

Il fotovoltaico: mercato e applicazioni

UNA PANORAMICA SUL MONDO DELL'ENERGIA FOTOVOLTAICA CHE SI SVILUPPERÀ IN UNA SERIE DI ARTICOLI: IN QUESTO NUMERO, LE PRINCIPALI TIPOLOGIE D'IMPIANTO E I RELATIVI MERCATI.

di FRANCESCO GROPPI

Di energia fotovoltaica si parla ormai da tantissimo tempo, da quando nel 1839 Edmond Becquerel riuscì a produrre corrente elettrica irraggiando una soluzione elettrolitica contenente due elettrodi di materiali diversi. Seguirono poi negli anni successivi le esperienze di alcuni scienziati, tra cui Adams, Day e Fritts, che portarono a scoprire le proprietà fotovoltaiche del selenio.

Nella prima metà del 1900 l'effetto fotoelettrico trova un robusto inquadramento teorico grazie agli studi di Einstein sull'argomento che gli valgono il premio Nobel nel 1921. Negli stessi anni Czochralski sviluppa un metodo innovativo per la produzione di cristalli di silicio con elevata pu-

rezza; questa tecnica permetterà di lì a pochi decenni di produrre le moderne celle fotovoltaiche (Figura 1).

Spinte dalle scoperte di quel periodo nel campo della fisica dei semiconduttori, nel 1954 le celle fotovoltaiche in silicio fanno la loro prima comparsa nei Bell Laboratories ad opera di Chapin, Fuller e Pearson (Figura 2). Questi prototipi di laboratorio troveranno il loro primo impiego da lì a pochi anni come generatori di corrente elettrica per impieghi spaziali; infatti nel 1958 il satellite Vanguard monta un primo generatore fotovoltaico sperimentale a cui farà seguito l'anno successivo il satellite Explorer VI, equipaggiato con un array di 9600 celle solari di 2 cm² ciascuna (Figura 3). Queste esperienze apriranno la strada ad applicazioni sempre più importanti nei satelliti lanciati negli anni a venire da americani, sovietici e altri Paesi.

Fino alla crisi petrolifera del 1973 l'utilizzo del fotovoltaico era rimasto confinato ad un numero di applicazioni limitate anche se di alto pregio; tuttavia, la penuria di petrolio verificatasi in quegli anni diede il via alla ricerca di nuove fonti energetiche, tra cui quella solare. Per il fotovoltaico si aprivano nuove prospettive che di lì a qualche anno lo avrebbero fatto diventare sempre più un prodotto di massa.

Ecco allora negli anni '70 l'arrivo dei primi moduli solari fotovoltaici di costo accettabile, con celle rotonde a causa del limitato diametro dei lingotti di silicio per quei tempi. Poco più tardi cominciano a diffondersi le prime apparecchiature di largo consumo ad energia solare, al momento rappresentate per lo più dalle calcolatrici a cristalli liquidi.

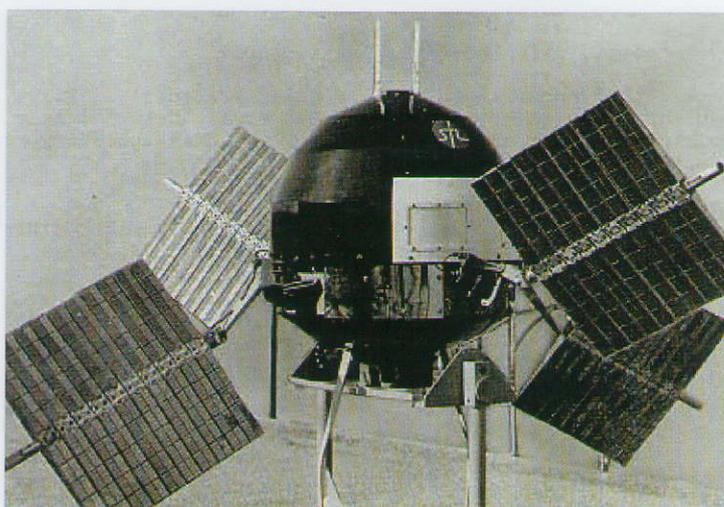
▲ **Figura 1:**
Produzione
di un lingotto
di silicio
con il metodo
Czochralski



