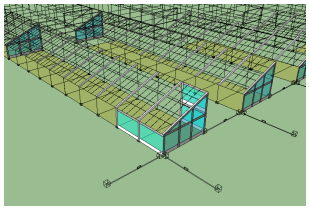
Relazione Tecnica Specifica / Elettrica
(RTS/E)

PROGETTO



IMPIANTO FOTOVOLTAICO
PARZIALMENTE INTEGRATO SU SERRE

DAMMA ENERGIA 1

di **999,60 kWp**

sito nel **Comune di SIRACUSA**

Contrada DAMMA
S.P.14 per CANICATTINI BAGNI, 26

COMMITTENTE

AgrobioService Italia s.r.l.
SERVIZI IN AGRICOLTURA

SVILUPPO E COORDINAMENTO

EA-ECO'
Energia Alternativa

ALLEGATI:

A) SCHEMA UNIFILARE DELL'IMPIANTO;
B) SCHEMA PLANIMETRICO.

DATA
11/08/2010

I TECNICI
Ing. Corrado Scuderi

indice

1. DATI GENERALI DELL'IMPIANTO 3
2. SITO DI INSTALLAZIONE 4
3. DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO 4
4. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO 5
5. IRRAGGIAMENTO 6
6. STRUTTURE DI SOSTEGNO 9
7. GRUPPO DI CONVERSIONE 9
8. DIMENSIONAMENTO 11
9. QUADRI ELETTRICI 11
10. CAVI ELETTRICI E CABLAGGI 17
11. IMPIANTO DI MESSA A TERRA 18
12. SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM) 21
13. VERIFICHE 21
14. RIFERIMENTI NORMATIVI 24
15 CONCLUSIONI 26

1. DATI GENERALI DELL'IMPIANTO

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica, avente una potenza di picco pari a **999,60** kWp, destinato ad operare in parallelo alla rete elettrica di distribuzione e connesso alla rete di utente, a valle del dispositivo generale, secondo i criteri del decreto ministeriale del 19 Febbraio 2007 pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 45 del 23 Febbraio 2007 e relativi allegati.

L'esigenza dell'impianto fotovoltaico in oggetto, per l'A.A. AgrobioService italia S.r.l., oltre che da motivazioni di carattere economico legate all'incentivazione in "Conto Energia", nasce soprattutto dall'idea di contribuire, nei limiti stessi dell'impianto, al risparmio energetico e alla salvaguardia dell'ambiente.

Quest'ultimo infatti, non sarà interessato, nel periodo di funzionamento a regime dell'impianto, da alcuna emissione di sostanze nocive e da alcun impatto acustico e visivo.

Lo studio di fattibilità è stato approntato dallo Studio Associato dell'ing.Corrado Scuderi, iscritto all'Ordine degli Ingegneri di Siracusa, Sez. B, Pos. N.38, con sede in Via Ofanto, n° 3 a Siracusa.

La tecnologia con la quale verrà realizzato l'impianto si contraddistingue per la massimizzazione dell'efficienza in termini di produzione energetica, in base alla potenza installata, per l'affidabilità durante l'esercizio e per il contenimento degli interventi di manutenzione e di ispezione programmata.

Inoltre, il campo fotovoltaico verrà installato sulla falda esposta a sud di una struttura adibita a serra, evitando in tal modo di sottrarre terreno all'attività agricola.

Questo, unitamente alla totale integrazione architettonica dell'impianto sulla copertura, assicura un impatto ambientale praticamente nullo dell'impianto.

COMMITTENTE

Committente:	AGROBIOSERVICE ITALIA S.R.L.
Indirizzo:	S.P. 14 per Canicattini Bagni, n. 26/A 96100 Siracusa (SR)
Codice fiscale/Partita IVA:	01517480891

COMUNICAZIONI

Studio Tecnico:	geom. Francesco DI FRANCO GAMBUZZA
Indirizzo:	Via Tevere, n.10 96100 Siracusa (SR),
Telefono:	0931.67070
Cellulare:	339.4867113
Fax:	0931.1960139
E-mail:	difrancogambuzza.f@gmail.com

2. SITO DI INSTALLAZIONE

L'impianto " **DAMMA ENERGIA 1** " presenta le seguenti caratteristiche: Impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaico totalmente integrato su falda esposta a sud di una struttura ad uso agricolo da realizzarsi nel comune di **SIRACUSA** su terreno censito al catasto al foglio **104** particella **35**.

