondo vari standard di trasmissione seriale e di una morsettiera a contatti 'volt free' per la segnalazione remota degli stati e dei principali allarmi di macchina, oltrechè per l'acquisizione di eventuali comandi da remoto. La tecnologia di controllo degli inverter SOLEIL è di tipo a commutazione forzata PWM (Pulse Width Modulation) e i dispositivi di potenza utilizzati sono IGBT che permettono la commutazione di notevoli potenze con un alto grado di robustezza ed affidabilità.

Saranno inoltre previste tutte le protezioni contemplate dalla normativa vigente. In funzione delle condizioni di insolazione l'inverter riceve in ingresso l'energia prodotta dai moduli individuando istante per istante quel particolare punto sulla caratteristica I-V del generatore fotovoltaico per cui risulta massimo il trasferimento di potenza verso il carico posto a valle.

6.5 Quadri elettrici

Il numero dei quadri di parallelo in relazione al numero delle stringhe è stato progettato in modo da minimizzare i costi in relazione alle perdite elettriche sui cavi. Più precisamente, la struttura del campo fotovoltaico è stata prevede:

- Quadri di Sottocampo Qsc ; - Lato Corrente Continua
- Quadro generale di bassa tensione QgBT ; - Lato Corrente Alternata – bt
- Quadri Misure Fiscali (QME, QMG e QMA) - Lato Corrente alternata - bt

Di seguito sono descritte le modalità e le caratteristiche dei quadri che costituiscono l'intero campo fotovoltaico.

6.5.1 Quadri di Sottocampo (Quadri di parallelo stringa)

Le varie stringhe che andranno a comporre il sistema di conversione dell'energia solare, saranno connesse in parallelo in apposite cassette. Per ciascun sottocampo saranno installati un numero opportuno di quadri elettrici di sottocampo in DC, all'interno dei quali saranno cablati i terminali di uscita delle singole stringhe, saranno effettuati i collegamenti di parallelo, nonché saranno installati i dispositivi di protezione lato DC. I quadri di parallelo provvederanno:

- al parallelo elettrico delle stringhe afferenti tramite scatole in Pvc;
- alla protezione elettrica delle stringhe da sovratensione indotta tramite limitatori (scaricatori).

Il montaggio di ogni componente sarà tale da impedire contatti accidentali con parti in tensione come richiesto dalle norme vigenti. La disposizione dei cavi elettrici in arrivo ai suddetti quadri dovrà permettere la facile sostituzione di ogni pannello con il sezionamento di ciascuna stringa, realizzato con sezionatori adatti all'uso fotovoltaico. Le apparecchiature contenute saranno:

- scaricatori di sovratensione per la protezione contro le scariche atmosferiche;
- sezionatori tripolari;
- diodo di protezione in serie al sezionatore;
- sezionatore di uscita verso inverter in corrente continua;
- sistema di Controllo e Monitoraggio Stringhe.

Il quadro elettrico sarà certificato e marchiato secondo le norme CEI.

In particolare saranno installati N. 4 quadri elettrici di sottocampo in DC, all'interno dei quali saranno cablati i terminali di uscita delle singole stringhe, saranno effettuati i collegamenti di parallelo, nonché saranno installati i dispositivi di protezione lato DC. Due di questi quadri saranno predisposti per accogliere i terminali di N. 12 stringhe ciascuna composta da N. 26 moduli in serie, all'interno di ciascuno dei 2 QSC saranno installati complessivamente N. 24 limitatori di sovratensione, N. 24 IMS con fusibile, N. 12 diodi di blocco, N. 1 sezionatore rotativo. Due di questi quadri saranno predisposti per accogliere i terminali di N. 11 stringhe ciascuna composta da N. 26 moduli in serie, all'interno di ciascuno dei 2 QSC saranno installati complessivamente N. 22

limitatori di sovratensione, N. 22 IMS con fusibile, N. 12 diodi di blocco, N. 1 sezionatore rotativo. Ciascuna stringa fotovoltaica sarà dotata di:

- N. 2 scaricatori di sovratensione (uno per ogni polo);
- N. 2 IMS con fusibile per la protezione dai cortocircuiti e per il loro sezionamento (uno per ogni polo);
- N. 1 diodo di blocco in serie per impedire che nel caso in cui l'erogazione di potenza delle singole stringhe non sia bilanciata, gli squilibri di tensione tra le stesse possano provocare dei ricircoli di corrente verso quelle a tensione minore.