▼ **Figura 2:** Foto d'archivio di Chapin, Fuller e Pearson al lavoro nei Bell Laboratories



▼ **Figura 3:** satellite Explorer VI, lanciato nel 1959 ed equipaggiato con un array di 9600 celle solari di 2 cm² ciascuna



I moduli fotovoltaici e le applicazioni di piccola scala, rappresentavano due mercati tra loro molto differenti dal punto di vista tecnico ma destinati più tardi a trovare un punto di incontro col progredire delle tecnologie di conversione e con la riduzione dei costi delle celle fotovoltaiche.

Da lì in poi si è assistito alla diffusione degli impianti fotovoltaici in un numero sempre crescente di applicazioni, all'inizio rappresentate principalmente dalla segnalazione marittima e di emergenza, ma che col passare del tempo hanno cominciato ad includere realizzazioni di maggiore potenza come l'alimentazione di abitazioni, piccoli centri medici e di scuole, così come l'estrazione dell'acqua di falda in zone non raggiungibili con la rete elettrica.

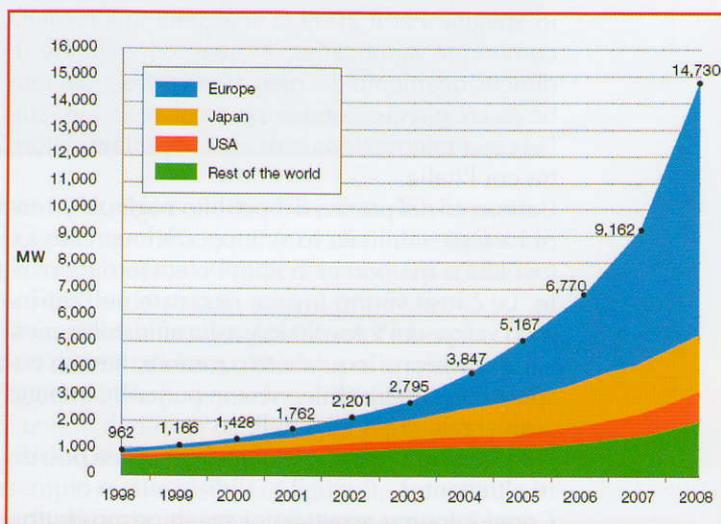
Gli anni '80 hanno invece visto la comparsa di impianti di taglia maggiore, primi prototipi della produzione fotovoltaica su larga scala e destinati ad alimentare la rete pubblica. Questi nuovi impianti hanno affiancato i loro consimili per applicazioni isolate formando assieme ad essi un comparto di dimensioni crescenti in termini di tecnologia, potenza installata, numero di applicazioni e Paesi coinvolti.

■ SITUAZIONE ATTUALE

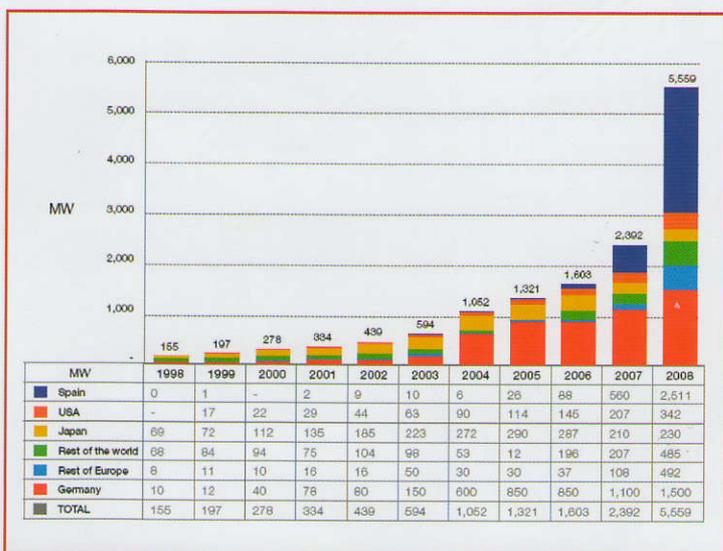
Ai giorni nostri, la corsa pressoché esponenziale del fotovoltaico registrata negli anni passati non si è arrestata ma, al contrario, continua la sua impennata verso livelli sempre maggiori.

