

**SPECIALE
TECNICO**

QUAL  **ENERGIA.it**

Recupero e riciclo dei moduli fotovoltaici a fine vita



A cura di
Ing. Stefano Notarnicola
Ambiente Italia srl

SPONSOR

 <p>cobat</p> <p>www.cobat.it</p>	 <p>PV CYCLE</p> <p>www.pvcycle.org/it</p>
 <p>ECO-PV recycling pv market</p> <p>www.eco-pv.it</p>	 <p>LA MIA ENERGIA</p> <p>www.lamiaenergia.net</p>
 <p>Remedia</p> <p>PASSIONE PER L'AMBIENTE</p> <p>www.consorzioremedia.it</p>	 <p>European Recycling Platform</p> <p>www.erp-recycling.it</p>
<p>LE SCHEDE TECNICHE DELLE AZIENDE SPONSOR SONO PUBBLICATE SUL SITO INTERNET http://qualenergia.it</p>	

RECUPERO E RICICLO DEI MODULI FOTOVOLTAICI A FINE VITA

*Il nuovo quadro normativo nazionale, il modello di trust adottato, sistemi e consorzi idonei,
sviluppi nelle tecnologie di trattamento*

INDICE

2

1.	Introduzione	pag. 4
2.	Lo stato di fatto	pag. 4
3.	Il mercato del riciclo dei moduli	pag. 6
4.	Lo storico installato	pag. 7
5.	Alla scoperta del sistema dei RAEE	pag. 11
6.	Il ruolo del Gestore dei Servizi Elettrici	pag. 12
7.	Il quadro di riferimento attuale	pag. 15
	7.1 Attuazione dei Regolamenti Tecnici	
	7.2 Gli attori coinvolti	
	7.3 La gestione transitoria e gestione a regime	
	7.4 Le procedure di verifica del GSE	
	7.5 Attestato di adesione ed attestato integrativo	
8.	Di cosa è fatto un modulo	pag. 18
9.	I componenti valorizzabili	pag. 19
10.	Il CdTe	pag. 23
11.	Le iniziative italiane sul trattamento	pag. 24
12.	Il costo di riciclaggio	pag. 24
13.	Conclusioni	pag. 26

Speciale a cura di: **Ing. Stefano Notarnicola, Ambiente Italia srl**



Laureato in Ingegneria Meccanica presso la Facoltà di Ingegneria “La Sapienza” di Roma, possiede esperienza nella ricerca e nella consulenza in ambito di sviluppo sostenibile e gestione delle risorse energetiche.

Si occupa delle attività di monitoraggio energetico, termico ed elettrico, di edifici, delle analisi dello stato delle reti nonché di attività formazione sull'efficienza energetica. L'esperienza è stata maturata in Ambiente Italia nell'ambito di progetti comunitari, nell'ambito di progetti per le amministrazioni pubbliche e negli ambiti privati dell'edilizia residenziale e commerciale. Le sue attività si indirizzano anche verso il settore energie solari rinnovabili con specifiche competenze sulle tecnologie fotovoltaiche e sugli aspetti ambientali, giuridici ed autorizzativi di impianti.

Docente in attività di formazione professionale su Sistemi Fotovoltaici e consulente per l'ENEA per la redazione del Quaderno Fonti Energetiche Rinnovabili 2009, svolge attualmente il ruolo di progettista e coordinatore del gruppo di lavoro sul fotovoltaico di Ambiente Italia Progetti, specifica divisione d'ingegneria del gruppo Ambiente Italia, per la progettazione di impianti alimentati da fonti rinnovabili.

E-mail: stefano.notarnicola@ambienteitalia.it

1. INTRODUZIONE

I [Decreti interministeriali del 5 maggio 2011 \(IV Conto Energia\)](#) e del [5 luglio 2012 \(V Conto Energia\)](#) stabiliscono che, per impianti entrati in esercizio a decorrere dal 1° luglio 2012, i produttori di moduli fotovoltaici debbano aderire, con riferimento a tali moduli, a un Sistema/Consorzio che ne garantisca il recupero e riciclo a fine vita.

Il [Gestore dei Servizi Energetici](#) (GSE), dopo aver redatto il “[Disciplinare Tecnico per la definizione e verifica dei requisiti tecnici dei Sistemi/Consorzi per il recupero e riciclo dei moduli fotovoltaici a fine vita](#)”, ha pubblicato, il 1° marzo 2013, l'elenco dei [Sistemi/Consorzi](#) idonei.

L'industria nazionale ha quindi le carte in regola per rispondere nei tempi e nelle modalità richieste a quanto previsto dalle norme in materia di smaltimento dei dispositivi fotovoltaici.

Le diverse problematiche attraversate dall'evoluzione normativa sono passate per l'identificazione dei produttori e le operazioni di corretto smaltimento e riciclo dei dispositivi, per la tracciabilità dei prodotti da parte dei consorzi e la documentazione di cui gli impianti devono dotarsi affinché i soggetti responsabili non incorrano nel rischio di rigetto della tariffa incentivante.

Restano aperte le questioni di gestione del fine vita degli impianti dopo il V Conto Energia e degli oltre **8.500 MWp** di potenza incentivata con i meccanismi antecedenti il IV Conto Energia che aprirebbero, per primi, il problema del trattamento del rifiuto fotovoltaico in Italia.

2. LO STATO DI FATTO

Lo smaltimento moduli fotovoltaici è stato un tema critico nell'ultimo anno per i consorzi attivi nel settore del riciclo e per i “**produttori**” che a titolo imprenditoriale hanno immesso moduli fotovoltaici sul mercato nazionale come fabbricanti, importatori, distributori, installatori e che, per beneficiare delle tariffe incentivanti del IV e V Conto Energia, hanno dovuto aderire a un consorzio per il recupero e riciclo dei moduli fotovoltaici a fine vita entro la data del 31 marzo 2012.

Lo scorso 1° marzo il GSE ha pubblicato sul suo sito la [lista dei soggetti, 11 tra Associazioni, Consorzi o Sistemi](#), conformi ai requisiti richiesti del [Disciplinare Tecnico del 21 dicembre 2012](#) (recante disposizioni per la *Definizione e verifica dei requisiti dei “Sistemi/Consorzi per il recupero dei moduli fotovoltaici a fine vita” in attuazione alle “Regole applicative per il riconoscimento delle tariffe incentivanti”* - [DM 5 maggio 2011](#) e [DM 5 luglio 2012](#)) con cui lo stesso GSE integrava i requisiti precedentemente richiesti per lo svolgimento di tali attività.

Cobat, Ecoem, Ecolight, Ecoped, Eco-PV, ReMedia, E-Cycle Scarl, ERP Italia, La Mia Energia, PV Cycle Italia, RAecycle, gli operatori ritenuti idonei dal Gestore dei Servizi Energetici per operare nello smaltimento e riciclo dei moduli.

Definito all'art. 2, comma 1, lettera r) del [DM 15 Luglio 2012](#), il “**Soggetto Responsabile**” è colui che è responsabile dell'esercizio e della manutenzione dell'impianto e che ha diritto a richiedere e ottenere le tariffe incentivanti, nonché l'iscrizione ai registri. Come previsto dal IV e V Conto Energia e dalle relative Regole applicative, tale soggetto è tenuto oggi, ai fini dell'ammissione alle tariffe incentivanti, a trasmettere al GSE l'“*Attestato di adesione*” del Produttore dei moduli fotovoltaici da lui impiegati ad uno degli operatori iscritti nell'elenco di Sistemi o Consorzi ritenuti idonei.

I Decreti interministeriali del 5 maggio '11 e del 5 luglio '12 stabiliscono infatti che, per impianti entrati in esercizio a decorrere dal 1° luglio 2012, il produttore dei moduli fotovoltaici debba aderire a un Sistema/Consorzio che ne garantisca il riciclo a fine vita e, in caso di mancata adesione, il Gestore dei Servizi Energetici non ammetterà i nuovi impianti agli incentivi previsti annullando i provvedimenti di riconoscimento delle tariffe già emesse.

Produttori, importatori, distributori hanno quindi inviato al GSE la documentazione necessaria comprendente la dichiarazione di manleva, la dichiarazione di disponibilità di rete di raccolta, stoccaggio e trattamento, di polizze assicurative e autorizzazioni, l'atto costitutivo dello strumento negoziale (trust) e la dichiarazione sostitutiva prevista all'art. 4.a9.c del Disciplinare Tecnico resa dal Gestore del Fondo (trustee).