In particolare:

- n° 2 quadri elettrici di sottocampo in DC (QSC), per accogliere i terminali di N. 12 stringhe, del tipo CS-SP (A)-16-600V o similari ($V_{stringa} = 600,6 \text{ V}$, $I_{stringa} = 5,1 \text{ A} \times 12$ stringhe in parallelo = 61,2A)
- n° 2 quadri elettrici di sottocampo in DC (QSC), per accogliere i terminali di N. 11 stringhe, del tipo CS-SP (A)-16-600V o similari ($V_{stringa} = 600,6 \text{ V}$, $I_{stringa} = 5,1 \text{ A} \times 11$ stringhe in parallelo = 56,1A)

6.5.2 Quadro generale di BT – “QgBT”

È situato dopo l'inverter e contengono una serie di interruttori con la funzione di parallelo inverter, quindi la protezione di interfaccia, la protezione dell'eventuale trasformatore di isolamento, l'eventuale ccontatore dell'energia prodotta, gli interruttori per i servizi ausiliari e il sezionatore generale in bassa tensione. Il quadro elettrico è inoltre dotato di barrature in rame e morsetti di connessione in funzione della corrente di impiego.

Il quadro conterrà le seguenti apparecchiature assemblate e cablate:

- n.1 Interruttore magnetotermico generale quadro 4P x 250A $I_{cc} = 36\text{kA}$ tipo scatolato in esecuzione fissa, completo di relè differenziale tarabile $I_d=0,03-0\text{A}$ $t=0-5\text{sec.}$ con toroide separato;
- n.1 Interruttori magnetotermici 4P x 250A $I_{cc} = 36\text{kA}$ tipo scatolati esecuzione fissa (per l'inverter) ;

- n.5 o più interruttori magnetotermici differenziali modulari 2Px32A 0.03A – 25kA servizi aux e i carichi dell'utenza
- n.1 strumento di misura multifunzione completo di TA, sezionatore, fusibili e accessori (idoneo alla lettura dei seguenti parametri: tensioni, correnti, potenza attiva, $\cos\phi$).
- nr. 1 interruttore salvamotore a protezione estrattore con relativo automatismo di avviamento;
- accessori per il buon funzionamento del quadro

6.5.3 Quadri Misure Fiscali (QME, QMG e QMA)

I quadri sono costituiti da contatori bidirezionali di energia attiva/reattiva, comprensivi di dispositivo per la trasmissione remota dei dati acquisiti.

6.7 Impianto di terra

Gestendo il generatore come un sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra, la norma CEI 64-8 prescrive il controllo dell'isolamento del sistema DC tramite un controllore continuo dell'isolamento verso terra il quale deve segnalare con un segnale acustico e/o visivo il verificarsi di un primo guasto verso terra senza interrompere il circuito e quindi il servizio dando agli operatori la possibilità di intervenire in maniera tempestiva nella ricerca ed eliminazione del guasto. Deve comunque essere soddisfatta la condizione che la corrente di primo guasto a terra non deve essere tale che, circolando nel dispersore di terra cui sono collegate le masse, dia luogo a tensioni superiori ai 50 V, indipendentemente dal tempo. Si raccomanda comunque di interrompere il circuito e quindi il servizio nella suddetta eventualità e di individuare e risolvere il primo guasto al fine di scongiurare i pericoli derivanti da un secondo guasto, potenzialmente pericoloso anche se il generatore è stato sezionato.

In accordo con la Norma CEI 64-8, la protezione è assicurata mediante l'utilizzo di componenti elettrici in classe II e di componenti in Classe I abbinati ad un sistema di interruzione automatica dell'alimentazione.