Questo trend di continua crescita è evidente nella figura 4 che mostra la potenza complessivamente installata a livello mondiale nel decennio 1998÷2008 e nella figura 5 che invece mostra la nuova potenza installata anno per anno suddivisa per aree geografiche (EPIA – Global market outlook for photovoltaics until 2013).

Secondo la stessa fonte, il 2008 è stato un anno eccezionale a causa dell'incessante sviluppo del fotovoltaico in mercati consolidati quali Germa-



▲ **Figura 4:** Andamento della potenza cumulativa fotovoltaica installata nel decennio 1998÷2008. Risultano evidenziati i risultati di Europa, Giappone e USA.



▲ **Figura 5:** Potenza installata nei singoli anni del decennio 1998÷2008 suddivisa per aree geografiche

▼ **Figura 6:** Pensilina fotovoltaica da 30 kW realizzata nel porto di Barcellona



nia, Giappone e USA e di una inaspettata crescita in Spagna. Per il 2009 ci si aspetta una crescita comunque significativa, in quanto il parziale ridimensionamento del mercato spagnolo dovrebbe essere più che compensato dall'affacciarsi sulla scena internazionale di altri importanti attori, tra cui l'Italia.

L'aumento del prezzo del petrolio negli ultimi anni ha forse facilitato lo sviluppo del mercato fotovoltaico ma non ne è stato l'elemento trainante. Le cause vanno invece ricercate nell'intrinseco valore del fotovoltaico: aslta affidabilità, nessuna emissione inquinante o rumore, nessun trasporto di combustibile, nessun pericolo, impatto ambientale pressoché nullo.

Di quante altre produzioni energetiche si può dire altrettanto?

Come è logico aspettarsi, i maggiori produttori di componenti fotovoltaici sono localizzati nei



▲ **Figura 7:** Esempio di frangisole fotovoltaici

Paesi che maggiormente hanno saputo trarre vantaggio da questa tecnologia, anche se la Cina, pur essendo un mercato ancora giovane, in breve tempo si è collocata ai primi posti con una produzione destinata principalmente all'esportazione. L'Italia è stato uno dei primi Paesi in Europa a dar vita a realizzazioni fotovoltaiche terrestri di vario tipo e di buona qualità. Infatti, negli anni '80 e '90 l'Enel aveva intrapreso un programma fotovoltaico piuttosto ambizioso, con centinaia di abitazioni rurali e dislocate in piccole isole servite da impianti fotovoltaici in grado di sostituire le forniture elettriche contrattuali di 1,5 e 3 kW. Oltre a questi sono stati costruiti alcuni impianti di grossa taglia, primo fra tutti quello di Serre Persano in provincia di Salerno da 3,3 MWp. Successivamente vi è stato un periodo di stallo, ma l'incentivo in conto energia, entrato in vigore nel 2005 e successivamente rivisto nel 2007, ha dato un notevole impulso alle nuove installazioni, tanto che a fine 2008 risultavano realizzati impianti per oltre 300 MWp con questa nuova forma di contribuzione.

Ancora oggi si realizzano applicazioni fotovoltaiche isolate, dette anche *off-grid*, ma la loro richiesta è in costante declino, almeno se rapportata a quella, ben più vivace, degli impianti per servizio in parallelo alla rete (*on-grid*). In Europa infatti, tanto per fare un esempio, nel 2005 gli impianti per servizio isolato hanno costituito solo l'1,3 % della potenza fotovoltaica installata (8,43 MWp su un totale di 636,86 MWp).

