



Convegno di EcoOne
Sostenibilità ambientale e questione energetica
Castel Gandolfo, 14 – 16 maggio 2010

Le fonti rinnovabili

Carmine Lubritto¹

L'analisi dell'attuale scenario energetico impone all'attenzione del mondo politico e scientifico due sfide fondamentali:

1. reperire ed assicurare le risorse energetiche per sostenere la crescita e lo sviluppo economico dei Paesi sviluppati e, ancor più, di quelli in via di sviluppo;
2. mitigare i processi di cambiamento climatico in atto garantendo la protezione dell'ambiente.

Trovare un equilibrio fra queste esigenze, obbliga a realizzare una vera e propria transizione verso un sistema energetico ed uno sviluppo più sostenibile.

Uno degli obiettivi primari è quello di ridurre i fabbisogni energetici e il relativo impatto sull'ambiente, ed in particolare l'immissione in atmosfera dei cosiddetti "gas serra" che ormai la comunità scientifica individua come la principale causa del riscaldamento globale del clima (Rapporto IPCC, 2007). D'altra parte notevole rilevanza hanno le politiche di sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili, che nel futuro dovranno garantire una percentuale prossima al 20% della copertura dei fabbisogni energetici mondiali. La Commissione Europea ha infatti approvato il Piano di Azione "Una politica Energetica per l'Europa" nel quale ha proposto un pacchetto completo di misure per istituire una nuova politica energetica per l'Europa finalizzata a combattere i cambiamenti climatici e a rafforzare la sicurezza energetica e la competitività dell'UE. Il pacchetto di proposte definisce una serie di obiettivi ambiziosi con riferimento alle emissioni di gas serra e all'uso di energia rinnovabi-

¹ I punti di vista espressi sono quelli degli autori e come tali non necessariamente riflettono l'opinione di EcoOne che non è responsabile per l'utilizzo delle informazioni qui contenute.

le e punta a creare un vero mercato interno dell'energia e a rendere sempre più efficace le azioni proposte. La Commissione ha infatti deliberato che l'Unione Europea si impegni ad abbattere le emissioni di gas serra di almeno il 20% entro il 2020, a fare in modo che alla stessa data almeno il 20% dell'energia venga prodotta da fonti rinnovabili e che vi siano azioni di risparmio energetico tali da consentire un risparmio del 20% dei consumi energetici rispetto a quelli del 2007.

A partire da queste premesse nel seguito cercheremo di affrontare le seguenti tematiche:

1. Principi e caratteristiche delle fonti rinnovabili di energia.
2. Statistiche sulla produzione di energia in Italia, in Europa e nel mondo.
3. Come possiamo realizzare un impianto di produzione di energia da fonte rinnovabile.
4. Nuove tecnologie e nuove prospettive.

Principi e caratteristiche delle fonti rinnovabili di energia

In questo contesto verranno analizzate le caratteristiche principali di funzionamento di sistemi di produzione di energia basati su fonti rinnovabili, evidenziandone i punti di forza e di debolezza e individuandone i principali settori e ambiti di applicazione.

Definizione di fonte rinnovabile di energia

Sono da considerarsi **energie rinnovabili** quelle forme di energia generate da fonti che per loro caratteristica intrinseca *si rigenerano o non sono "esauribili" nella scala dei tempi "umani"*. In altri termini il loro ciclo di trasformazione (produzione o riproduzione) ha tempi caratteristici al minimo comparabili con quelli del loro consumo da parte degli utenti.

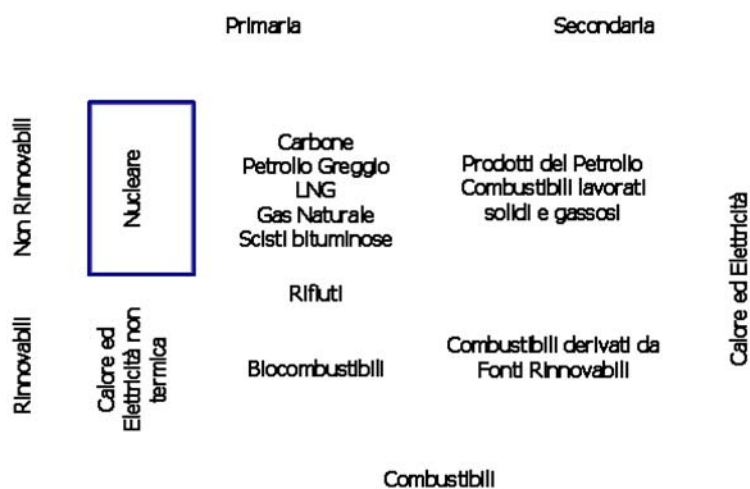
E' da notare come sia importante, per definire il concetto di "rinnovabilità", confrontare due grandezze omogenee, nel caso specifico due tempi: il tempo di trasformazione e quello di utilizzo dell'energia.