Le imprese del settore fotovoltaico devono oggi dimostrare al GSE, in ottemperanza alle regole del [Disciplinare Tecnico del dicembre 2012](#), l'**iscrizione ad un Sistema/Consorzio** che certifichi loro il rispetto di specifiche disposizioni:

- a) Manlevare il Produttore di moduli da responsabilità civile, anche da risarcimento danni, derivante da violazioni delle norme per la gestione dei rifiuti, per tutti i moduli per cui si richiede incentivo nei periodi di iscrizione.
- b) Disporre di una rete di raccolta, di autorizzazioni al trasporto dei moduli con personale formato.
- c) Disporre di siti di stoccaggio autorizzati.
- d) Disporre di impianti per il trattamento e riciclo dei moduli.
- e) Garantire l'avvio a riciclo per il 65% in peso dei moduli e a recupero (riciclo + valorizzazione energetica) del 75% in peso dei moduli.
- f) Tracciare i moduli durante il ciclo di vita intero (con la tenuta di opportuni database informatici), riconducendo il singolo codice seriale di modulo ad un Produttore che lo ha immesso sul mercato e consentire al GSE le attività di verifica dei moduli installati.
- g) Garantire e finanziare le fasi di gestione dei moduli a fine vita nel rispetto della normativa vigente in materia di gestione dei rifiuti, dando evidenza documentale della raccolta (nel luogo di esercizio), del trasporto (verso il luogo di stoccaggio) e del recupero (negli impianti di trattamento).
- h) Rendicontare le quantità raccolte, inviate allo stoccaggio (in pezzi, peso) e inviate al trattamento (in peso).
- i) Disporre di un prodotto finanziario (trust) alimentato da un *contributo unitario* (per modulo garantito e inizialmente fissato in **1 euro/modulo** circa) pari ad almeno 2/3 del *costo totale unitario di gestione* del modulo, necessario a coprire tutti i costi operativi (raccolta, trasporto, stoccaggio, trattamento), nonché i costi generali di

gestione (del trust, del trustee) da parte del Sistema/Consorzio. Il trust deve essere accessibile esclusivamente per le attività di raccolta, trasporto, stoccaggio, trattamento dei moduli per cui sono stati accantonati i contributi unitari inizialmente versati, deve essere non pignorabile e non accessibile in caso di insolvenza del Sistema/Consorzio; utilizzabile da soggetti terzi incaricati dai ministeri competenti e con modalità stabilite dagli stessi, nei casi in cui i sistemi consorzi siano inadempienti o cessino di esistere.



Figura 1 - Centrale in agro esclusa dalla gestione fine vita del Disciplinare del GSE

3. IL MERCATO DEL RICICLO DEI MODULI

Il mercato economico che i principali operatori del fotovoltaico stimano in Italia legato alla gestione del fine vita dei moduli è di almeno 20 milioni di euro (e quindi di moduli) e, se effettivamente gli oltre 8,1 GWp installati in IV e V CE fossero realizzati con moduli fotovoltaici di potenze prossime a 220 Wp, potrebbe di gran lunga superare i 30 milioni di euro.

Indipendentemente dalle stime (considerando anche che non tutti i moduli incentivati col meccanismo del IV Conto sono soggetti ad obbligo di iscrizione ad un Sistema/Consorzio), la gestione del modulo fotovoltaico come 'rifiuto' sta aprendo un **nuovo mercato**, dove la potenza cumulativa nazionale allacciata alla rete, che supera i 18 MWp ed equivale ad una superficie di moduli pari a metà Comune di Trieste, dovrà prima o poi essere trattata.

Difficile prevedere quali saranno le ricadute occupazionali in Italia e soprattutto se l'industria italiana riuscirà a battere sul tempo la concorrenza straniera e consolidare le

soluzioni tecnico impiantistiche per la gestione di grandi volumi di prodotto fotovoltaico da trattare.

Il tempo, questa volta, è dalla nostra parte perché i moduli fotovoltaici che per primi hanno iniziato il decadimento prestazionale sono quelli installati in Italia negli impianti in esercizio sin dal 2005, con l'avvento del primo Conto Energia.

Già in quegli anni, tuttavia, i produttori di moduli garantivano il 90% della potenza al 25° anno di vita del proprio dispositivo.

Sappiamo bene, inoltre, che non sono le celle in silicio il punto debole dei moduli, quanto il laminato in sé e la struttura metallica della cornice e che partecipa al sistema di ancoraggio ai tetti o alle carpenterie degli impianti a terra.

L'obsolescenza di un sistema fotovoltaico non segue, di norma, il termine del periodo di incentivazione che lo caratterizza e, salvo il caso in cui debbano essere smantellati per l'estinzione dei diritti di superficie di terreni o coperture su cui sono realizzati, gli impianti sono più longevi di 20 anni.

Queste le ragioni per cui non prima del 2025 dovremo attenderci un volume di moduli dismessi significativo e tale da mettere definitivamente alla prova gli stabilimenti di lavorazione del rifiuto.

Ciò nonostante dovremmo prima dimostrare, e non sulla carta, di avere depositi e strutture idonee dove ospitare gli oltre 5 milioni di metri cubi di moduli che sono complessivamente installati su tetti e terreni. Volumi importanti per il mercato mondiale che valgono una cubatura di oltre **2.000 piscine** olimpioniche occupate da moduli fotovoltaici adagiati l'uno sull'altro ma che, invece, saranno distribuiti sul territorio nazionale nei numerosi siti di stoccaggio autorizzati di cui Consorzi e Sistemi, idonei già oggi secondo il Gestore dei Servizi Energetici, devono disporre o avvalersi.

4. LO STORICO INSTALLATO

Il costo per lo smaltimento dei dispositivi fotovoltaici, in assenza di una specifica normativa che disciplini la gestione del rifiuto cosiddetto "storico" installato a partire dal programma nazionale "10.000 tetti fotovoltaici" e prima che Quarto e Quinto Conto Energia subentrassero a garanzia del riciclo dei moduli a fine vita incentivati nei rispettivi meccanismi, è oggi in capo ai soggetti responsabili degli impianti stessi sia in termini di responsabilità che di copertura finanziaria.

In questo vuoto normativo non conosciamo come saranno gestiti i volumi di pannelli fotovoltaici derivanti dall'obsolescenza tecnica dei primi impianti realizzati in Italia e non trova risposta, ad esempio, come saranno smaltiti, e soprattutto a carico di chi, i moduli (nonché gli impianti) di società proprietarie di centrali, magari su terreni agricoli, che potrebbero versare in condizioni fallimentari o per cui potrebbe addirittura esser difficile



identificare una figura di soggetto responsabile.

Nel corso degli ultimi anni e prima che il [decreto legislativo n. 28 del 3 marzo 2011](#)¹ (cosiddetto Decreto Rinnovabili o Decreto Romani) sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili sancisse lo stop alla realizzazione di impianti in agro, le Regioni competenti l'autorizzazione alla costruzione e l'esercizio di centrali fotovoltaiche hanno progressivamente introdotto, al livello documentale, i **progetti di dismissione degli impianti** (PDI) e le **garanzie** per l'esecuzione degli interventi di dismissione degli stessi, innovazioni sancite nell'ambito delle procedure per l'attuazione degli obiettivi dei Piani di Indirizzo Energetico Ambientale Regionale (P.I.E.A.R.) e disciplinate del procedimento di cui all'articolo 12 del [decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387](#), per l'autorizzazione alla costruzione e all'esercizio di impianti di produzione di elettricità da fonti rinnovabili.

8

Per gli impianti fotovoltaici di grande generazione quindi, tra gli elaborati di progetto, sono oggi considerati elementi sostanziali della domanda di autorizzazione, e quindi non integrabili successivamente alla data di presentazione della stessa, il progetto di dismissione degli impianti al pari, ad esempio, della soluzione tecnica minima generale (STMG) esplicitamente accettata in via definitiva dal proponente.



Figura 2 - La dismissione dei primi grandi impianti a terra si può prevedere dal 2025.

