

L'energia che viene dal sole

Dal primo prototipo di pannello, presentato mezzo secolo fa, al ruolo di fonte energetica alternativa per eccellenza: il fotovoltaico ne ha fatta di strada. Vediamone l'evoluzione

Energia solare fotovoltaica: una risorsa naturale di nicchia fin dalla presentazione del prototipo di un pannello nel lontano 1954 da parte di scienziati statunitensi; impensabile per mezzo secolo competere commercialmente con fonti energetiche tradizionali e dalla tecnologia consolidata. Ma una vera e propria rivoluzione è scoppiata nel decennio scorso e la soluzione fotovoltaica ha preso lo sprint. È riuscita infatti ad attirare l'interesse di aziende e fondi di private equity; è stata al centro di importanti operazioni di fusione e acquisizione; più che altro sembra essere entrata nell'immaginario popolare mondiale come l'energia alternativa per eccellenza, per lo meno in Europa negli ultimi anni e con maggior vigore a livello mondiale dopo l'incidente di Fukushima.

In questa sede trattiamo solo di fotovoltaico, senza tenere conto, quindi, dei due settori contigui (in quanto anch'essi sfruttano l'energia solare) del solare termico/termodinamico e di quello a concentrazione che, pur con indubbi pregi tecnologici propri e con tangibili successi in zone specifiche del globo, dal punto di vista del mercato mondiale non hanno raggiunto una massa critica paragonabile a quella del fotovoltaico convenzionale.

Tecnologie commerciali

A livello di sistema le componenti base nel fotovoltaico sono le celle solari, i moduli o pannelli (insieme rigido o flessibile di celle, collegate in serie o in parallelo) e gli inverter (stand alone, per usi domestici o industriali, o grid connected, ovvero collegati alla rete) finalizzati alla conversione della corrente c.c. in c.a.; a valle si collocano gli apparati di accumulo. Questo per l'hardware, non bisogna però trascurare il ruolo del software, indispensabile per tutta una serie di attività di gestione e per simulazioni di potenziale utilizzo. Sul materiale di cui sono composti celle e moduli si è focalizzato l'interesse della ricerca, perché aumentarne l'efficienza e abbatterne il costo costituisce oggi il 'tormentone' del settore. Il silicio cristallino è di tipo mono, poli, tandem (ossia silicio amorfo e mono), mentre le realizzazioni in film sottile si basano, oltre che su silicio amorfo e GaAs, su sostanze come CdTe (telloruro di cadmio), CdS (solfuro di cadmio), CIS (diseleniuro di rame), Cigs, diseleniuro di indio, gallio, rame. Altre tecnologie già sul mercato o in fase di deployment avanzato riguardano i pannelli a sandwich di vetro, strato conduttore, CdS e CdTe (il cadmio è molto apprezzato perché ampiamente disponibile), nonché i lingotti di

silicio pseudo-mono, che permettono la realizzazione di wafer in monocristallino a un prezzo più contenuto di quelli in poli. Infine, vale la pena menzionare le plastiche semiconduttive, capaci di effetti fotoelettrici ma con un'efficienza ancora inferiore a quella del miglior silicio; queste hanno però proprio nel sole un nemico temibile, almeno fino a che la tecnologia non si sarà consolidata. Le nanotecnologie hanno stimolato la creazione di sostanze fotosensibili a costi contenuti: pannelli in materiale fotoattivo sono disponibili a meno di 1 dollaro/W. Inoltre, è sul mercato un inchiostro solare a base di nanoparticelle di Cigs che, deposte su superfici ampie come quelle richieste dalla manifattura ad altissima produttività, si autoassemblano in nanostrutture ad alta efficienza fotovoltaica.

Tra gli apparati di accumulo le batterie a ioni di litio e al sodio-nickel sembrano i ritrovati più recenti, oltre alle celle all'idrogeno; non si può dire se possano prevalere le batterie al litio, ad alta temperatura, con condensatori o con volani, domina però un 'must': devono uscire velocemente dai laboratori di ricerca ed essere convenienti per il mercato, in quanto le tecnologie di accumulo sono prioritarie per fonti aleatorie e intermittenti come il fotovoltaico e l'eolico.