Risulta quindi evidente come tale definizione si inquadra all'interno di quella di **sviluppo sostenibile**, in quanto l'utilizzo di energia rinnovabile *non pregiudica le risorse naturali per le generazioni future.*

Il termine risorsa energetica sarà utilizzato, nel seguito, per indicare sia i combustibili che calore e lavoro. Le risorse energetiche estratte dal suolo o direttamente ottenute a partire dalle risorse naturali sono dette Primarie: esempi sono il petrolio, il carbone, il gas naturale, le biomasse, l'energia radiante solare, etc.. Le risorse energetiche che invece sono prodotte a partire da fonti primarie a seguito di processi di trasformazione, come ad esempio i derivati dal carbone (coke da cokeria, gas di cokeria, gas di altoforno, etc.), dal petrolio (oli combustibili, gasoli, benzine, gpl, carboturbo, kerosene, etc.) e l'energia elettrica e sono dette Secondarie.

Sia l'elettricità che il calore possono essere prodotti in forma primaria o secondaria. Il calore primario è definito come quello catturato da sorgenti naturali, quali i pannelli solari termici o le sorgenti geotermiche. Il calore secondario è derivato dall'uso di fonti primarie già catturate o prodotte e registrate come sorgenti locali. L'elettricità in forma primaria è ottenuta da sorgenti naturali, quali idroelettrica, eolica, solare, maree ed onde marine. L'elettricità secondaria è prodotta dalla fissione di combustibili nucleari, dal calore geotermico e da quello solare termico e bruciando combustibili quali carbone, gas naturale ed altri.

La figura successiva descrive, secondo la metodologia della Agenzia Internazionale dell'Energia (IEA), la suddivisione sia tra fonti energetiche primarie e secondarie che la suddivisione tra fonti non rinnovabili e quelle rinnovabili. Si osservi la posizione intermedia, tra rinnovabili e non rinnovabili, dei rifiuti (RSU).



Definizione e suddivisione delle fonti energetiche secondo Agenzia Internazionale dell'Energia (IEA).

Le fonti convenzionali e rinnovabili di energia: vantaggi e svantaggi

Possiamo individuare come vantaggi delle fonti energetiche convenzionali (combustibili fossili) i seguenti:

- sono "compatti", ovvero hanno un alto rapporto energia/volume;
- sono facilmente trasportabili e stoccabili;
- sono utilizzabili con macchine relativamente semplici;
- costano relativamente poco (in termini di c€ a singolo kWh).

Hanno per contro numerosi svantaggi:

- sono inquinanti, sia in termini di emissioni di gas serra che di altri inquinanti;
- non sono rinnovabili, pertanto i giacimenti in sfruttamento si esauriscono, mentre le richieste energetiche aumentano, con conseguente aumento del loro prezzo;
- il loro prezzo è legato a notevoli e mutevoli risvolti sociali ed economici.

D'altra parte possiamo individuare i vantaggi delle fonti energetiche rinnovabili in:

- hanno una ricaduta positiva sull'ambiente dovuta alla mancata emissione di gas inquinanti;
- limitano la dipendenza energetica dalle importazioni e quindi da fattori sociali ed economici;
- comportano la diversificazione delle fonti e la riorganizzazione a livello "distribuito locale" della produzione di energia.

