

Manuale schemi impianti fotovoltaici

secondo guida CEI 82-25 Ed.2



CONERGY



Poste Italiane Spa - S.p.A. - D.L. 368/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n. 46) art. 1, comma 1 - DBC Milano - BE-MA editrice via Tedotto, 47 - 20128 Milano - Supplemento a Progetto Energia 56 (maggio 2009)

a cura di **CONERGY ACADEMY**

prefazione Prof. Giuliano Dall'O'

supervisione tecnica Ing. Massimo Monopoli

BE-MA EDITRICE

Manuale schemi di impianti fotovoltaici: supplemento a
Progetto Energia n. 56 (maggio 2009)



Publisher/Direttore responsabile

Gisella Bertini Malgarini

Periodico diretto da

Giuliano Dall'O'

Coordinamento redazionale

Annalisa Galante

Segreteria di redazione

progettoenergia@bema.it

Stampa e confezione

SATE - Zingonia (BG)

Organo ufficiale SACERT

Bimestrale: 6 numeri all'anno Costo produzione copia € 2,90

Labbonamento decorre dal primo numero raggiungibile (c/c postale

n.11109204 o assegno bancario intestato a BE-MA editrice) Italia €

36,00 - Europa € 60,00 - Numeri arretrati € 6,00 cad. Per acquisti

cumulativi contattare l'Ufficio Abbonamenti

abbonamentiedilizia@bema.it

Testata volontariamente sottoposta a certificazione di tiratura
e diffusione in conformità al Regolamento C.S.S.T. Per il periodo
01.01.2008 - 31.12.2008 Tiratura media n. 5.025 copie Diffusione
media n. 4.949 copie

CSST CERTIFICAZIONE
STAMPA SPECIALIZZATA
E TECNICA

IFABC
A member of IFABC
International Federation of Audit Bureaus of Circulation

Certificato CSST

n. 2008-11724

del 26/02/2009

Tutti i diritti sono riservati. È vietata la riproduzione anche
parziale senza l'autorizzazione dell'Editore.

©BE-MA Editrice - Milano

Via Teocrito, 47 - 20128 Milano

Tel. 02/252071 - Fax 02/27000692

www.bema.it (periodici-internet-opere editoriali)

Coordinamento progetto

Mirko De Boni e Valentina De Carlo

Hanno collaborato

Francesco Fiore, Roberto Mari, Andrea Mercuri,

Andrea Saggiaro, Andrea Schiavo

Progetto grafico e impaginazione

 Sintesi Comunicazione - Padova

Indice

Indice	3
Prefazione	4
Introduzione	6
Schemi di impianto Focus tecnici	8
Impianto da 3kWp ad unica stringa per abitazione privata Tecnologie dei moduli	8
Impianto da 5kWp a 2 stringhe con analisi ombreggiamenti Ombreggiamento e diodi di by-pass	10
Impianto trifase da 15kWp con ripartizione del carico sulle fasi Mismatch e flash-report	12
Impianto da 20kWp a più inverter di stringa Componenti elettromeccanici	14
Impianto da 30kWp con inverter trifase - analisi aspetti UTF Protezione contro le scariche atmosferiche	16
Impianto da 100 kWp con moduli a film sottile e 1 inverter trifase Protezione contro i contatti indiretti	18
Impianto da 130kWp, analisi corretto dimensionamento inverter Cavi solari	20
Impianto da 200kWp con sistema di monitoraggio completo Dimensionamento inverter-moduli	22
Impianto da 1MWp con moduli a film sottile Sistemi di fissaggio	24
Normativa	26
Glossario	28
Profilo Conergy e strumenti di utilità per il progettista	30

Prefazione

a cura di Giuliano Dall'O'

La sfida energetica che dobbiamo affrontare in questi anni è talmente impegnativa da non poter essere risolta con la sola tecnologia fotovoltaica.

Tuttavia, quest'ultima rappresenta un tassello irrinunciabile, a condizione che sia utilizzata al meglio, secondo criteri progettuali e realizzativi di alto livello. Questo manuale è stato sviluppato per accelerare la diffusione delle conoscenze sulla tecnologia fotovoltaica proprio al fine di rendere i tecnici in grado di progettare e realizzare impianti con un grado di sicurezza ed efficienza sempre maggiori.

Trasformare direttamente l'energia irraggiata dal sole in energia elettrica. Un sogno, quasi una magia che le tecnologie fotovoltaiche sono riuscite a trasformare in realtà. Una realtà fatta non più di sperimentazioni in laboratorio ma da un numero sempre maggiore di realizzazioni che a volte modificano il paesaggio urbano. Una vera e propria rivoluzione che fino a non molti anni fa sembrava addirittura impossibile ma che è in atto, sotto gli occhi di tutti. Questo è il fotovoltaico, una tecnologia semplice, affidabile, pulita, alla quale sarà sempre più difficile rinunciare se l'obiettivo nostro dei prossimi anni sarà quello di ridurre sempre di più la dipendenza energetica dalle fonti cosiddette convenzionali.

La crescita del mercato del fotovoltaico in Italia in questi ultimi tre anni ha dell'incredibile. Solo tre anni fa, nel 2005, si parlava di 8 MWp in un anno. La potenza installata, con l'aiuto del conto energia, è salita a 20 MWp nel 2006 per poi passare a 79 MWp nel 2007. Secondo i dati del GSE pubblicati a marzo, nel 2008 l'installato fotovoltaico annuo ha raggiunto i 330 MWp, quadruplicando il risultato dell'anno precedente. Nel 2009 le previsioni parlano di 430 MW. Un trend in continua crescita, quindi, ed un segnale forte per chi ha la responsabilità politica di sostenere una programmazione energetica che dia sempre più spazio alle rinnovabili oltre che, naturalmente, all'efficienza energetica.

Un elemento che ha giocato sicuramente su questo successo è il supporto economico offerto dal conto energia al punto che il fotovoltaico viene da molti considerato un vero e proprio investimento.

Le motivazioni del successo però sono anche altre e di carattere più prettamente tecnico: al di là dei costi, che con i meccanismi incentivanti diventano più che sopportabili, gli impianti fotovoltaici sono semplici, affidabili, praticamente privi di manutenzione e soprattutto flessibili.

Un ulteriore elemento che ha contribuito alla diffusione del fotovoltaico su larga scala è lo scambio con la rete, una soluzione geniale che consente di eliminare il grosso problema delle tecnologie che sfruttano le fonti energetiche rinnovabili: quello di dovere accumulare l'energia quando è in eccesso per poterla poi restituire quando serve. La rete elettrica nazionale diventa un accumulo energetico di capacità praticamente infinita: l'energia elettrica prodotta con il sole non viene mai sprecata a prescindere dall'uso che si fa localmente.

La diffusione del fotovoltaico ha creato competizione e questo ha contribuito a diminuire i costi migliorando qualità e prestazioni dei componenti. Gli impianti realizzati hanno contribuito ad accrescere le competenze sia sul piano progettuale che su quello realizzativo e a creare quindi



un'importante nicchia all'interno del mercato dell'efficienza energetica e delle fonti rinnovabili.

Quando una tecnologia si afferma, è il caso del fotovoltaico, i problemi tuttavia non mancano. Quello più sentito è il problema dell'impatto ambientale che viene percepito in particolare nelle installazioni di grande potenza o nelle installazioni in aree vincolate. Gli investitori giustamente si lamentano del fatto che gli iter autorizzativi sono complessi ma soprattutto poco chiari e trasparenti. Può sembrare un paradosso che nel nostro Paese, il Paese del sole, si sia costretti a rinunciare alla tecnologia che meglio di altre sfrutta questa importante risorsa.

Una definizione oggettiva delle regole e una pianificazione energetica del territorio che stabilisca una volta per tutte dove il fotovoltaico può essere installato e dove invece no nel rispetto dell'ambiente e dei valori storici e paesaggistici è più che mai opportuna.

Altri problemi, con l'affinarsi delle tecnologie e con le esperienze che si accumulano nel tempo trovano una naturale soluzione.

Integrazione architettonica e integrazione impiantistica del fotovoltaico sono oggetto di studi, di valutazioni e le soluzioni proposte, è il caso di dirlo sotto gli occhi di tutti, diventano sempre migliori e accettate.

Un ruolo importante gioca l'informazione, un'informazione che deve essere corretta e consapevole, un'informazione che deve mettere in grado i tecnici di progettare e realizzare impianti con un livello di sicurezza e di efficienza sempre maggiore. È questo in fondo lo scopo del manuale che mi onoro di presentare, un riferimento utile e necessario che contribuirà ad accelerare quel processo di diffusione di una tecnologia del futuro accessibile oggi.

Pensare di risolvere i problemi energetici con una sola tecnologia, quella fotovoltaica, è impossibile. La sfida energetica che dobbiamo affrontare è troppo grande e tutte le tecnologie, a partire da quelle che ci consentono di ridurre i consumi, dovranno essere messe in campo. La tecnologia fotovoltaica, tuttavia, per la sua peculiarità è un tassello importante e come

detto irrinunciabile. Il fatto che sia utilizzata al meglio, secondo criteri progettuali e realizzativi di alto livello, rappresenta una garanzia e apre la strada ad un futuro forse non troppo lontano in cui in molti settori, a cominciare da quello edilizio, si potrà raggiungere, proprio grazie al fotovoltaico, la completa indipendenza energetica.

Introduzione

a cura dell'Ing. Massimo Monopoli

Sebbene dal punto di vista tecnico la progettazione di un impianto fotovoltaico non comporti grandi complicazioni impiantistiche, vi sono alcuni piccoli accorgimenti che contribuiscono a massimizzare la produzione energetica dell'impianto e, di conseguenza, la sua redditività economica. Il presente manuale intende fornire proprio quelle indicazioni utili per progettare un impianto che abbia la massima resa economica e che sia totalmente sicuro e in linea con le normative vigenti.

A due anni dall'entrata in vigore del nuovo Conto Energia con la pubblicazione del DM 19-02-2007, si può senz'altro dire che il mercato fotovoltaico è finalmente avviato con elevati tassi di crescita almeno per i prossimi anni. Il rapido sviluppo del mercato non può che essere accompagnato dal continuo aggiornamento delle norme tecniche - in dicembre è stata pubblicata la seconda edizione della Guida CEI 82-25 - e delle disposizioni legislative. Tra queste, solo per citare le novità principali, sono entrate in vigore in gennaio 2009:

- I Testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per lo scambio sul posto (TISP) con la delibera AEEG 74/08, che ha ridefinito le modalità della remunerazione dell'energia scambiata con la rete. Una delle maggiori novità introdotte è il fatto che l'energia ceduta alla rete è valorizzata in funzione del luogo e dell'ora della cessione e rimborsata dal GSE a ricompensa dell'energia acquistata.
- I Testo Integrato delle Connessioni Attive con la delibera AEEG 99-08, che ha ridisegnato e uniformato le procedure burocratiche per richiedere la connessione alla rete. Questa delibera ha migliorato significativamente la gestione dei rapporti con il gestore di rete stabilendo regole precise in merito a: richiesta della connessione, gestione delle comunicazioni tra gestore di rete e richiedente, tempistica per l'esecuzione dei lavori sulla linea elettrica e l'effettiva connessione dell'impianto.
- I Delibera AEEG 1/09 che ha recepito l'innalzamento a 200 kW della soglia per l'accesso allo scambio sul posto.

Com'è ormai noto, gli impianti fotovoltaici costituiscono una forma d'investimento remunerativa: un impianto realizzato con componenti di qualità ed installato a regola d'arte si è rilevato negli ultimi anni uno degli investimenti più sicuri e redditizi, con l'aggiunta, non trascurabile, di contribuire al miglioramento dello stato di salute del nostro pianeta. Sebbene dal punto di vista tecnico non ci siano grandi complicazioni impiantistiche, per progettare un impianto fotovoltaico è bene conoscere gli aspetti critici a proposito di: sicurezza di installatori, manutentori ed utenti degli impianti; aspetti burocratici legati alla connessione alla rete elettrica ed alla richiesta delle tariffe incentivanti; non ultima, ottimizzazione dell'investimento in termini di posizionamento del generatore e minimizzazione delle perdite. La presente guida vuole essere un utile ausilio sia per un rapido indottrinamento sulla scelta ed il dimensionamento dei componenti l'impianto fotovoltaico sia per la fornitura di soluzioni ai problemi pratici più comuni. Resta indiscutibilmente fermo il fatto che l'occhio di un buon tecnico sul posto rimanga insostituibile per la buona riuscita di un impianto.

Nel manuale sono passati in rassegna gli schemi elettrici di diverse taglie di impianti fotovoltaici,



dalla soluzione da 3 kWp su tetto residenziale al parco fotovoltaico di grandi dimensioni, passando per impianti di media grandezza per applicazioni industriali/commerciali. Le diverse soluzioni proposte permettono di evidenziare le particolarità degli impianti fotovoltaici sintetizzate qui di seguito:

- anche in fase di realizzazione dell'impianto non vi è modo di eliminare la tensione prodotta dai moduli. A meno di eventuali precauzioni come la copertura dei moduli, i lavori sull'impianto saranno effettuati in presenza di tensione con le conseguenti implicazioni per la sicurezza;
- la corrente di cortocircuito prodotta da una singola stringa è di poco superiore alla sua corrente nominale. Ciò comporta che la protezione contro le sovracorrenti diventa necessaria solo nel caso in cui vengano collegate numerose stringhe in parallelo sul lato corrente continua. Infatti, l'eventuale sovracorrente può essere provocata solo dalle stringhe collegate in parallelo ad alimentarne una guasta;
- i dispositivi elettrici sul lato corrente continua devono garantire la corretta funzionalità per la tensione massima

possibile presente in corrispondenza della temperatura minima di progetto. Questo requisito risulta particolarmente gravoso per gli organi di interruzione della corrente;

- i moduli collegati in serie a formare una stringa sono percorsi dalla medesima corrente. Un'eventuale differenza di performance tra i moduli o un differente irraggiamento solare implica che tutta la stringa produca come il peggiore tra i moduli o come quello meno soleggiato. Questo fenomeno, noto come "mismatching di corrente", può essere evitato con un'accurata progettazione del generatore e, in particolare, disponendo tutti i moduli di una singola stringa uniformemente orientati, inclinati ed irraggiati e formando stringhe con moduli aventi le stesse prestazioni alla luce di appositi "report" messi a disposizione dai costruttori in cui è dichiarata l'effettiva potenza dei componenti misurata a fine linea di produzione;
- le stringhe collegate in parallelo sul lato corrente continua devono essere formate da un ugual numero di moduli identici. Eventuali differenze di tensione porterebbero due tipi di conseguenze negative: mismatching in tensione (su tutte le

stringhe si presenta la tensione più bassa tra quelle collegate in parallelo); contro-alimentazione, ossia la stringa con la tensione più bassa comincia ad assorbire corrente invece di generarne;

- gli scaricatori di sovratensione a protezione del generatore fotovoltaico devono essere adatti al funzionamento in corrente continua con tensioni elevate ed essere dotati di opportuna protezione che non provochi danni all'impianto in caso di "fine vita" dei varistori.