In particolare saranno di Classe II:

- tutti gli involucri in materiale plastico dei componenti a vista
- le condutture realizzate in cavo H07RN-F ed FG7OR indipendentemente dal tipo di posa
- i moduli fotovoltaici

La protezione dai contatti indiretti per interruzione automatica dell'alimentazione è realizzata mediante interruttori automatici magnetotermici differenziali.

Deve essere soddisfatta la relazione

$$RA * IA \leq 50$$

dove:

- RA è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse in Ohm
- IA è la corrente che provoca il funzionamento del dispositivo automatico di protezione in Ampere che, nel caso di dispositivo di protezione a corrente differenziale, coincide con la corrente nominale differenziale Id.

L'impianto di terra a cui verranno connesse le masse del generatore fotovoltaico corrisponde all'impianto di terra attualmente esistente.

Tutte le parti metalliche della sezione di impianto in corrente continua (quadri elettrici, scaricatori di tensione, strutture metalliche di sostegno) saranno rese equipotenziali al terreno, mediante collegamento diretto con la corda di rame nudo interrata.

Tutte le parti metalliche della sezione di impianto in corrente alternata (convertitori, quadri elettrici, scaricatori di tensione) saranno rese equipotenziali al terreno.

La rete di terra sarà realizzata con i seguenti componenti principali:

- Conduttori di terra:
 - corda di rame nudo da 95 mm²
 - cavo di rame da 240 mm² con guaina giallo/verde
 - cavo di rame da 50 mm² con guaina giallo/verde

- cavo di rame da 35 mm² con guaina giallo/verde
- (eventuale) picchetti dispersori a croce in acciaio zincato da 2 m, con i relativi pozzetti di ispezione in plastica

I conduttori di terra, ove prescritto, devono essere interrati appena possibile. Le connessioni elettriche interrate devono essere realizzate con morsetti a compressione. Le connessioni fuori terra devono essere realizzate con morsetti o con piastre di derivazione. A distanza regolare devono essere realizzati dei pozzetti di derivazione per agevolare i collegamenti fuori terra. Tutte le connessioni devono essere realizzate con materiali resistenti alla corrosione.

Ciascuna struttura di sostegno dei moduli fotovoltaici sarà collegata alla corda di rame nudo interrata mediante una corda di rame nudo da 16 mm². La corda di rame sarà collegata alla struttura tramite capocorda ad occhiello, bullone e rondella in acciaio zincato, fissati nell'apposito foro previsto. La corda di rame sarà interrata appena possibile.

Le parti metalliche non in tensione di ciascun quadro di parallelo in corrente continua sarà collegato alla corda di rame interrata mediante un cavo giallo/verde da 50 mm². Il cavo di protezione sarà intestato al morsetto di terra del quadro e deve essere interrato appena possibile.

Gli scaricatori di tensione saranno collegati alla corda di rame interrata mediante un cavo giallo/verde da 35 mm². Il cavo di terra deve essere intestato a un morsetto degli scaricatori e deve essere interrato appena possibile. Il cavo di terra degli scaricatori deve essere indipendente dagli altri cavi di terra.

Le parti metalliche non in tensione del convertitore devono essere messe a terra mediante un cavo giallo/verde da 240 mm².

Gli eventuali picchetti devono essere collegati tra loro con una corda di rame nudo da 95 mm², interrata ad una profondità compresa tra 0.5÷1 m e collegata ai picchetti con morsetti passanti. La chiusura della maglia può essere realizzata con morsetto di parallelo. I picchetti devono poter essere ispezionati mediante pozzetti di plastica con coperchio. Solo in caso di necessità in fase di collaudo, a posa e rinterro avvenuto, si procederà all'installazione di picchetti dispersori aggiuntivi.

A seguito dell'installazione dell'impianto fotovoltaico il valore della resistenza di terra dell'impianto di dispersione verrà verificato mediante apposita misura.

Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.

Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

6.8 Cavi, tubazioni e cassette e derivazioni

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

- cavo multipolare/unipolare 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, da posare prevalentemente in tubazioni interrate o entro canalizzazioni metalliche
- 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, da posare in tubazioni isolanti incassate o in vista.
- cavo unipolare precordato in rame isolato in gomma etilenpropilenica qualità G7, sotto guaina in PVC, con semiconduttore elastomerico estruso schermatura a filo di rame rosso tipo RG7H1R 15/20 kV, conforme alle Norme CEI 20-13, da posare in tubazioni interrate per alimentazione M.T.

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 CEIUNEL), alle condizioni di posa e di temperatura, al limite ammesso dalle Norme per quanto riguarda le cadute di tensione massime ammissibili (inferiori al 4%) 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 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 equipotenziali)

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.

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

- tubo flessibile in Hdpe autoestinguente, serie pesante, con Marchio di Qualita, conforme alle Norme EN 50086, con colorazione differenziata in base all'impiego, posato entro cavedio/parete prefabbricata o incassato a parete/pavimento
- tubo flessibile corrugato a doppia parete in polietilene alta densita, o tubo rigido in Hdpe serie pesante, conforme alle norme EN50086 per posa interrata 450N;

Il diametro interno dei tubi sarà maggiore o al limite uguale a 1,3 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 dove risulti problematico l'infilaggio, saranno installate scatole di derivazione, in metallo o in Hdpe a seconda del tipo di tubazioni, complete di coperchio fissato mediante viti filettate.

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

Negli impianti saranno pertanto utilizzate:

- cassette da incasso in materiale isolante autoestinguente (resistente fino 650° alla prova al filo incandescente CEI 23-19, con Marchio di Qualita, in esecuzione IP40, posate ad incasso nelle pareti
- cassette da esterno in pressofusione di alluminio, con Marchio di Qualita, in esecuzione IP55, posate in vista a parete/soffitto

Tutte le cassette disporranno di coperchio rimovibile soltanto mediante l'uso di attrezzo. Per tutte le connessioni verranno impiegati morsetti da trafilato o morsetti volanti a cappuccio con vite isolati a 500 V.

Per quanto riguarda lo smistamento e l'ispezionabilità delle tubazioni interrate verranno impiegati pozzetti prefabbricati in cemento vibrato o (in casi particolari) in muratura di mattoni pieni o in cemento armato.

I chiusini saranno carrabili (ove previsto) costituiti dai seguenti materiali:

- cemento, per aree verdi o comunque non soggette a traffico veicolare;
- ghisa classe D400, per carreggiate stradali;

I pozzetti saranno installati in corrispondenza di ogni punto di deviazione delle tubazioni rispetto all'andamento rettilineo, in ogni punto di incrocio o di derivazione di altra tubazione e comunque ad una interdistanza non superiore a 25 m.

6.9 Gruppo misura dell'energia prodotta

La misura dell'energia prodotta ai fini del ritiro dedicato (rif. Delibera num. 280/07 dell'AEEG) ed ai fini del riconoscimento delle tariffe incentivanti, di cui al DM 19 febbraio 2007 e successivi, è effettuato da un gruppo di misura BT ubicato nel locale tecnico. E' prevista l'installazione di un contatore, a cura del produttore, con omologazione UTF alimentato attraverso riduttori di tensione e corrente (di classe 0,5) montati nello scomparto del quadro generale BT, installato nel locale della cabina di campo.

6.10 Dispositivi di protezione

- Sull'impianto fotovoltaico sono presenti le seguenti protezioni
- Protezione d'interfaccia
- Protezione generale
- Protezione di generatore
- Protezione contro i contatti diretti
- Protezione contro le sovratensioni
- Protezione contro i contatti indiretti
- Protezione contro sovracorrenti

Le tarature della Protezione Generale (MT) saranno comunicate dall'Ente Distributore. Tutte le protezioni installate saranno conformi ai requisiti contenuti nelle Norme CEI.