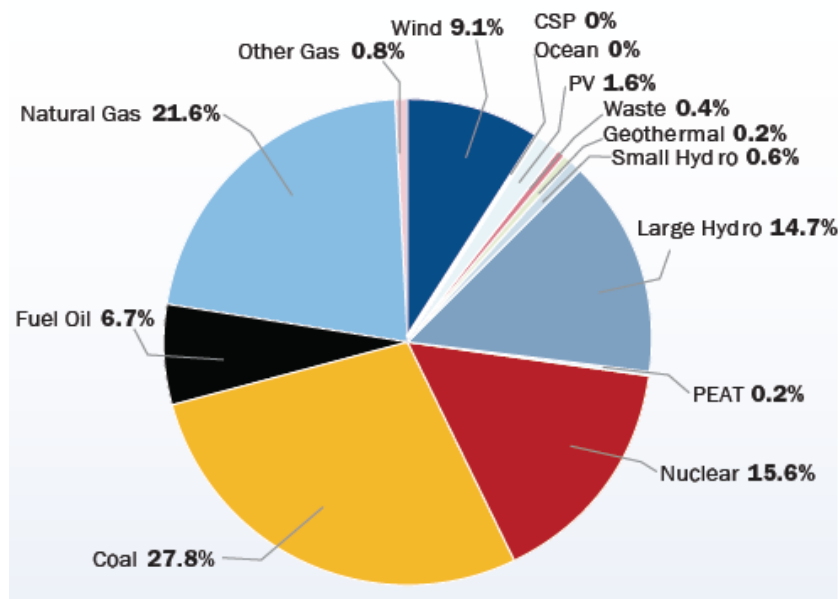
I loro svantaggi sono invece individuabili in:

- hanno un costo per kWh più alto rispetto alle tecnologie convenzionali;
- necessitano di ulteriori sviluppi dal punto di vista tecnico rispetto alle tecnologie convenzionali;
- richiedono alti costi di investimento che necessitano di tempi abbastanza lunghi per il recupero del capitale investito e per il conseguimento di buone redditività, e da qui la necessità di incentivazioni al settore.

Stato dell'arte In Italia, in Europa e nel Mondo

Passiamo ora a presentare dati e statistiche relative alla diffusione degli impianti basati su fonti energetiche rinnovabili in vari contesti nazionali ed internazionali.

Consideriamo dapprima la distribuzione percentuale della potenza totale (convenzionali e rinnovabili) installata in Europa al 2009. Come si evince dalla figura seguente si nota che oltre il 73% della potenza installata è legata a fonti convenzionali, mentre il 23% è legato a fonti rinnovabili fra le quali assumono notevole importanza l'idroelettrico e l'eolico, che rispettivamente rappresentano il 9% ed il 15% della potenza installata. E' da dire che se si considera l'energia prodotta, piuttosto che la potenza installata, la percentuale di energia da fonti rinnovabili scende a circa il 10% della energia elettrica totale prodotta.



Distribuzione percentuale della potenza totale (convenzionali e rinnovabili) installata in Europa al 2009.