¹ Decreto in attuazione della direttiva 2009/28/CE, pubblicato il 28 marzo 2011 sulla G.U.. Il decreto sanciva inoltre che, nel caso di terreni appartenenti al medesimo proprietario, gli impianti fossero collocati ad una distanza non inferiore a 2 km, non applicando tali limiti ai terreni abbandonati da almeno 5 anni e agli impianti FV con moduli a terra in aree agricole che avessero conseguito il titolo abilitativo entro la data di entrata in vigore del decreto stesso.

In una relazione sulle operazioni di dismissione, oltre la definizione, la descrizione e quantificazione, il computo metrico e la crono programmazione delle operazioni di dismissione relative allo smaltimento dei componenti del generatore fotovoltaico, delle linee elettriche e degli apparati elettrici e meccanici, è definito anche il conferimento del



Figura 3 - 1 MWp con 4.273 moduli, 7,3 t di Al, 60 t di vetro, 3,2 t di Tedlar, 3,5 t di Si.

materiale di risulta agli impianti all'uopo deputati dalla normativa di settore per lo smaltimento o recupero.

Il PDI ha lo scopo di fornire una descrizione delle attività di dismissione alla cessione dell'attività dell'impianto, nonché di **identificare i rifiuti** che si generano durante tali operazioni di dismissione secondo la classificazione C.E.R. o Codice Europeo dei Rifiuti, introdotta con la [Decisione 2000/532/CE](#) dell'Unione Europea, stimandone il costo dello smaltimento.

Al termine dell'esercizio dell'impianto, la dismissione e demolizione delle strutture restituirebbe le aree al loro stato originario preesistente al progetto, come previsto anche al comma 4 dell'art. 12 del [decreto legislativo 387/2003](#).

Ma il modulo fotovoltaico, ad oggi, non possiede un codice C.E.R. e lo smaltimento e recupero dello storico installato in impianti realizzati fino ad oltre la metà del 2011 risulta, di fatto, inapplicabile.

La ratifica in Italia della revisione della direttiva RAEE (RAEE Recast, approvata in via definitiva dal consiglio di UE il 7 giugno 2012) subentrerà, entro un anno, all'attuale quadro normativo che disciplina il riciclo dei moduli fotovoltaici di impianti realizzati in IV e V Conto Energia, come norma di grado superiore.

Fino ad allora anche i nuovi impianti realizzati con la chiusura del V Conto Energia avranno moduli non garantiti da un sistema di riciclo.

Continueranno a rimanere “senza padre” i moduli installati nel I, II e III Conto Energia per i quali non sono stati versati e amministrati contributi per il trattamento di fine vita e per la cui gestione, oggi, sarebbe come richiedere la riparazione o sostituzione di un prodotto fuori dalla sua garanzia di vendita.



A completare un quadro normativo che rimane complesso, le Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili ([DM 10 settembre 2010](#)) impegnano alla corresponsione, all'atto di avvio dei lavori, di una **cauzione a garanzia** dell'esecuzione degli interventi di dismissione e delle opere di ripristino dei siti di installazione di impianti fotovoltaici.

L'importo, da versare interamente a favore dell'amministrazione procedente,

mediante fideiussione bancaria o assicurativa, è stabilito in via generale dalle Regioni o dalle Province delegate in proporzione al valore delle opere di rimessa in pristino o delle misure di reinserimento o recupero ambientale indicate nei PDI.

Le Regioni o le Province delegate, inoltre, avvalendosi delle [Agenzie Regionali per la Protezione Ambientale \(ARPA\)](#), possono stabilire, nell'ambito delle Conferenze dei servizi, soglie e/o importi per la cauzione parametrati sulle diverse tipologie di impianti e in relazione alla particolare localizzazione dei medesimi.

L'introduzione di una cauzione stabilita in favore dell'amministrazione tenuta ad eseguire le opere di rimessa in pristino, reinserimento e recupero in luogo del soggetto inadempiente, è stato un passo importante nella tutela ambientale ma che ha lasciato irrisolta la problematica del riciclo dei moduli costituenti i generatori.

Fideiussioni e PDI sono stati introdotti dalle Regioni nell'ambito delle autorizzazioni uniche alla costruzione di impianti svoltesi dopo i primi anni di Conto Energia, lasciando **incertezza** sul fine vita delle prime realizzazioni a partire dal lontano 1993, quando la centrale di Serre, in provincia di Salerno, diventava il più grande impianto fotovoltaico in Europa con i suoi 3,3 MWp e l'energia dal sole si iniziava ad affacciare sulla scena.

Anche queste le ragioni per cui, in vista dell'estensione d'ambito di applicazione della direttiva RAEE al fotovoltaico, la Commissione europea, il 4 febbraio 2013, ha dato mandato al Comitato Europeo di Normazione Elettrotecnica (CENELEC) per lo sviluppo di norme specifiche e la European Photovoltaic Industry Association (EPIA) ha chiesto al sesto gruppo di lavoro del Comitato Tecnico CENELEC (TC) 111x, che si occupa di standard di riciclaggio RAEE, lo status di osservatore permanente.

5. ALLA SCOPERTA DEL SISTEMA DEI RAEE

Da novembre 2007 è entrato ufficialmente in vigore anche in Italia il sistema di gestione dei rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche, disciplinato dal [Decreto Legislativo 151 del 2005](#), la cui responsabilità è affidata direttamente ai produttori come previsto dalla Direttiva Europea ([2002/96/CE](#)). Il D.Lgs n.151/2005, è attualmente il quadro normativo specifico contenente gli obblighi di gestione e finanziamento, in capo ai produttori di Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche (AEE), delle operazioni di ritiro, trasporto e gestione dei Rifiuti da Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche (RAEE) di tipo domestico e anche di raccolta dei RAEE professionali.

Il Decreto Legislativo 25 luglio 2005, n. 151 *"attuazione delle Direttive 2002/95/CE, 2002/96/CE e 2003/108/CE relative alla riduzione dell'uso di sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche, nonché allo smaltimento dei rifiuti"* è finalizzato a prevenire la produzione di rifiuti RAEE, a promuovere il reimpiego, il riciclaggio e le altre forme di recupero di apparecchiature elettriche ed elettroniche in modo da ridurre la quantità da avviare allo smaltimento, a migliorare, sotto il profilo ambientale, l'intervento dei soggetti (produttori, i distributori, i consumatori, operatori coinvolti nel trattamento) che partecipano al ciclo di vita di dette apparecchiature e infine, a ridurre l'uso di sostanze pericolose.

Il D.Lgs n.151/2005, per quanto riguarda la gestione dei RAEE provenienti dai nuclei domestici, ha assegnato ruoli, oneri e competenze a tutti gli attori interessati attribuendo ai produttori e importatori di AEE l'**onere finanziario** di gestire un sistema integrato per il trattamento, il riciclo e lo smaltimento dei RAEE.

Il Decreto Legislativo del 25 luglio 2005 pone in capo ai consumatori l'obbligo di conferimento dei RAEE nei centri di raccolta oppure la loro consegna ai distributori all'atto di un nuovo acquisto. Ciascun produttore è chiamato a farsi carico di una quota di RAEE pari alla sua quota di mercato.

Con la nuova normativa non saranno più a carico degli enti locali, ma in capo ai produttori di apparecchiature elettriche ed elettroniche, mediante i [Sistemi Collettivi](#) aderenti al [Centro di Coordinamento RAEE](#), le attività di ritiro dei RAEE dai centri di raccolta comunali, di trasporto a centri idonei e trattamento nel pieno rispetto delle normative ambientali. Spetta poi alla "distribuzione" il compito di organizzare un servizio di ritiro gratuito dei RAEE consegnati dai consumatori al momento dell'acquisto di una nuova ed analoga apparecchiatura.

A carico degli enti pubblici locali rimane la messa a disposizione dell'utenza domestica e della distribuzione di centri di raccolta idonei per il conferimento dei RAEE, nonché la gestione delle relazioni con il cittadino (eventuale servizio a domicilio, fasce orarie di apertura dei centri di raccolta, ecc.) per i rifiuti storici provenienti dai nuclei domestici.

Nella distinzione del rifiuto da apparecchiature elettriche ed elettroniche, sono cosiddetti "RAEE storici" i rifiuti derivanti da apparecchiature immesse sul mercato prima del 1 gennaio 2009 per cui la responsabilità collettiva del rifiuto domestico, ad esempio, non prevede versamento di garanzie.