DATI RELATIVI ALLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE	
Località:	SIRACUSA
Latitudine:	37°02'24"
Longitudine:	15°11'24"
Altitudine:	52 m
Fonte dati climatici:	ENEA
Albedo:	13 %

3. DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1.

Per gli impianti verranno rispettate le seguenti condizioni *(da effettuare per ciascun "generatore fotovoltaico", inteso come insieme di moduli fotovoltaici con stessa inclinazione e stesso orientamento)*:

$$\mathbf{P_{cc} > 0{,}85 * P_{nom} * I / I_{STC}}$$

dove:

$\mathbf{P_{cc}}$ è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del $\pm$2%;

$\mathbf{P_{nom}}$ è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;

I è l'irraggiamento espresso in W/m^2 misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm$3;

$\mathbf{I_{STC}}$ pari a 1000 W/m^2 è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

Tale condizione sarà verificata per I >. 600 W/m^2.

$$\mathbf{P_{ca} > 0.9 * P_{cc}}$$

dove:

$\mathbf{P_{ca}}$ è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di

conversione con precisione migliore del $\pm$2%;

Tale condizione sarà verificata per P_{ca} > 90% della potenza di targa del gruppo di conversione.

Non sarà ammesso il parallelo di stringhe non perfettamente identiche tra loro per esposizione, e/o marca, e/o modello, e/o numero dei moduli impiegati. Ciascun modulo, infine, sarà dotato di diodo di by-pass.

Sarà, inoltre, sempre rilevabile l'energia prodotta (cumulata) e le relative ore di funzionamento.

4. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico è costituito da **N.1 GENERATORE FOTOVOLTAICO** composto da **N.4.080 MODULI FOTOVOLTAICI** e da **N.3 INVERTER** con classificazione architettonica Parzialmente integrato.

La potenza nominale complessiva è di **999,6 kWp** per una produzione annua di **1.406.342,2 kWh** distribuiti su una superficie-pannelli di **6 528 m²**.

Modalità di connessione alla rete Trifase in Media Tensione con tensione di fornitura **20.000 V**.

L'impianto, annualmente, riduce le seguenti emissioni inquinanti in atmosfera:

Equivalenti di produzione termoelettrica	
Anidride solforosa (SO2)	3 606,32 Kg
Ossidi di azoto (Nox)	1 202,11 Kg
Polveri	139,86 Kg
Anidride carbonica (CO2)	864,59 t

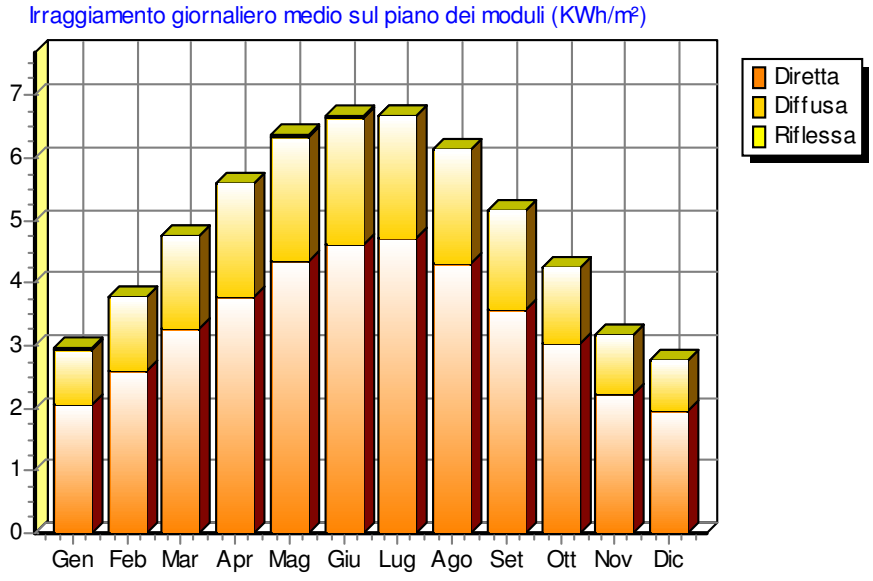
Equivalenti di produzione geotermica	
Idrogeno solforato (H2S) (fluido geotermico)	77,17 Kg
Anidride carbonica (CO2)	9,19 t
Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP)	323,46 TEP

5. IRRAGGIAMENTO

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata in base alla Norma ENEA, prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Siracusa.

TABELLA DI IRRAGGIAMENTO SOLARE SUL PIANO ORIZZONTALE

Mese	Totale giornaliero [MJ/m^2]	Totale mensile [MJ/m^2]
Gennaio	8,5	263,5
Febbraio	11,6	324,8
Marzo	15,6	483,6
Aprile	19,4	582
Maggio	22,9	709,9
Giugno	24,4	732
Luglio	24,3	753,3
Agosto	21,6	669,6
Settembre	17,3	519
Ottobre	13,3	412,3
Novembre	9,3	279
Dicembre	7,8	241,8



VPM SOLAR 245

Il (pannello) VPM SOLAR 245 sarà esposto con un orientamento di **-10,00° (azimut)** rispetto al SUD e avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di **20,00° (tilt)**.

Il generatore è composto da **N.4.080** moduli del tipo Silicio policristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del **0,05% annuo**.

La produzione di energia del generatore VPM SOLAR 245 non è condizionata da fattori di ombreggiamento, quindi, la riduzione dell'irraggiamento solare è pari a **0,00 %**.

DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO

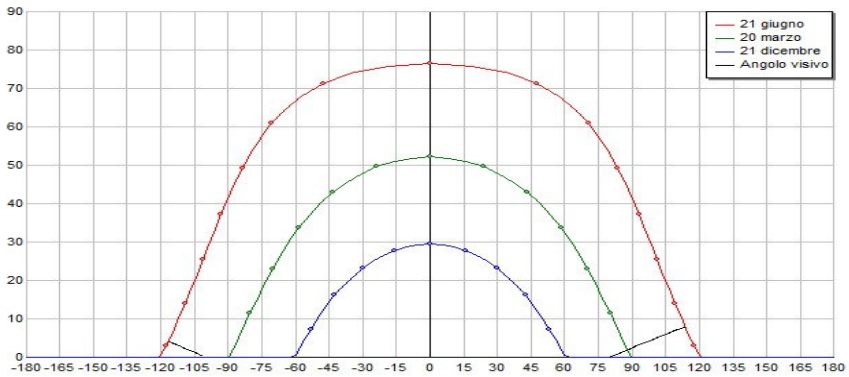


TABELLA DI IRRAGGIAMENTO SOLARE

Mese	Radiazione Diretta [kWh/m^2]	Radiazione Diffusa [kWh/m^2]	Radiazione Riflessa [kWh/m^2]	Totale giornaliero [kWh/m^2]	Totale mensile [kWh/m^2]
Gennaio	2,04	0,908	0,005	2,952	91,512
Febbraio	2,605	1,167	0,006	3,778	105,795
Marzo	3,272	1,486	0,008	4,766	147,739
Aprile	3,766	1,818	0,01	5,594	167,822
Maggio	4,357	1,988	0,012	6,357	197,062
Giugno	4,603	2,042	0,013	6,658	199,747
Luglio	4,708	1,96	0,013	6,681	207,098
Agosto	4,298	1,823	0,012	6,133	190,108
Settembre	3,573	1,584	0,009	5,166	154,97
Ottobre	3,02	1,232	0,007	4,259	132,044
Novembre	2,208	0,965	0,005	3,179	95,359
Dicembre	1,94	0,831	0,004	2,775	86,022

TOTALE ANNUO **1.775,28**

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Tipo di integrazione:	Parzialmente integrato
Tipo di installazione:	Inclinazione fissa
Orientamento (azimut):	-10°
Inclinazione (tilt):	14°
Numero di moduli:	4.080
Numero inverter:	3
Potenza nominale:	999600 W
Grado di efficienza:	100,5 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	VIPIEMME SOLAR SRL
Sigla:	VPS01-245
Tecnologia costruttiva:	Silicio policristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	245 W
Rendimento:	14,9 %
Tensione nominale:	31,4 V
Tensione a vuoto:	37,6 V
Corrente nominale:	7,8 A
Corrente di corto circuito:	8,3 A
Dimensioni	
Dimensioni:	995 mm x 1645 mm
Peso:	21 kg

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

6. STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato aderenti al piano di copertura, avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

7. GRUPPO DI CONVERSIONE

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

Il convertitore c.c./c.a. 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 quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- Conformità marchio CE.
- Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- Efficienza massima ≥ 90 % al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 3 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore	ELETTRONICA SANTERNO
Sigla	SUNWAY TG 385 800V MT SUNWAY TG 800 MT
Inseguitori	1
Ingressi per inseguitore	1
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale	299,3 kW
Potenza massima	331,62 kW
Potenza massima per inseguitore	331,62 kW
Tensione nominale	760 V
Tensione massima	880 V
Tensione minima per inseguitore	415 V
Tensione massima per inseguitore	760 V
Tensione nominale di uscita	270 V
Corrente nominale	658 A
Corrente massima	658 A
Corrente massima per inseguitore	658 A
Rendimento	0,98
Inseguitori	
Moduli in serie	20
Stringhe in parallelo	68
Tensione di MPP (STC)	628 V
Numero di moduli	1360
Superficie complessiva dei moduli	6528 m²

8. DIMENSIONAMENTO

POTENZA NOMINALE del generatore:

P = PMODULO * N°MODULI = 245 W * 4080 = 999.600 W

ENERGIA TOTALE PRODOTTA dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura):

E = P * IRR / 1000 * (1-DISP) = 1.406.342,2 KWH

dove
IRR = Irraggiamento medio annuo: **1.775,3 kWh/m²a**
DISP = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento	**0,00 %**
Perdite per aumento di temperatura	**8,75 %**
Perdite di mismatching	**5,00 %**
Perdite in corrente continua	**1,50 %**
Altre perdite (sporcizia, tolleranze…)	**5,00 %**
Perdite per conversione	**2,30 %**
PERDITE TOTALI	**20,75 %**

9. QUADRI ELETTRICI

I collegamenti elettrici in campo prevedono un'organizzazione del tipo serie/parallelo secondo lo schema di seguito riportato.