6.11 Sistema di acquisizione dati

Il campo fotovoltaico è associato ad un sistema di rilevazione dei parametri ambientali salienti, costituito da un set di sensori, da una memoria e da un apparato di trasmissione remota dei dati. Oltre a consentire le funzioni di semplice monitoraggio, per una opportuna memorizzazione, visualizzazione, valutazione e confronto di tutti i più importanti dati di funzionamento del generatore fotovoltaico e degli inverter, esso può essere configurato per consentire la gestione e l'assistenza da remoto da parte dell'operatore, con verifiche di funzionamento degli inverter e l'eventuale distacco per messa in sicurezza dell'impianto. Il sistema dovrà essere dotato di sistema di comunicazione tramite linea ADSL o GPRS per la trasmissione dei dati e la visione di tutto da parte di chi esegue la manutenzione. L'output del sistema garantisce la conoscenza di:

- valori di tensione e corrente prodotte dall'impianto
- valore della potenza in uscita dal gruppo di conversione (inverter)
- valore istantaneo e cumulato dell'energia prodotta
- livello di temperatura dei moduli
- valore dell'irraggiamento solare sulla superficie dei moduli
- memorizzazione dei dati elettrici dell'impianto per verifica storico di funzionamento

7. FASE DI CANTIERE, REALIZZAZIONE DELLE OPERE CIVILI, POSA IN OPERA, SICUREZZA, VERIFICHE

7.1 Fasi di cantieri

7.1.1 Attrezzaggio del cantiere

I lavori per la realizzazione dell'opera non sono tali da comportare un allestimento di cantiere particolarmente complesso. In particolare le attrezzature e impianti da allestire saranno costituite da:

- 1 o 2 bagni chimici
- Tanica da 1000 litri per acqua di cantiere

- Allaccio provvisorio rete BT di cantiere
- Scarrabili per la raccolta degli imballaggi (rifiuti)

7.1.2 Approvvigionamento materiali

L'attività di approvvigionamento dei materiali è significativa soprattutto in riferimento a:

- Materiali per strutture di sostegno
- Moduli fotovoltaici
- Cavi e tubazioni

La consegna dei materiali, soprattutto dei moduli e delle strutture portanti non può avvenire, per motivi di sicurezza, in un periodo ristretto di tempo, per cui sarà “diluita” nell’arco di tempo di installazione.

Dei materiali approvvigionati solamente i moduli presentano degli imballaggi (box) di cui è necessaria la gestione ai sensi della normativa sui rifiuti. Per tali imballaggi saranno realizzati dei depositi temporanei e stipulati dei contratti con ditte autorizzate al loro recupero ai sensi del DLgs 152/06 parte IV.

7.1.3 Recupero e smaltimento dei materiali di risulta

I volumi dei materiali di cava, per la realizzazione dell’opera risultano molto esigui, per cui non sussistono particolari problemi per il loro reperimento. Il funzionamento di un impianto fotovoltaico avviene senza alcuna produzione di rifiuti da smaltire, consistendo in una tecnologia che non prevede flussi di massa.

Gli eventuali materiali speciali risultanti da interventi di manutenzione straordinaria di sostituzione ad esempio in caso di guasto, saranno smaltiti secondo le normative vigenti e si avvieranno alla filiera del recupero, avvalendosi delle strutture idonee disponibili sul territorio.

7.1.4 Rumore, polveri e vibrazioni

Per quanto riguarda la produzione di rumore, in fase di esercizio l’unica fonte di rumore sono i gruppi di conversione, che produrranno un “ronzio” continuo. Tuttavia, nelle ore notturne e in quelle di bassa insolazione, il gruppo di conversione non necessiterà di raffreddamento e quindi le

apparecchiature non saranno in funzione. Il gruppo è comunque installato all'interno della cabina elettrica, collocata lontano da abitazioni, strade o luoghi frequentati stabilmente da persone. Per quanto riguarda le fasi di cantiere e di dismissione, l'impatto acustico sarà quello di un cantiere in cui possono essere presenti mezzi meccanici per le attività di scavo, autobetoniere per la fornitura di calcestruzzo ed eventuali mezzi dotati di gru per il montaggio delle strutture e prefabbricati: le lavorazioni principali sono invece relative al montaggio dei pannelli sulle strutture e alla realizzazione dei diversi collegamenti elettrici e impiantistici. Si ritiene, quindi, che la componente rumore, seppure presente, sia trascurabile e a breve termine. Data la tipologia di attività di cantiere e l'ubicazione rispetto al contesto territoriale, la produzione di polveri e vibrazioni e l'impatto relativo è stato valutato come irrilevante.