I “RAEE nuovi” derivano, invece, da apparecchiature immesse sul mercato nel periodo successivo il 1 gennaio 2009, per cui la responsabilità di tipo individuale prevede obbligo del produttore di trattare i propri rifiuti.

LA CLASSIFICAZIONE DEI RAEE		
	RAEE STORICI Rifiuti derivanti da apparecchiature immesse sul mercato prima del 1 gennaio 2009	RAEE NUOVI Rifiuti derivanti da apparecchiature immesse sul mercato dopo l'1 gennaio 2009
RAEE DOMESTICI Rifiuti provenienti da nuclei domestici o analoghi per natura e quantità	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Responsabilità collettiva: obbligo di adesione ad un sistema collettivo ▪ Quota di responsabilità: quota di mercato ▪ Nessuna garanzia da versare 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Responsabilità individuale: ogni produttore tratta i propri rifiuti ▪ Necessità di versare garanzie ▪ Inapplicabile senza un sistema affidabile ed economico di identificazione dei produttori
RAEE PROFESSIONALI Rifiuti prodotti dalle attività amministrative o economiche differenti dai RAEE DOMESTICI	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gestione individuale o collettiva ▪ Il produttore è obbligato al ritiro dei RAEE solo quando vende una AEE equivalente in sostituzione 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gestione individuale o collettiva ▪ Il produttore è obbligato al ritiro dei RAEE anche se non vende una AEE equivalente in sostituzione

L’istituzione di un [Centro di Coordinamento del sistema RAEE](#) ha consentito di avviare il monitoraggio per ottimizzare le attività di competenza dei Sistemi Collettivi RAEE che hanno il compito primario di gestire il trasporto, il trattamento e il recupero dei RAEE domestici, a garanzia di uniformi, omogenee e comuni condizioni operative.

La norma ha definito cinque raggruppamenti di RAEE che dovranno essere attuati e conferiti separatamente nei centri di raccolta e in base ai quali verranno calcolate le quote di competenza di ciascun produttore: apparecchiature refrigeranti (frigoriferi, condizionatori) o scaldacqua (R1); “grandi bianchi” (lavatrici, lavastoviglie), forni, piani cottura, etc (R2); tv e monitor (R3); piccoli elettrodomestici, elettronica di consumo, ICT, apparecchiature illuminanti e altro (R4); sorgenti luminose (R5).

Esistono numerosi Sistemi Collettivi specializzati sulla gestione di singoli raggruppamenti di RAEE, che si occupano primariamente della gestione di alcune categorie di prodotto, ed Sistemi Collettivi Multifiliera che operano su tutti i raggruppamenti.

6. IL RUOLO DEL GESTORE DEI SERVIZI ELETTRICI

Tra le numerose attività svolte e i ruoli che lo caratterizzano, il [Gestore dei Servizi Energetici](#) (GSE) sostiene la produzione elettrica della quasi totalità degli impianti a fonti rinnovabili in Italia attraverso la qualifica tecnico-ingegneristica e la verifica degli impianti, nonché la gestione dei meccanismi di incentivazione previsti dalla normativa.

Il GSE, limitatamente alla metà dell’installato, oggi persegue nuovi obiettivi di interesse pubblico sovrintendendo sul fine vita dei moduli fotovoltaici attraverso le regole applicative sul riciclo stabilite dal [Disciplinare Tecnico del 21 dicembre 2012](#).

La formazione di una lista di undici operatori idonei allo svolgimento delle attività di riciclo dei moduli fotovoltaici ha previsto l’iscrizione di Sistemi e Consorzi ad un elenco tramite verifica documentale, da parte del GSE, di attestazione di specifici requisiti:

1. specifica dichiarazione di manleva **(D01)**;
2. copertura del territorio nazionale per raccolta, trasporto, stoccaggio, trattamento e recupero; copertura assicurativa per danni civili e ambientali per tutti i soggetti incaricati di una o più operazioni; sussistenza delle autorizzazioni ai sensi del TU Ambientale 152/06; contratti con i soggetti terzi eventualmente affidatari **(D02)**;
3. strumento negoziale adottato **(D06)** e trasmissione al GSE del suo atto costitutivo.

Saranno via via implementati da parte del Gestore dei Servizi Energetici gli accertamenti degli ulteriori requisiti documentali D03, D04 e D05 e avviate le verifiche V01 e V02:

- relazione circa il raggiungimento degli obiettivi di recupero e riciclo, sulla base di un apposito modello reso disponibile dal GSE, con le modalità di calcolo dei costi sostenuti nell'anno precedente **(D03)**;
- database aggiornato in continuo con matricola modulo; produttore; modello modulo; data di inizio garanzia di trattamento a fine vita; peso del modulo **(V01)**.
- database del modulo gestito, con matricola modulo; produttore del rifiuto; luogo e data produzione rifiuto; trasportatore; destinatario; numero FIR (Formulario Identificativo Rifiuti) **(V02)**;
- rapporto annuale di attività a decorrere dal 2013 **(D04)**;
- calcolo dei costi generali sostenuti per la gestione dei rifiuti da moduli garantiti e gestiti **(D05)**;
- certificazioni antimafia **(D07)**.

Per il Gestore dei Servizi Energetici l'implementazione del [Disciplinare Tecnico del 21 dicembre 2012](#) ha richiesto un ruolo attivo di controllo e verifica, continuo e complesso, che si affianca all'attività già svolta sulle incentivazioni dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici connessi alla rete.

Le **difficoltà** riscontrate e sottolineate dalle associazioni di categoria del settore del fotovoltaico, nonché dai primi Consorzi che hanno avviato la definizione dei requisiti, sono in larga misura imputabili al fatto che il contesto nazionale italiano sta elevandosi a "caso pilota" nella gestione del riciclo dei moduli fotovoltaici, da una parte per la numerosità degli impianti realizzati nel nostro paese, dall'altra per una normativa di gestione del fine vita dei dispositivi ampiamente voluta e dibattuta dagli operatori eppure mal digerita al suo avvio.

La complessità della disciplina di regolamentazione dei rifiuti sbarcata nel settore del solare fotovoltaico ha causato un non trascurabile aggravio degli oneri di gestione operativa degli impianti per le aziende che si sono fatte carico di obblighi ulteriori di carattere burocratico, nella incertezza di una nuova norma a spiccato carattere retroattivo.

Chiarezza sul tema delle verifiche è stata fortemente richiesta al GSE da alcuni operatori, alla luce della forte **disparità di costo unitario** totale proposto dai Consorzi per l'iter di recupero e riciclo dei dispositivi dei Produttori loro associati.

Nel costo totale unitario di gestione del modulo devono essere compresi i costi operativi di raccolta, trasporto, stoccaggio e trattamento, nonché tutti i costi generali sostenuti dal Sistema/Consorzio per la gestione dei rifiuti prodotti dai moduli fotovoltaici.

Tra questi ultimi oneri da sostenere, ipotizzando un costo totale unitario di gestione del modulo di 1,5 €, le sole spese annue di gestione amministrativa dello strumento negoziale adottato, il cosiddetto *trust*, e del Garante, il *trustee*, necessariamente appartenente ai ruoli della Magistratura in servizio o in quiescenza o ai diversi ruoli delle Forze dell'Ordine con comprovate competenze nella gestione di fondi patrimoniali o finanziari, conti alla mano rischiano di "assorbire" dalle casse di un Consorzio i costi di gestione del fine vita di più di 100.000 moduli ottenuti, ad esempio, da una centrale da 20 MWp.

Per gli undici Consorzi dell'elenco è stato fondamentale garantire poi, con l'ausilio di database informatici, un **sistema di tracciabilità** non solo per lo smaltimento dei moduli fotovoltaici, ma anche per l'intero ciclo di vita degli stessi, a partire dall'immissione sul mercato.

Tuttavia, come questi sistemi informatici permetteranno al GSE di effettuare il controllo su ogni singolo modulo degli impianti per cui è stata richiesta la tariffa incentivante non è ancora del tutto chiaro.

Oggi, un produttore che immette un lotto di nuovi moduli sul mercato italiano è tenuto a comunicare tutti i codici dei moduli venduti ad un Consorzio, che li inserisce in un'apposita **banca dati**, indipendentemente dalla loro effettiva utilizzazione.