In conclusione, la progettazione degli impianti fotovoltaici, pur non presentando particolari difficoltà tecniche, deve rispettare determinati accorgimenti, tenendo bene in considerazione la presenza di tensioni elevate, e quindi pericolose, e l'alto valore commerciale dei componenti che rende molto costosi eventuali errori di progetto. Si impone perciò, a progettisti ed installatori, un continuo aggiornamento in termini di conoscenza della normativa, dei componenti e delle metodologie di installazione. L'utilizzo di componenti di qualità corredati da un'adeguata documentazione tecnica è da sempre un ottimo punto di partenza per la realizzazione di un impianto.

Tecnologie dei moduli

I moduli fotovoltaici sono costituiti da diversi materiali semi-conduttori, tra cui i principali sono:

Silicio monocristallino

- formato da un singolo cristallo di silicio
- alto rendimento (>15%)
- colore blu scuro uniforme
- tecnologia costruttiva complessa (costi più elevati rispetto al policristallino)

Silicio policristallino

- formato da più cristalli di silicio
- rendimenti tra l'11% ed il 14%
- colore blu spesso non uniforme
- tecnologia costruttiva più semplice rispetto al monocristallino (costi inferiori)

Telloruro di Cadmio

- efficienza 11% circa
- colore omogeneo della superficie
- miglior de-rating termico rispetto ai moduli cristallini (minor perdita di potenza ad alte temperature)
- minor costo/Wp (- 15% circa) rispetto ai moduli cristallini
- migliore rendimento con luce diffusa rispetto ai moduli cristallini

Silicio amorfo

- formato da atomi silicei in struttura disorganizzata
- consistente perdita di rendimento nei primi mesi di vita
- spessori dell'ordine del micron
- flessibile e adattabile a superfici curve
- migliore comportamento in caso di ombreggiamento localizzato

Impianto da 3kWp ad unica stringa per abitazione privata

Campo Fotovoltaico

Il campo fotovoltaico è composto da 14 moduli in silicio policristallino da 210Wp per una potenza totale di 2,94kWp. Ove possibile in relazione alle esigenze, si consiglia di prevedere una potenza di picco dell'impianto inferiore a 3kWp in modo da ottenere la maggiore tariffa incentivante. I moduli sono collegati in un'unica stringa in grado di generare una tensione V_{MPP} di 407V ed una corrente di 7,24A in condizioni standard. Per conoscere l'esatta tensione e corrente fornita dalla stringa si consultino i flash report, dove sono descritte con precisione le caratteristiche del singolo modulo. La corrente massima della stringa risulta pari alla I_{MPP} più bassa dei moduli collegati in serie (fenomeno del mismatch), mentre la tensione di lavoro è data dalla somma delle singole V_{MPP} . Oltre alla tensione V_{MPP} , di particolare importanza per il dimensionamento dell'impianto è la V_{OC} , la tensione a circuito aperto del campo fotovoltaico, data dalla somma delle singole V_{OC} dei moduli. I moduli hanno una tensione di isolamento massima che non deve mai essere superata dalla V_{OC} della stringa (che nel nostro esempio è pari a 1000V).

Si consideri che la tensione del generatore fotovoltaico varia in base alla temperatura. Ai sensi della guida CEI 82-25, dev'essere verificato il coordinamento tra le tensioni in uscita del campo fotovoltaico e le tensioni di funzionamento e massima

ammmissibile dell'inverter. La tensione alla massima potenza V_M del campo, in corrispondenza della temperatura minima e massima di progetto, deve essere compresa tra quelle di funzionamento dell'inverter mentre la tensione a vuoto massima, in corrispondenza della temperatura minima di progetto, deve essere inferiore alla tensione di danneggiamento dell'inverter.

Si consiglia di orientare il campo fotovoltaico a SUD con un'inclinazione di 30-35° in quanto la tecnologia a base di silicio cristallino riesce a dare le massime prestazioni se i moduli rispettano, per quanto possibile, l'orientamento descritto. Per quanto concerne l'inclinazione ottimale, si può considerare valida la formula seguente:

Inclinazione = latitudine - 10÷15 gradi (valutazioni valide per moduli cristallini, non per moduli a film sottile).

Sezionatore

La stringa, prima di essere collegata all'inverter, deve essere separata da un apposito sezionatore come previsto dalla norma CEI 64-8; tale dispositivo permette di scollegare il campo fotovoltaico qualora fossero necessari degli interventi a valle, e, grazie agli scaricatori, permette di salvaguardare l'impianto da possibili scariche atmosferiche o sovratensioni.

I dispositivi utilizzati sul lato corrente continua devono essere in grado di funzionare alla tensione massima a vuoto del

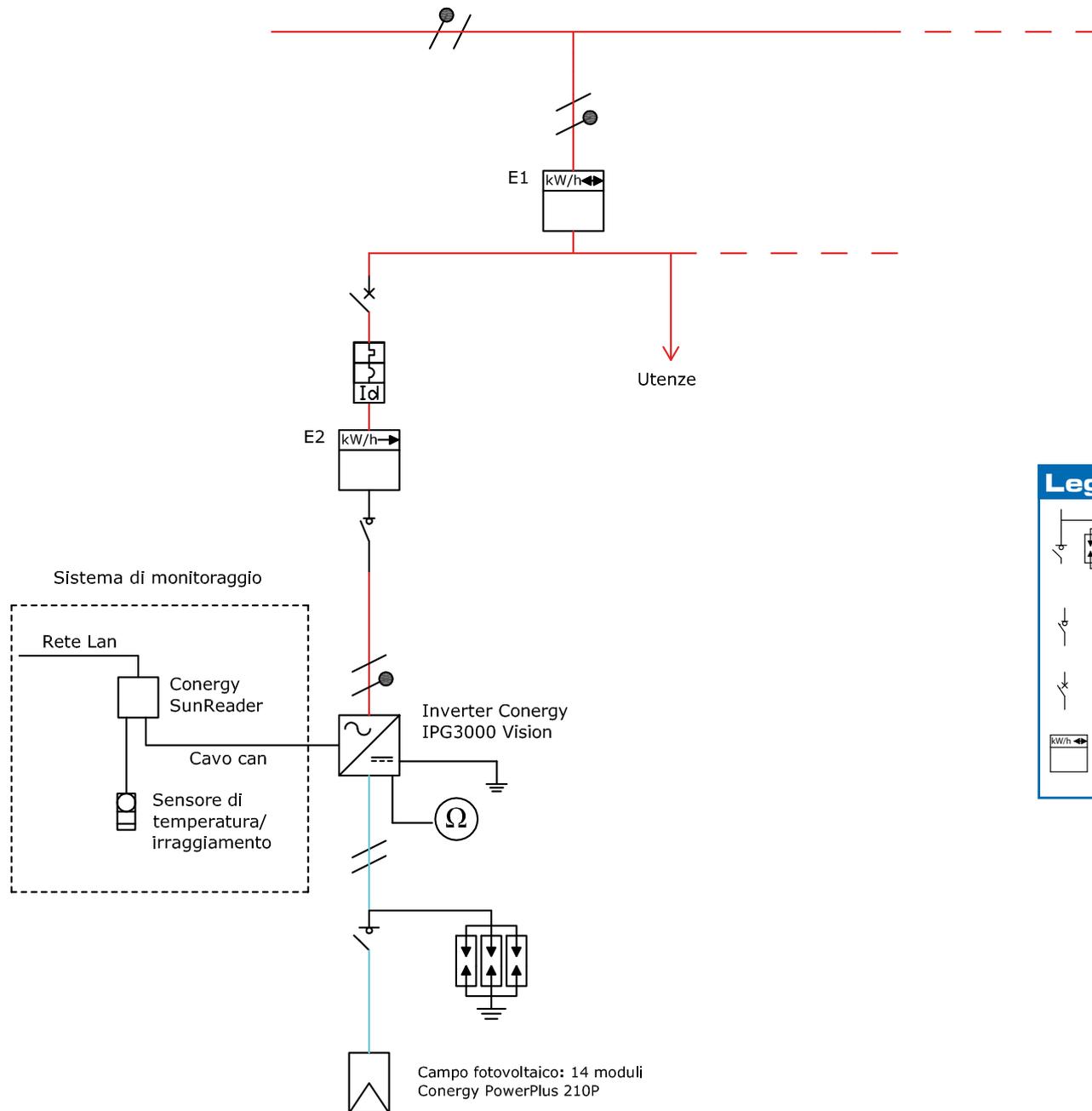
generatore fotovoltaico. In questo caso la tensione V_{OC} massima è di 510V ed il sezionatore è progettato per funzionare fino ad 800V.

Inverter

L'inverter adottato accetta in ingresso una potenza di 3000W ed i valori di maggior interesse per il dimensionamento sono: la tensione minima ($V_{MIN MPPT}$), la tensione massima ($V_{MAX MPPT}$), la tensione massima ammissibile (V_{MAX}) e la corrente massima di ingresso.

Per la scelta ed il dimensionamento dell'inverter e la configurazione ottimale delle stringhe, alcune case costruttrici mettono a disposizione appositi software. Per gli inverter Conergy consigliamo di scaricare gratuitamente il programma Conergy Sizer dal sito web www.conergy.it.

Impianto da 3kWp ad unica stringa per abitazione privata



Legenda

	Sezionatore Conergy DCD 5-1 40/800 B+C		Contatore unidirezionale per il conteggio dell'energia prodotta
	Interruttore di manovra-sezionatore		Resistenza di terminazione per monitoraggio inverter
	Interruttore di potenza automatico		Linea tensione continua
	Contatore bidirezionale per il conteggio dell'energia consumata e immessa in rete		Linea tensione alternata
			Protezione magnetotermico-differenziale

Ombreggiamento e diodi di by-pass

L'ombreggiamento anche di una piccola parte dell'impianto può ridurne drasticamente la produzione. Per questo è fondamentale valutare con attenzione questo aspetto e, in fase di progettazione, posizionare l'impianto in modo che questo non sia oscurato da elementi architettonici, strutturali o naturali, anche a costo di rinunciare ad orientamento o inclinazione ottimali.

Se un modulo, anche in parte, viene ombreggiato, al suo interno si verifica un passaggio di corrente inversa tale da produrre l'effetto hot-spot che può causarne la rottura per surriscaldamento.

Per evitare questo passaggio, i moduli sono generalmente dotati di due o tre diodi di by-pass, a ciascuno dei quali fa capo un gruppo di celle. L'ombreggiamento di una cella blocca la produzione di tutto il suo gruppo (osservando il modulo, la suddivisione tra i gruppi è desumibile dal collegamento tra le celle mediante bus-bar). Per questo la presenza di tre diodi, anziché due, può garantire una maggior produzione nel caso siano ombreggiate alcune celle. Se l'ombreggiamento è prevedibile, si consiglia di posizionare il modulo in modo che siano oscurate solo celle dello stesso gruppo, valutando ad esempio se la migliore disposizione dei moduli sia quella verticale o orizzontale.

Nel caso di ombreggiamento sistematico di una stringa, si consiglia di prevedere appositi diodi di stringa utili ad escludere la serie di moduli ombreggiata.

Impianto da 5kWp a 2 stringhe con analisi ombreggiamenti

Campo Fotovoltaico

Il campo fotovoltaico è composto da 22 moduli in silicio policristallino da 230Wp per una potenza totale di 5,06kWp. I moduli sono collegati in 2 stringhe, ciascuna da 11 moduli, in grado di generare una tensione V_{MPP} di 330V ed una corrente di 15,34A in condizioni standard (la corrente totale è data dalla somma della corrente delle singole stringhe pari a 7,67A). In questo impianto i moduli potrebbero essere collegati tutti in un'unica stringa in quanto la tensione massima sarebbe comunque accettata dall'inverter (in tal caso lo schema risulterebbe simile a quello precedente). Tuttavia, la configurazione prevista consente di affrontare la problematica degli ombreggiamenti periodici sul campo fotovoltaico, che possono produrre consistenti perdite per mismatch di corrente. Se il campo fotovoltaico, in determinati momenti del giorno, viene in parte oscurato, a causa per esempio della presenza di comignoli o macchinari sporgenti sul tetto, il collegamento dei moduli in due stringhe, anziché in una, permetterebbe di mantenere l'impianto funzionante con una stringa, mentre l'altra viene ombreggiata. Il progettista dovrà naturalmente posizionare i moduli appartenenti ad una stessa stringa in modo che siano interessati dalle medesime ombre. Si ricorda che un solo modulo ombreggiato potrebbe portare a una perdita di potenza sull'intera stringa.

Sezionatore

Sebbene siano presenti due stringhe, si può usare un solo sezionatore, che consente inoltre di farne il parallelo. Il modello di sezionatore utilizzato nello schema permette di collegare fino a 5 stringhe in parallelo con una corrente massima di 40A. Nell'impianto in questione la massima corrente è di 15,34A e la tensione massima è pari a 330V. Se l'inverter si trova in prossimità del campo fotovoltaico, si può valutare la possibilità di non utilizzare degli scaricatori esterni in quanto l'inverter previsto, del tipo Conergy IPG String, è già protetto in ingresso da varistori e scaricatori. Nel caso invece la distanza tra moduli e inverter non sia trascurabile, si consiglia di valutare l'adozione di un sezionatore dotato di scaricatori. Si rimanda alla CEI 81-10 per maggiori dettagli tecnici.

Inverter

L'inverter scelto accetta in ingresso una potenza fino a 5000W, una tensione stringa compresa tra 220 e 800V ed una corrente massima di 16,2A.

Ai sensi della normativa vigente, per poter essere collegato alla rete, un impianto fotovoltaico deve essere in grado di produrre energia entro i parametri di tensione e frequenza richiesti dal gestore della rete. L'impianto deve inoltre cessare di funzionare in caso di assenza della tensione di rete. Tali requisiti vengono assolti tramite l'inserimento di un dispositivo di interfaccia DDI collegato ad un sistema di protezione di interfaccia SPI. Il sistema di

protezione di interfaccia, comprensivo del dispositivo di apertura, può essere inserito nell'inverter. In un impianto si possono avere un massimo di 3 dispositivi di interfaccia. Ne deriva che, in un impianto con più di 3 inverter, il dispositivo di interfaccia dovrà essere esterno ed agire su tutti gli inverter. L'apertura del dispositivo d'interfaccia assicura la separazione di tutti i gruppi di produzione dalla rete pubblica.