7.1.5 Sistema di riciclo

Al termine della vita utile di un impianto fotovoltaico, ove non sia possibile riutilizzare i pannelli presso altri impianti, i moduli vengono prelevati da operatori ambientali che si occupano di separare i materiali riciclabili da quelli inerti non riutilizzabili. Circa il 95% del modulo (in peso) è composto da materiali "nobili" che possono essere riciclati per altri utilizzi. Il resto è formato da rifiuti inerti che sono smaltiti presso una comune discarica. I pannelli possono essere prelevati sul sito da un soggetto specializzato pubblico o privato specializzato in ambito di recupero materiali, che potrà agevolmente sottoporre i pannelli ad un processo di riciclo e smaltimento. Il processo di smaltimento, data l'assenza di materiali pericolosi o inquinanti tra i componenti del pannello, non necessita di particolari competenze e può essere gestito da uno dei numerosi operatori ambientali che agiscono sul territorio. Inoltre, anche il sistema di supporto scelto, date le caratteristiche dei materiali che lo costituiscono, risulta possedere un elevato grado di riciclabilità.

7.2 Lavori preliminari elettrici

I lavori preliminari elettrici sono essenzialmente costituiti dalla realizzazione dei cavidotti interrati. Vengono realizzati gli scavi per i cavidotti, posato uno strato di sabbia e sopra ad esso i tubi in Hdpe per il passaggio dei cavi. Quindi lo scavo viene riempito con la terra precedentemente rimossa. In questo caso il lavoro viene eseguito con piccoli escavatori, il terreno viene quasi tutto riutilizzato per il ritombamento. Le materie prime utilizzate, oltre ai canali e ai cavi elettrici sono costituite dalla sabbia per la preparazione del fondo dello scavo. I quantitativi sono comunque molto ridotti.

7.3 Posa in opera

Nella fornitura sono compresi ogni onere e accessorio per dare il lavoro finito “chiavi in mano” e a regola dell’arte con le seguenti operazioni:

- Allestimento cantiere
- Realizzazione scavi per condutture e posa dei pozzetti
- Tubazione interrata e infilaggio cavi campo fotovoltaico
- Posa delle strutture di supporto dei moduli
- Montaggio e cablaggio dei moduli fotovoltaici
- Collegamento elettrico dei moduli fotovoltaici in stringhe
- Posa e collegamento delle string box per il parallelo stringhe
- Posa e cablaggio degli inverter
- Realizzazione dell’impianto di monitoraggio dell’impianto fotovoltaico
- Posa in opera del contatore di energia
- Allaccio del distributore locale a collaudo impianto
- Chiusura cantiere

7.4 Sicurezza

E’ stato redatto il Piano di Sicurezza e Coordinamento previsto dal D.lgs. 81/086 concernente le prescrizioni minime di sicurezza e salute da attuare nei cantieri temporanei mobili.

7.5 Verifiche

Al termine dei lavori l’impresa esecutrice dovrà rilasciare la dichiarazione di conformità ai sensi dell’art. 7 del D. Lgs del 22/01/2008 n° 37; inoltre per le diverse tipologie di impianto, dovranno essere eseguite le verifiche e le prove sotto menzionate, al fine di accertare la rispondenza degli impianti alle varie prescrizioni, nonché la piena ed ottimale funzionalità.

Tutte le verifiche e le prove eseguite dovranno essere effettuate con metodologia rigorosamente scientifica e secondo i criteri stabiliti dalle Norme CEI.