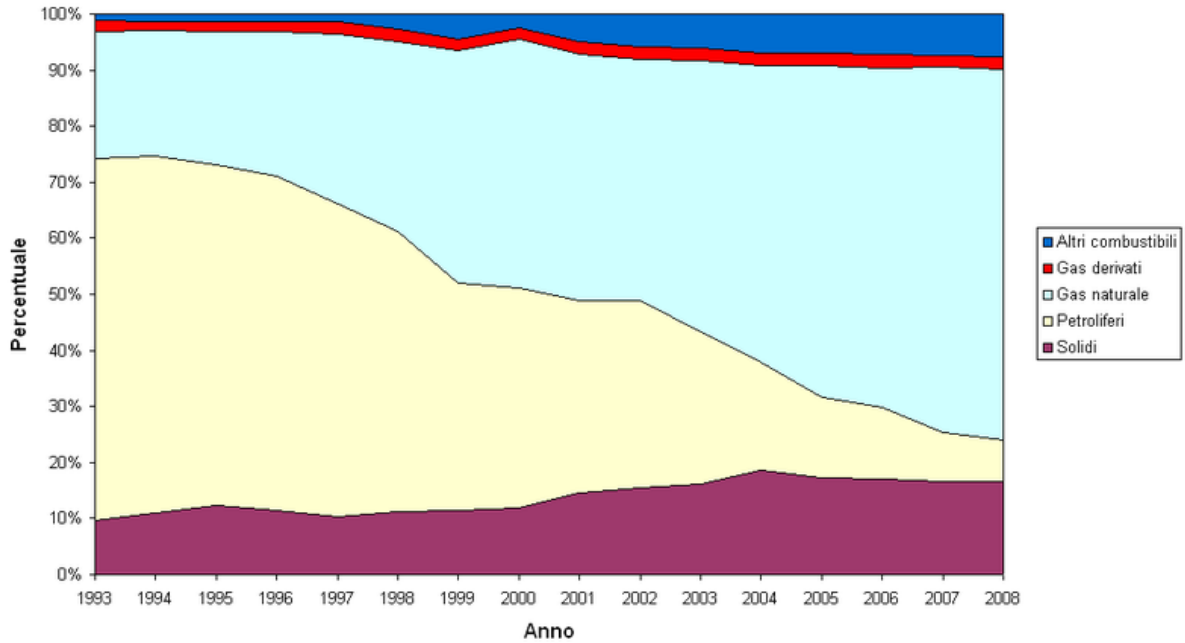
La situazione italiana

Nelle due figure che seguono è rappresentata, invece, la situazione italiana degli ultimi 15 anni (1993-2008), sia relativa alle fonti energetiche convenzionali che a quelle rinnovabili. Risulta evidente come nel settore delle fonti convenzionali ha assunto, in particolare negli ultimi 5 anni, un ruolo predominante il gas naturale come combustibile utilizzato sia in centrali termoelettriche a cogenerazione che per usi domestici. Si è invece notevolmente ridotto il ruolo dei prodotti petroliferi.

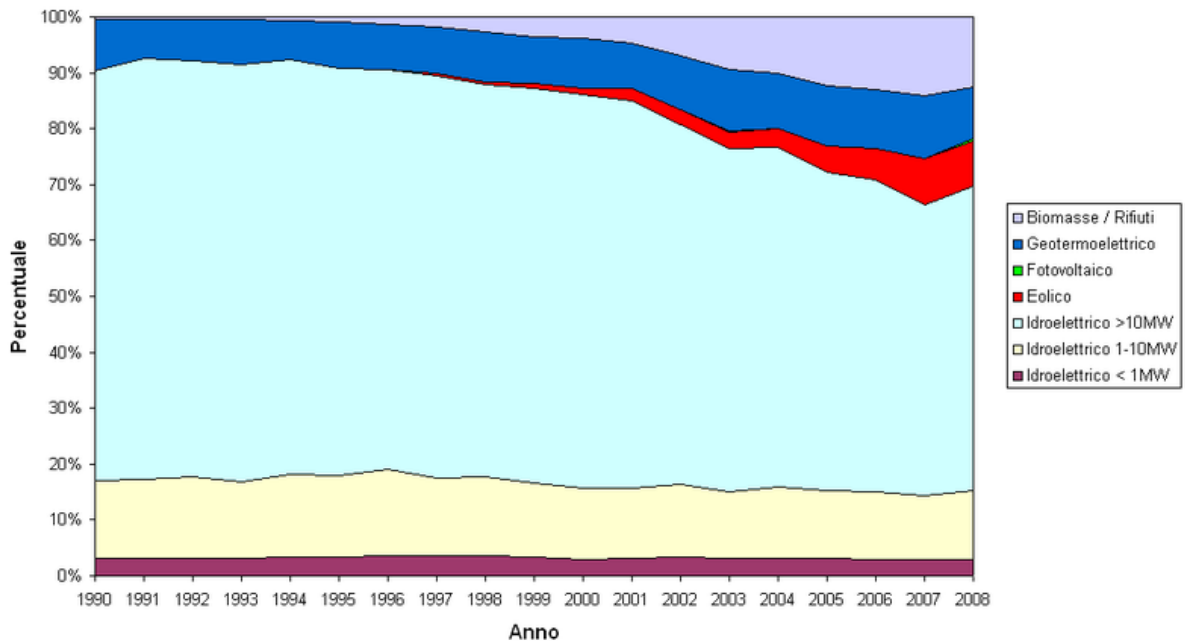
Se invece si analizza lo sviluppo nel tempo delle fonti energetiche rinnovabili nel contesto italiano, si nota il ruolo predominante della fonte idroelettrica che, nel 2008, rappresenta più del 70% del settore mentre hanno assunto un piccolo ruolo il geotermoelettrico, l'eoli-



co e gli impianti a biogas e biomasse. Ruolo marginale è svolto al momento dal fotovoltaico.



Variazione percentuale delle fonti non rinnovabili in Italia.



Variazione percentuale delle fonti rinnovabili in Italia.

Passiamo ora ad analizzare alcuni dati statistici dell'eolico e del fotovoltaico, quali fonti rinnovabili di energia a presumibile maggiore crescita nei prossimi anni.