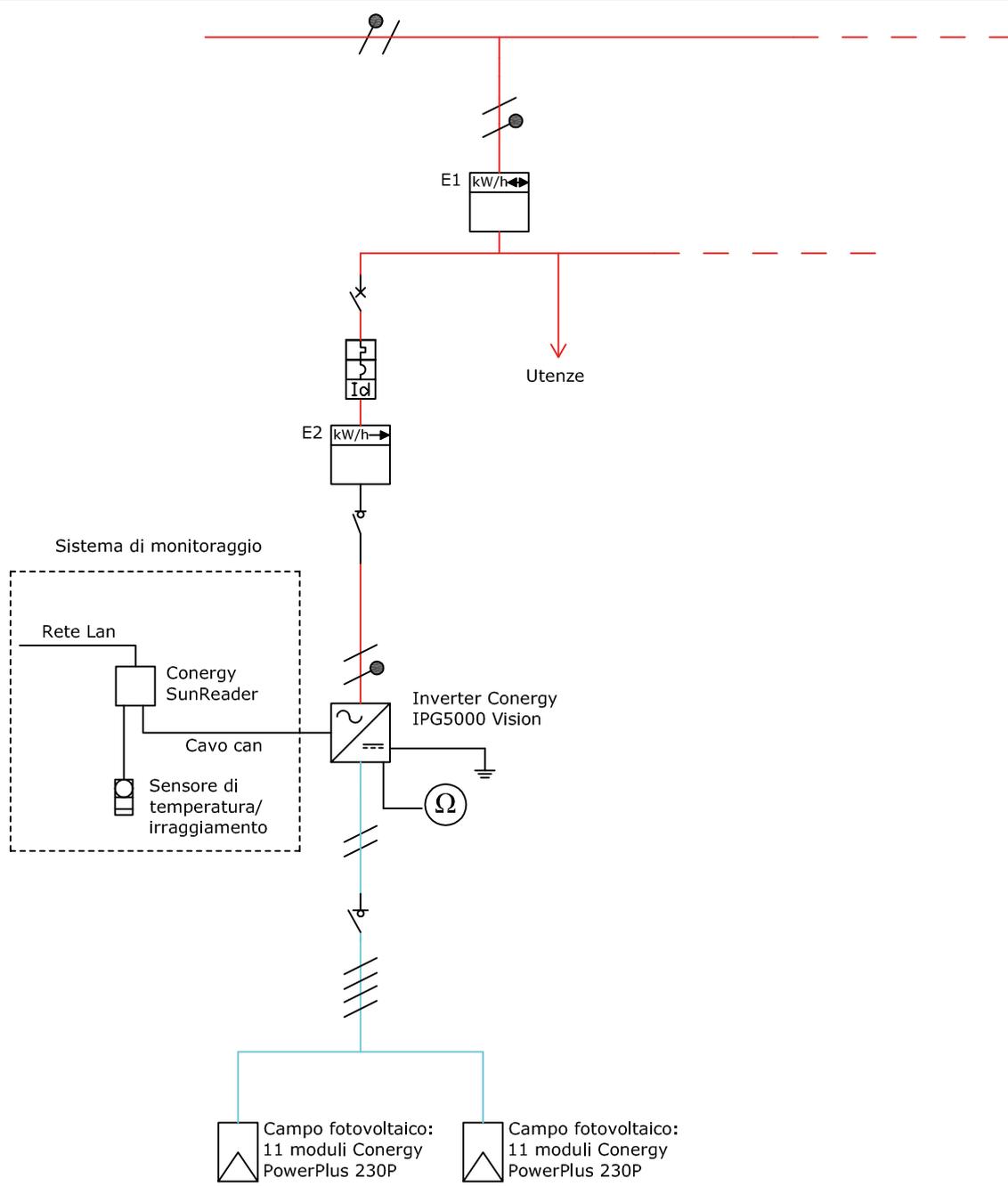
Nel caso specifico il dispositivo di interfaccia è interno al convertitore.

Collegamento alla rete

Per la protezione contro i contatti indiretti, nel caso in cui l'inverter non sia dotato di trasformatore interno a bassa frequenza, occorre che sia presente sull'uscita lato c.a. dell'inverter un interruttore differenziale di tipo B come prescritto dalla IEC 64-8. Tale dispositivo può essere già contenuto all'interno dell'inverter o può non essere installato nel caso in cui la casa costruttrice rilasci una dichiarazione che l'inverter è conforme a quanto prescritto nella 64-8 anche senza l'utilizzo di differenziali esterni o consigli l'impiego di differenziali di tipo A. Si ricorda che la presenza del trasformatore non è necessaria per impianti di potenza inferiore ai 20kWp, nei quali rappresenterebbe un elemento di perdita tale da ridurre l'efficienza del sistema.

L'impianto viene poi collegato alla rete mediante il contatore fornito dal gestore che calcola l'energia immessa in rete al fine di ottenere la tariffa incentivante.

Impianto da 5kWp a 2 stringhe con analisi ombreggiamenti



Legenda	
	Sezionatore Conergy DCD 5-1 40/800
	Interruttore di manovra-sezionatore
	Interruttore di potenza automatico
	Contatore bidirezionale per il conteggio dell'energia consumata e immessa in rete
	Contatore unidirezionale per il conteggio dell'energia prodotta
	Protezione magnetotermico-differenziale
	Resistenza di terminazione per monitoraggio inverter
	Linea tensione continua
	Linea tensione alternata

Mismatch e flash-report

Il "mismatch" si verifica quando moduli con caratteristiche elettriche diverse sono collegati nella stessa stringa oppure quando stringhe con tensioni di lavoro differenti sono collegate in parallelo.

Le caratteristiche elettriche dei moduli, che sono riportate nei flash report di norma forniti dal costruttore, sono diverse per ogni modulo, anche dello stesso lotto di produzione.

Per evitare questo fenomeno, che può causare perdite anche notevoli nella produzione (5-6% nei grandi impianti), occorre ottimizzare la disposizione dei moduli utilizzando i flash report considerando che:

- i moduli collegati in serie sono attraversati dalla medesima corrente: il valore di tale corrente è determinato dal modulo che ne produce meno;
- le stringhe connesse in parallelo non hanno la medesima tensione di lavoro: la tensione in uscita è determinata dalla tensione di stringa più bassa;
- moduli sulla stessa stringa devono avere I_{MPP} simile il più possibile;
- le tensioni V_{MPP} delle diverse stringhe (date dalla somma delle singole V_{MPP} dei moduli) devono essere simili tra loro.

Impianto trifase da 15kWp con ripartizione del carico sulle fasi

Campo Fotovoltaico

Il campo fotovoltaico è composto da 66 moduli policristallini da 230Wp per una potenza totale di 15,18kWp. I moduli sono collegati in 6 stringhe da 11 moduli ciascuna in grado di generare una tensione V_{MPP} di 330V ed una corrente di 7,67A, in condizioni standard.

Le stringhe sono collegate in parallelo a coppie in modo da formare tre sottocampi, ciascuno gestito da un singolo inverter. Tale configurazione permetterebbe la disposizione dei moduli su tre falde distinte con diverse inclinazioni e/o ombreggiamenti. Il fattore importante da tenere in considerazione è che tutti i moduli appartenenti allo stesso campo, e collegati quindi allo stesso inverter, devono avere un'identica esposizione, in modo da non ridurre le prestazioni dell'intero campo a causa di un diverso irraggiamento anche di un solo modulo.

Particolare attenzione deve essere posta nel posizionamento dei cavi che collegano i vari moduli. Si consiglia innanzitutto di posizionare il cavo in modo da ridurre il convogliamento dell'acqua piovana sui connettori. Inoltre, l'area circoscritta dal cavo di collegamento di un'intera stringa deve essere ridotta il più possibile in modo da limitare la superficie di captazione che si potrebbe creare verso correnti indotte e fulmini.

Sezionatore

Sono utilizzati tre sezionatori equivalenti a quelli descritti negli schemi precedenti, uno per ogni inverter. Ogni sezionatore provvede al parallelo delle coppie di stringhe ed è dotato di scaricatori per la protezione da sovratensione e fulmini.

Inverter

Sono utilizzati tre inverter, ciascuno con una potenza d'ingresso di 5000W, una tensione di stringa compresa tra 220 e 800V ed una corrente massima di 16,2A. L'impianto, avendo una potenza maggiore di 6kW, deve essere connesso alla rete trifase. In tal caso ogni singolo inverter viene connesso ad una fase distinta in modo da bilanciare il carico. Lo squilibrio massimo tra le fasi non deve superare i 6kW secondo le richieste del gestore di rete.

Gli inverter del tipo Conergy IPG String, con grado di protezione IP65, possono essere installati anche all'esterno. Sebbene tale tipologia di inverter funzioni correttamente anche con temperature ambientali elevate, si consiglia comunque di installare il dispositivo in zone ombreggiate e protette dalla pioggia diretta in modo da salvaguardarne al meglio le caratteristiche funzionali ed estetiche.

Nella scelta del dispositivo di conversione è buona norma inoltre scegliere un modello fan-less, cioè privo di ventole di raffreddamento. Tali componenti, avendo parti in continuo movimento, sono soggette ad

usura ed hanno una maggiore probabilità di rottura.

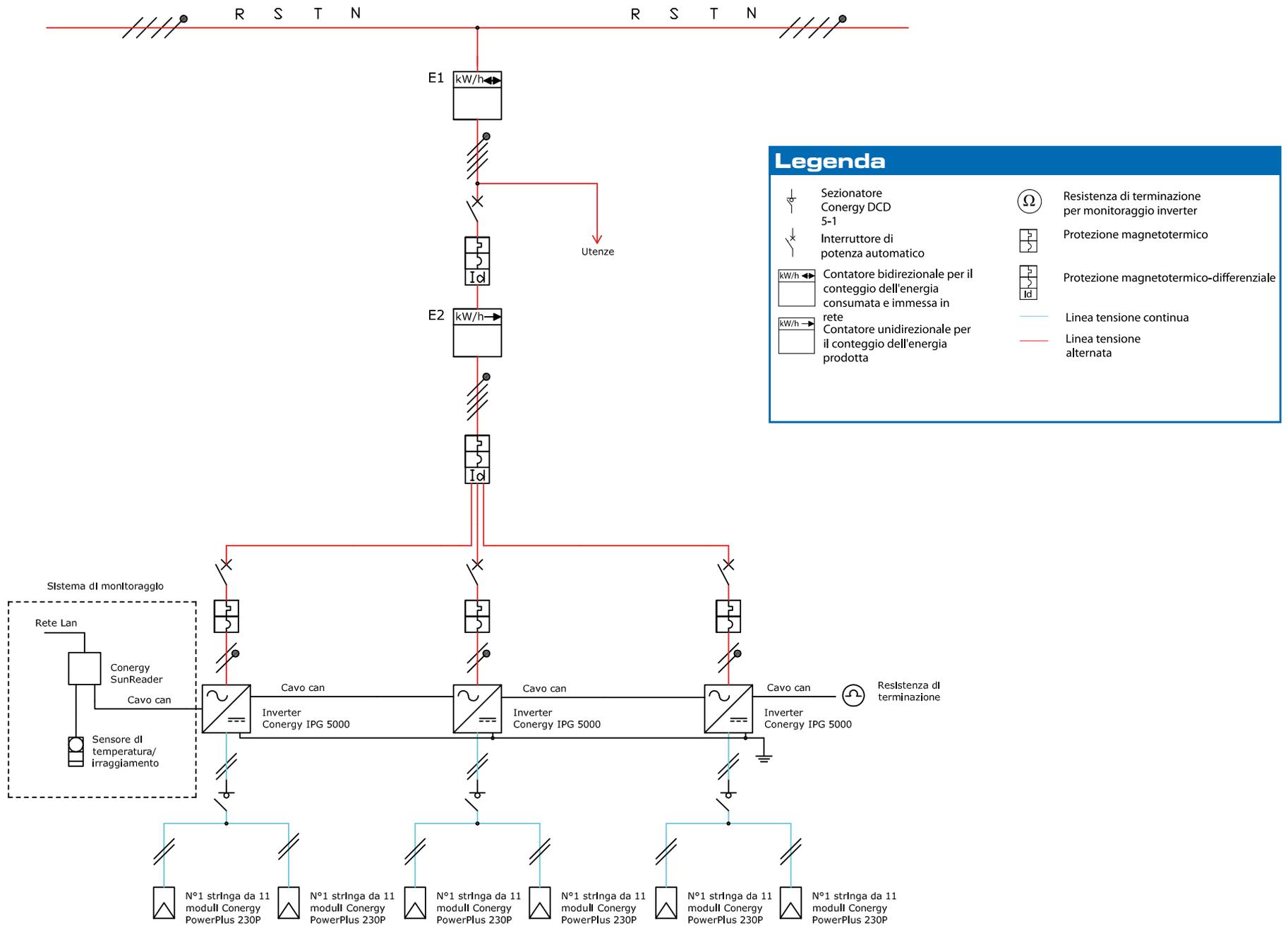
Collegamento alla rete

In base alla dichiarazione rilasciata da Conergy riguardo agli inverter della serie IPG String, è necessario collegare un differenziale di tipo A.

Monitoraggio

È possibile integrare all'impianto un sistema di monitoraggio che permette di analizzare la produzione e lo stato dell'intero sistema attraverso un portale web ed essere avvisati tramite SMS, mail o fax nel caso di eventuali malfunzionamenti o anomalie.

Impianto trifase da 15kWp con ripartizione del carico sulle fasi



Componenti elettromeccanici

- Sezionatori lato DC

Devono essere necessariamente presenti in un impianto fotovoltaico, come prescritto nell'articolo 712.536.2.1.1 della norma CEI 64-8 VI edizione, per garantire il completo sezionamento del lato corrente continua dell'impianto.

L'idoneità ad interrompere la corrente continua è indicata dalla sigla DC21A o DC21B che il costruttore appone sul dispositivo o sui manuali tecnici.

- Differenziale lato AC

Quando un impianto fotovoltaico include inverter sprovvisti di separazione tra il lato c.a. ed il lato c.c., per fornire protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica dell'alimentazione, deve essere installato un dispositivo differenziale di tipo B conforme al report tecnico IEC 60755/A2 secondo la norma CEI 64-8 art. 712.413.1.1.2. Può essere utilizzato un differenziale di tipo A o AC nel caso in cui l'inverter, su dichiarazione della casa produttrice, non sia in grado di iniettare correnti continue (c.c.) di guasto a terra dell'impianto elettrico.

Impianto da 20kWp a più inverter di stringa

Campo Fotovoltaico

L'impianto è composto da 84 moduli policristallini da 220Wp per una potenza totale di 18,48kWp. Il campo fotovoltaico è composto da 6 stringhe, ciascuna formata da 14 moduli connessi in serie. La tensione MPP della stringa risulta essere di 414,12V con una corrente di 7,47A. Ogni stringa è poi collegata ad un inverter monofase. Gli inverter sono poi collegati a formare un impianto trifase vista la potenza maggiore di 6kW. Quando l'impianto fotovoltaico è composto da un numero consistente di moduli, si consiglia di consultare i flash report in modo da collegare nella stessa stringa tutti i moduli che hanno la corrente MPP più simile tra loro. Si ricorda infatti che la corrente massima imponibile sulla stringa risulta pari alla più bassa corrente MPP generata tra la serie di moduli. Un buon dimensionamento, ed una corretta valutazione dei flash report, porta ad un aumento delle prestazioni dell'intero sistema ed incrementa il ritorno sull'investimento di 1-2 punti percentuali. Se, anziché avere ogni stringa collegata ad un inverter come in questo caso, le stringhe fossero connesse in parallelo tra loro e poi collegate ad un unico inverter, sarebbe importante valutare la tensione delle stringhe, a partire dalle tensioni dei singoli moduli. In tal caso, infatti, la tensione totale del campo fotovoltaico risulterebbe pari alla media delle tensioni delle singole stringhe.

Sezionatore

Per quanto concerne il sezionamento in lato DC, nello schema sono previsti sei sezionatori da 25A, ciascuno dei quali permette di scollegare la stringa dal rispettivo inverter a cui è collegata.

