

Il riciclo dei pannelli fotovoltaici

L'Unione Europea ha recentemente associato i pannelli fotovoltaici ai rifiuti elettronici stabilendo un percorso per arrivare al riciclo totale dei pannelli che via via andranno ad essere sostituiti per obsolescenza: come e perché si è arrivati a questa decisione? Quali i pericoli e le opportunità pro riciclo?

Franco Pecchio



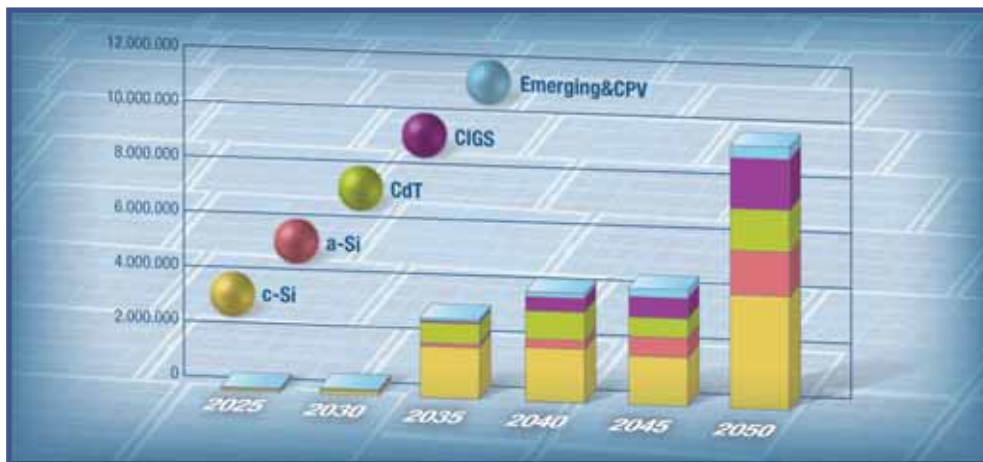


Figura 1 - Previsioni del mercato UE dei materiali da pannelli fotovoltaici, quantità in tonnellate [Fonte: BIO Intelligence Service, 2011]

La durata media di un pannello solare fotovoltaico in silicio è valutata in 25-30 anni di vita, durante la quale produce elettricità. L'efficienza di produzione non è costante nel tempo ma ha una certa decadenza, di solito calcolata dal costruttore rispetto a delle condizioni standard e dichiarata tra le caratteristiche del pannello (e certificata, se lo è il pannello). La normativa obbliga il fornitore a una garanzia di minimo due anni sui difetti di fabbricazione e anche sul calo di rendimento del silicio nel tempo: dal momento che l'incentivo è riconosciuto per 20 anni anche la garanzia ha, normalmente, eguale durata. Oggi, per un modulo di buona qualità, si parla di un'efficienza garantita, rispetto all'efficienza nominale, del 90% per 10 anni e fino all'80% per 25 anni. Ma la resa di un pannello non è influenzata solo dalla sua efficienza teorica ma anche da altri fattori, come l'efficienza dell'inverter oppure la pulizia del pannello. Detto questo, però, possiamo sempre dire che dopo 25 anni di buon funzionamento

avremo ancora un discreto produttore di energia, un po' meno efficiente ma che avrà ormai ampiamente ripagato la sua installazione. Come per un'automobile, però, dopo un po' di tempo potrebbe essere conveniente sostituirlo o cambiarlo: dopo 25 anni la tecnologia sarà migliorata, i costi diminuiti e potrebbe essere ancora conveniente un impianto fotovoltaico, meglio se rinnovato. E qui entra in gioco il decommissioning dell'impianto, ovvero dello smantellamento dello stesso. I pannelli che fine fanno? Possono essere riciclati oppure devono essere smaltiti con modalità precise? A queste domande ha, in primis, risposto l'Unione Europea con una direttiva comunitaria: "Global Opportunities in the Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Recycling Services Market" che ha incluso, nell'ultima edizione, anche i pannelli solari tra i rifiuti soggetti a riciclo obbligatorio. Benché il riciclo di un pannello fotovoltaico non sia al momento economicamente conveniente: dal momento

che il volume dei rifiuti generati è troppo piccolo, è logico aspettare un'inversione di tendenza sulla base dei significativi volumi di fine ciclo di vita dei pannelli, che dovrebbe cominciare ad apparire in modo massiccio già dal 2025 o 2030, ma che occorre preparare nel decennio precedente (Figura 1).