L'installatore, che può utilizzare moduli di differenti produttori, dovrà poi "attivare" i codici dei moduli installati presso i suoi impianti, già presenti nelle banche dati dei Consorzi, indicando dove sono stati usati. Così facendo sarà possibile effettuare anche i controlli di corrispondenza con i dati del trust, per verificare i moduli che beneficiano degli incentivi.

Tuttavia, l'aspetto legato alla **georeferenziazione** degli impianti e dei moduli di cui fanno parte sta creando non pochi problemi ai Consorzi stessi che, trovandosi di fronte ad una solo parziale attribuzione di informazioni relative alla dislocazione geografica dei moduli presi in carico, rischiano di trovarsi inadempienti negli obblighi o verso il Gestore dei Servizi Energetici o verso gli stessi Produttori a causa di una procedura di attivazione dei moduli da parte degli installatori, errata o incompleta.

Risulta ancora poco chiara l'interazione tra il GSE e i Consorzi per le procedure di controllo a campione sulla veridicità dei dati inseriti dai soggetti responsabili e se sarà il GSE, disponendo dei seriali dei moduli per cui è stata richiesta una tariffa incentivante, ad interrogare i data base dei Consorzi per gli specifici dispositivi per cui è richiesta verifica o se spetterà al Consorzio comunicare il database dei propri produttori consorziati con l'elenco georeferenziato dei moduli attivi.

Insomma, un bel grattacapo informatico alla cui risoluzione il GSE sta duramente lavorando.

Un soggetto responsabile da oggi deve gestire tutti gli aspetti legati alla vita utile del proprio impianto fotovoltaico. Il processo da attivare, pensando alle difficoltà che

spesso si riscontano nella semplice gestione delle garanzia sui prodotti installati, non è stato facile né automatico, considerando anche ai titolari di impianti residenziali rimasti orfani di un soggetto a cui rivolgersi, a fronte delle integrazioni richieste dal GSE, semplicemente perché il loro installatore non opera più nel settore del fotovoltaico.

Numerose le problematiche di gestione di moduli fotovoltaici di soggetti responsabili che hanno acquistato i dispositivi nel periodo antecedente il 1° marzo 2013 (data di pubblicazione dell'elenco di Sistemi/Consorzi) e che hanno messo in esercizio i propri impianti dopo il 1° luglio 2012 (inizio obbligo di registrazione dei moduli presso un Sistema/Consorzio autorizzato dal GSE).

Solo per questi impianti, circa 90.000, si stimano essere **7 milioni di moduli** installati che il GSE si appresta a esaminare per cui è stato necessario provvedere in molti casi, pena la perdita degli incentivi, alla adesione diretta presso un Consorzio/Sistema da parte di singole persone fisiche che hanno fornito evidenza della copertura da garanzia di gestione del fine vita per i moduli installati sulle proprie abitazioni.

15

7. IL QUADRO DI RIFERIMENTO ATTUALE

Lo smaltimento dei rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE) è regolato dal [Decreto Legislativo 25 luglio 2005, n. 151](#) a recepimento delle Direttive Europee relative alla riduzione dell'uso di sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche nonché allo smaltimento dei rifiuti.

I moduli fotovoltaici non sono attualmente considerati componenti RAEE pertanto, in Italia, lo smaltimento a fine vita degli stessi è regolato, ai soli fini dell'accesso all'incentivazione in Conto Energia, dai Decreti Interministeriali del 5 maggio 2011 ([Quarto Conto Energia](#)) e del 5 luglio 2012 ([Quinto Conto Energia](#)).

I suddetti Decreti stabiliscono che, per gli impianti entrati in esercizio a decorrere dal **1 luglio 2012**, il «Produttore» dei moduli fotovoltaici debba aderire ad un Sistema o Consorzio che ne garantisca, attraverso un'adeguata struttura operativa e finanziaria, la completa gestione a fine vita.

Il quadro di riferimento attuale è destinato ad evolvere nel futuro. Tale evoluzione sarà legata al recepimento della revisione della [Direttiva Europea 2012/19/UE](#) sui RAEE, pubblicata il 24 luglio 2012 nel numero L197 della Gazzetta Ufficiale dell'Unione europea (GU), che include anche i moduli fotovoltaici e per la quale se ne prevede recepimento in Italia entro un anno dalla data di pubblicazione.

Tale recepimento comporterà l'estensione delle regole RAEE per lo smaltimento dei moduli fotovoltaici anche ai componenti installati sugli impianti non incentivati in Conto Energia dal GSE.

7.1 Attuazione dei Regolamenti Tecnici

Secondo quanto previsto nelle «Regole Applicative», il GSE acquisisce e verifica l'Attestato di adesione del Produttore dei moduli fotovoltaici a un Sistema o Consorzio, che garantisca il recupero e riciclo dei moduli fotovoltaici a fine vita, allegato dal

Soggetto Responsabile alla richiesta di ammissione agli incentivi per gli impianti entrati in esercizio dal 1° luglio 2012.

Il GSE svolge attività di controllo, secondo quanto previsto dal «Disciplinare Tecnico», al fine di verificare che siano garantite, da parte degli stessi Sistemi/ConSORZI, la tracciabilità dei moduli fotovoltaici garantiti durante il loro intero ciclo di vita e lo svolgimento e il finanziamento di tutte le fasi di gestione del fine vita del modulo garantito, nel rispetto della normativa vigente in materia di gestione dei rifiuti.

Con riferimento ai requisiti che devono possedere i Sistemi/ConSORZI per essere ritenuti idonei allo svolgimento delle attività di recupero e riciclo dei moduli fotovoltaici a fine vita, le principali novità introdotte, rispetto ad altri meccanismi di gestione rifiuti, sono relative all'obbligo, previsto per i Sistemi/ConSORZI di disporre di:

- una rete logistica di raccolta estesa su tutto il territorio nazionale, ivi inclusi depositi di stoccaggio e impianti di trattamento e recupero adeguati;
- un sistema informatico per la tracciabilità dei moduli garantiti;
- uno strumento negoziale con l'obiettivo di creare un fondo a garanzia della copertura finanziaria delle attività legate al trattamento a fine vita.

7.2 Gli attori coinvolti

Nell'ambito del «[Disciplinare Tecnico](#)», in un'accezione più estesa rispetto alle «Regole Applicative», si definisce "Produttore" chiunque immetta il modulo fotovoltaico sul mercato nazionale a titolo imprenditoriale (Fabbricante, Importatore, Distributore, Installatore) e abbia aderito in qualità di Socio o Cliente del Sistema/ConSORZIO.

"Sistema/ConSORZIO per il recupero e riciclo dei moduli fotovoltaici a fine vita" è, invece, il soggetto partecipato o meno da uno o più Produttori di moduli fotovoltaici. Nel primo caso il Produttore è Socio del Sistema/ConSORZIO, nel secondo è Cliente.

Al fine di poter effettuare attività di smaltimento nel territorio nazionale, sui componenti di impianti incentivati, il Sistema/ConSORZIO deve accreditarsi presso il GSE fornendo evidenza del possesso di tutti i requisiti previsti dalle «Regole Applicative» secondo le modalità indicate nel «Disciplinare Tecnico». Pertanto deve essere presente nell'[elenco dei Sistemi/ConSORZI](#) ritenuti idonei, pubblicato dal GSE sul proprio sito internet.

Al Soggetto Responsabile (SR) dell'esercizio e della manutenzione dell'impianto e che ha diritto a richiedere e ottenere le tariffe incentivanti, spetta l'obbligo di trasmettere al GSE l'Attestato di adesione del Produttore dei moduli fotovoltaici a un Sistema o ConSORZIO Idoneo, al solo fine dell'ammissione alle tariffe incentivanti del Quarto e Quinto Conto Energia per impianti entrati in esercizio a decorrere dal 1 luglio 2012.

7.3 La gestione transitoria e gestione a regime

A seguito della pubblicazione del Disciplinare, il GSE ha ricevuto le candidature di alcuni Sistemi/ConSORZI che intendono espletare le attività relative al recupero e al riciclo dei moduli fotovoltaici a fine vita. L'idoneità è stata valutata sulla base dell'esame della seguente documentazione:

- Dichiarazione di **manleva** del Produttore di moduli fotovoltaici, da parte del Consorzio, da qualsiasi responsabilità dovesse derivare da violazioni delle norme di riferimento per la corretta gestione dei moduli fotovoltaici a fine vita;
- Dichiarazione di **disponibilità di rete** di raccolta, trasporto, stoccaggio, trattamento, recupero nazionale, di polizze assicurative e autorizzazione ambientali (min. 5 mln euro) incluso le autorizzazioni ai sensi del TU Ambientale [D.Lgs n. 152/06](#) (Albo Gestori ambientali Cat. 8, iscrizione RAEE);
- Atto istitutivo dello **strumento negoziale** di costituzione del trust;
- Dichiarazione sostitutiva prevista dall'**art. 4.a9.c del Disciplinare Tecnico** resa dal Gestore del Fondo Garante del perseguimento delle finalità del Fondo ed appartenente ai ruoli della Magistratura.