I temi più caldi della ricerca

Alla base di tutte le attività di ricerca, insieme alla parola chiave costo-efficienza permane il tema della disponibilità dei materiali: quando è scoppiato il boom mondiale del fotovoltaico nel 2006, il prezzo delle fette di silicio 'solar grade' è letteralmente balzato alle stelle. Oggi il pannello franco fabbricato in Cina è quotato a meno di 1 dollaro/W, valore che rappresenta ormai una vera e propria soglia psicologica, contro i 3-5 del polisilicio standard di provenienza americana o europea. Con un occhio al futuro, il MIT si è 'buttato' da alcuni anni sullo studio dei materiali organici per celle solari. Ora sta studiando nuovi prototipi che prevedono l'introduzione di molecole fotosistemi-I (PS-I), cioè le microstrutture delle cellule delle piante che producono la fotosintesi. Sempre in questa sede sono all'esame dei nanofili per ridurre le perdite di energia nelle celle. L'obiettivo di efficienza che si propongono tali ricerche è intorno al 30%, molto elevato rispetto al 17-20% delle celle attualmente in campo.

In Europa sono attivi consorzi come ERG e lo svizzero Cesm: il primo studia l'incremento di efficienza delle celle fino al 25% con riduzione del 20% delle perdite in fase di conversione, il secondo si propone di sviluppare celle solari in plastica a stampa. Infine, in ambito UE la Piattaforma tecnologica europea sul fotovoltaico (EuPV Platform) sta lavorando ad ampio spettro su materiali e strutture.

Lo statunitense Nrel (National renewable energy laboratory) ha certificato una cella a film sottile a tripla giunzione (triplo strato di silicio nanocristallino su substrato di acciaio inossidabile) con superficie di 400 cm², che consente di aumentare l'efficienza del 50% rispetto ai modelli in commercio. Le nanostrutture sono impiegate anche nello studio dei quantum dot di silicio, ossia porzioni di ma-

teriale semiconduttore su scala nanometrica (da 2 a 10 nm). Le celle future conterranno quantum dot diversi, capaci di assorbire una frequenza diversa della luce solare.

Infine, in diverse sedi, per esempio Oxford, si prendono in considerazione gli effetti della combinazione del colorante base in celle fotovoltaiche a film sottile con le applicazioni del vetro colorato fotosensibilizzato; tutto il settore dell'elettronica trasparente è in grande fervore per ottenere con nanomateriali delle soluzioni di elettrocromia e termocromia per impieghi nel fotovoltaico.

Lo status dell'industria e del mercato

Il richiamo di un comparto capital intensive come il fotovoltaico è stato irresistibile per gli investitori finanziari, che hanno agito spesso di concerto con i produttori della filiera dei semiconduttori nel periodo 2005-2010: la parola d'ordine è stata quella di riconvertire gli impianti alla produzione di celle solari, sfruttando i comuni processi basilari. Le altrettante prospettive del new business non sono sfuggite neanche al fiuto dei produttori di apparecchiature per l'industria dei semiconduttori, che hanno modificato radicalmente il paradigma tipico del settore, incamerando grandi commesse, specialmente dalla Cina. La crisi del 2011, però, ha colpito duramente anche questo settore, dimezzando ordini e fatturato. IMS Research ha stimato nel 2011 un giro d'affari globale pari a 12,8 miliardi di dollari, già comunque in contrazione rispetto al 2010. Per quest'anno è in vista un vero e proprio collasso, seguito però da una veloce



Apparecchiature per la produzione fotovoltaica: andamento del fatturato mondiale in percentuale (fonte IMS Research)

ripresa negli anni a venire, grazie anche alla necessità, per le fabbriche di celle e moduli, di potenziare o sostituire le apparecchiature in uso. Il fatturato globale dovrebbe quindi aumentare di 25 miliardi di dollari nei prossimi quattro anni. I big del comparto sono Applied Materials, che tra l'altro ha incamerato la ex-Baccini di Treviso, specializzata in sistemi di controllo per la produzione del silicio cristallino, Meyer Burger e GT Advanced Technologies. Si stanno tutti organizzando per soddisfare i clienti anche in termini di software applicativo dedicato, in vista di una ripresa della domanda.