I processi di trattamento

Al momento, a livello mondiale, sono in sviluppo un certo numero di processi di trattamento e di riciclaggio, ma in questo momento sono solo due i metodi applicati e già testati: il trattamento Deutsche Solar per il riciclo dei processi per i pannelli in silicio cristallino e quello First Solar per il trattamento e il riciclaggio specifico per pannelli telloruro di cadmio (CdTe). Le tecnologie per il trattamento e il riciclo dei componenti dei pannelli fotovoltaici non sono dissimili da quelle utilizzate per i pannelli LCD e altri tipi di pannelli laminati su vetro oppure quelli utilizzati nel trattamento delle lampade al neon. Oltre ai due

trattamenti individuati in precedenza esistono tecniche derivanti dal riciclo delle parti vetrose (vetro 'float' e fibra di vetro) che possono essere impiegate con successo anche per le celle fotovoltaiche. Le valutazioni della Commissione Europea in merito al riciclo dei pannelli sono state più volte messe in discussione. In una prima edizione della direttiva, infatti, questa tipologia di rifiuto da riciclare non era inserita se non come possibilità futura.

A seguito di approfonditi studi e simulazioni, invece, si è deciso, in un secondo momento, di inserire i pannelli nella filiera del riciclo dei componenti elettronici. La decisione ha diverse motivazioni: la prima è, sicuramente, il fatto che i pannelli sono assimilabili a gran parte dei rifiuti elettronici in ragione dell'alto contenuto di metalli rari il cui prezzo sui mercati mondiali è in rapidissima ascesa. I metalli rari e, in generale gli elementi chiamati terre rare, hanno prezzi in rapidissima ascesa sui mercati mondiali per motivi di domanda crescente dell'industria elettronica (e non solo) e per un'offerta in rapida contrazione per motivi fisici (diminuzione del numero di siti economicamente sfruttabili) e per motivi geopolitici (la Cina è la prima esportatrice e tende a voler mantenere il monopolio per l'industria nazionale contingentando i quantitativi destinati all'export).

Aspetto economico

Secondo modelli di tipo economico-quantitativo l'UE ha stimato che da un pannello di silicio cristallino di

Tabella 1 - Stima del valore economico perso per mancato trattamento dei pannelli fotovoltaici in base ai prezzi dei metalli rari del primo quadrimestre 2011 [Fonte: BIO Intelligence Service, 2011]

	Silicio cristallino (prima generazione)	a-Si tipo (seconda generazione)
Prezzo materiale recuperato per Wp	0,22 euro	0,62 euro
Prezzo per modulo medio	46,31 euro	37,23 euro
Prezzo a tonnellata	2.105 euro	2.349 euro

Tabella 2 - contenuto riciclabile per tipologia di pannello

Materiale	Moduli di silicio cristallino	Moduli a film sottile		
		a-Si	CdTe	CIS / CIGS
Vetro	74%	86%	95%	84%
Alluminio	10%	<1%	<1%	12%
Altre componenti (inclusi metalli rari)	16%	14%	4%	4%
Altri materiali chiave (>1% della composizione)	EVA, Tedlar film, silicone, adesivi	Polyol, MDI	EVA	EVA
Metalli rari inclusi	Argento	Indio, Germanio		Indio, Gallio
Presenza di cadmio (Cd) e di Piombo (Pb)	Pb		Cd	CD

Tabella 3 - Quantità riciclabile teorica per tipologia di pannello [Fonte: Epia & Greenpeace (2011) Solar Generation 6]

	Modulo cristallino	Moduli a film sottile		
		a-Si	CdTe	CIS-CIGS
Peso totale per modulo	5 – 28 kg	11,7 – 20 kg	9 – 15 kg	10,2 – 20 kg
Capacità	120 – 300 Wp	60 – 120 Wp		
Grandezza	Tipicamente da 1,4 a 1,7 m ² , però anche fino a 2,5 m ²	Da 1,4 fino a 5,7 m ²	Da 0,6 fino a 1,0 m ²	

prima generazione, ovvero la tecnologia più semplice che è stata installata nel primo decennio di espansione delle tecnologie solari fotovoltaiche e che ancora ha oltre il 50% del mercato installato, si possono recuperare circa 0,22 euro per ogni Watt installato. Quindi, per un pannello si arriverebbe a un prezzo medio intorno ai 46 euro con 2.105 euro per tonnellata di

pannelli riciclati. Per i pannelli di seconda generazione, ovvero, per i pannelli a tecnologia con giunzioni complesse con silicio ‘drogato’ da metalli rari, invece, il prezzo medio del materiale recuperato sarebbe maggiore per singolo Watt (0,62 euro/Wp) ma confrontabile alla tonnellata (2.349 euro/ton) (Tabelle 1, 2). Questa minima differenza per tonnellata è data dalla diversa

composizione dei pannelli (Tabella 3) e dalla tecnologia per recuperare ed estrarre i diversi componenti. Se, per il vetro il dato è di un 95% di riciclo possibile e del 100% per l'alluminio, per i metalli rari, invece, si hanno valori variabili per tecnologia intorno al 30%. In questo modo da un pannello al silicio cristallino si recupera un terzo, in valore, di metalli rari rispetto ad un pannello di seconda

generazione; la medesima proporzione vale per la parte vetrosa mentre la vera differenza di prezzo sta nella parte di alluminio dei pannelli di seconda generazione che è un centesimo rispetto a quella dei pannelli di silicio cristallino.