La valutazione di idoneità di un di Sistema/Consorzio è subordinata all'esito delle verifiche antimafia che il GSE espleta direttamente presso le competenti Prefetture.

Il GSE si riserva di aggiornare l'elenco all'esito delle valutazioni che si renderanno necessarie a seguito dell'esame della documentazione che eventuali nuovi Sistemi/Consorzi faranno pervenire al GSE, alla casella di posta elettronica ConsorziSmaltimentoFTV@gse.it.

Inoltre, il GSE si riserva di effettuare le **ulteriori verifiche** previste dal Disciplinare Tecnico, secondo le modalità in esso descritte, nonché di chiedere documenti integrativi o elementi chiarificatori riguardo la documentazione presentata ai Sistemi/Consorzi richiedenti l'iscrizione in elenco e a quelli già ritenuti idonei.

Dal 1° aprile 2013, in assenza di adesione a uno dei Consorzi idonei, il GSE non riconosce gli incentivi a nuovi impianti e provvederà a sospendere gli incentivi riconosciuti in via provvisoria agli impianti entrati in esercizio dal 1° luglio 2012 al 31 marzo 2013.

7.4 Le procedure di verifica del GSE

Il Gestore dei Servizi Energetici, nell'ambito delle attività di controllo e verifica previste dal Disciplinare Tecnico, ha provveduto a richiedere ai Sistemi/Consorzi idonei la disponibilità, in un formato opportuno, dei dati e delle informazioni in proprio possesso, aggiornati al 30 aprile 2013, relativi ai moduli fotovoltaici presi in carico dal Sistema/Consorzio per il loro recupero e riciclo a fine vita.

Il GSE, confronterà tali dati e informazioni, ricevute dai Sistemi/Consorzi, con i dati presenti all'interno del proprio Database, alimentato con le informazioni fornite dai Soggetti Responsabili all'atto della richiesta di ammissione alle tariffe incentivanti. A valle della suddetta attività di verifica, il Gestore dei Servizi Energetici segnalerà ai Sistemi/Consorzi interessati e a titolo informativo, la lista delle matricole dei moduli che non risultano coperti da garanzia di gestione a fine vita e per i quali i Soggetti Responsabili hanno comunicato il Sistema/Consorzio di riferimento, richiedendo direttamente ai SR degli impianti per cui è stata fatta richiesta d'incentivazione, i cui moduli non risultano registrati ad alcuno dei Sistemi/Consorzi idonei, di fornire l'evidenza che gli stessi risultino coperti da garanzia di gestione a fine vita.

I Sistemi/Consorzi dovranno pertanto predisporre canali di comunicazione che consentano agli interessati (Soggetti Responsabili, Installatori) di interfacciarsi con il

Sistema/Consorzio di riferimento e verificare l'effettiva presa in carico dei propri moduli, identificati tramite marca, modello e numeri seriali, e dotarsi di un Attestato integrativo, messo a disposizione dal Sistema/Consorzio di riferimento, da trasmettere al GSE.

7.5 Attestato di adesione e attestato integrativo

L'attestato di adesione al Sistema/Consorzio del Produttore dei moduli fotovoltaici che il Soggetto Responsabile deve trasmettere al GSE, è redatto su carta intestata del Sistema/Consorzio su di modello fornito dal GSE. L'attestato contiene le informazioni del Produttore aderente al Sistema/Consorzio e l'elenco delle marche e modelli dei moduli impiegati presso l'impianto fotovoltaico del Soggetto Responsabile, identificati dai numeri di matricola registrati sul Database dal Sistema/Consorzio stesso.

18

L'attestato riporta gli estremi del Fabbricante/Importatore/Distributore/Installatore che ha aderito al Sistema/Consorzio ovvero, in via residuale, del Soggetto Responsabile dell'impianto fotovoltaico.

È quest'ultimo, infatti, che deve aderire ad un Sistema/Consorzio qualora i moduli installati sul suo proprio impianto non siano presi in carico da alcuno dei Sistemi/Consorzi inseriti nell'elenco pubblicato dal GSE.

Il GSE, nelle previste attività di verifica, potrà richiedere direttamente ai Soggetti Responsabili degli impianti per cui è stata fatta richiesta d'incentivazione e per i cui moduli non risultano registrati ad alcuno dei Sistemi/Consorzi idonei, di fornire l'evidenza che gli stessi risultino coperti da garanzia di gestione a fine vita, richiedendo un Attestato integrativo, messo a disposizione dal Sistema/Consorzio di riferimento, da trasmettere al Gestore dei Servizi Energetici.

I Sistemi/Consorzi dovranno pertanto predisporre opportuni canali di comunicazione che consentano agli interessati (es. Soggetti Responsabili, Installatori, ecc.) di interfacciarsi con il Sistema/Consorzio di riferimento e verificare l'effettiva presa in carico dei propri moduli, identificati tramite marca, modello e numeri seriali, rendendo disponibile sul proprio portale web il numero di matricola di ciascun modulo garantito. Inoltre, i Sistemi/Consorzi dovranno consentire agli interessati di scaricare un "[Attestato integrativo](#)" di garanzia (di presa in carico da parte del Sistema/Consorzio dei moduli installati sull'impianto fotovoltaico), che perfezioni l'Attestato già fornito dai SR con l'elenco dei numeri seriali, mantenendo questi ultimi disponibili sul portale web fino a che siano compiute tutte le operazioni di recupero e riciclo relative ai singoli moduli.

8. DI COSA È FATTO UN MODULO

La cella è il componente più importante di un modulo fotovoltaico quando lo si valuta per la sua capacità di generazione. La più comune, in materiale semiconduttore cristallino, è costituita da una sottilissima lamina di **silicio** (3,5 decimi di millimetro) di forma quadrata con dimensioni variabili dai 100 ai 156 mm e dotata dei **contatti elettrici** necessari a raccogliere la corrente elettrica prodotta.

Per poter operare efficacemente in ambiente esterno, le celle connesse elettricamente tra loro in serie, sono inserite nel laminato fotovoltaico, generalmente composto da una stratificazione di materiali diversi.

La superficie del modulo è protetta frontalmente da un **vetro** temperato (4 mm) a basso tenore di ossido di ferro, ad elevata trasmittanza, resistente agli urti e agli agenti atmosferici. Il retro del modulo è costituito da un **backsheet** realizzato generalmente con un foglio di *Tedlar* bianco (0,35 mm). Una pellicola di **sigillante** EVA (Etil Vinil Acetato) incapsula le celle isolando i contatti elettrici, frontalmente dal vetro e, posteriormente, dal backsheet in materiale plastico o di vetro. Se presente, la **cornice** è realizzata in alluminio anodizzato anticorrosione e la **scatola** di giunzione (*junction box*), installata sul retro, è del tipo IP65 completa **cavi** e di diodi di by-pass.

In questo modo si ottiene il **modulo fotovoltaico**, o pannello, con una superficie tipicamente variabile tra 0,8 e 1,6 m² e peso di circa **15 kg/m²**. Tra i più diffusi, i moduli di dimensioni pari a 1,6 m², con potenze che superano i 240 Wp, sono caratterizzati da un peso di circa 18 kg e realizzati con 60 celle, elettricamente collegate in serie, sottoposte ad uno speciale trattamento antiriflesso.

A seconda dei processi di produzione, le celle fotovoltaiche con tecnologia del silicio si distinguono principalmente in celle monocristalline e policristalline (o multicristalline). Alle tecnologie dei **film sottili** del Silicio amorfo, del Diseleniuro di Indio Rame (CIS) spesso arricchito con Gallio (CIGS), del Tellururo di Cadmio (CdTe), del Solfuro di Cadmio (CdS), sono relegate quote di mercato complessivamente inferiori al 15%. Ciò che abbiamo installato oggi in Italia, per una potenza cumulativa di fatto superiore ai 18 GWp, sono prevalentemente dispositivi fotovoltaici in silicio cristallino, mono e policristallino.