Alti e bassi della produzione

L'Europa rappresenta tra il 75 e l'80% del mercato fotovoltaico mondiale; per converso, l'80% dei moduli è assemblato altrove e il trend è irreversibile. Fino al 2008/2009 la produzione era prevalentemente eurocentrica; nel 2010, in concomitanza con il taglio delle tariffe incentivanti in Germania, mercato leader del settore, e la diminuzione dei prezzi dei pannelli da parte dei cinesi si è determinata una situazione punitiva per i produttori continentali, rivolti specificamente al mercato domestico. Nonostante una rapidissima delocalizzazione verso i Paesi dell'Est europeo (molti siti sono stati resi operativi nel giro di pochi mesi), si è assistito alla concentrazione del manufacturing nelle mani dei produttori cinesi di moduli di Tier 1 (i migliori qualitativamente); si sono fatti avanti peraltro anche quelli di Tier 2 e 3, anch'essi in grado di praticare prezzi inferiori a 1 dollaro/W per i pannelli. Poche cifre illustrano il 'grande balzo' cinese: nel 2000 venivano realizzati moduli per circa 3 MW, saliti a 1.088 MW nel 2007, a 4,3 GW nel 2009 e a 6,4 GW nel 2010 (un gigante locale ha un output di 1,5 GW). Nel solo 2008 il Paese ha aperto 20 nuovi impianti per una capacità di 80.000 tonnellate/anno di polisilicio, ossia il doppio di quella esistente al momento.

Alcune parole chiave del settore

- Grid Parity** Il momento a partire dal quale per l'utente finale risulta più conveniente generare autonomamente con la tecnologia fotovoltaica l'energia elettrica di cui ha bisogno invece che acquistarla da terzi.
- Smart Grid** Le 'reti intelligenti' implicano una rivoluzione completa del settore elettrico a livello di sistema: Smart Generation (produzione), Smart Network (distribuzione), Smart Metering (rilevazione dei consumi) e Active Demand (modulazione della domanda in base all'effettiva necessità).
- Efficienza** Per Efficienza (%) si intende il rapporto tra la potenza, o l'energia, in uscita e la potenza, o l'energia, in ingresso.



Andamento capacità totale fotovoltaica installata a livello mondiale in MW (2000-2011) - In colore arancio la quota dell'installato europeo (fonte Epia)

Il mercato mondiale ed europeo

Il mercato mondiale si è mostrato in progressione costante dal 2008, con l'Europa in posizione dominante, Germania sempre in testa, in pratica con un raddoppio dell'installato anno su anno. Tonfo invece della Spagna: prima in classifica mondiale nel 2008 con 2,7 GW, l'anno successivo è piombata quasi a zero, mentre l'Italia ha vissuto un anno assolutamente esaltante, che l'ha portata alla posizione di capofila. Il nostro Paese e la Germania hanno contato per il 60% del complesso delle nuove installazioni mondiali. Il totale delle installazioni si è portato globalmente dai 16,6 GW del 2010 ai 27,65

	2010		2011	
	EU	Mondo	EU	Mondo
Nuovi impianti connessi alla rete (GW)	13,3	16,6	20,9	27,65
Crescita anno su anno	-	-	57%	67%
Capacità cumulativa installata (GW)	29,4	39,7	50,3	67,35
Crescita anno su anno	-	-	71%	70%

Andamento capacità fotovoltaica installata EU/mondo nel biennio 2010/2011 (fonte Epia)

GW (+66%), dei quali 21 in Europa, con una potenza cumulativa pari a 67,35 GW (Fonte Epia, European photovoltaic industry association). Il relativo fatturato è ammontato a 91,6 miliardi di dollari, a fronte dei 70,2 dell'anno precedente (+30%). Solarbuzz, altra affidabile fonte settoriale, stima l'installato in 27,4 GW, per un giro d'affari di 93 miliardi di dollari: la discrasia è legata ai parametri di valutazione.