Inverter

Sono utilizzati 6 inverter monofase da 3000W, ciascuno dei quali accetta in ingresso una corrente massima di 10,2A ed una tensione massima di 800V. Ad ogni inverter è collegata una sola stringa da 14 moduli da 220Wp per una potenza totale di 3080W. Quest'ultimo valore, sebbene sia superiore alla massima potenza dell'inverter stesso; si consideri infatti che, a causa di perdite dovute a mismatch, al non perfetto orientamento dei moduli e a perdite nei cavi, non si riesce mai ad ottenere il 100% di potenza dal campo fotovoltaico. Pertanto un sottodimensionamento dell'inverter non risulta un problema né tantomeno una perdita di potenza dell'impianto.

Collegamento alla rete

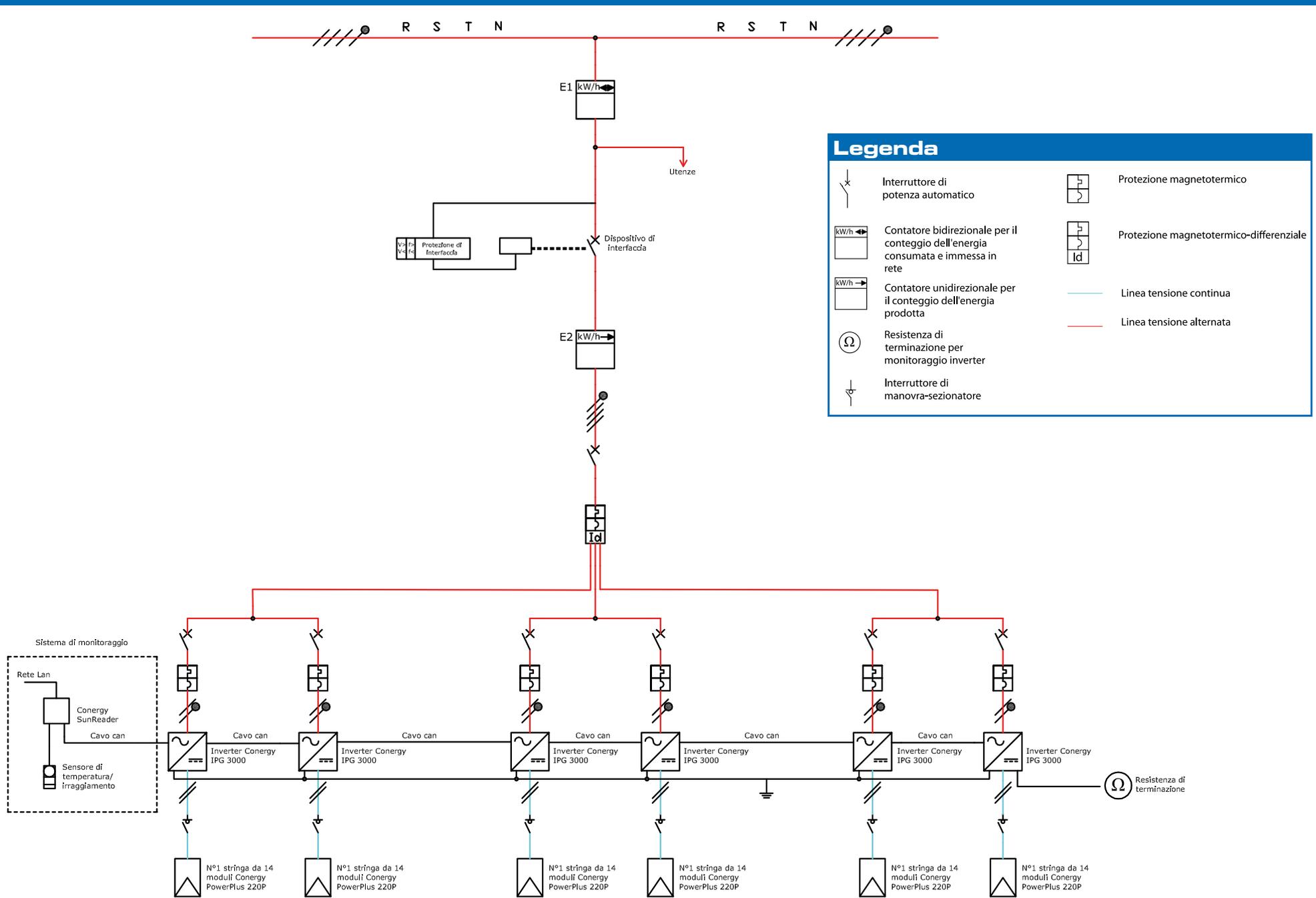
Come descritto in precedenza, se l'impianto è costituito da più di 3 inverter, è richiesta l'installazione di un dispositivo di interfaccia esterno anche se i singoli inverter ne sono già internamente dotati. Non è invece necessaria la presenza del trasformatore in quanto la potenza in-

stallata è inferiore a 20kWp. Come per gli altri impianti con inverter Conergy IPG, è sufficiente l'impiego di un differenziale di tipo A.

Monitoraggio

Per analizzare la produzione e lo stato dell'impianto da remoto è possibile collegare gli inverter al sistema di monitoraggio. Nel caso specifico, è utilizzato il sistema Conergy SunReader che consente di monitorare fino ad un massimo di 20 inverter. Tale dispositivo, grazie ad un sensore esterno fornito a corredo, legge i dati dell'impianto, quali produzione e stato dell'inverter, e i dati ambientali, quali temperatura dei moduli ed irraggiamento, e li comunica automaticamente ad un portale web. La comunicazione del SunReader con i vari inverter, come anche lo scambio di dati tra gli inverter stessi, viene fatta tramite un bus di comunicazione con protocollo CAN. Si ricorda che all'estremo del bus bisogna collegare una resistenza di terminazione.

Impianto da 20kWp a più inverter di stringa



Legenda

	Interruttore di potenza automatico		Protezione magnetotermico
	Contatore bidirezionale per il conteggio dell'energia consumata e immessa in rete		Protezione magnetotermico-differenziale
	Contatore unidirezionale per il conteggio dell'energia prodotta		Linea tensione continua
	Resistenza di terminazione per monitoraggio inverter		Linea tensione alternata
	Interruttore di manovra-sezionatore		

Protezione contro le scariche atmosferiche

In relazione al grado di salvaguardia da sovratensioni dovute a scariche atmosferiche, gli scaricatori possono essere installati a protezione di:

- singolo modulo fotovoltaico (cella+connessioni);
- linea in corrente continua principale;
- sezione di ingresso dell'inverter (lato corrente continua);
- sezione di uscita dell'inverter (lato corrente alternata);
- regolatore di carica delle batterie (per impianti stand-alone);
- punto di consegna dell'energia (per impianti connessi alla rete).

Dovendo fare una selezione, si consiglia di prediligere l'utilizzo di scaricatori in ingresso all'inverter (nel caso in cui esso non ne sia già internamente dotato) e tra campo fotovoltaico e inverter nel caso in cui la distanza tra questi due componenti sia elevata. È preferibile che gli scaricatori di sovratensione per il sistema fotovoltaico abbiano le seguenti caratteristiche:

- cartucce estraibili, per manutenzione/sostituzione senza necessità di sezionare la linea;
- contatto di segnalazione remota per il monitoraggio dello stato operativo;
- riserva di funzionamento di sicurezza;
- assenza di corrente di corto circuito susseguente;
- nessun rischio in caso di inversione della polarità.

Impianto da 30kWp con inverter trifase - analisi aspetti UTF

Campo Fotovoltaico

L'impianto è composto da 144 moduli policristallini da 210Wp per una potenza totale di 30,24kWp. Il campo fotovoltaico è composto da 8 stringhe, ciascuna formata da 18 moduli connessi in serie. La tensione MPP della stringa risulta essere di 523,8V con una corrente di 7,24A. Tutti i moduli utilizzati negli schemi di questa guida sono certificati IEC 61215 come richiesto dal gestore dei servizi al fine di ottenere la tariffa incentivante. La certificazione prevede che i moduli siano sottoposti a varie prove di resistenza meccanica, termica ed elettrica come ad esempio:

- Prova di ciclo termico d'umidità e congelamento da -40 a +80°C.
- Prova di isolamento elettrico pari a 1000V + 2xV_{oc}.
- Prova di resistenza all'hot spot: 5 ore di soleggiamento a 1000W/m² con ombreggiamento parziale.
- Prova di ciclo termico a caldo umido 85°C.
- Prova di svergolamento.
- Prova di esposizione in esterno.
- Prestazioni a basso irraggiamento.
- Test alla grandine (Sfere diametro 45-75mm; velocità 30,7-37,5m/s).
- Prova di carico meccanico (2400 Pa, 1h, superficie anteriore e posteriore).

Oltre a queste prove, la nuova IEC 61215 Ed. 2 ha aggiunto:

- Prova di isolamento (500V) in ambiente umido.
- Prova di ciclo termico (75°C) sul diodo di bypass.

Alcuni moduli, come la serie Conergy Power-Plus, offrono un'ulteriore certificazione sinoni-

mo di qualità e robustezza del modulo, la IEC 61730, che aggiunge altri test:

- Prova di isolamento elettrico pari a 4 volte la tensione massima del sistema.
- Prova di rottura con energia cinetica di 540J.
- Test del fuoco.
- Prova di sovraccarico della corrente inversa.
- Prova di suscettibilità al taglio.

Si ricorda che tutti i certificati, al fine di essere riconosciuti dal GSE, devono essere rilasciati da laboratori autorizzati e certificati. Una lista completa dei laboratori è presente sul sito www.gse.it.

Sezionatore

Nel lato DC sono presenti dei quadri di campo che permettono il controllo elettronico delle correnti e tensioni delle stringhe. Nei quadri Conergy SmartConnect è integrato il sistema di protezione RealProtect nel quale i fusibili convenzionali sono stati sostituiti da relè a disattivazione elettronica, garantendo in tal modo un sicuro intervallo di innesco. Il sistema offre una soglia di innesco fissa nel range di corrente diretta e inversa così come una soglia di innesco di bassa tensione e sovratensione. Tale dispositivo consente di collegare il generatore solare ad otto interfacce in modo completamente flessibile. Ad ogni interfaccia è possibile collegare fino a dieci stringhe se la corrente massima in ingresso non supera i 20A per ingresso.

Inverter

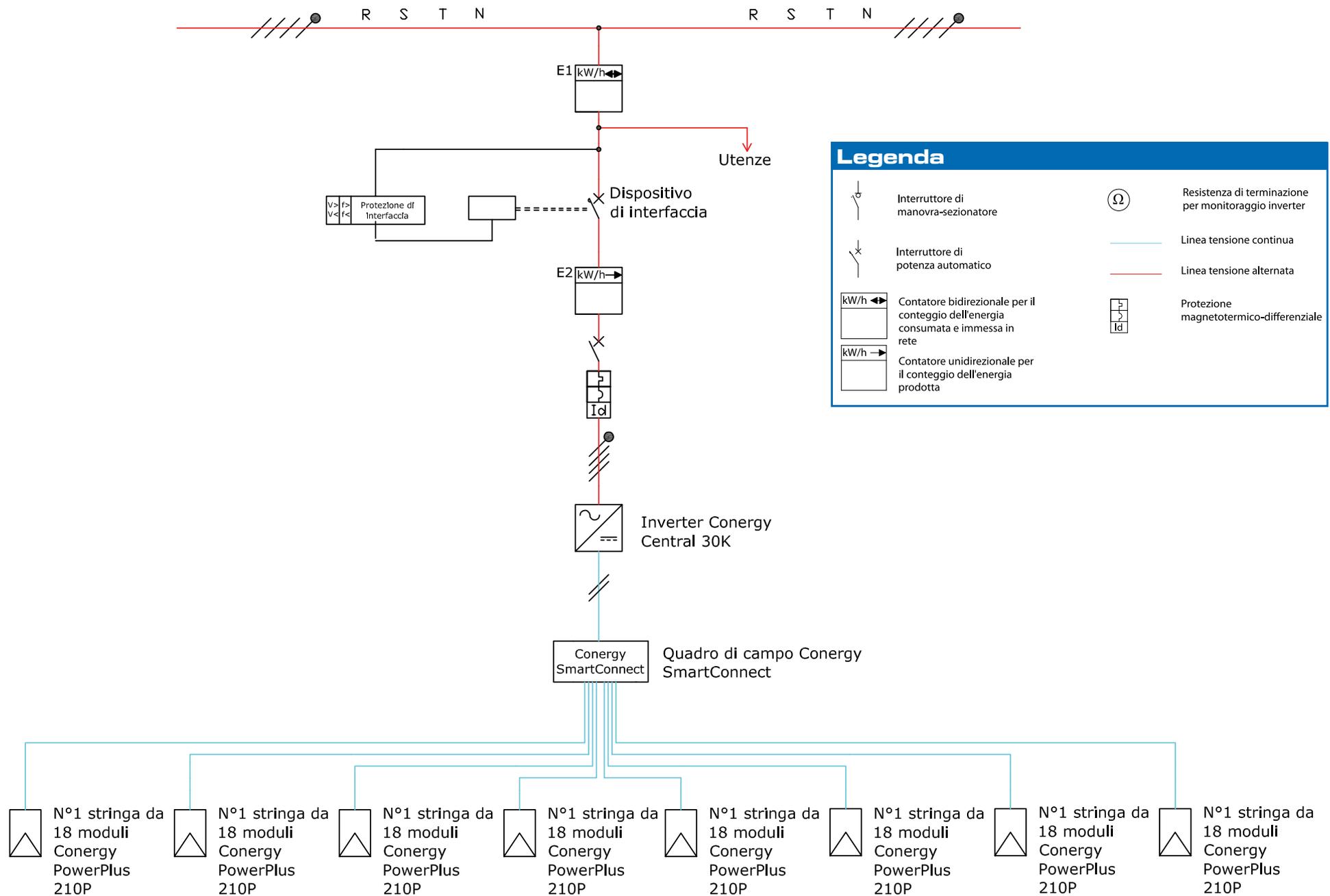
Per questo impianto è previsto l'utilizzo di un inverter centrale con una potenza di ingresso di 30kW. Tale inverter accetta una tensione compresa tra 330 ed 800V con una corrente massima

di 80A. Caratterizzato da un grado di protezione IP20, deve essere installato all'interno e necessita di un'adeguata ventilazione per garantire il raffreddamento dei componenti più soggetti al surriscaldamento. Si ricorda che, a causa delle ventole di raffreddamento, nel momento della commutazione dei dispositivi di potenza e del trasformatore, gli inverter centrali possono essere fonte di emissioni acustiche che potrebbero creare disturbo se persistenti nel tempo. Si consiglia quindi la collocazione in luoghi non frequentati quotidianamente dalle persone. Per impianti fotovoltaici di potenza superiore ai 20kW scatta l'obbligo di Denuncia di officina elettrica (D. Lgs 504/1995 - Titolo II). Nel caso di impianti localizzati in territori montani l'obbligo di officina elettrica è previsto al di sopra dei 30kW anziché oltre i 20kW (art. 60 comma2 lett. B legge 342/2000). Chiunque intenda esercitare un'officina di produzione di energia elettrica deve farne denuncia all'ufficio tecnico di finanza competente per territorio che, eseguita la verifica degli impianti, rilascia la licenza di esercizio, soggetta al pagamento di un diritto annuale.