Il **CAMPO FOTOVOLTAICO** è suddiviso in _____n. **3 sottocampi**,
ciascuno costituito da _____n. **1.360 pannelli**,
i quali sono organizzati in stringhe da _____n. **20 pannelli**.
Le **STRINGHE** sono collegate in parallelo in _____n. **2 gruppi**
da _____n. **24 stringhe**
e _____n. **1 gruppo**
da _____n. **20 stringhe**.
Ciascun **GRUPPO** è connesso ad **un apposito quadro di parallelo**, ognuno dei quali fa capo al **primo inverter da 385 kW**.

- **Quadro di campo lato corrente continua**

Ciascun quadro di parallelo stringhe sarà idoneo per operare alla tensione ed alla corrente relative alle stringhe ed all'inverter collegato.

Esso sarà progettato in accordo alle seguenti norme:

- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (Quadri BT);
- CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1): Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);
- CEI EN 60439-2 (CEI 17-13/2): Prescrizioni particolari per i condotti sbarre;
- CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3): Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso- Quadri di distribuzione (ASD).

Ciascuna stringa sarà singolarmente sezionabile, al fine di potere effettuare le verifiche di funzionamento e le manutenzioni senza dover porre fuori servizio l'intero generatore fotovoltaico.

Il sezionamento di ciascuna stringa sarà effettuato tramite apparecchi di interruzione idonei senza organi di comando a distanza. Per tali dispositivi, essendo essi in c.c., si farà riferimento alle norme CEI EN 50123 (serie).

L'apertura del sezionamento di una stringa non escluderà il mantenimento della tensione lato c.c.

Ciascun quadro di parallelo stringhe sarà dotato di interruttore onnipolare atto a consentire l'alimentazione e la disalimentazione del quadro. Esso sarà dotato di sganciatore automatico con taratura coordinata con gli interruttori di stringa.

Ciascuna stringa sarà provvista di un diodo di blocco facente funzione di dispositivo di protezione per sovracorrente, al fine di evitare che, in seguito ad ombreggiamento o guasti, una stringa divenga passiva, assorbendo e dissipando con danno la potenza elettrica generata dalle altre stringhe connesse in parallelo.

Ciascuno dei 10 quadri di parallelo stringhe sarà dotato di dispositivo di protezione contro le sovratensioni di origine atmosferica, installato sulle sbarre di parallelo. Tali dispositivi saranno adatti ai circuiti in c.c. e saranno protetti da fusibile con segnalatore di intervento, al fine di evitare che il loro innesco possa determinare incendi.

Ciascuno dei 10 quadri di parallelo stringhe avrà grado di protezione IP65.

La connessione fra i moduli avverrà con cavi (in classe di isolamento II) terminati all'interno delle cassette di terminazione dei moduli (grado di protezione IP65).

I connettori dovranno essere realizzati con materiali resistenti a raggi UV ed in modo tale da garantire, come gli altri componenti dell'impianto, una vita utile di almeno 25 anni.

I cavi di energia saranno dimensionati in maniera tale da contenere la caduta di tensione entro il valore massimo del 2% e le perdite entro il massimo dell'1%.
La corrente massima (portata) ammissibile, per periodi prolungati, di qualsiasi conduttore sarà calcolata in modo tale che la massima temperatura di funzionamento non superi il valore appropriato,per ciascun tipo di isolante, indicato nella Tab. 52D della Norma CEI 64-8/5.
La discesa dei cavi sarà protetta meccanicamente mediante installazione in tubi.
Le vie cavi saranno interrate e costituite da tubi corrugati, interrotti da appositi pozzetti, allo scopo di consentire la sfilabilità dei cavi.

- **Quadro di parallelo lato corrente alternata**

Le n. 3 uscite trifasi degli inverter saranno collegate in parallelo al quadro generale c.a. BT dell'impianto, installato nella cabina elettrica prefabbricata principale.
Il quadro generale in alternata è parte del sistema di interfacciamento alla rete del Distributore, che sarà realizzato in accordo alla CEI 11-20, "Impianti di produzioni di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria".
Poiché l'impianto sarà collegato alla rete MT del Distributore, il QPCA sarà costituito delle seguenti parti (in accordo alla Norma CEI 11-20 per impianti fotovoltaici operanti in parallelo alla rete MT del Distributore), da valle a monte:

- Dispositivi del generatore fotovoltaico: sono gli interruttori del quadro che collegano il QPCA alle uscite degli inverter. Sono interruttori automatici con telelettura magnetotermici che intervengono per guasto interno al sistema fotovoltaico. L'interruttore interviene su tutte le fasi interessate e sul neutro.
- Contatore dell'energia prodotta dal campo fotovoltaico: esso sarà installato a monte dei dispositivi del generatore fotovoltaico di cui al precedente punto. Tale contatore sarà destinato alla misura dell'energia elettrica prodotta (DL 504/1995, art. 52), conforme alle prescrizioni dell'Ufficio Tecnico di Finanza (UTF), sigillabile, dotato di certificato di taratura e con visualizzazione a vista, assoggettato ad I.E.C. (Imposta Erariale di Consumo), nonché ad addizionale locale (DL 511/88) ed erariale (DL 332/89). Il sistema di misura dell'energia elettrica prodotta sarà in grado di rilevare e registrare, per ciascun quarto d'ora, l'energia elettrica immessa in rete nel punto di consegna. Il sistema di misura sarà conforme alle disposizioni dell'Autorità dell'energia elettrica e il gas e alle norme CEI. Il sistema di misura sarà idoneo a consentire la telelettura dell'energia elettrica prodotta da parte del Distributore. Esso sarà, inoltre, posizionato in un posto facilmente accessibile per la sua lettura.