Aspetto ambientale

Tuttavia i ragionamenti dell'UE non sono stati solo di tipo utilitaristico, ma hanno anche preso in considerazione il danno ambientale associabile a un non corretto smaltimento dei pannelli fotovoltaici. Ad esempio le esternalità negative associate alla dispersione di cadmio nell'ambiente (da moduli di CdTe di seconda generazione) sono calcolate in 46.000 euro per tonnellata, ovvero 12 euro per tonnellata di pannelli non riciclati. Se si sommano tutti i componenti di un pannello si arriva a costi esterni esorbitanti: 1.174.000 euro per tonnellata di pannelli che scende a 384.255 euro per tonnellata nel caso di pannelli di tipo c-Si. Questi valori sono calcolati tenendo in conto anche il costo sulla salute umana in termini di malattie e costo per la società per curarle. In particolare, grazie anche alle normative sulle sostanze pericolose (RoHS – Restriction of Hazardous Substances), volendo approfondire, si tratta delle conseguenze da avvelenamento da piombo, già studiato per molte altri tipi di inquinamento, che è un materiale che facilmente entra nel circolo biologico umano. Il cadmio, invece, è anche più pericoloso ma rimane fissato

meno facilmente dentro i nostri corpi. Venendo al caso specifico di come saranno le regole per riciclare i pannelli, la legge sui Raee prevede "che tutti i Paesi membri recuperino 45 tonnellate di rifiuti elettronici ogni 100 tonnellate di beni di consumo elettronici venduti" da qui al 2016; dopodiché l'obiettivo aumenterà fino al 65% delle vendite entro il 2019, ossia l'85% di tutti i rifiuti prodotti. Questo limite è spostato al 2021 per i nuovi Paesi membri. La direttiva Raee è quella sul riciclo dei rifiuti elettronici, in base alla quale anche i pannelli solari sono considerati da riciclare in forza del citato Weee.

La situazione italiana

Tuttavia, l'Italia ha già legiferato in merito, prima

della direttiva comunitaria. Nel nostro Paese i produttori di pannelli solari, dal 1° luglio 2012, devono garantire la gestione e il riciclo a fine vita dei pannelli.

Finora, dall'introduzione del Quarto conto energia, il riciclo era garantito mediante l'invio dei pannelli presso impianti di riciclo all'estero (principalmente in Germania); oggi, invece è stato costituito un consorzio nazionale.

Si tratta di un sistema di raccolta, riciclo e smaltimento dei pannelli solari, costituito con un accordo fra "Cobat-Consorzio Nazionale Raccolta e Riciclo" e il "Comitato IFI-Industrie Fotovoltaiche Italiane".

In questo modo almeno una parte della filiera del riciclo dovrebbe rimanere in Italia. Il

nuovo Consorzio si occuperà della raccolta e della divisione dei componenti dei pannelli in base alle possibilità di riciclo in Italia: vetro, plastica e la parte metallica rimarranno negli impianti italiani, mentre la cella fotovoltaica sarà inviata all'estero, poiché attualmente in Italia non ci sono impianti per lo smaltimento.

Si parla di cominciare a predisporre uno o più impianti pilota per essere preparati anche su questo fronte nei prossimi anni. Il compito di recupero e smaltimento dovrebbe essere facilitato dalla georeferenziazione di tutti gli impianti installati a livello nazionale che creerà un sistema di tracciabilità, a livello nazionale, dei pannelli, facilitandone la parte di fine

vita di recupero e trasporto al centro di riciclo. In pratica chi possiede pannelli deve dichiarare al GSE (Gestore dei Servizi Energetici) l'adesione del produttore dei pannelli montati al consorzio di riciclo il quale attesterà il corretto smaltimento degli stessi una volta che saranno arrivati a fine vita. Secondo i dati del GSE oggi in Italia ci sono più di 50 milioni di moduli fotovoltaici per una potenza installata di 14 GW ripartita su più di quattrocento mila impianti (molti sono quelli di potenza inferiore ai 10 kW). Per ora le celle che devono essere smaltite sono ancora poche, ma nei prossimi anni il riciclo e lo smaltimento rappresenteranno un problema, crescente, da affrontare.