Eolico

Se si guarda alla situazione relativa alla potenza eolica installata nel contesto mondiale si ha la seguente distribuzione fra le varie aree continentali.

Potenza eolica installata nelle varie aree continentali.

	Potenza Installata (MW)	% sul totale
Africa e Medio Oriente	865,00	0,5
Asia	38.909,00	24,6
America Latina	1.274,00	0,8
USA	38.478,00	24,4
Oceania	2.221,00	1,4
Europa	76.152,00	48,2
TOTALE	157.899,00	100

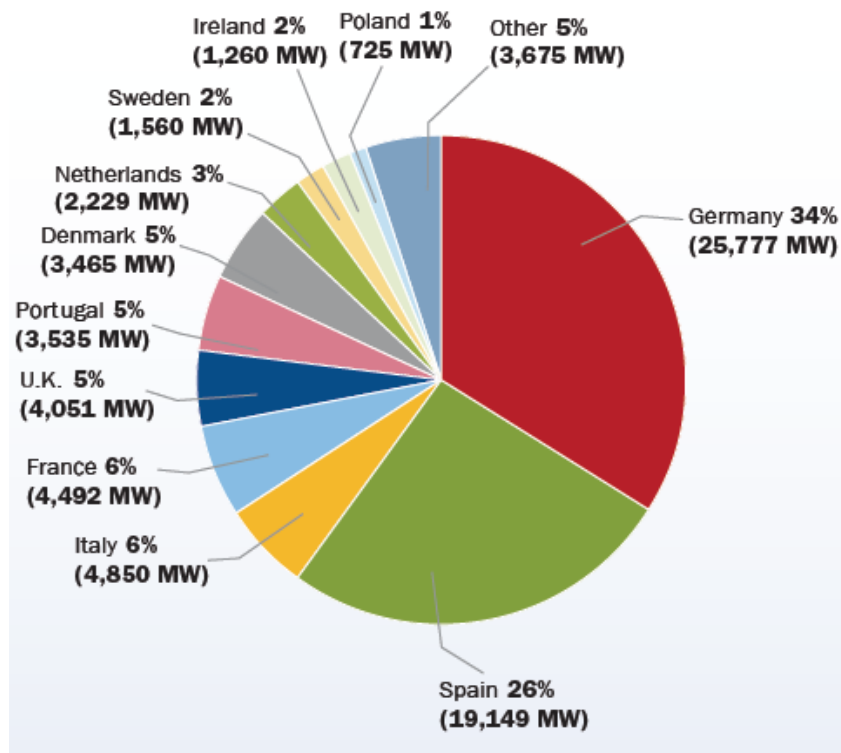
Si noti come l'Europa sia leader mondiale del settore con quasi il 50% della potenza mondiale installata.

Infatti al 2009 nella UE risultano installati 76.152 MW di eolico e nello specifico le tre nazioni con il maggior numero di MW installati sono:

- Germania con 25.777 MW di cui 1.917 nel 2009, con incremento del 19% rispetto all'anno precedente;
- Spagna 19.149 MW di cui 2.459 nel 2009, pari ad un incremento nell'ultimo anno del 24%;
- Italia 4.850 MW con 1.114 installati nel 2009 con un incremento nell'ultimo anno dell'11%.

Nella UE, nell'ultimo decennio (2002-2009), si è passati da una potenza eolica installata dal 2% al 9% della potenza totale.

La distribuzione percentuale fra tutti gli stati della UE è riportata nella figura seguente.