9. I COMPONENTI VALORIZZABILI

Considerandolo in un'ottica nuova, di reimpiego dei materiali che lo compongono, il modulo fotovoltaico in silicio non è costituito da sole celle.

Di un modulo fotovoltaico in mc-Si, 220 Wp, 60 celle, infatti, l'80% (14,41 kg) circa del suo peso è costituito dal vetro frontale, il 9,8% (1,76 kg) dall'alluminio della cornice, il 4,7% (0,85 kg) dalle celle in silicio e poi via via dagli altri componenti come il backsheet, se in *Tedlar* per il 4,3% (0,77 kg), l'incapsulante, per finire con la *junction box*, i cavi e i morsetti che di norma sono disassemblati prima del conferimento nei siti di raccolta e stoccaggio del rifiuto per l'elevato valore del rame in essi contenuto.

Gli **obiettivi minimi** applicabili secondo il [Disciplinare Tecnico](#) del GSE, espressi come % in peso del componente modulo, sono quelli di garantire che almeno il 65% in peso dei moduli gestiti venga avviato a riciclo e che almeno il 75% in peso venga avviato a recupero.

Da questo punto di vista siamo totalmente in linea con la nuova direttiva RAEE che attendiamo in Italia e che già disciplina gli obiettivi minimi di recupero (75% in peso) e riciclaggio (65 % in peso) applicabili dal 13 agosto 2012 fino al 14 agosto 2015.

Se volessimo dismettere e disassemblare un impianto fotovoltaico residenziale da 3 kWp, otterremmo 196 kg di vetro, quasi 24 kg di Alluminio e più di 11 kg di prezioso Silicio di grado solare.

Teoricamente, perché i processi tecnologici per ottenere questi risultati non sono ancora definiti, tantomeno univoci, e sono relegati ad una moltitudine di sperimentazioni pre-industriali lontane dalla capacità di gestione di volumi significativi di rifiuti.

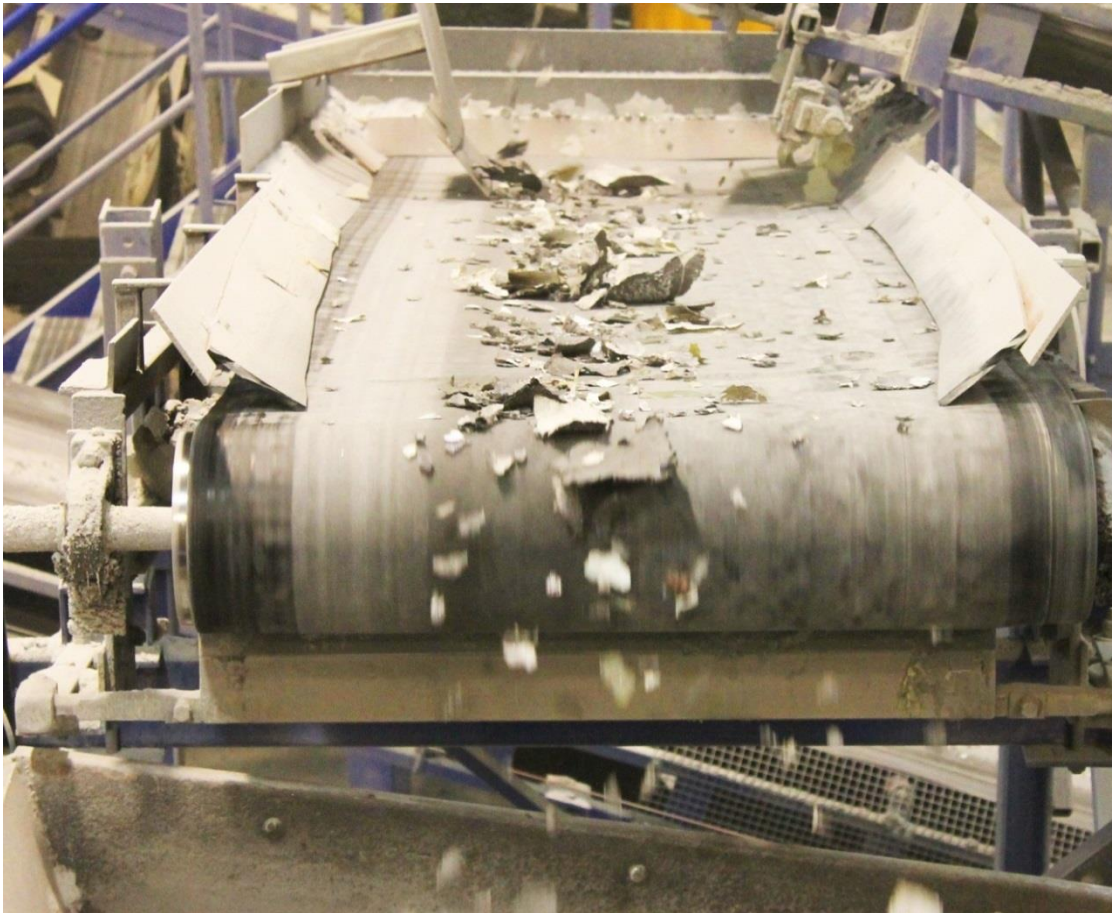


Figura 4 - Separazione dei materiali dopo la frantumazione meccanica [PV CYCLE].

Non occorrerà molto tempo affinché il processo di separazione dei materiali passi dalla classica macinatura del rifiuto “integro”, eventualmente privato per disassemblaggio della cornice in alluminio, ad una più mirata separazione termica e/o chimica del laminato.

Comunque sia, oggi, da una macchina frantumatrice industriale (e non vocata alla distruzione meccanica di soli moduli) è facilmente ottenibile per vaglio la separazione della polvere di vetro dagli altri materiali.

Il **vetro** pesa circa l'**80% del modulo**. Quindi, sia gli obiettivi Disciplinare Tecnico del GSE che gli obiettivi del RAEE, fino al 2018, sono facilmente raggiungibili proprio grazie al vetro, anche se dovranno compiersi diversi passi ancora per individuare gli ambiti di riutilizzo del prodotto vetroso separato.

PESO MODULO [mc-Si, 220 Wp, 60 celle]	[kg/modulo]	[kg/kWp]	[% in peso]
Telaio in alluminio estruso	1,76	8,00	9,8%
Vetro frontale	14,41	65,48	80,1%
Tedlar	0,77	3,51	4,3%
Silicio	0,85	3,87	4,7%
Cavo solare rame	0,07	0,32	0,4%
Altri materiali e/o componenti	0,14	0,64	0,8%
PESO TOTALE	18,00	81,82	100,0%

Su scala industriale, il processo di recupero e avvio al riciclo deve porsi obiettivi più ambiziosi del recupero del vetro e dell'alluminio, puntando quindi a recuperare parti e componenti del modulo che possono essere maggiormente valorizzabili.

Di difficile recupero sono le plastiche con la generazione di sottoprodotti di scarso valore. La strada da seguire appare evidentemente legata al recupero dei componenti metallici della matrice di celle, costituita dal tabbing ribbon, dal bussing ribbon e, naturalmente, dalle celle stesse.

Tale recupero passa principalmente per il rame (Cu) interno ai ribbon, per l'argento (Ag), lo stagno (Sn) e il piombo (Pb) delle paste saldanti impiegate industrialmente nei processi di nastratura (tabbing e bussing ribbon delle celle), per il silicio (Si) dei wafer, per l'alluminio (Al) e ancora l'argento contenuti nelle paste serigrafiche con cui si effettuano i trattamenti antiriflesso delle celle.



Figura 5 - I granuli vetrosi sono l'80% del materiale riciclato da un modulo [PV CYCLE].

Economicamente poco vantaggioso il riciclo della quasi totalità del vetro per i maggiori sforzi industriali richiesti; complesso il recupero delle componenti metalliche della matrice di celle per la necessità di de-incapsulare la matrice.

Siamo quindi giunti al punto “dolente” dell’intera attività di riciclo di moduli fotovoltaici che non si limiti alla loro frantumazione con trituratori bialbero per rottami metalli: **eliminare l’incapsulante** del laminato, diventa la principale criticità da affrontare.