- Dispositivo e protezioni di interfaccia: il dispositivo di interfaccia determina la sconnessione dell'impianto di generazione in caso di guasto sulla rete del DISTRIBUTORE. Il dispositivo di interfaccia dovrà rispondere a quanto previsto dalla Norma CEI 11-20 ed alle prescrizioni della società distributrice di energia elettrica. Le protezioni di interfaccia dovranno rispondere a quanto previsto dalla Norma CEI 11-20 ed alle prescrizioni della società distributrice di energia elettrica. Le principali caratteristiche sono:

Protezione	Esecuzione	Valore di taratura	Tempo di intervento
Massima tensione	Unipolare o tripolare	1 ÷ 1,3 Vn	0,05 ÷ 1 s
Minima tensione	Unipolare o tripolare	0,5 ÷ 1 Vn	0,05 ÷ 1 s
Massima frequenza	Unipolare	50,2 ÷ 53 Hz	0,05 ÷ 1 s
Minima frequenza	Unipolare	47 ÷ 49,8 Hz	0,05 ÷ 1 s
Massima tensione omopolare	Unipolare	0,02 ÷ 0,4 Vn	0,05 ÷ 60 s

Il QPCA sarà dotato da una apposita sezione, dotata di interruttore automatico magneto-termico, per l'alimentazione delle utenze BT (condizionatori, illuminazione, circuiti prese, circuiti ausiliari quadri elettrici, ecc…).

Il QPCA sarà dotato di dispositivo di protezione contro le sovratensioni, installato sulle sbarre. Tali dispositivo sarà protetto da fusibile con segnalatore di intervento.

L'uscita del quadro QPCA sarà connessa tramite l'interruttore BT di alimentazione del QPCA al primario del trasformatore MT/BT.

Il trasformatore sarà trifase con gli avvolgimenti inglobati sotto vuoto in resina epossidica e con raffreddamento in aria naturale.

Il trasformatore deve essere progettato e costruito per rispondere alle Norme CEI Italiane ed IEC internazionali in vigore alla data della sua costruzione di seguito elencate:

Norme CEI (italiane)
CEI EN 60726
CEI EN 60076-1
CEI EN 60076-2
CEI EN 60076-3
CEI EN 60076-4
CEI EN 60076-5
CEI EN 60076-10
CEI 14-7

CEI 14-8

CEI 14-12

Norme IEC (internazionali)

IEC 60726

IEC 60076-1

IEC 60076-2

IEC 60076-3

IEC 60076-4

IEC 60076-5

IEC 60076-10

- **Quadro Media Tensione**

L'uscita MT del trasformatore MT/BT sarà connessa al quadro MT che realizza il collegamento tra l'impianto fotovoltaico e la rete MT del Distributore.

Esso è costituito dai seguenti elementi:

- Dispositivo generale: è il dispositivo (interruttore) installato all'origine della rete di **AGROBIOSERVICE ITALIA SRL** e cioè immediatamente a valle del punto di consegna dell'energia elettrica alla rete ENEL. Il dispositivo, in condizioni di "aperto", esclude l'intera rete di **AGROBIOSERVICE ITALIA SRL** dalla rete pubblica. Il dispositivo generale sarà costituito da un interruttore con sganciatore di apertura e sezionatore da installare sul lato rete ENEL dell'interruttore. Il DG è costituito, a partire dal lato dell'alimentazione, da un sezionatore tripolare ed un interruttore fisso asservito alla protezione generale. L'interruttore deve essere tripolare simultaneo ed avere potere d'interruzione adeguato alla corrente di cortocircuito della linea d'alimentazione ENEL, con un minimo di 12,5 kA. Deve, inoltre, disporre di bobina di apertura a mancanza di tensione.
- Protezione generale: questa protezione ha il compito di aprire l'interruttore associato in modo tempestivo e selettivo rispetto al dispositivo della rete pubblica, onde evitare che i guasti sull'impianto **AGROBIOSERVICE ITALIA SRL** provochino la disalimentazione di tutta l'utenza sottesa alla stessa linea MT. A tal fine sarà installata una protezione generale di massima corrente e una protezione contro i guasti a terra. In particolare: La PG sarà costituita almeno da una protezione 51 (massima corrente ritardabile a due soglie) e da una protezione 51 N (massima corrente omopolare). Una delle due soglie 51 sarà utilizzata senza ritardo intenzionale. La protezione di massima corrente sarà realizzata mediante relé di tipo bipolare a due soglie di intervento (azionanti l'interruttore). Il relé deve essere dichiarato conforme alla DK 5600 da un

organismo certificato EN 45011 o EN ISO/CEI 17020. Tutte le suddette protezioni devono essere alimentate da trasformatori di corrente e tensione conformi a quanto riportato nel par. 6.3. della DK 5600. La taratura della protezione generale dipende dalle caratteristiche dell'impianto fotovoltaico e della rete ENEL di alimentazione. I valori di taratura della protezione generale verranno comunicati da ENEL.