Lo scorso anno il fotovoltaico si è dimostrato la terza fonte di energia rinnovabile più significativa in termini di capacità installata dopo l'idroelettrica e l'eolica. Eppure diversi mercati, come Cina, USA, Giappone, Australia e India, hanno in gestazione flussi di domanda ancora inespressa. Nelle aree meno sviluppate, infatti, si sta diffondendo la richiesta di sistemi fotovoltaici del tipo non connesso alla rete, quindi per autoconsumo. Se nel 2011 il comparto ha conseguito il migliore risultato

storico di crescita in volume, la sovrapproduzione di pannelli, prevalentemente cinesi, ha paradossalmente inferto un colpo mortale al mercato, i cui strascichi si stanno scontando anche ora. Infatti, a fronte di una capacità in termini di moduli pari a 50 GW, le nuove installazioni a livello mondiale sono ammontate a poco più della metà (i citati 27,65 GW), quindi le fabbriche hanno dovuto stoccare l'invenduto, quando non hanno dovuto addirittura sospendere la produzione, con penalizzazione delle piccole e medie realtà, specialmente in Europa, rispetto al mass manufacturing cinese. La conseguenza immediata è consistita nell'abbattimento dei prezzi, fino al 30%, e nella successiva contrazione degli ordini a fine anno, nonché nella perdita di valore di diverse società quotate, ammontante a oltre 30 miliardi di dollari. Secondo Solarplaza la capitalizzazione delle prime dieci quotate si è ridotta di 16,5 miliardi di dollari nel giro di pochi mesi, mentre al contempo si realizzava la fuga dal settore

V Conto Energia e prospettive del fotovoltaico in Italia

Daniele Chiecchi, product manager Relè di Panasonic Electric Works Italia

“Come già è accaduto per il suo predecessore, la bozza del V Conto Energia non si presenta bene, non tanto per i tagli, pesanti ma necessari, presenti nelle nuove tariffe, quanto per l'introduzione del registro obbligatorio per tutti gli impianti superiori ai 12 kW, vincolo che mischierebbe nuovamente le carte di un mercato che non riesce a trovare ormai da due anni il giusto ago della bilancia. Il rischio è di intasare ulteriormente le varie amministrazioni con conseguenti ripercussioni negative e perdita di investimenti in uno dei pochi settori italiani in via di espansione. Dopo le modifiche inserite nel V Conto Energia per le installazioni su terreni agricoli, è opportuno continuare a incentivare le installazioni sui tetti industriali, eliminando i vincoli presenti nella bozza del V Conto, da qui la necessità di mantenere libera l'installazione fino a 200 kW di potenza. A fronte di ciò, si renderebbero necessari dei monitoraggi più attenti e meticolosi per i nuovi impianti, in modo tale da evitare qualsiasi forma di speculazione controproducente per tutta la filiera italiana. Vi sarebbe poi da fare informazione vera, stimolando con proposte concrete le installazioni residenziali, anche nei condomini: finora questo mercato è stato circoscritto a un numero limitato di persone proprietarie di abitazioni indipendenti. Un altro aspetto che potrebbe poi favorire la crescita del settore è relativo all'introduzione di un bonus fiscale sugli utili reinvestiti in impianti fotovoltaici con tecnologia italiana: questo consentirebbe ai vari soggetti di autofinanziare la realizzazione di nuovi impianti e dare continuità allo sviluppo. Sicuramente l'obiettivo che il Governo si è prefissato, ossia quello di eliminare qualsiasi forma di speculazione, è condivisibile, ma non deve essere portato avanti creando problemi poi d'altro genere”.



dei fondi d'investimento. Un effetto a cascata dell'incertezza del mercato è stato il gran movimento di M&A. Nella sola Europa nei primi mesi del 2011 si sono effettuate 51 operazioni di fusione e acquisizione per un valore di 10,6 miliardi di dollari. Nel contempo, si è scatenata la guerra commerciale del fotovoltaico USA contro la Cina con l'introduzione di dazi retroattivi nel marzo di quest'anno per concorrenza sleale e dumping, perché il prezzo dei moduli praticato negli Stati Uniti sarebbe frutto degli aiuti statali del Governo di Pechino.