Le verifiche che dovranno essere effettuate prima della messa in servizio dell'impianto sono le seguenti:

- Esame a vista delle apparecchiature e dei macchinari;
- Verifica congruenza degli schemi elettrici dell'impianto;
- Verifica congruenza delle caratteristiche dell'impianto di generazione fotovoltaica;
- Verifica della continuità elettrica e connessione dei moduli;
- Verifica della messa a terra di masse e scaricatori;
- Verifica dell'isolamento dei circuiti elettrici e delle masse;
- Verifica congruenza delle caratteristiche del dispositivo di interfaccia e dispositivo generale di protezione;
- Verifiche congruenza delle caratteristiche delle protezioni di interfaccia e delle tarature delle stesse con apposita strumentazione;
- Verifica con impianto in tensione del regolare funzionamento in chiusura ed in apertura del dispositivo di interfaccia e dell'apertura dello stesso per mancanza di tensione;
- Verifica funzionale di eventuali dispositivi di interblocco;
- Rilievo caratteristiche di eventuali dispositivi non richiesti dall'ente distributore ma installati dal committente, che possono essere di interesse per il servizio.(es. dispositivi di richiusura automatica linee, ecc.);
- Verifica del corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dai gruppi di conversione (accensione spegnimento, mancanza rete).

Le verifiche periodiche che devono essere eseguite sono le seguenti:

- Tutte le verifiche di prima installazione sopra elencate;
- Eventuali modifiche ai valori di taratura delle protezioni che si rendono necessarie per inderogabili esigenze dell'ente distributore. Tali modifiche saranno successivamente ufficializzate con l'aggiornamento delle modalità di esercizio e/o dalle prescrizioni tecniche;

- Verifiche conseguenti a modifiche delle modalità di esercizio e/o delle prescrizioni tecniche che si rendono necessarie in seguito a nuove normative in materia o in seguito ad innovazioni tecnologiche.

7.6 Requisiti tecnici minimi dei componenti e degli impianti

Ai fini dell'ottenimento della tariffa incentivante, l'impianto sarà realizzato con componenti che assicureranno le seguenti condizioni:

$$\mathbf{Pcc > 0,85 \times Pnom \times I/Istc}$$

Dove:

- Pcc e la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione maggiore del + 2%;
- Pnom e la potenza nominale del generatore fotovoltaico [kWp];
- I e l'irraggiamento [W/mq] misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del + 3%;
- Istc, pari a 1000 W/mq, e l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

Tale condizione sarà verificata per $I > 600$ W/mq.

$$\mathbf{Pca > 0,9 \times Pcc}$$

Dove:

- Pca e la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente alternata, con precisione maggiore del + 2%;

tale condizione sarà verificata per $Pca >$ del 90% della potenza di targa del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata.

Ai fini del rispetto delle condizioni sopra descritte l'impianto fotovoltaico oggetto della presente relazione sarà realizzato utilizzando moduli fotovoltaici ad elevate prestazioni e gruppi di conversione della corrente continua in alternata ad elevata efficienza.

8. MANUTENZIONE ORDINARIA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Si consiglia di sottoporre l'impianto fotovoltaico a delle verifiche annuali al fine di attestare le condizioni dei vari componenti ed eventualmente, nel caso di guasti, di effettuare la relativa manutenzione. Ciò deve essere eseguito da personale specializzato nel rispetto delle norme di sicurezza vigenti.

In più seguire le indicazioni delle norme di prevenzione CEI ove richiesto. Delle norme di sicurezza ora richiamate si prendano in esame le modifiche ed integrazioni ad esse successive.

La manutenzione visiva, consigliata annualmente, è eseguibile dal Responsabile dell'impianto fotovoltaico, mentre per controlli più specializzati si consiglia l'intervento di un tecnico specializzato. Si consiglia di istituire un libretto d'impianto al fine di confrontare la produzione annua, ed analizzare eventuali cali di resa dell'impianto. Per quanto riguarda l'accesso all'area del campo FV per effettuare la manutenzione si faccia riferimento a quanto indicato dal responsabile della sicurezza in relazione all'impianto in oggetto.