- Trasformatori di corrente e di tensione (protezione): i trasformatori di corrente e tensione (TA e TV, se presente) saranno in accordo a quanto prescritto nella norma ENEL DK5600. Essi sono dedicati all'alimentazione della protezione PG la cui funzione principale è quella di proteggere, il più possibile in modo selettivo, la rete del Distributore in caso di guasto all'interno della rete dell'impianto fotovoltaico e non le apparecchiature elettriche dell'impianto stesso. I TA e TV utilizzati devono essere conformi alle norme CEI EN 60044-1 e CEI EN 60044-2 ed a quanto riportato ai paragrafi 6.3.1, 6.3.2 e 6.3.3 seguenti e negli allegati TA e TAT della norma ENEL DK 5600. In particolare saranno installati: 1) TA di fase che devono poter alimentare con errori accettabili la protezione PG nel campo di variabilità atteso per la corrente di guasto primaria. In particolare detti TA, per la protezione di massima corrente, devono consentite il corretto funzionamento delle protezioni stesse in caso di cortocircuito in rete a valle della PG e dei relativi riduttori di corrente, tenendo conto della massima asimmetria (o di tensione al momento del guasto); 2) I TA omopolari per la selezione dei guasti monofase a terra e doppi monofase devono essere utilizzati, normalmente, TA omopolari di tipo toroidale. Questi devono poter alimentare, con errori accettabili, la protezione PG nel campo di variabilità atteso per la corrente di guasto primaria; 3)TV (se presenti), devono avere almeno classe di precisione 6P, fattore di tensione 1.9 per 30 s e rapporto di trasformazione tale da fornire, in caso di guasto monofase a terra franco, 100 V ai terminali dei secondari collegati a triangolo aperto. Devono, inoltre, avere prestazione nominale 50 VA e tenere conto del fenomeno della ferrorisonanza (ad es. adottando una resistenza di smorzamento di opportuno valore sul triangolo aperto).

10. CAVI ELETTRICI E CABLAGGI

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

- Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- Tipo <CV11> 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.: siglato in maniera chiara con indicazione del POSITIVO con "**+**" e del NEGATIVO con "**–**".

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.

Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione

11. IMPIANTO DI MESSA A TERRA

La separazione metallica tra la parte in corrente continua dell'impianto fotovoltaico e la rete è realizzata tramite il trasformatore di ciascun inverter.

Cabina elettrica principale: I locali di **AGROBIOSERVICE ITALIA SRL** devono essere dotati di un unico ed idoneo impianto di terra rispondente alle norme vigenti (in particolare alla Norma CEI 11-1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata" ed alla Guida CEI 11-37 "Guida per l'esecuzione degli impianti di terra di stabilimenti industriali per sistemi di I, II e III categoria").

Nel locale di consegna dovrà essere previsto un apposito bullone a morsetto per il collegamento delle masse delle apparecchiature ENEL all'impianto di terra.

AGROBIOSERVICE ITALIA SRL rimarrà proprietaria e responsabile dell'intero impianto di terra anche ai fini dell'esercizio e della conseguente manutenzione. L'impianto di terra deve essere dimensionato sulla base della corrente di guasto a terra sulla rete MT di alimentazione e del tempo di eliminazione del guasto a terra da parte delle protezioni ENEL.

L'impianto di terra di cui sono dotati i locali **AGROBIOSERVICE ITALIA SRL** sarà costituito almeno da un anello equipotenziale con 4 picchetti ai vertici e, con riferimento alla norma CEI 11.1, dovrà essere:

- realizzato secondo le regole della buona tecnica;
- di caratteristiche tali che ne garantiscano la resistenza meccanica e alla corrosione;
- rispondente ai requisiti termici.

Prima della messa in servizio dell'impianto, **AGROBIOSERVICE ITALIA SRL** farà effettuare la verifica dell'impianto di terra e consegnerà ad ENEL la relativa certificazione (dichiarazione di conformità dell'impianto di terra ai sensi dell'articolo 2 del DPR 22 ottobre 2001 n.462, costituita da un attestato dell'installatore ai sensi della legge 46/90 e s.m. relativamente all'impianto di terra), corredata della descrizione delle caratteristiche e della configurazione dell'impianto di terra stesso.

AGROBIOSERVICE ITALIA SR richiederà ad ENEL l'aggiornamento della corrente di guasto a terra e del tempo d'intervento delle protezioni ENEL al fine di far eseguire le verifiche periodiche dell'impianto di terra.