Le normative internazionali

L'accento alle ritorsioni USA contro l'immissione massificata sul mercato di pannelli cinesi a prezzi estremamente competitivi introduce il tema della normazione del settore. Negli Stati Uniti l'amministrazione Obama sta assegnando una parte del budget nazionale allo sviluppo delle energie alternative, mentre in Cina è in atto una forma di protezione governativa della produzione fotovoltaica: si tratta o di mosse commerciali o di interventi non 'di quadro'. È innegabile infatti che solo la UE abbia finora regolamentato in modo razionale il comparto delle rinnovabili nel loro complesso. Tra gli item di normazione da evidenziare la Direttiva UE 2009/28, fondante, che richiede ai Paesi membri di formulare un PAN (Piano di Azione Nazionale per le energie rinnovabili) con obiettivo 2020. A riprova dell'impegno unitario sul tema, nel marzo 2010 è stato pubblicato il documento della Commissione intitolato "La strategia Europa 20", che impegna gli stati membri a realizzare entro il 2020 il tris 20-20-20, ossia riduzione del 20% rispetto al 1990 dei gas che generano effetto serra, incremento del 20% delle quote di energia rinnovabile e miglioramento del 20% dell'efficienza energetica. Questi temi sono stati riaffermati in un ulteriore documento relativo alla decarbonizzazione, "Tabella di marcia per l'energia 2050", che fissa l'obiettivo di ridurre dell'80% le emissioni entro tale anno. Obiettivamente è arduo affermare che la focalizzazione su risultati tanto lontani nel tempo sia giustificata. In ogni caso, si è stabilita una piattaforma che dà segnali d'indirizzo molto precisi.

Lo scenario nazionale

Dalla prima timida comparsa dei pannelli in silicio lungo le vallate pugliesi nella seconda metà degli anni '90, il panorama del foto-



In Italia la metà delle installazioni fotovoltaiche è su terreno, il 41% sui tetti e la quota residua su pensiline, serre e altre location

voltaico nazionale si è quanto meno rivoluzionato. Diversi centri di ricerca, pubblici e privati, stanno studiando delle future applicazioni per il fotovoltaico. Basti ricordare le attività del Centro MIB-Solar a Milano-Bicocca e il distretto Green & High Tech di Monza-Brianza (integrazione architettonica di edifici per l'autosufficienza energetica sostenibile). In ambito produttivo vale la pena di segnalare l'iniziativa di Enel Green Power, Sharp e ST Microelectronics, che hanno riconvertito nel 2011 la fabbrica ST per la produzione di semiconduttori a Catania nel maggiore im-

pianto italiano per la realizzazione di pannelli. L'evento è però coinciso con un anno in cui i produttori presenti nel nostro Paese si sono trovati a fronteggiare la più grave crisi di mercato mai subita fino al momento. In Italia la multinazionale Memc (lavorazioni prevalentemente in silicio policristallino) ha reso nota una pesante situazione di crisi in tutto il mondo e l'intenzione di chiudere il complesso manifatturiero di Merano. Altri siti, dei circa 40 produttori di celle e moduli presenti in Italia, che coprivano nel 2010 poco più del 40% del fabbisogno nazionale,



Le regioni italiane che dominano la classifica per potenza installata sono Puglia, Lombardia, Emilia Romagna, Veneto e Piemonte

stanno vivendo momenti realmente difficili. Nel campo degli inverter (modulari e microinverter) è presente invece il secondo produttore mondiale, la multinazionale statunitense Power-One, che ha un centro di eccellenza in Toscana, con un settore di R&S. Gli inverter sono distribuiti per il 50% in Italia, per la restante quota all'estero.

Il quadro regolatorio nazionale in tema di energia mette in primo piano il GSE (Gestore dei Servizi Energetici), che ha il compito di attuare e amministrare le disposizioni governative e parlamentari in materia (che recepiscono in linea di massima gli obiettivi comunitari della Direttiva 2009/28 e di "Strategia Europa 2020"). I Conti Energia (Feed-in Tariffs) sono i meccanismi basati sulla remunerazione dell'energia prodotta, che hanno costituito il vero motore della crescita del fotovoltaico in Italia. Iniziati nel 2005 e prorattisi fino a ora, con periodi di sovrapposizione, hanno visto una progressione delle installazioni, che hanno registrato un vero boom tra il 2007 e il 2011. Il quinto, contenuto in un



La sovrapproduzione di pannelli, prevalentemente cinesi, ha inferto un colpo mortale al mercato

decreto ministeriale dello scorso aprile ma ancora oggetto del contendere tra istituzioni e attori della filiera, introduce un sistema di controllo e governo degli apparati installati e della relativa spesa complessiva (registrazione obbligatoria anche dei medi impianti, regolamentazione di quelli piccoli, aste competitive per quelli grandi) e riduce di fatto gli incentivi. In effetti, il settore non è esente da abusi e problemi.