Collegamento alla rete

Come richiesto dalla norma CEI 11-20 V1, è necessario provvedere alla separazione galvanica tra il lato corrente continua e la rete. In questo caso, tale funzione è garantita dal trasformatore di isolamento presente nell'inverter. La presenza del trasformatore rappresenta una separazione galvanica tra la corrente continua e quella alternata quindi non è previsto l'utilizzo di un dispositivo differenziale di tipo B. Si consiglia in ogni caso l'impiego di un dispositivo differenziale di tipo A.

Impianto da 30kWp con inverter trifase - analisi aspetti UTF



Protezione contro i contatti indiretti

Come è noto, il corpo umano, se entra in contatto con conduttori in tensione, è sottoposto al passaggio di correnti elettriche e ciò, a seconda delle condizioni di contatto e dalla configurazione dei circuiti, può provocare lesioni gravi se non irreversibili.

Per questo, per un impianto fotovoltaico, è necessario effettuare la valutazione del collegamento di messa a terra della cornice dei moduli e dell'eventuale equipotenzialità tra cornice dei moduli e sistema di fissaggio e dotare il sistema di adeguate protezioni dai contatti indiretti. Per quanto riguarda il collegamento di messa a terra, si consiglia la lettura della Guida CEI 82-25 che dà indicazioni utili per individuare la tipologia di collegamento da effettuare sulla base della Classe di isolamento del modulo.

Per quanto riguarda le protezioni, si rimanda alla Norma 64-8 dove è indicato che, qualora nell'impianto fotovoltaico non venga effettuata una semplice separazione tra lato in corrente alternata e lato corrente continua, è necessario installare un dispositivo di tipo B che permetta l'interruzione automatica.

La stessa Norma prevede una deroga all'utilizzo dell'interruttore differenziale di tipo B qualora la casa produttrice dichiari che, l'inverter sia per costruzione tale da non iniettare correnti continue di guasto a terra nell'impianto elettrico.

Impianto da 100kWp con moduli a film sottile

Campo Fotovoltaico

L'impianto comprende 1.332 moduli a film sottile da 75Wp per una potenza totale di 99,9kWp. Il campo fotovoltaico è composto di 148 stringhe, ciascuna formata da 9 moduli collegati in serie.

I moduli utilizzati sono i First Solar in Cadmio Telloruro. Le grandezze nominali alle condizioni standard sono le seguenti: tensione V_{MPP} pari a 69,4V, corrente I_{MPP} pari a 1,08A. L'alta tensione di lavoro giustifica quindi la lunghezza della stringa che con 9 moduli raggiunge una tensione prossima al valore massimo applicabile in ingresso all'inverter.

Al contrario la corrente emessa dal modulo è molto bassa e permette di collegare varie stringhe in parallelo. Come si nota, questi moduli possiedono caratteristiche elettriche molto diverse dai tipici moduli in silicio cristallino e ciò è dovuto dalla diversa tecnologia costruttiva. Il Cadmio Telloruro è un materiale che permette di realizzare moduli molto sottili (6,8mm), assicura migliori rese in presenza di luce diffusa e consente di ottenere un derating termico migliore rispetto alla tecnologia cristallina. Grazie alla capacità di sfruttare l'irraggiamento diffuso, i moduli First Solar sono da preferirsi nel caso debbano essere installati con inclinazioni ed esposizione non ottimali.

Sezionatore

In questo impianto sono stati utilizzati quattro sezionatori Conergy SmartConnect descritti nello schema precedente. Tali componenti hanno 8 ingressi ai quali sono state collegate un totale di 37 stringhe: 4 o 5 per ingresso. La massima corrente che può affluire nel caso delle 5 stringhe vale dunque 5,4A, ampiamente al di sotto della portata massima del singolo ingresso che può sostenere una corrente massima di 20A. Lo SmartConnect, oltre ad operare da sezionatore e quadro di campo, riesce a monitorare singole stringhe fino a 8 ingressi; nel presente impianto, si avrà invece il monitoraggio di 4 o 5 stringhe contemporaneamente.

Inverter

Per questo impianto è stato utilizzato un inverter Conergy IPG Central 100K che accetta in ingresso una potenza massima di 100kW, una corrente di 203A ed una tensione compresa tra i 493V ed i 965V. L'elevato range di tensione permette grande flessibilità nella configurazione delle stringhe, mentre l'alto valore di tensione massima permette di configurare delle stringhe con molti moduli, consentendo di ridurre la quantità e le dispersioni di energia sui cavi. L'inverter è già dotato internamente di sezionatori sui lati DC e AC. Il trasformatore d'isolamento richiesto dalla normativa è già presente all'interno.

Collegamento alla rete

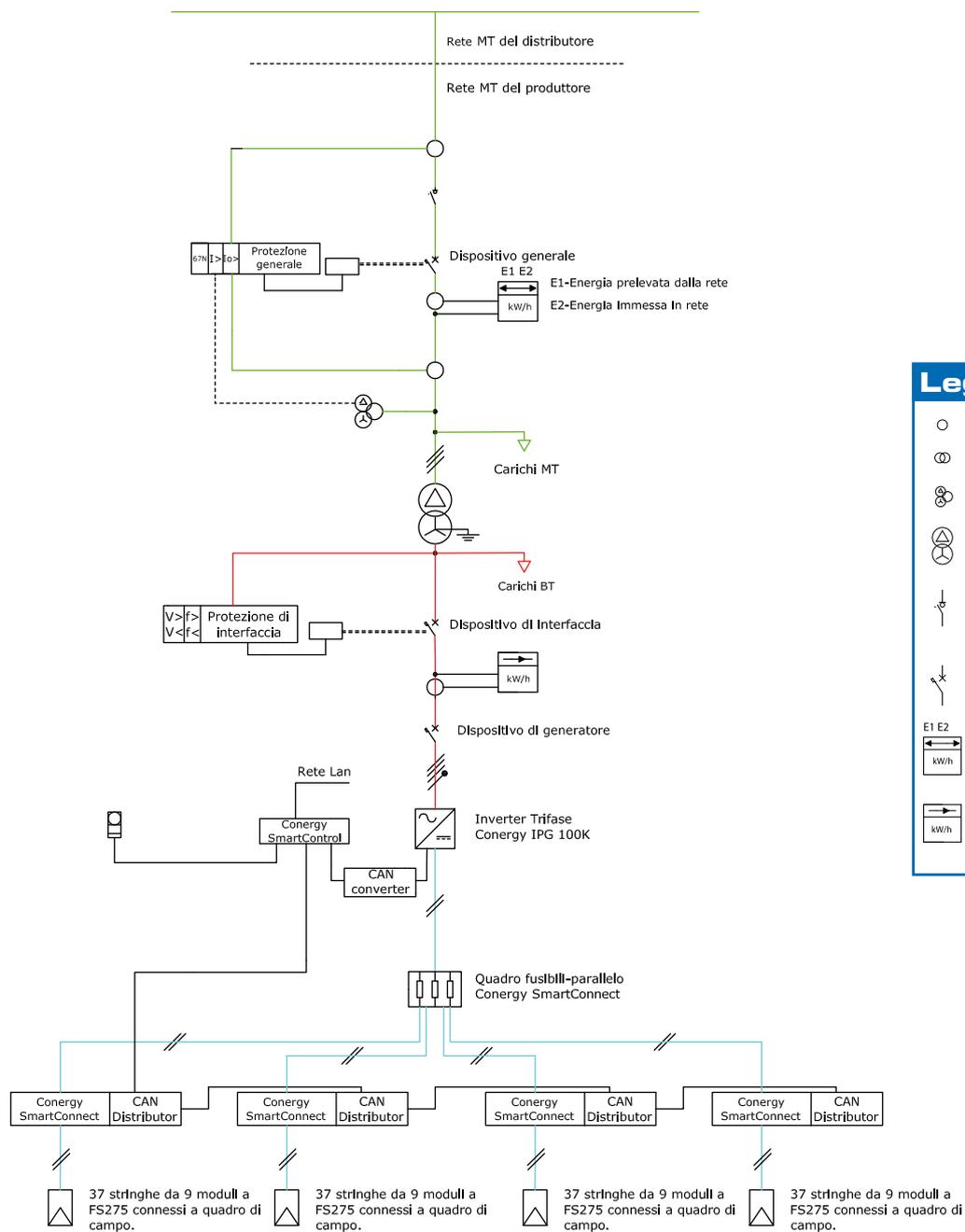
Nell'esempio in questione, l'allacciamento alla rete avviene in media tensione. Si ricorda che ai sensi della delibera 99/08 il gestore di rete è tenuto a collegare gli impianti in bassa tensione per una potenza fino a 100 kW.

Il collegamento alla MT viene fatto tramite trasformatore (che può essere già presente nel sito nel caso in cui l'impianto venga installato presso un'azienda). Risulta necessario inoltre prevedere l'utilizzo del dispositivo di interfaccia che, nel caso sia presente la MT, deve prevedere la lettura nel lato di media.

Monitoraggio

Il sistema di monitoraggio è gestito dal dispositivo denominato SmartControl in grado di ricevere informazioni dall'inverter (fino ad un massimo di due contemporaneamente), dai quadri di campo e dai sensori di temperatura e irraggiamento. Tramite il collegamento ad un router, i dati dell'impianto possono poi essere letti remotamente tramite un portale web. Lo SmartControl dialoga con gli altri dispositivi tramite protocollo CAN e si interfaccia con l'inverter tramite il CAN Converter. Il CAN Distributor viene invece utilizzato per interfacciare gli SmartConnect.

Impianto da 100kWp con moduli a film sottile



Legenda

	Trasformatore amperometrico		Sezionatore lato continua con funzione di monitoraggio stringhe
	Trasformatore voltmetrico		Dispositivo per monitoraggio inverter
	Trasformatore a doppio secondario Stella/Triangolo aperto		Dispositivo per monitoraggio impianto
	Trasformatore innalzatore BT/MT		Dispositivo di comunicazione dati stringhe per monitoraggio
	Interruttore di manovra-sezionatore		Sensore di temperatura/irraggiamento
	Interruttore di potenza automatico		Linea tensione continua
	Contatore bidirezionale per il conteggio dell'energia consumata e immessa in rete		Linea tensione alternata
	Contatore unidirezionale per il conteggio dell'energia prodotta		Linea tensione MT

Cavi solari

- La sezione del cavo solare va ridotta all'aumentare della tensione di sistema e al diminuire della lunghezza.
- La sezione del cavo va incrementata all'aumentare della corrente sul cavo e all'aumentare della temperatura del conduttore.

Formule per il calcolo della sezione e resistenza del conduttore:

$s = \rho \times L/R$ (L = lunghezza; s = sezione; ρ = resistenza specifica; R = resistenza conduttore)

$R = \Delta V/I$ (ΔV = caduta di tensione ammessa; I = corrente massima nel conduttore)

ρ dipende dalla temperatura e si può calcolare come:

$\rho = \rho_0 \times (1 + (\alpha \times t))$ (ρ_0 = resistività a 0°C pari a 0,016 $\Omega \text{mm}^2/\text{m}$ per il rame; α = coefficiente di temperatura, nel rame è 0,0042 $^{\circ}\text{C}^{-1}$; t = temperatura del conduttore)

Impianto da 130kWp, analisi corretto dimensionamento inverter

Campo Fotovoltaico

Il campo fotovoltaico è composto da 572 moduli in silicio policristallino da 220Wp, per una potenza totale dell'impianto di 126kWp. I moduli sono collegati in modo da formare 13 stringhe per ogni inverter, ciascuna da 22 moduli. La tensione e la corrente MPP dei moduli sono rispettivamente 29,58V e 7,47A, pertanto la tensione nominale di lavoro delle stringhe è di 651V e la corrente MPP dell'impianto fotovoltaico per il singolo inverter è di 97A.

Sezionatore

Sono utilizzati 4 sezionatori Conergy SmartConnect (due per ogni inverter), dotati ciascuno di 8 ingressi. A ciascuna coppia di sezionatori sono collegate 13 stringhe ripartite tra i 16 ingressi, in modo da poter effettuare un monitoraggio completo sulle singole stringhe; se questo controllo non fosse necessario, le stringhe, con corrente di corto circuito di 8A ciascuna, si possono collegare a coppie al medesimo ingresso, che accetta un massimo di 20A.

Inverter

Il campo fotovoltaico è gestito da due inverter centrali da 60kW ciascuno. In questo modo la potenza fotovoltaica in ingresso agli inverter, pari a 63kW, è sovradimensionata rispetto alla massima potenza accettata dagli inverter stessi. Ciò non rappresenta un errore, bensì un'ottimizzazione del sistema, dal momento che risulta quasi impossi-

bile ottenere la massima potenza nominale dal campo fotovoltaico. Questo è dovuto a varie cause, quali ad esempio la non perfetta esposizione dei moduli, il mismatch tra i moduli, le perdite nei cavi e connettori e la riduzione di potenza generata dal modulo dovuto al derating termico. Questi fenomeni possono causare perdite di potenza fino al 20% e questo valore dipende molto dall'attenzione con cui è stata progettato l'impianto. Considerando una perdita minima del 5%, all'inverter potrà arrivare una potenza massima di 60kW e pertanto l'impianto risulta dimensionato correttamente. In linea generale possono essere considerati adeguati dimensionamenti dell'inverter che vanno dall'80% al 120% della potenza del campo fotovoltaico, a seconda delle condizioni ambientali. Per quanto sopra riportato, l'impianto fotovoltaico è in grado di produrre la sua potenza nominale solo in condizioni molto favorevoli. Si può considerare, infatti, che l'impianto eroga, per la maggior parte della sua vita utile, una potenza compresa tra il 30 ed il 60% della sua potenza nominale. Quando la potenza generata dall'impianto eccede la potenza erogabile dall'inverter, si ottiene un effetto di "limitazione". D'altra parte un sovradimensionamento dell'inverter lo costringe a lavorare con fattori di carico che ne limitano il rendimento per la maggior parte del tempo della sua vita utile. Ne deriva che per le regioni del Sud sarà meglio dimensionare l'inverter a non più del 100% della potenza

nominale dell'impianto, mentre per le regioni del nord è consigliabile un leggero sotto-dimensionamento dell'inverter.