Una volta effettuata la verifica, biennale o quinquennale, **AGROBIOSERVICE ITALIA SRL** invierà ad ENEL copia del verbale rilasciato dall'autorità ispettiva, scelta a cura e spese della stessa **AGROBIOSERVICE ITALIA SRL**, ai sensi del DPR 22/10/2001 n. 462.

Qualora debbano essere effettuate le misure delle tensioni di contatto e di passo, **AGROBIOSERVICE ITALIA SRL** dovrà preavvisare l'ENEL che si renderà disponibile per le azioni di propria competenza.

Il dimensionamento dell'impianto di terra sarà effettuato in base alla corrente massima di guasto a terra, tenendo conto anche del contributo del campo fotovoltaico.
Le masse simultaneamente accessibili saranno collegate ad un unico dispersore.

- **Protezione contro i contatti diretti.**

La protezione dai contatti diretti sarà realizzata utilizzando componenti con livello e classe d'isolamento adeguati alle tensioni presenti nell'impianto fotovoltaico, secondo quanto previsto dalla Norma CEI 64-8. Anche l'installazione dei componenti e relativi cablaggi saranno effettuati in accordo a tale norma.

- **Protezione contro i contatti indiretti.**

Le masse di tutte le apparecchiature saranno collegate a terra mediante il conduttore di protezione. Sul lato c.a., in bassa tensione, il sistema deve essere protetto mediante un dispositivo di protezione differenziale di valore adeguato ad evitare l'insorgenza di potenziali pericolosi sulle masse, in accordo alla Norma CEI 64-8.
Le cornici metalliche dei moduli fotovoltaici accessibili saranno collegate all'impianto di terra e saranno resi equipotenziali con la struttura di supporto, anch'essa collegata alla rete di terra dell'impianto.

- **Protezione dalle sovratensioni.**

Durante le normali attività di funzionamento non sono previste presenze di persone all'interno del campo, se non in caso di operazioni di manutenzione e di controlli di routine, che saranno eseguiti solo da personale specializzato ed addestrato (PES). Considerato il fatto che l'impianto è controllato da remoto e che la manutenzione prevista è blanda, dette visite saranno di durata limitata e di frequenza non elevata, considerata la natura tecnologica dell'impianto. Per evitare la presenza di persone estranee e non addestrate saranno disposti dei cartelli avvisatori e l'intero lotto sarà circondato da una recinzione alta 2.5 m per evitare l'ingresso indesiderato di persone e di animali di notevoli dimensioni.

Premesso ciò è stata effettuata una valutazione del rischio secondo le norme CEI 81-10 e la struttura è risultata autoprotetta in quanto il rischio totale è risultato inferiore al rischio accettabile.

Si è tenuto conto del fatto, inoltre, che la parte dell'impianto in corrente continua è metallicamente separata, tramite l'inverter, dalla parte in corrente alternata: ciò mitiga l'effetto di propagazione delle sovratensioni prodotte dalle eventuali fulminazioni alle apparecchiature elettroniche a valle della separazione galvanica stessa. I moduli fotovoltaici, infatti, sono in alto grado insensibili alle sovratensioni atmosferiche. Per ridurre i danni dovuti alle eventuali sovratensioni i quadri di parallelo stringhe sono comunque muniti di opportuni soppressori di sovratensione su entrambi i cavi d'uscita.

Fulminazione indiretta.

La fulminazione indiretta crea sovratensioni nei circuiti elettrici principalmente per effetto induttivo.

Come già sopra descritto, saranno effettuati dei cablaggi idonei a ridurre i sopra citati effetti induttivi e saranno installati, ai terminali dei circuiti sensibili (in particolare gli inverter) degli SPD (Surge Protection Devices) con soglie di intervento adatte alla tensione di lavoro dei circuiti.

Tali SPD devono limitare, oltre alla sovratensione differenziale,anche la sovratensione di modo comune.

Nell'uso degli SPD si deve tenere conto della possibilità che la sovratensione superi il valore massimo dell'energia dissipabile dal dispositivo stesso, pertanto saranno usati SPD con fusibile. Gli SPD dovranno essere dotati di indicatori del loro stato, onde evitare che eventuali indisponibilità dell'SPD rimangano non opportunamente segnalate. Saranno installati SPD nei quadri a monte ed a valle degli inverter. Tali SPD saranno di classe II (cioè in grado di drenare la corrente derivante dalle sovratensioni indotte), dotati di fusibile incorporato ed indicazione visiva dello stato. Gli SPD saranno montati in contenitori facilmente ispezionabili

12. SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.

E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

13. VERIFICHE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;
- isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che assicurino l'osservanza delle due seguenti condizioni:

a) $\mathbf{P_{cc} > 0{,}85 * P_{nom} * I / I_{STC}}$;

in cui:

- P_{cc} è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del ± 2%;
- P_{nom} è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;
- I è l'irraggiamento [W/m²] misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del ± 3%;
- I_{STC}, pari a 1000 W/m², è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

Tale condizione deve essere verificata per I > 600 W/m².

b) $\mathbf{P_{ca} > 0{,}9 * P_{cc}}$.