Un impianto fotovoltaico ben dimensionato e realizzato, collegato alla rete elettrica, restituisce nel giro di alcuni anni l'energia spesa per realizzarlo. Oggigiorno, il tempo di ritorno delle realizzazioni in termini energetici varia da poco meno di un anno a 3 anni, in dipendenza di numerosi fattori, tra cui il principale è costituito dalla tecnologia delle celle solari. In tutti i casi questo tempo è di gran lunga inferiore alla vita attesa per gli impianti fotovoltaici stessi (20 + 40 anni).

■ TIPOLOGIE DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI

La sempre maggiore diffusione del fotovoltaico ha portato oggi a disporre di un'ampia varietà di impianti che differiscono tra loro per dimensioni, aspetto, applicazione, ubicazione. Alcuni di questi possono anche assolvere altre funzioni oltre a quella legata alla produzione elettrica (si pensi ad esempio alle pensiline fotovoltaiche o ai frangisole fotovoltaici – figure 6 e 7). Se tralasciamo le applicazioni di piccolissima potenza e integrate nel dispositivo da alimentare, come nel caso delle calcolatrici e dei gadget di vario tipo, rimangono tutte le applicazioni impiantistiche, ossia quelle che si avvalgono di componenti commerciali e che richiedono uno sforzo, anche se limitato, di dimensionamento, progettazione e realizzazione.

TABELLA 1: Applicazioni impiantistiche del fotovoltaico

Tipologia		Applicazioni tipiche
Impianti isolati	Alimentazione di apparecchiature	<ul style="list-style-type: none"> • Segnalazioni marittime (fari, fanali, boe) • Lampioni fotovoltaici • Segnalazioni stradali, segnapasso • Ponti radio • Frigoriferi per vaccini
	Applicazioni mobili	<ul style="list-style-type: none"> • Campeggio, roulotte, Camper • Imbarcazioni a vela
	Strutture isolate	<ul style="list-style-type: none"> • Abitazioni • Strutture sanitarie e di interesse pubblico • Rifugi di montagna
	Pompaggio	<ul style="list-style-type: none"> • Acqua potabile e per uso sanitarie • Acqua per usi agricoli e zootecnici • Fontane
Impianti collegati alla rete elettrica	Tetti fotovoltaici	<ul style="list-style-type: none"> • Abitazioni e condomini • Palazzi uffici • Strutture commerciali • Strutture industriali • Pensiline e strutture di arredo urbano di vario tipo
	Centrali fotovoltaiche	<ul style="list-style-type: none"> • Centrali in campo • Centrali su strutture di grande superficie

Nella tabella 1 sono elencate tutte le tipologie classiche di impianti fotovoltaici, principalmente suddivisi per funzione e per ubicazione.

L'elenco contenuto in tabella rispecchia una prima suddivisione funzionale, la quale, come si può vedere, è semplice e schematica ma trascurava alcuni aspetti importanti che vale la pena di precisare.

Ad esempio, dal punto di vista impiantistico vi è una certa diversità tra un piccolo impianto per utenze isolate in corrente continua e uno, magari di dimensioni maggiori, in grado di alimentare dei carichi in corrente alternata, anche se entrambe le applicazioni si riferiscono alla stessa tipologia di utenza.

Allo stesso modo, con la dizione *tetti fotovoltaici* ci si può riferire ad un gran numero di differenti collocazioni del generatore fotovoltaico. Volendo collocare quest'ultimo su edifici o strutture di vario tipo, si possono avere gli impianti sui tetti piani, sulle falde inclinate (Figura 8), le facciate fotovoltaiche, i già menzionati frangisole fotovoltaici, le realizzazioni sulle balaustre ecc. Inoltre, altre strutture differenti dagli edifici possono assolvere il compito di supportare i moduli fotovoltaici e tra queste, oltre alle già menzionate pensiline, è possibile annoverare le barriere antirumore e i componenti di arredo urbano di vario tipo.