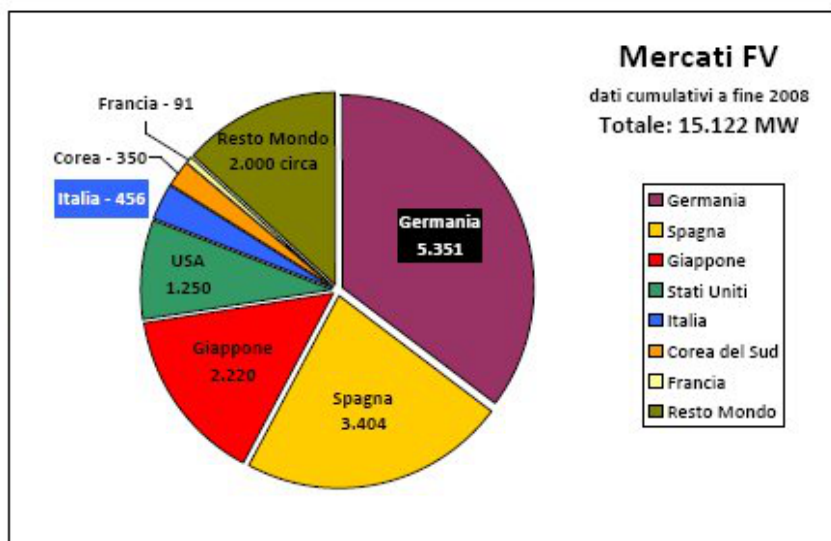


Potenza eolica installata negli stati dell'UE.

Fotovoltaico

Se si guarda alla situazione relativa all'installazione del fotovoltaico nel contesto mondiale si ha la distribuzione fra le varie aree continentali indicata nella figura seguente.

Germania	5.351
Spagna	3.404
Giappone	2.220
Stati Uniti	1.250
Italia	456
Corea del Sud	350
Francia	91
Resto Mondo	2.000
Totale 2008	15.122



Potenza fotovoltaica installata nelle varie aree continentali (fonti: EPIA e GSE).



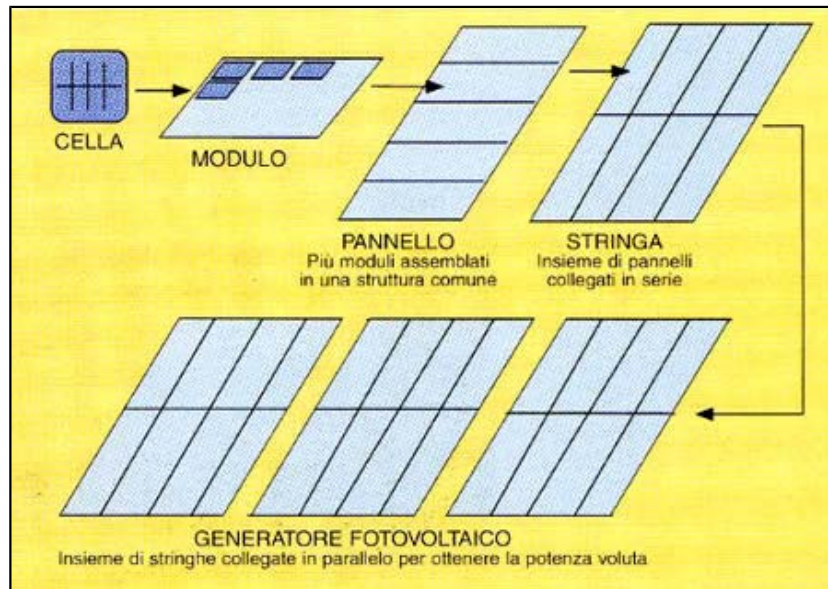
In Europa l'incremento di potenza installata di fotovoltaico, rispetto al 2008, è stato del 159%. Le Nazioni che presentano sul proprio territorio più MW installati sono Germania (5351,12 MW), Spagna (3404,76 MW) e Italia (456,3 MW). Si noti come la Germania pur avendo condizioni orografiche e di irradiazione molto meno favorevoli dell'Italia ha una potenza installata che è oltre 10 volte quella italiana.

Come possiamo realizzare un impianto di produzione di energia da fonte rinnovabile

Per fornire una indicazione pratica sulla possibilità di realizzare un impianto basato su fonte energetica rinnovabile, verrà fornito un esempio di realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica mediante l'utilizzo della tecnologia fotovoltaica. Saranno analizzati non solo le caratteristiche tecniche ma anche quelle relative agli impatti ambientali, sociali ed economici.