In cui:

- P_{ca} è la potenza attiva in corrente alternata, misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente generata dai moduli fotovoltaici, continua in

corrente alternata, con precisione migliore del 2%.

La misura della potenza P_{cc} e della potenza P_{ca} deve essere effettuata in condizioni di irraggiamento (I) sul piano dei moduli superiore a 600 W/m².

Qualora nel corso di detta misura venga rilevata una temperatura di lavoro dei moduli, misurata sulla faccia posteriore dei medesimi, superiore a 40 °C, è ammessa la correzione in temperatura della potenza stessa. In questo caso la condizione a) precedente diventa:

$$\text{a) } \mathbf{P_{cc} > (1 - P_{tpv} - 0{,}08) * P_{nom} * I / I_{STC}}$$

Ove P_{tpv} indica le perdite termiche del generatore fotovoltaico (desunte dai fogli di dati dei moduli), mentre tutte le altre perdite del generatore stesso (ottiche, resistive, caduta sui diodi, difetti di accoppiamento) sono tipicamente assunte pari all'8%.

Nota:

Le perdite termiche del generatore fotovoltaico P_{tpv}, nota la temperatura delle celle fotovoltaiche T_{cel}, possono essere determinate da:

$$\text{a) } P_{tpv} = (T_{ce}l - 25) * \gamma / 100$$

oppure, nota la temperatura ambiente T_{amb} da:

$$\text{b) } P_{tpv} = [T_{amb} - 25 + (NOCT - 20) * I / 800] * \gamma / 100$$

in cui:

- γ: Coefficiente di temperatura di potenza (parametro, fornito dal costruttore, per moduli in silicio cristallino è tipicamente pari a 0,4÷0,5 %/°C).
- NOCT: Temperatura nominale di lavoro della cella (parametro, fornito dal costruttore, è tipicamente pari a 40÷50°C, ma può arrivare a 60 °C per moduli in vetrocamera).
- T_{amb}: Temperatura ambiente; nel caso di impianti in cui una faccia del modulo sia esposta all'esterno e l'altra faccia sia esposta all'interno di un edificio (come accade nei lucernai a tetto), la temperatura da considerare sarà la media tra le due temperature.
- T_{cel}:è la temperatura delle celle di un modulo fotovoltaico; può essere misurata mediante un sensore termoresistivo (PT100) attaccato sul retro del modulo.

Il Generatore soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima Vn a 70,00 °C (516,7 V) maggiore di Vmpp min. (415,0 V)

Tensione massima Vn a -10,00 °C (725,6 V) inferiore a Vmpp max. (760,0 V)

Tensione a vuoto Vo a -10,00 °C (870,5 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (880,0 V)

Limiti in corrente

Corrente di corto circuito (839,0 A) inferiore alla corrente massima inverter (1044,5 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (91,7%) compreso tra 80,0% e il 120,0%

14. RIFERIMENTI NORMATIVI

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

- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI EN 60904-1(CEI 82-1): Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- CEI EN 60904-3 (CEI 82-3): Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- CEI EN 61727 (CEI 82-9): Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
- CEI EN 61215 (CEI 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 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): 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 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) serie composta da:
  - CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1): Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);
  - CEI EN 60439-2 (CEI 17-13/2): Prescrizioni particolari per i condotti sbarre;
  - CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3): 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 EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non

lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata

- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini serie composta da:
  - CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1): Principi generali;
  - CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2): Valutazione del rischio;
  - CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3): Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone;
  - CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4): Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture;
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- CEI 0-3: Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati per la legge n. 46/1990;
- UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- CEI 13-4: Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
- EN 50470-1 ed EN 50470-3 in corso di recepimento nazionale presso CEI;
- CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);
- CEI 64-8, parte 7, sezione 712: Sistemi fotovoltaici solari (PV) di alimentazione

15 CONCLUSIONI

Dovranno essere emessi e rilasciati dalla ditta installatrice i seguenti documenti:

- manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- progetto esecutivo in versione "come costruito", corredato di schede tecniche dei materiali installati;
- dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- dichiarazione di conformità ai sensi del DM 37/2008;
- certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità alla norma CEI EN 61215, per moduli al silicio cristallino, e alla CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità del convertitore c.c./c.a. alle norme vigenti e, in particolare, alle CEI 11-20 qualora venga impiegato il dispositivo di interfaccia interno al convertitore stesso;
- certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate;
- garanzia sull'intero impianto e sulle relative prestazioni di funzionamento.

La ditta installatrice, oltre ad eseguire scrupolosamente quanto indicato nel presente progetto, dovrà eseguire tutti i lavori nel rispetto della REGOLA DELL'ARTE.

DATA	I TECNICI
11/08/2010	*Ing. Corrado Scuderi*

p, p.v.

Progettazione

Studio Tecnico
Di Franco Gambuzza

Project Team

EA-ECO GROUP

Committente

AgrobioService Italia s.r.l.
SERVIZI IN AGRICOLTURA