Di seguito si riportano le opere di manutenzione effettuabili per i principali componenti dell'impianto fotovoltaico.

8.1 Manutenzione moduli fotovoltaici

La manutenzione ordinaria sui singoli moduli fotovoltaici non necessita della messa fuori servizio di parte o dell'intero impianto fotovoltaico. Essa consiste in un' ispezione visiva e controllo delle cassette di terminazione. L'ispezione visiva serve per verificare eventuali danneggiamenti e per verificare lo stato di pulizia dei moduli, verificare se presente un eventuale deterioramento del materiale usato per l'isolamento interno dei moduli e se presenti microscariche per perdita di isolamento. Nel caso in cui si noti la presenza evidente di sporcizia (polvere, sabbia, escrementi di uccelli, foglie etc.) è conveniente provvedere mediante getti di acqua possibilmente senza detersivi alla rimozione di questi. Generalmente, quando i moduli sono sufficientemente inclinati, la semplice azione della pioggia è sufficiente a mantenerli puliti. L'azione della pioggia riesce ad eliminare le leggere impurità come polvere o polline, mentre i residui più consistenti vanno tolti con un'azione di pulizia sopra indicata. Si consiglia di verificare la crescita di piante nell'area al contorno. Resta inteso che la manutenzione ordinaria deve essere effettuata da personale specializzato.

8.2 Manutenzione quadri elettrici

La manutenzione ordinaria sui quadri elettrici non richiede la messa fuori servizio dell'impianto.

Essa consiste nel:

- effettuare un'ispezione visiva il cui scopo è quello di identificare la presenza di eventuali danneggiamenti dell'armadio e dei componenti posti al suo interno;
- verificare che i diodi di blocco non abbiano subito danneggiamenti e in caso di rottura provvedere alla loro sostituzione;
- verificare il serraggio di tutti i componenti elettrici con prova di sfilamento (in questa fase è opportuno mettere fuori servizio l'impianto) e il serraggio dei morsetti;
- verificare l'efficienza degli scaricatori di sovratensione;
- verificare l'efficienza degli organi di manovra (interruttori, sezionatori, morsetti sezionabili).

Questo tipo di manutenzione preventiva va di norma eseguita una o più volte all'anno, possibilmente in seguito a condizioni meteorologiche di scirocco oppure in seguito a lunghi periodi di siccità.

8.3 Manutenzione stringhe fotovoltaiche

La manutenzione ordinaria sulle stringhe viene realizzata dal quadro elettrico in continua, e così come per i moduli non richiede la messa fuori servizio di parte o tutto l'impianto. Il suo scopo è quello di controllare le grandezze elettriche mediante l'ausilio di un multimetro.

Bisogna misurare la tensione a vuoto delle stringhe e confrontarla con i dati di progetto verificando che il valore rilevato sia pari alla somma delle tensioni a vuoto di ogni singolo modulo fotovoltaico presente nella stringa.

Se tutte le stringhe sono nelle stesse condizioni di esposizione, sono accettabili scostamenti nell'ordine del 10%.

Inoltre si dovrà controllare la corrente di corto circuito al fine di verificare che non ci siano interruzioni lungo una stringa, e che le correnti di corto circuito delle varie stringhe siano sensibilmente simili.

8.4 Manutenzione inverter

E' preferibile eseguire la manutenzione ordinaria con impianto fuori servizio. L'ispezione visiva consente di accertare l'assenza di:

- eventuali danneggiamenti all'armadio di contenimento;
- infiltrazioni d'acqua;
- formazioni di condensa.

E' importante inoltre controllare i vari parametri elettrici (tensione, corrente, potenza) e la produzione energetica soprattutto nei primi periodi successivi alla messa in servizio dell'impianto in modo da poterne verificare il suo corretto funzionamento. In occasione di ogni manutenzione periodica si consiglia di simulare il distacco dell'alimentazione di rete: l'inverter deve spegnersi istantaneamente, per riaccendersi dopo il ritorno del segnale di rete.