Il fotovoltaico è la tecnologia in base alla quale è possibile trasformare l'energia associata alla radiazione solare in energia elettrica. Tale tecnologia sfrutta il cosiddetto *effetto fotovoltaico*: esso è basato sulle proprietà che hanno alcuni materiali semiconduttori, i quali, se opportunamente trattati, sono in grado di generare elettricità quando vengono colpiti dalla radiazione solare, senza quindi l'uso di alcun combustibile. Il materiale semiconduttore quasi universalmente impiegato oggi a tale scopo è il silicio. Il componente base di un impianto è la *cella fotovoltaica*, che è in grado di produrre circa 1,5 Watt di potenza in condizioni standard, vale a dire quando essa si trova ad una temperatura di 25 °C ed è sottoposta ad una potenza della radiazione pari a 1000 W/m². La potenza in uscita dal dispositivo quando esso lavora in condizioni standard prende il nome di potenza di picco (Wp) ed è un valore che viene usato come riferimento. Più celle assemblate e collegate tra di loro costituiscono un *modulo fotovoltaico*. Solitamente vengono utilizzati moduli costituiti da un numero elevato in modo da ottenere una potenza di circa 200 Watt per singolo modulo. A seconda della tensione necessaria all'alimentazione delle utenze elettriche, più moduli possono poi essere collegati in serie in una *stringa*. Più stringhe collegate in parallelo costituiscono il *generatore fotovoltaico*. Il trasferimento dell'energia dal sistema fotovoltaico all'utenza avviene attraverso ulteriori dispositivi, detti *inverter*, necessari per trasformare

ed adattare la corrente continua prodotta dai moduli alle esigenze dell'utenza finale. Il complesso di tali dispositivi prende il nome di *BOS* (Balance of System).



Schema di impianto fotovoltaico.

Grazie alla loro modularità, i sistemi fotovoltaici presentano una estrema flessibilità di impiego. Due sono le principali applicazioni che si sono sviluppate: gli impianti isolati e gli impianti integrati alla rete elettrica.

Gli impianti isolati sono sistemi autonomi (*stand alone*) normalmente utilizzati per elettrificare le utenze difficilmente collegabili alla rete perché situate in aree poco accessibili, e per quelle con bassissimi consumi di energia che non rendono conveniente il costo dell'allacciamento. Tale tipo di sistema è caratterizzato dalla necessità di coprire la totalità della domanda energetica dell'utenza. Gli elementi che costituiscono un sistema fotovoltaico *stand alone* sono i moduli fotovoltaici, il sistema di accumulo (batterie) ed il regolatore di carica.

I sistemi fotovoltaici connessi alla rete (*grid connected*) possono invece scambiare energia elettrica con la rete locale o nazionale. Il principio della connessione alla rete è quello dello scambio in due direzioni di energia elettrica: se la produzione del campo fotovoltaico eccede per un certo periodo il consumo, l'eccedenza viene inviata alla rete. Nelle ore in cui il generatore non fornisce energia elettrica sufficiente per soddisfare il carico, l'elettrici-



tà è acquisita dalla rete. Questo meccanismo è reso possibile dalla presenza di due contatori che contabilizzano l'energia scambiata nelle due direzioni.

La quantità di energia elettrica prodotta da un sistema fotovoltaico dipende da numerosi fattori:

- superficie dell'impianto;
- posizione dei moduli fotovoltaici nello spazio (angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale ed angolo di orientamento rispetto al sud);
- valori della radiazione solare incidente nel sito di installazione;
- efficienza dei moduli fotovoltaici;
- efficienza degli inverter e del BOS;
- altri parametri (ad esempio la temperatura di funzionamento).

Un modulo fotovoltaico base, formato da 36 celle, ha una superficie di circa mezzo metro quadrato ed eroga, in condizioni standard, circa 50 W. Un metro quadrato di moduli produce una energia media giornaliera tra 0,4 e 0,6 kWh, in funzione dell'efficienza di conversione e dell'intensità della radiazione solare.

I sistemi fotovoltaici, specialmente se integrati negli edifici, non hanno praticamente impatto ambientale (se non per i processi industriali di produzione delle celle). I benefici ambientali ottenibili dall'adozione di tali sistemi sono proporzionali alla quantità di energia prodotta, supponendo che questa vada a sostituire l'energia altrimenti fornita da fonti convenzionali, e quindi riduce notevolmente le emissioni di gas serra. Per quanto riguarda l'impatto visivo di tale tecnologia, questo è sicuramente minore di quello delle centrali termoelettriche o di qualsiasi grosso impianto industriale. L'integrazione negli edifici privati permette addirittura di essere virtualmente invisibile se si sfrutta la copertura dell'edificio, oppure di ottenere notevoli soluzioni architettoniche con le facciate fotovoltaiche.