Attualmente però, gran parte della potenza fotovoltaica installata riguarda gli impianti a terra. In questo caso le realizzazioni sono completamente svincolate da altri elementi strutturali e devono tenere conto in pratica soltanto della conformazione del terreno sottostante (purché, ovvia-

mente, le altre condizioni necessarie alla realizzazione, quali la mancanza di ombre riportate sui moduli e la possibilità di connessione alla rete, siano soddisfatte).

Gli impianti a terra costituiscono l'esempio classico di centrali fotovoltaiche, nelle quali si può raggiungere la potenza di svariati MW. La conformazione di questa categoria di impianti si avvale di strutture modulari a basso costo come ad esempio quelle visibili in figura 9.

In diversi casi, gli impianti a terra sono equipaggiati con sistemi ad inseguimento solare, i quali possono essere a singolo o a doppio asse. La figura 10 mostra un esempio di impianto con sistemi ad inseguimento a doppio asse.



▲ **Figura 8:** Esempio di impianto fotovoltaico su falda di tetto

▼ **Figura 9:** Esempio di strutture utilizzate in un impianto a terra (Burstadt – 6 MWp)



▼ **Figura 10:** Esempio di impianto fotovoltaico con sistema ad inseguimento solare su 2 assi (Morfasso – 20 kW)



Inoltre, poiché i moduli fotovoltaici rappresentano l'elemento che più caratterizza l'impianto, principalmente perché influiscono su due parametri fondamentali quali la superficie occupata e il costo, si possono avere impianti con moduli in silicio monocristallino, policristallino o a film sottile (silicio amorfo, CdTe, CIS, CIGS o altre tecnologie), così come impianti che utilizzano moduli commerciali o, invece, realizzati su specifica del cliente.

Il perdurante calo dei prezzi dei componenti fotovoltaici ha poi nel tempo ampliato il campo di applicazione degli impianti per servizio in parallelo alla rete, tanto che oggi, in Europa, solo una frazione modesta e comunque non superiore all'1% del totale è ancora rappresentata dagli impianti per servizio isolato.

Questa tendenza è confermata dai numerosi studi condotti sull'argomento, tra i quali assumono particolare significato quelli divulgati dal Photovoltaic Power System Programme dell'International Energy Agency (IEA-PVPS).

L'attività di ricerca e sviluppo, soprattutto riguardo a nuovi componenti fotovoltaici in grado di convertire la fonte solare in modo più efficiente e con costi inferiori impegna a tutt'oggi un gran numero di Università, centri di ricerca e aziende del settore.

I Paesi maggiormente coinvolti in questo processo di continua innovazione tecnologica, a vari livelli e su diverse aree di ricerca, sono in primo luogo Giappone, Germania e USA. Tuttavia non mancano significativi apporti da parte di centri di eccellenza situati altrove, soprattutto in Europa, Asia e Australia.

■ IL FOTOVOLTAICO PER TUTTI

Francesco Groppi

Editoriale Delfino, 216 pagine; prezzo: 24 €

Francesco Groppi è l'autore del volume "Il Fotovoltaico per tutti", manuale pratico per esperti e meno esperti, di cui è appena uscita la seconda edizione. Il volume costituisce una guida efficace per il lettore interessato ad una maggiore conoscenza degli impianti fotovoltaici che a seguito del recente D.M. 19 febbraio 2007 in attuazione del D.L. 387/03 costituiscono ora un'opportunità che non può essere trascurata.

I vari argomenti, trattati in modo semplice ma senza mai banalizzare, consentono di acquisire tutte quelle informazioni tecniche necessarie per la progettazione e realizzazione di impianti solari.

Nel testo sono inoltre riportate e discusse le varie disposizioni legislative e normative che attualmente regolano il settore della produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica.

In tal modo viene data al lettore la necessaria sicurezza per muoversi attraverso la legislazione nazionale, i provvedimenti dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas e le norme emesse dai vari comitati, tra cui in primo luogo il CEI.