Si sono infatti verificati diversi casi di impianti per i quali era stata dichiarata la fine lavori per poter usufruire delle tariffe incentivanti, ma non ancora connessi alla rete, in attesa del via libera dal GSE.



Un altro tema che si sta affrontando in modo serio riguarda il riciclo a fine vita dei moduli

Lo scenario a breve e medio termine

Il 2012 si annuncia ancora con una crescita per il fotovoltaico a livello mondiale, nonostante le incertezze e i tagli agli incentivi. Secondo IMS Research (previsioni formulate nel primo trimestre dell'anno) le installazioni dovrebbero crescere del 3,5%, ma si potrebbe arrivare addirittura al 21%. L'installato annuale dovrebbe salire da 26,9 GW (Epia ipotizza 27,6 GW, perché considera anche le connessioni) a 27,8 nello scenario più moderato o a 32,6 GW in quello più ottimistico. L'Europa

però dovrebbe vedere indebolire il proprio ruolo: nel 2011 ha pesato per quasi il 70% delle installazioni, nel 2012 non dovrebbe superare il 50%; nel mercato continentale domina come sempre la Germania; nonostante il taglio degli incentivi le nuove installazioni dovrebbero crescere tra i 6 e gli 8,5 GW. Per quanto riguarda l'Italia, il GSE ha dichiarato in 13,16 GW la potenza complessiva dei circa 340.000 impianti esistenti a fine marzo, con una producibilità elettrica stimabile in quasi 17 TWh/anno. Puglia, Lombardia, Emilia Romagna, Veneto e Piemonte dominano la classifica delle regioni per potenza installata. Un rapido passaggio 'a volo d'uccello' (o col satellite) sul territorio nazionale delinea un 'panorama fotovoltaico' con la metà delle installazioni su terreno, il 41% sui tetti e la quota residua su pensiline, serre e altre location. Una novità sta facendo capolino: la sostituzione dell'amianto su tetti con stringhe di moduli fotovoltaici per una potenza di 1,34 GW in oltre 16.000 siti. In termini di tecnologia globalmente utiliz-

zata, nel 2012 il silicio cristallino, impiegato nell'86% delle installazioni, dovrebbe mantenere una supremazia di mercato, anche grazie al prezzo basso. Epia ha valutato che il costo dei moduli nel 2010 incideva tra il 45 e 60% sul costo totale di un sistema fotovoltaico, con un trend discendente del 40% a partire dal 2005. Per quanto riguarda i prezzi dei moduli, la tendenza al ribasso è inarrestabile: secondo iSuppli nel 2014 la tipologia in silicio cristallino dovrebbe scendere al valore di 0,55 euro/W. Già nel 2011 un'impresa verticalmente integrata riusciva a produrre a 0,80 euro/W e, in prospettiva, nel 2013 a 0,60 euro/W. In parole povere, gli utili per gli operatori deriveranno dal 'valore aggiunto' immesso nell'impianto e la distribuzione commerciale dovrà giocoforza modificare le proprie strategie operative. Gli addetti ai lavori si sono e si stanno sbizzarrendo nell'anticipare previsioni sul futuro del fotovoltaico. Nel 2011 Epia profetizzava un raddoppio degli investimenti settoriali per il 2015, con un progresso da 35-40 miliardi a circa 70 e il raggiungimento della Grid Parity nel 2014 in alcuni Paesi dell'Unione, almeno nei 'big five' del solare (Germania, UK, Francia, Italia, Spagna). Previsione quanto mai improvida, almeno per la GP nel mercato nazionale e in quello iberico, alla luce della situazione del 2011/2012. Ufficialmente, comunque, nessun membro della UE ha intrapreso azioni per rinnegare gli impegni con Bruxelles in tema di decarbonizzazione entro il 2020. L'atteggiamento generale è quello di tentare di 'uscire dal tunnel' della crisi e in seguito di rimodulare la propria politica nelle rinnovabili in generale e nel fotovoltaico in particolare, almeno nel medio periodo. Last but not least, si sta affrontando in modo serio il tema del riciclo a fine vita dei moduli.

fonti: www.epia.org, www.eupvplatform.org, www.imsresearch.com, www.solarbuzz.com, www.solarplaza.com, www.isuppli.com, www.energystrategy.it (Politecnico di Milano)