Nel campo degli interventi per l'incremento di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili di energia, assume un'importanza cruciale l'incentivazione da parte di impianti fotovoltaici sia su residenze private che edifici pubblici. Infatti, notevole è la potenzialità di tale settore in virtù della configurazione orografica e climatica del territorio in esame.

A tal proposito sono state sviluppate specifiche politiche di incentivazione, un esempio su tutti fa riferimento al DM 19 febbraio 2007, meglio conosciuto come "Conto Energia". In base a questo decreto, chi decide di dotarsi di questi sistemi, oltre ad avere la possibilità

di consumare o vendere in rete l'energia prodotta, riceve dal Gestore del Sistema Elettrico un incentivo economico in funzione dei kWh prodotti dall'impianto. L'incentivo così erogato per un periodo di 20 anni dà la possibilità di rientrare dei costi di investimento tra 8 e 11 anni. Ciò permette all'investitore di avere un guadagno netto per gli anni successivi, che rende conveniente l'investimento iniziale del capitale. Dunque, più l'impianto produce, minore sarà il tempo di ritorno dell'investimento, e maggiori i guadagni netti per il proprietario dello stesso. In realtà il valore della tariffa incentivante varia sia in funzione della potenza installata sia del livello di integrazione architettonica dei pannelli: l'incentivo è più alto per gli impianti maggiormente integrati da un punto di vista architettonico poiché più efficienti e a minor impatto ambientale.

Nuove tecnologie e prospettive

Nel settore delle fonti energetiche rinnovabili risulta fondamentale incrementare le attività di Ricerca e Sviluppo in modo da poter migliorare la efficienza dei sistemi di trasformazione dell'energia che al momento risulta essere il punto debole del settore. Se, ad esempio si guarda al settore del fotovoltaico, numerosi sono gli studi in ambito internazionale per mettere a punto nuovi materiali che consentano di aumentare (fino a raddoppiare) l'efficienza totale degli impianti fotovoltaici che si punta a far passare dall'attuale 15-17% al 25-30%. Così come assumono notevole importanza gli studi sul solare termodinamico, detto anche solare a concentrazione, che sfrutta la componente termica dell'energia solare per la produzione di energia elettrica. Ancora nei prossimi anni sembra che le nuove tecnologie bioenergetiche che si stanno sviluppando oggi, possano permettere ai biocarburanti di giocare un ruolo molto più importante nel futuro di quanto si pensasse in precedenza. E inoltre sembrano dare buone prospettive il settore dell'energia geotermica da rocce calde e asciutte e lo sfruttamento dell'energia degli oceani.

Perché ciò accada e quindi il mondo delle energie rinnovabili possa trovare maggiori settori di applicazione è fondamentale da parte della comunità politica mondiale la messa a punto di una politica di largo respiro che partendo dalle nuove conoscenze possa portare ad sistema energetico a basso impatto ambientale.

Una considerazione personale finale va fatta.



Per come è oggi organizzata la società moderna (in particolare quella dei paesi occidentali) è chiaro che al momento non esiste una soluzione univoca al problema della individuazione di una fonte energetica che possa soddisfare l'intero fabbisogno mondiale. D'altronde le risorse energetiche di tipo convenzionale, oltre che inquinanti, si prevede possano esaurirsi in un tempo "abbastanza breve", mentre d'altra parte le fonti energetiche rinnovabili non forniscono, per le basse rese di processo, una alternativa che possa completamente sostituire i combustibili fossili. D'altra parte è ancora scarsa l'attenzione e la sensibilizzazione dei singoli cittadini e delle nazioni intere al risparmio energetico, che ritengo sia anch'essa una forma indispensabile di "energia rinnovabile", e necessaria per avviare azioni di salvaguardia del mondo in cui viviamo.

E' allora necessario, almeno questa è la mia opinione, che si riesca ad arrivare ad un giusto "mix energetico" che possa allo stesso tempo salvaguardare le esigenze di vita e di sviluppo della società moderna, in particolare dei paesi in via di sviluppo, e allo stesso tempo di salvaguardia dell'ambiente in cui viviamo. Credo, in altre parole, che al momento bisogna coprire il fabbisogno energetico utilizzando sia i combustibili fossili e/o il nucleare, ma allo stesso tempo dando un forte impulso alla produzione di energia da fonti rinnovabili allo scopo di ridurre quella quantità di emissioni in atmosfera che possono condurci alla "distruzione del mondo in cui viviamo".