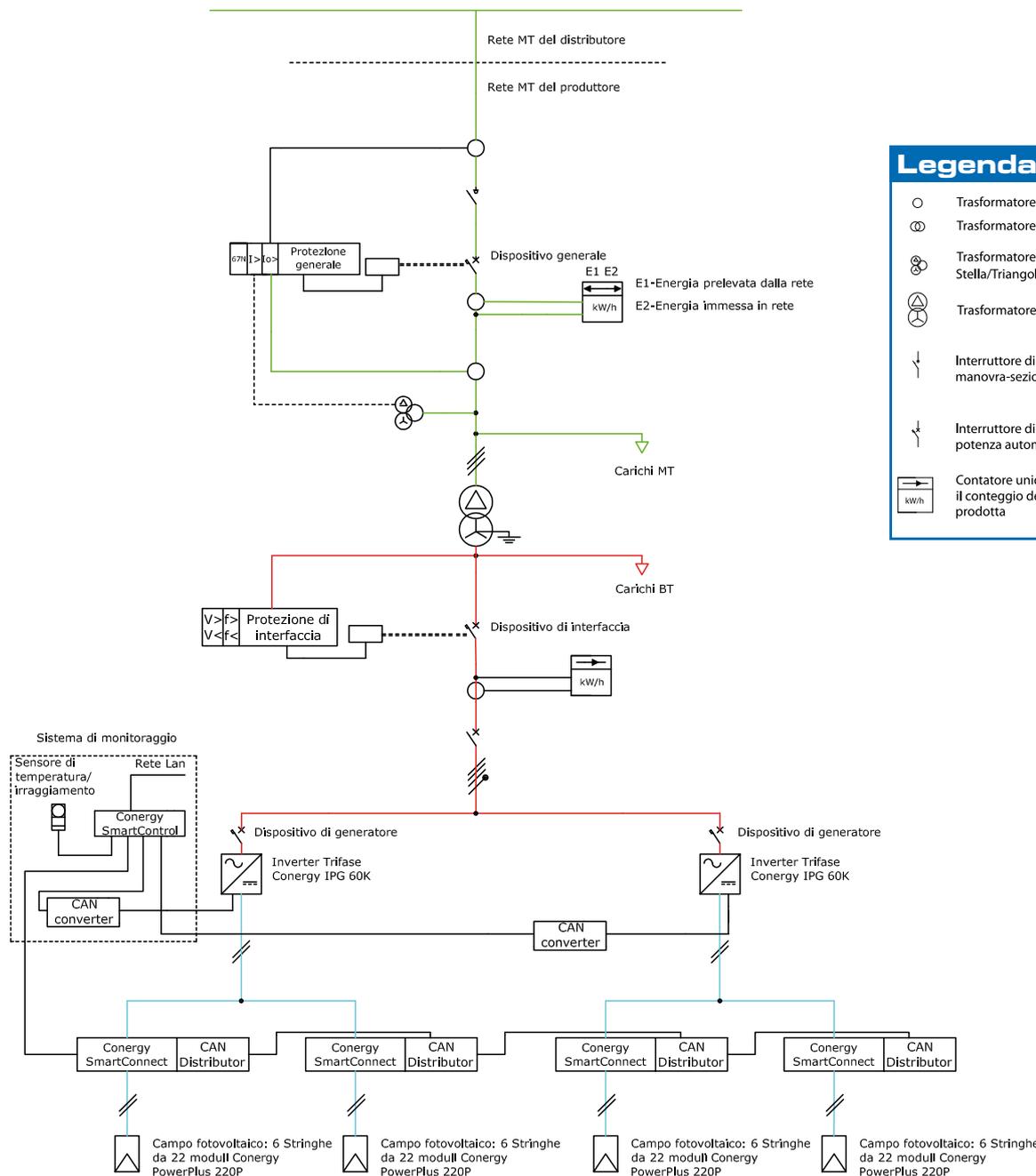
Collegamento alla rete

Il collegamento alla rete risulta simile allo schema precedente. Gli inverter sono collegati alla rete di media tensione tramite il trasformatore elevatore. Come per tutti gli impianti, il conduttore che collega alla rete di distribuzione elettrica deve essere sezionabile tramite appositi dispositivi al fine di garantire la massima sicurezza nel caso in cui sia necessario fare manutenzione sull'impianto. Sul lato AC è inoltre presente il dispositivo di interfaccia che garantisce il distacco automatico tra la rete e l'inverter in caso di assenza di tensione nella rete.

Monitoraggio

Anche per questo impianto il monitoraggio è gestito dal sistema Conergy SmartControl che, attraverso due CAN Converter, riceve dagli inverter i dati di produzione dell'impianto. Le informazioni riguardanti lo stato delle stringhe sono ricevute dagli SmartConnect e poi trasmesse al portale www.sunreader.de. Lo SmartControl dialoga con gli inverter e sezionatori tramite protocollo CAN, in particolare tramite CAN Converter con l'inverter e mediante CAN Distributor con lo SmartConnect.

Impianto da 130kWp, analisi corretto dimensionamento inverter



Legenda			
○	Trasformatore amperometrico	Conergy SmartControl	Sezionatore lato continua con funzione di monitoraggio stringhe
⊗	Trasformatore voltmetrico	E1 E2	Contatore bidirezionale per il conteggio dell'energia consumata e immessa in rete
⊗	Trasformatore a doppio secondario Stella/Triangolo aperto	CAN converter	Dispositivo per monitoraggio inverter
⊗	Trasformatore innalzatore BT/MT	Conergy SmartControl	Dispositivo per monitoraggio impianto
⚡	Interruttore di manovra-sezionatore	CAN Distributor	Dispositivo di comunicazione dati stringhe per monitoraggio
⚡	Interruttore di potenza automatico	—	Linea tensione continua
⚡	Contatore unidirezionale per il conteggio dell'energia prodotta	—	Linea tensione alternata
		—	Linea tensione MT

Dimensionamento inverter-moduli

Le stringhe di moduli devono essere dimensionate in base al range di tensione minima e massima di ingresso dell'inverter.

Formule per il controllo dei valori di tensione:

- $V_M + C_T * N_{SERIE} * (T_{max}-25) \geq V_{MIN MPPT}$ per irraggiamento di 50÷100W/m²
- $V_M + C_T * N_{SERIE} * (T_{min}-25) \leq V_{MAX MPPT}$ per irraggiamento di 1000W/m²
- $V_{OC} + C_T * N_{SERIE} * (T_{min}-25) \leq V_{MAX}$
- $V_{OC} + C_T * N_{SERIE} * (T_{min}-25) \leq V$ di isolamento dei moduli

dove:

- $V_{MIN MPPT}$ = Tensione minima MPP dell'inverter
- $V_{MAX MPPT}$ = Tensione massima MPP dell'inverter
- V_{MAX} = Tensione massima ammissibile dall'inverter
- V_{OC} = Tensione a circuito aperto della stringa fotovoltaica = somma delle singole V_{OC} dei moduli
- V_M = Tensione alla massima potenza del campo fotovoltaico = somma delle singole V_{MPP} dei moduli
- CT = coefficiente di temperatura del modulo in genere riportato sulle schede tecniche espresso in V/°C

Impianto da 200kWp con sistema di monitoraggio completo

Campo Fotovoltaico

L'impianto è composto da 904 moduli in silicio policristallino da 220Wp per una potenza totale di 199kWp. Il campo fotovoltaico è collegato a due inverter, ciascuno da 110kW. Al primo inverter sono collegate 22 stringhe composte da 22 moduli per una potenza di 106,5kWp, una tensione MPP di 650V ed una corrente massima di 176A; il secondo inverter gestisce 21 stringhe, ciascuna da 20 moduli, in grado di erogare una potenza massima di 92,4kW, una tensione di lavoro di 590V ed una corrente di corto circuito di 168A. Per impianti di queste dimensioni risulta importante valutare i flash report dei moduli al fine di collegare in maniera ottimale le stringhe.

La presenza di due inverter, e quindi di due campi fotovoltaici completamente distinti, si può sfruttare, ad esempio, quando l'impianto va installato su due falde con diversa esposizione.

Sezionatore e cavi

Ogni inverter è collegato alle stringhe mediante 3 sezionatori Conergy SmartConnect. Ogni stringa fornisce una corrente massima di 8,0A e, sebbene gli 8 ingressi dello SmartConnect accettino in entrata una corrente massima di 20A, si consiglia di collegare una sola stringa ad ogni ingresso in modo da poterla monitorare singolarmente. Al primo inverter sono collegate 22 stringhe mentre al secondo

21 e quindi, nel terzo e sesto SmartConnect, sono rispettivamente utilizzati 6 e 5 ingressi soltanto.

Un elemento importante nell'impianto è rappresentato dai cavi utilizzati nei collegamenti in corrente continua. In caso di irraggiamento diretto, è fondamentale utilizzare cavi solari in grado di resistere a i raggi UV. Per il corretto dimensionamento dei cavi, è fondamentale considerare la lunghezza della linea di alimentazione tra i vari componenti e calcolare una sezione adeguata per limitare la caduta di tensione che la resistenza del cavo può causare. I parametri da considerare nel calcolo della sezione dei cavi sono: la lunghezza del circuito, la tensione e corrente di picco, il materiale di cui è fatto il conduttore, la temperatura di esercizio del conduttore e la massima caduta accettabile che, per impianti fotovoltaici, non dovrebbe essere superiore all'1-2%.

Inverter

Per questo impianto sono utilizzati due inverter Conergy IPG Central 110K che accettano in ingresso una potenza massima di 110kW, una corrente di 223A ed una tensione compresa tra i 493V ed i 965V. Gli inverter sono provvisti di trasformatore di isolamento interno e sono protetti in ingresso da fusibili e scaricatori.

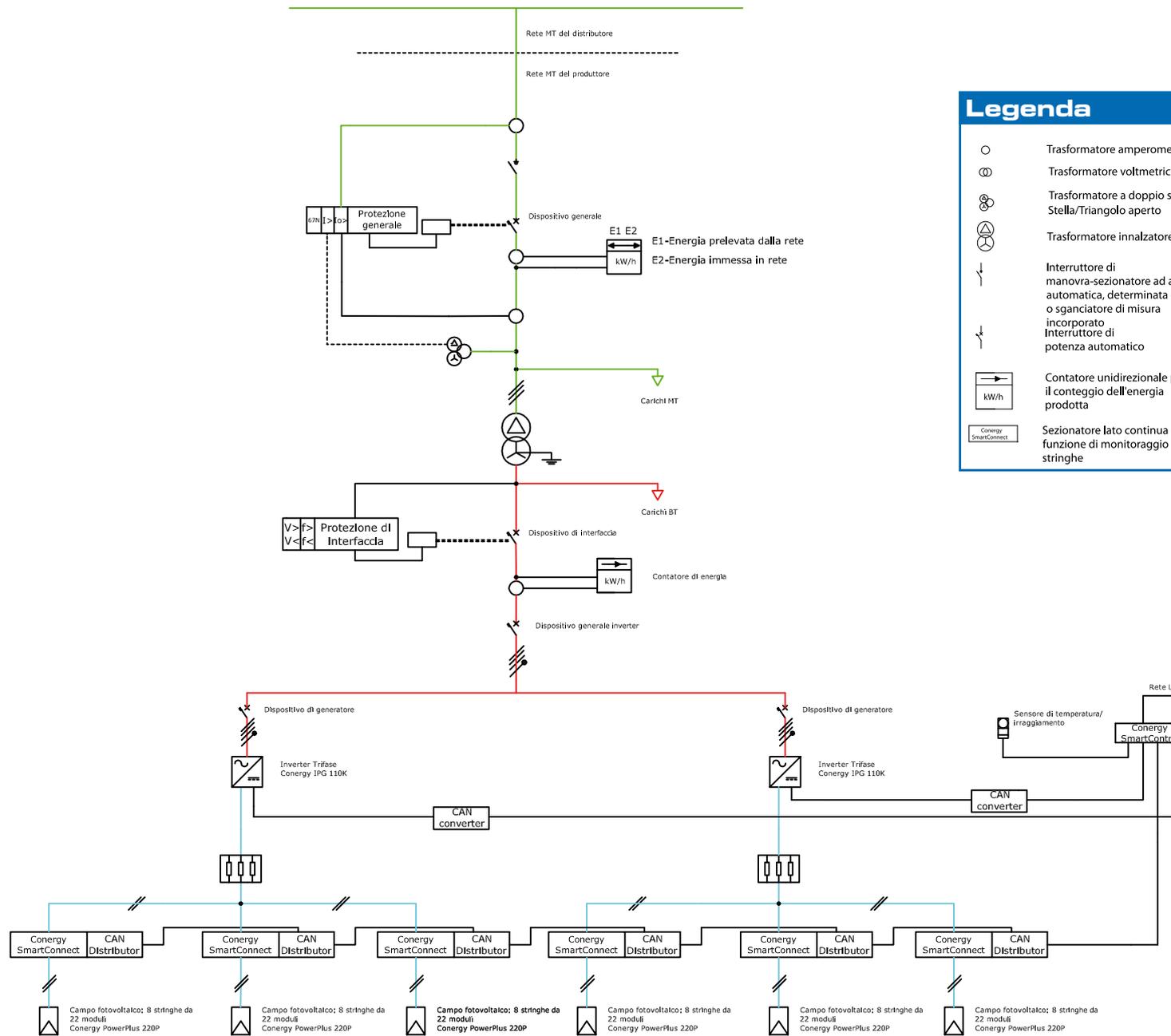
Collegamento alla rete

Come per lo schema precedente, anche questo impianto deve essere collegato alla media tensione tramite il trasformatore innalzatore. Come in tutti gli impianti di potenza superiore ai 20kW, deve essere presente il dispositivo di interfaccia che controlla i valori massimi e minimi di tensione e frequenza della rete.

Monitoraggio

Il monitoraggio è gestito dal sistema Conergy SmartControl che è in grado di ricevere informazioni dall'inverter, dai sezionatori e dal sensore di temperatura ed irraggiamento, e di trasmetterli ad un portale web tramite collegamento alla rete internet.

Impianto da 200kWp con sistema di monitoraggio completo



Legenda			
	Trasformatore amperometrico		E1 E2 Contatore bidirezionale per il conteggio dell'energia consumata e immessa in rete
	Trasformatore voltmetrico		Dispositivo per monitoraggio inverter
	Trasformatore a doppio secondario Stella/Triangolo aperto		Dispositivo per monitoraggio impianto
	Trasformatore innalzatore BT/MT		Dispositivo di comunicazione dati stringhe per monitoraggio
	Interruttore di manovra-sezionatore ad apertura automatica, determinata da relè o sganciatore di misura incorporato		Linea tensione continua
	Interruttore di potenza automatico		Linea tensione alternata
			Linea tensione MT
	Contatore unidirezionale per il conteggio dell'energia prodotta		
	Sezionatore lato continua con funzione di monitoraggio stringhe		

Sistemi di fissaggio

I sistemi di fissaggio dei moduli possono essere fissi o ad inseguimento solare.

I sistemi ad inseguimento potenzialmente possono aumentare la produzione dell'impianto fino al 50% in più rispetto ai sistemi fissi. Tale percentuale è in parte limitata da:

- margine d'errore del tracking;
- ombreggiamento reciproco tra gli elementi;
- consumo minimo di energia dal meccanismo di inseguimento a motore.

Considerando questi limiti, si stima un incremento di produzione del 30% per sistemi biassiali e del 20% per sistemi monoassiali.

Nella scelta degli inseguitori si tengano in considerazione i seguenti aspetti:

- operatività con venti fino ad 80-90km/h;
- se il sito d'installazione è caratterizzato da forti venti e nevicate, posizione di sicurezza automatica;
- necessità di manutenzione sulle parti in movimento;
- maggiore spazio occupato rispetto ai sistemi fissi.

Impianto da 1MWp con moduli a film sottile

Campo Fotovoltaico

L'impianto è composto da 15.480 moduli a film sottile (First Solar) da 75Wp per una potenza totale di 1,161MWp. Il campo fotovoltaico è collegato a quattro inverter con potenza di ingresso di 280kW. Agli inverter sono collegate 430 stringhe da 9 moduli in grado di erogare una tensione di 624V ed una corrente di 464,4A.

I moduli a film sottile in telloruro di cadmio, dato il loro prezzo inferiore rispetto ai moduli cristallini, sono ideali per impianti di grandi dimensioni. Essi tuttavia richiedono una maggiore area d'installazione vista la minor efficienza rispetto ai moduli cristallini. Offrono ottime prestazioni anche in zone a clima caldo in quanto il loro derating termico è inferiore ai moduli in silicio. Questi moduli alle volte sono considerati in modo negativo in quanto il telloruro di cadmio è un metallo pesante. Essi tuttavia non comportano alcun rischio di inquinamento in quanto è appurato che tale materiale, in caso di rottura o di fusione del modulo, non si disperde nell'ambiente.

In Italia, è possibile impiegare i moduli First Solar solo per impianti di potenza minima 30kW: solamente sopra questa soglia, infatti, la casa costruttrice si impegna a smaltire i moduli al termine del ciclo di vita dell'impianto (stimato in minimo 20 anni) senza nessun costo da parte del cliente. Per ottenere questo servizio è necessario però installare i moduli secondo

determinati standard ed utilizzando ganci ed inverter certificati dalla casa stessa. Tutti i componenti Conergy rispettano tali requisiti. Viene inoltre richiesto che non vengano realizzate stringhe con più di 10 moduli e che siano collegate in parallelo massimo 6 stringhe per volta. Ogni gruppo deve essere protetto mediante fusibile di portata massima di 10A.

Sezionatore e cavi

Data una corrente massima della singola stringa di 1,20A, si possono collegare 6 stringhe per ogni ingresso del sezionatore Conergy SmartConnect. Il numero di sezionatori necessari è dunque pari a 9 per ciascun inverter. Si valuti con attenzione la sezione dei cavi in quanto le correnti in gioco sono notevoli e le perdite di potenza dovute a cadute di tensione e perdite di contatto possono ridurre l'efficienza dell'intero impianto in maniera significativa, diminuendo di conseguenza il tempo di ritorno sull'investimento (ROI).

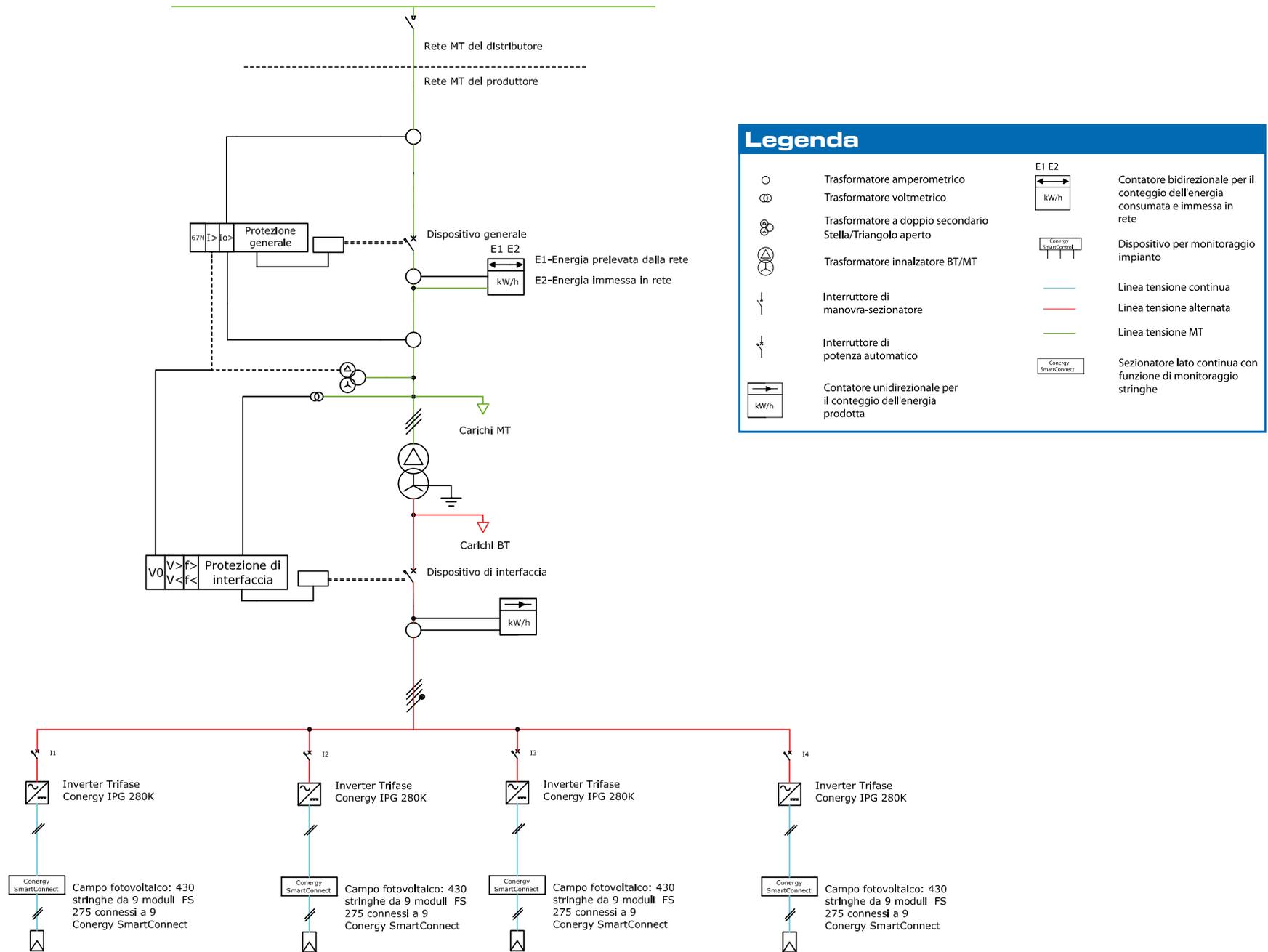
Inverter

Come descritto in precedenza, sono stati adottati 4 inverter da 280kW provvisti internamente di trasformatore. Tali inverter si adattano perfettamente alle applicazioni con i moduli utilizzati in quanto, grazie al loro range di tensione di ingresso molto elevato, consentono di creare delle stringhe molto lunghe benché tali moduli presentino delle tensioni di lavoro molto alte.

Collegamento alla rete

Il collegamento alla rete rimane pressoché identico a quanto visto negli schemi precedenti. Si consiglia di installare gli inverter in un locale dedicato in grado di garantire la tenuta all'acqua ed un'adeguata ventilazione. Il trasformatore di media tensione può essere collocato in una stanza affiancata al locale di alloggiamento dell'inverter.

Impianto da 1MWp con moduli a film sottile



Legenda			
	Trasformatore amperometrico		Contatore bidirezionale per il conteggio dell'energia consumata e immessa in rete
	Trasformatore voltmetrico		Contatore unidirezionale per il conteggio dell'energia prodotta
	Trasformatore a doppio secondario Stella/Triangolo aperto		Dispositivo per monitoraggio impianto
	Trasformatore innalzatore BT/MT		Linea tensione continua
	Interruttore di manovra-sezionatore		Linea tensione alternata
	Interruttore di potenza automatico		Linea tensione MT
			Sezionatore lato continua con funzione di monitoraggio stringhe

Normativa

a cura di Conergy Academy

La progettazione e la realizzazione di impianti fotovoltaici e l'accesso alle tariffe incentivanti non possono prescindere dalla conoscenza della normativa di legge e dalla normativa tecnica sia in riferimento all'impiantistica generale che alle specifiche norme del CT82.

Cardine della normativa di legge per la regolamentazione dell'accesso agli incentivi è il decreto "Conto Energia" (D.M. 19/02/07) mentre per la normativa tecnica specifica è di fondamentale importanza la conoscenza della guida CEI 82-25. Di seguito sono riportate le principali Norme e guide per la realizzazione di un impianto fotovoltaico.

Conto Energia

Guida al Conto Energia edizione n° 3 – marzo 2009

Scaricabile dal sito www.gse.it nella sezione Attività → Fotovoltaico → Dati e Pubblicazioni Informative.

Contiene informazioni dettagliate in merito a: tariffe, modalità di distribuzione (scambio sul posto, vendita), iter autorizzativo, modalità di richiesta per l'incentivazione.

Guida all'integrazione architettonica

Scaricabile dal sito www.gse.it nella sezione Attività → Fotovoltaico → Dati e Pubblicazioni Informative.

Consente di individuare facilmente in che grado di integrazione rientra il proprio impianto e analizza, oltre ai relativi aspetti normativi, anche alcuni esempi pratici di realizzazione con immagini e spiegazioni a lato.

Idoneità agli incentivi dei moduli fotovoltaici

Per accedere alle tariffe incentivanti del Conto Energia è obbligatorio che i moduli utilizzati nell'impianto fotovoltaico

siano certificati ai sensi di legge.

Le certificazioni dei moduli devono essere rilasciate da laboratori accreditati EA (European Accreditation Agreement). È possibile verificare la lista dei laboratori accreditati EA nel sito www.gse.it nella sezione Attività → Fotovoltaico → Dati e Pubblicazioni Informative → certificazione dei moduli.

Scambio Sul Posto

La Delibera ARG/elt 74/08, Allegato A – Testo integrato dello scambio sul posto (TISP) definisce una nuova regolamentazione del meccanismo di scambio sul posto che prevede che l'utente paghi per l'energia prelevata per i propri consumi e riceva dal GSE un rimborso per l'energia prodotta con l'impianto fotovoltaico nei limiti dell'energia consumata.

La delibera è scaricabile dal sito www.autorita.energia.it/ nella sezione Attività → Provvedimenti.

Vendita dell'energia prodotta

Per la vendita dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico si possono utilizzare due diverse modalità:

1. "indiretta" mediante la stipula di una convenzione di ritiro dedicato con il GSE, ai sensi della delibera AEEG n. 280/07;
2. "diretta" attraverso la vendita in borsa o ad un grossista (contratto bilaterale).

La delibera è scaricabile dal sito www.autorita.energia.it/ nella sezione Attività → Provvedimenti.

Regole tecniche alla connessione in rete

CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.

Guida per le connessioni alla rete elettrica di ENEL

Distribuzione S.p.A. (ex DK5940).

Attualmente è in fase di definizione da parte di un gruppo di lavoro del CEI una normativa tecnica sulla connessione di utenti attivi e passivi alla rete in BT.

Guida alle norme CEI relative agli impianti fotovoltaici

CEI EN 60904-1 (CEI 82-1): dispositivi fotovoltaici – Parte 1: misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente.

Descrive le procedure per la misurazione delle caratteristiche corrente-tensione di dispositivi fotovoltaici effettuata in luce solare naturale o simulata. Tali procedure sono applicabili a singole celle solari, a sottoassiemi di celle solari o a moduli fotovoltaici.

CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): dispositivi fotovoltaici – Parte 2: prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento.

Contiene le prescrizioni relative a classificazione, selezione, disposizione, marcatura, calibrazione e precauzioni d'uso di dispositivi solari.

Tali dispositivi sono utilizzati per determinare le prestazioni elettriche di celle, moduli e stringhe in presenza di luce naturale e luce solare simulata. La Norma non si applica a dispositivi per utilizzo in luce solare concentrata.

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.

Contiene i principi di misura per sistemi fotovoltaici e specifica la distribuzione spettrale di irraggiamento. Descrive le caratteristiche corrente-tensione ed i parametri derivati.



CEI EN 61727 (CEI 82-9): sistemi fotovoltaici (FV) – Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete.

Versione italiana della Norma Europea CENELEC EN 61727, identica alla Pubblicazione IEC 1727 (1995).

Fornisce le prescrizioni riguardanti l'interfaccia di raccordo tra i sistemi fotovoltaici e la rete elettrica pubblica cui possono essere allacciati per l'esercizio corretto e in sicurezza.

CEI EN 61215 (CEI 82-8): moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e omologazione del tipo.

Stabilisce i requisiti per la qualifica del progetto e l'omologazione di tipo di moduli fotovoltaici destinati ad essere utilizzati all'aperto sulla terra per servizi di lunga durata in condizioni climatiche generali, secondo la classificazione descritta nella pubblicazione IEC 60721-2-1. La presente Norma si applica soltanto a tipi di moduli in silicio cristallino e non si applica a moduli utilizzati con sistemi a concentrazione di luce solare.

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

Contiene le prescrizioni per la qualificazione del progetto e l'approvazione di tipo dei moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri adatti al funzionamento a lungo termine in climi moderati all'aria aperta. Essa è stata scritta tenendo presente la tecnologia del silicio amorfo, tuttavia può essere applicata anche ad altri moduli FV a film sottile.

CEI EN 50380 (CEI 82-22): fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici.

Riporta i fogli informativi e i dati di targa che devono avere i moduli fotovoltaici non a concentrazione.

CEI 82-25: guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione.

Fornisce ai progettisti, agli installatori e, in genere, agli operatori di impianti fotovoltaici i criteri per la progettazione,

l'installazione e la verifica dei sistemi di generazione fotovoltaica destinati ad operare in parallelo alla rete di distribuzione 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.

Stabilisce le prescrizioni per la qualifica del progetto dei componenti di sistema esclusi i moduli (BOS) utilizzati in sistemi fotovoltaici per applicazioni terrestri.

Glossario

a cura di Conergy Academy

Celle solari

Busbar: conduttore principale di connessione, costituito generalmente di argento, è applicato sulla superficie della cella fotovoltaica al fine di catturare e convogliare l'energia elettrica prodotta dalla cella stessa.

Carico elettrico (W): quantità, misurata in watt, di potenza elettrica istantanea erogata, consumata o assorbita da un qualsiasi utilizzatore elettrico.

CdTe: formula chimica del Telloruro di Cadmio, materiale semiconduttore di cui sono composti alcuni moduli a film sottile.

Cella fotovoltaica: elemento base del generatore fotovoltaico, costituito da materiale semiconduttore (tipicamente silicio) opportunamente trattato mediante "drogaggio", che converte la radiazione solare in elettricità.

CIS/GIGS: diseleniuro di Idio e Rame (CIS), semiconduttore policristallino composto che viene spesso arricchito con Gallio (GIGS) per aumentarne l'efficienza e la tensione di circuito aperto Voc. Le celle sono realizzate usando come substrato del vetro sul quale viene depositato un sottile strato di molibdeno, e successivamente un materiale assorbitore.

Drogaggio: introduzione in quantità molto piccole (dell'ordine di una parte per milione) di impurità (elementi droganti) all'interno del materiale semiconduttore, al fine di modificare la struttura cristallina dello stesso dando origine ad un sensibile aumento delle capacità elettriche intrinseche.

Film sottile: prodotto della tecnologia che sfrutta la deposizione di un sottilissimo strato di materiali semiconduttori

per la realizzazione della cella fotovoltaica.

NOCT (°C) (Nominal Operating Cell Temperature/ Temperatura nominale operativa della cella): temperatura che la cella raggiunge, quando funziona ad un irraggiamento di 800 W/m², ad una temperatura ambiente di 20°C e velocità del vento 1m/sec, spettro AM 1.5.

Poiché all'aumentare della temperatura del modulo la resa diminuisce, più il NOCT si allontana dalla temperatura ambiente meno energia viene prodotta dal modulo.

Silicio (Si): elemento chimico semiconduttore, non presente in natura allo stato libero, di colore bruno nerastro usato per costruire celle fotovoltaiche.

Silicio amorfo: tipo di silicio che non ha struttura cristallina, usato per la costruzione di celle fotovoltaiche di spessore inferiore a quelle tradizionali in silicio cristallino.

Semiconduttori: sostanze solide come il silicio, dotate di caratteristiche elettriche intermedie tra quelle dei conduttori e degli isolanti.

Dispositivi fotovoltaici

Angolo di inclinazione (tilt): angolo formato dalla superficie di un pannello con il piano orizzontale (0° orizzontale, 90° quando la superficie è perpendicolare al suolo).

BOS (Balance of System/Bilanciamento del Sistema): insieme dei dispositivi collocati fisicamente in posizione intermedia fra i moduli fv e l'utenza finale. Componenti principali del BOS: diodi di by-pass e di blocco, regolatore di carica e controllo della scarica della batteria, batterie, inverter (per le utenze in c.a.) e l'insieme dei cablaggi elettrici e delle derivazioni.

Diodo: elemento elettronico, fornito di anodo e catodo, che permette alla corrente elettrica di fluire in una sola direzione.

Diodo di blocco: diodo che evita il fluire dell'elettricità dalle batterie al generatore durante i periodi di bassa produzione da parte di un generatore fotovoltaico stand alone. Viene utilizzato anche per evitare che la corrente prodotta da determinate stringhe fluisca in una stringa temporaneamente ombreggiata o non funzionante.

Diodo di Bypass: diodo che impedisce alla corrente di attraversare una stringa di celle nel caso queste risultino ombreggiate o non funzionanti.

Inseguitore del punto di massima potenza (MPPT): dispositivo elettronico principale dell'inverter, consente al generatore di "vedere" sempre ai suoi capi un carico ottimale, ottimizzando la potenza ceduta. Variando il punto di lavoro al variare delle condizioni esterne (temperatura, irraggiamento), l'inseguitore consente di estrarre dal generatore sempre la massima potenza cedendola al carico.

Inseguitore solare: struttura di sostegno dei moduli fotovoltaici che, mediante un dispositivo elettro-assistito, permette di inseguire il tragitto del sole, variando sia l'asse orizzontale, che quello verticale, al fine di aumentare l'energia prodotta dal campo fotovoltaico posizionandolo sempre in modo ottimale rispetto al sole.

Protezioni di interfaccia: sistema di protezioni in grado di agire sul dispositivo di interfaccia scollegando l'impianto fv dalla rete a seguito di malfunzionamenti della rete che non consentono il normale esercizio degli inverter.



Energia solare

Azimuth: distanza angolare misurata in gradi in senso orario attorno all'orizzonte dell'osservatore a partire da Sud; un Azimuth di 0° indica il Sud, 90° ovest e -90° indica l'Est.

Irraggiamento: radiazione solare istantanea che incide sulla superficie di un oggetto, misurata in kW/m^2 (all'equatore a mezzogiorno in condizioni atmosferiche ottimali è pari a circa $1.000\text{W}/\text{m}^2$).

Radiazione diffusa: parte della radiazione solare ricevuta da un pannello solare, dopo l'assorbimento e la diffusione da parte di un corpo come ad esempio delle nuvole.

Radiazione diretta: parte della radiazione solare che colpisce direttamente, con angolo specifico di incidenza, la superficie di un pannello solare (superficie di captazione).

Radiazione solare (kWh/m^2): energia emessa dal sole in seguito di processi di fusione nucleare misurata in kWh/m^2 .

Grandezze elettriche

Ampere (A): unità di misura dell'intensità della corrente elettrica equivalente ad un flusso di carica in un conduttore pari ad un Coulomb per secondo.

Collegamento in parallelo: collegamento di utilizzatori elettrici, tale per cui ai loro capi viene applicata la stessa differenza di potenziale.

Collegamento in serie: collegamento di utilizzatori elettrici attraversati dalla stessa corrente.

Corrente: flusso di cariche elettriche, misurata in Ampere, che scorre in un conduttore tra due punti aventi una differenza di potenziale (tensione).

Grandezze fisiche e unità di misura

ChiloWatt (kW): multiplo dell'unità di misura della potenza pari a 1.000Watt .

ChiloWattora (kWh): unità di misura dell'energia consumata in un'ora da un apparecchio utilizzatore da 1kW .

Efficienza (%): potenza in uscita rapportata alla potenza in ingresso.

Potenza (W): energia prodotta nell'unità di tempo di riferimento, misurata in $W = J/s$ ($W=\text{watt}$; $J=\text{Joule}$; $s=\text{secondo}$).

Dal punto di vista elettrico il W è la potenza sviluppata in circuito da una corrente di 1 Ampere che attraversa una differenza di potenziale di 1 Volt. La potenza elettrica è quindi data dal prodotto della corrente per la tensione.

Potenza di Picco (W_p): potenza massima prodotta da un dispositivo fv in condizioni standard di funzionamento (irraggiamento $1.000\text{ W}/\text{m}^2$, temperatura di 25 C° , $AM=1,5$).



Conergy Italia rappresenta una delle realtà più importanti e consolidate del fotovoltaico italiano, con circa 70 dipendenti ed oltre 35 MW venduti dalla sua nascita.

Conergy Italia fa parte del Gruppo Conergy, tra i principali operatori del fotovoltaico internazionale. Il Gruppo, fondato in Germania nel 1998, è presente con filiali dirette in oltre 14 Paesi del mondo e ha raggiunto un fatturato di oltre 1 miliardo di euro nel 2008.

Conergy fornisce una gamma completa di componenti integrati per impianti fotovoltaici in rete o in isola di qualsiasi dimensione, costituendo un unico punto d'acquisto specializzato dove gli installatori possono reperire tutto il materiale necessario per la realizzazione di un impianto: moduli cristallini o a film sottile, inverter mono e trifase, strutture di montaggio per ogni applicazione, sistemi di monitoraggio, strumenti di collaudo ed accessori.

All'installatore Conergy offre anche servizi specifici, come kit pre-configurati per piccoli impianti, assistenza pre e post-vendita, formazione, programmi di partnership.

Per aziende ed investitori, Conergy si occupa dello sviluppo e realizzazione "chiavi in mano" di grandi impianti (EPC Contractor) con assicurazione sulla resa: dalla ricerca del sito all'engineering, dall'installazione al collaudo, dal finanziamento all'assicurazione fino alla gestione e manutenzione dell'impianto in esercizio, Conergy è in grado di garantire ai committenti utili certi e minimi rischi di investimento.

Diventare Installatore Fotovoltaico Accreditato Conergy

Il programma "Installatore Fotovoltaico Accreditato Conergy" (IFAC) è nato ad aprile 2008 per creare una rete di Installatori riconoscibili sul territorio cui l'utente finale può rivolgersi per la realizzazione del proprio impianto fotovoltaico con la sicurezza di un risultato di qualità. Per Conergy e i suoi partner, "fotovoltaico di qualità" significa capacità di proporre, progettare, realizzare e gestire impianti fotovoltaici che abbiano la massima resa energetica e finanziaria per almeno 20 anni. Ad oggi la rete di IFAC conta 135 aziende in tutto il territorio italiano.

Conergy Academy

Conergy Academy è un team che riunisce esperti di comunicazione, tecnici esperti di prodotto, appartenenti alla divisione "Componenti" di Conergy, e ingegneri della divisione "Impianti", specializzati nell'engineering di grandi sistemi fotovoltaici. Conergy Academy rappresenta il centro di competenza di Conergy che promuove iniziative, quali corsi di formazione, seminari tecnici e pubblicazioni, finalizzate allo sviluppo delle conoscenze sul fotovoltaico e, in particolare, sul fotovoltaico di qualità, all'interno e all'esterno dell'azienda.

Gli Installatori Accreditati possono accedere a numerosi servizi, quali l'uso dell'apposito logo come marchio di qualità, un sistema di incentivi, visibilità sul sito Conergy, strumenti finanziari dedicati, segnalazioni di opportunità di progetto da parte di Conergy. Per ulteriori informazioni scrivere a installatori@conergy.it.

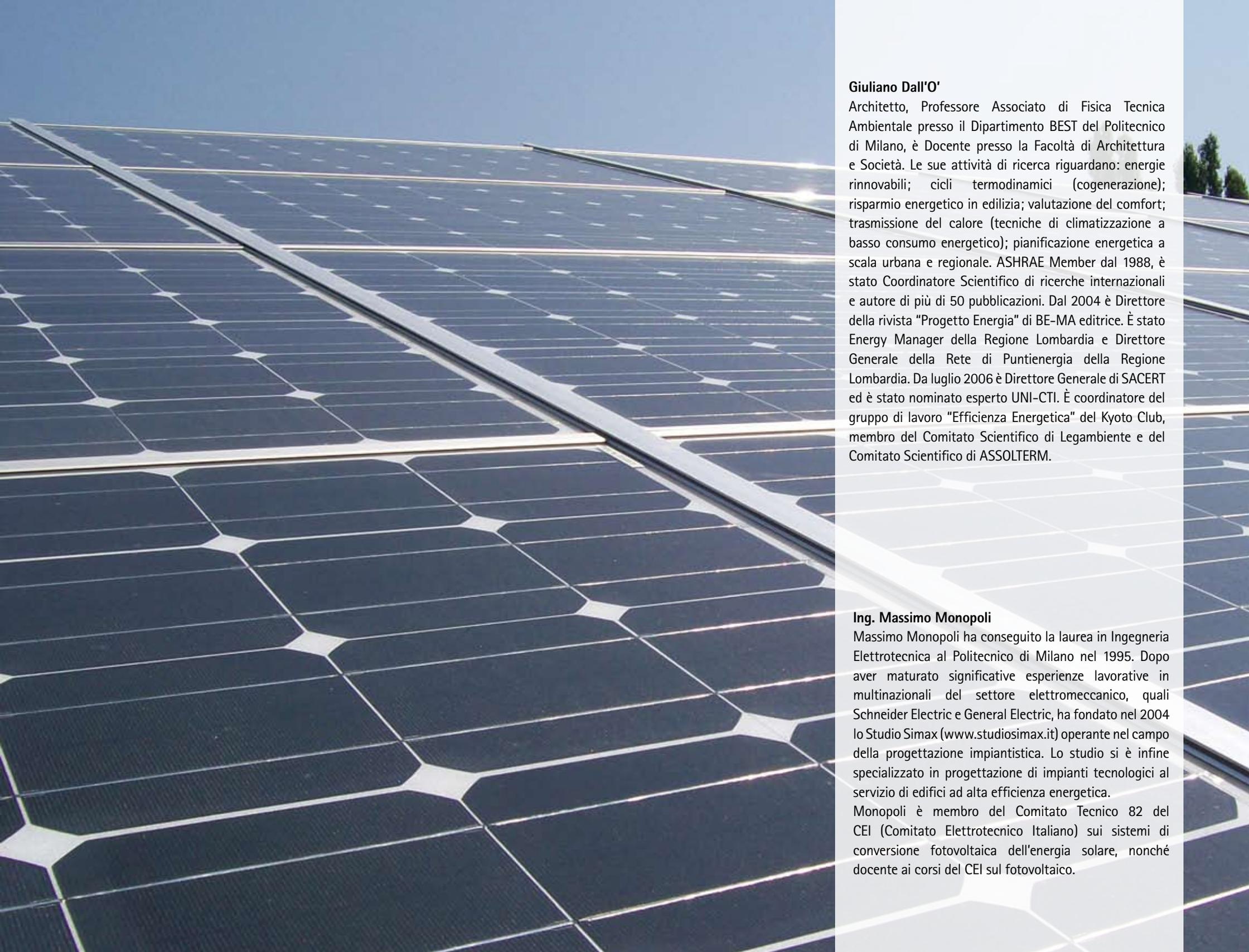
Diventare Consulente Fotovoltaico Accreditato Conergy

Mediante l'iniziativa "Consulente Fotovoltaico Accreditato" Conergy intende reclutare professionisti che, nell'ambito della loro quotidiana attività lavorativa, possono segnalare opportunità di realizzazione di impianti fotovoltaici "chiavi in mano". I Consulenti Conergy possono essere consulenti energetici o finanziari, studi di progettazione, società commerciali nel settore energia o soggetti che entrano in contatto con potenziali clienti di impianti fotovoltaici e sono interessati a diversificare la propria attività proponendo il fotovoltaico come forma di investimento a basso rischio ed alto rendimento. Per ulteriori informazioni scrivere a consulenti@conergy.it.

Strumenti di utilità per il progettista

Consapevole che una buona progettazione è alla base dello sviluppo del fotovoltaico di qualità, Conergy offre al progettista alcuni strumenti di utilità:

- scheda sopralluogo
- voci di capitolato dei prodotti Conergy, scaricabile dal sito www.conergy.it
- Conergy Sizer (software di configurazione e dimensionamento moduli-inverter), scaricabile dal sito www.conergy.it
- documentazione e manualistica tecnica completa, scaricabile dal sito www.conergy.it
- sito www.investinelsole.it dove scaricare uno strumento per il calcolo della redditività dell'impianto



Giuliano Dall'O'

Architetto, Professore Associato di Fisica Tecnica Ambientale presso il Dipartimento BEST del Politecnico di Milano, è Docente presso la Facoltà di Architettura e Società. Le sue attività di ricerca riguardano: energie rinnovabili; cicli termodinamici (cogenerazione); risparmio energetico in edilizia; valutazione del comfort; trasmissione del calore (tecniche di climatizzazione a basso consumo energetico); pianificazione energetica a scala urbana e regionale. ASHRAE Member dal 1988, è stato Coordinatore Scientifico di ricerche internazionali e autore di più di 50 pubblicazioni. Dal 2004 è Direttore della rivista "Progetto Energia" di BE-MA editrice. È stato Energy Manager della Regione Lombardia e Direttore Generale della Rete di Puntienergia della Regione Lombardia. Da luglio 2006 è Direttore Generale di SACERT ed è stato nominato esperto UNI-CTI. È coordinatore del gruppo di lavoro "Efficienza Energetica" del Kyoto Club, membro del Comitato Scientifico di Legambiente e del Comitato Scientifico di ASSOLTERM.

Ing. Massimo Monopoli

Massimo Monopoli ha conseguito la laurea in Ingegneria Elettrotecnica al Politecnico di Milano nel 1995. Dopo aver maturato significative esperienze lavorative in multinazionali del settore elettromeccanico, quali Schneider Electric e General Electric, ha fondato nel 2004 lo Studio Simax (www.studiosimax.it) operante nel campo della progettazione impiantistica. Lo studio si è infine specializzato in progettazione di impianti tecnologici al servizio di edifici ad alta efficienza energetica.

Monopoli è membro del Comitato Tecnico 82 del CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano) sui sistemi di conversione fotovoltaica dell'energia solare, nonché docente ai corsi del CEI sul fotovoltaico.

ENERGIA DAL SOLE



Conergy Italia SpA

Via Zamenhof 200

36100 Vicenza

Tel. 0444 / 380131

Fax 0444 / 580122

info@conergy.it

www.conergy.it