Il più diffuso tra gli incapsulanti impiegati nei moduli tradizionali è l’Etil Vinil Acetato (EVA). Tuttavia, anche l’EVA, non unico tra gli incapsulanti adottati, varia molto per temperature caratteristiche, grado di reticolazione e composizione chimica.

Molto diffusi sono i poliuretani termoplastici (TPU), i siliconi, le pellicole termoretraibili in poleolefina, le pellicole di polivinilbutirrale (o PVB), materiali che cambiano molto la forza di adesione con il backsheet e il vetro.

Lo sviluppo di un processo industriale di separazione del laminato fotovoltaico non è cosa semplice anche per la composizione del backsheet di modulo che può essere di diverse nature come in polietilene tereftalato (PET), poliammide (nylon, PA), polyvinyl fluoride anche noto commercialmente come Tedlar (PVF), polivinilidenfluoruro (PVDF) o vetro di diversi spessori.



Figura 6 - Processo di frantumazione e di separazione dei materiali [Fonte: PV CYCLE].

Molte le metodologie di tipo fisico/meccanico utilizzabili, come la triturazione con separazione per densità, la triturazione con separatore di metalli, la separazione meccanica per attrito, o le metodologie di tipo chimico, con trattamenti di attacco acido o mediante l’impiego di solventi, ed infine con le metodologie termiche tra cui la pirolisi, l’incenerimento e la fusione dei materiali polimerici tra i processi più tipici.

Lo sviluppo di uno o più processi industriali, considerando che abbiamo tenuto da parte gli aspetti tecnico tecnologici relativi al trattamento dei film sottili, tra cui il diffusissimo CdTe, richiede una cooperazione tra soggetti industriali per una forte aggregazione di competenze, in grado di velocizzare il raggiungimento di obiettivi tecnici e di sviluppo di modelli di business oggi ancora assenti.

Rimanere su mercati già conosciuti, come quello del trattamento dei RAEE, può tuttavia essere conveniente: gli **impianti RAEE** realizzati, permettono già un completo recupero dei componenti con un impatto ambientale sostanzialmente nullo, tramite controllo dei flussi d'aria, controllo delle polveri derivanti dalla macinazione, insonorizzazione dei componenti più rumorosi e recupero totale delle parti pericolose (batterie, condensatori, ecc.). La tecnologia già sviluppata in ambito RAEE coniuga molto bene l'operatività manuale alle apparecchiature di separazione automatica e, con alcuni accorgimenti tecnologici, la gamma di famiglie di RAEE trattabili si potrebbe estendere anche ai moduli fotovoltaici che entreranno nel raggruppamento R4 dei piccoli elettrodomestici, elettronica di consumo, apparecchi di illuminazione.

10. IL CDTE

Nel contesto dei processi industriali legati allo smaltimento dei moduli fotovoltaici, la questione dei moduli in film sottile in **Telloruro di Cadmio** (CdTe) pone, spesso con allarmismi ingiustificati, diverse problematiche dal momento che il Tellurio (Te, fusione a 449°C) è tossico ed il Cadmio (Cd, fusione a 321°C), estratto come sottoprodotto dello Zinco, è estremamente tossico e pericoloso per l'ambiente.

Il produttore Alfa Aesar GmbH & Co. KG ha indicato il CdTe come [dannoso all'ambiente e alla salute](#). Tuttavia è noto anche che la miscela di CdTe, non idrosolubile, fonde a 1041°C, sciogliendosi solo in acidi o sostanze ossidanti.

Il principale produttore di moduli in Telloruro di Cadmio, First Solar, ha avviato nel 2005, con l'apertura di un nuovo stabilimento a Francoforte, il primo **programma di riciclaggio** e recupero dei materiali danneggiati o giunti a fine vita con tecnologia del CdTe.

Il [programma di raccolta e riciclaggio](#) del produttore prevede la frantumazione grossolana e fine (in frantumi di 5 mm di diametro) dei propri moduli, mediante mulini a martelli. La rimozione del film di CdTe avviene per lisciviazione in una barilatrice che ruota in presenza di acido solforico e perossido di idrogeno. Il vetro, destinato a lavaggio, è separato dalla soluzione di semiconduttore soggetta a purificazione mediante precipitazione.

Chiunque desideri smaltire moduli First Solar può [richiederne](#) gratuitamente la raccolta reperendo le informazioni necessarie direttamente dal retro del modulo che deve essere dismesso.

L'approccio del produttore First Solar, fortemente voluto dal governo tedesco, rende semplice e conveniente la procedura di riciclo: al possessore del modulo è chiesto di smontare il pannello ed imballarlo secondo le istruzioni fornite. Il produttore si occuperà di organizzarne il trasporto ed il riciclaggio, coprendone le spese. Per ogni modulo venduto, First Solar accantona i fondi necessari a coprire i costi futuri di raccolta e riciclaggio, evitando ogni ulteriore addebito al proprietario del modulo. Gli accantonamenti vengono gestiti da un organismo esterno, in base a un accordo

fiduciario, in modo da garantirne la disponibilità indipendentemente dalla condizione finanziaria di First Solar.

Il processo di riciclaggio First Solar permette di recuperare quasi tutte le parti del modulo e raggiungere tassi elevati di riciclo: fino al 95% del materiale semiconduttore può essere riutilizzato in nuovi dispositivi in CdTe e il 90% del vetro può essere trasformato in altri prodotti.

11. LE INIZIATIVE ITALIANE SUL TRATTAMENTO

Interessante iniziativa, in questo panorama, è quella tutta italiana delle attività sul riciclo dei moduli fotovoltaici a fine vita condotta dal [Distretto Alta Tecnologia \(DAT\) «Smart Power System» della Regione Campania](#) presentata nel 2011.

Il DAT Smart Power System coinvolge una compagine pubblico-privata composta da numerosi attori, operanti nel settore dell'energia, che partecipano ad una o più delle 6 aggregazioni (NAG) che lavorano raggruppate in 3 ambiti tecnologici (ATEC).

L'obiettivo di ricerca "metodologie e tecniche di LCA per moduli fotovoltaici" (OG5) dell'aggregazione fonti rinnovabili (NAG3), propone attività di ricerca finalizzate a sviluppare l'innovazione dei processi, dei prodotti e delle relazioni tra politiche territoriali e strategie d'impresa nella prospettiva della sostenibilità ambientale.

Il Distretto Alta Tecnologia mira, con la realizzazione di un impianto pilota per il riciclo dei moduli fotovoltaici, all'individuazione e alla messa a punto di processi innovativi a basso impatto ambientale per il riciclo e il recupero delle materie prime (silicio, vetro e metalli) contenute nei moduli e la re-immissione sul mercato di componenti di prodotto riciclati e di materiali di smaltimento per la produzione di materia prima secondaria.

Con i Brandoni Solare SpA e Magsystem srl come principali attori privati, insieme ad enti pubblici di ricerca come [ENEA](#) e la [Seconda Università di Napoli](#), sono molte le attività al nastro di partenza, come lo studio sperimentale per analizzare il rischio di rilascio di elementi pericolosi, in particolare metalli, presenti nella composizione dei pannelli fotovoltaici obsoleti abbandonati nell'ambiente e la verifica sperimentale dell'emissione in aria di metalli durante il trattamento termico per il recupero dei componenti.

12. IL COSTO DI RICICLAGGIO

Albacycle srl è spin-off di Albarubens srl, laboratorio di prova per moduli solari fotovoltaici, termici e altre nuove tecnologie. L'esperienza di Albacycle sul ciclo di vita dei moduli solari, con particolare attenzione alle fasi finali, è maturata tramite lo studio di oltre cento diverse tipologie di modulo che rappresentano l'attuale panorama del fotovoltaico presente sul mercato internazionale.

L'esperienza di Albacycle ha permesso, in collaborazione col Consorzio Ecodom per il recupero e riciclaggio di elettrodomestici, di svolgere una vasta sperimentazione sui moduli fotovoltaici, redigendo una bozza di standard tecnico per il calcolo dei **costi di trattamento** a fine vita, tema questo, molto discusso alla luce della forte disparità di

costo totale unitario attualmente offerto da Sistemi e Consorzi per la gestione delle attività di riciclo ai sensi del Disciplinare Tecnico del GSE del dicembre 2012.



25

Figura 7 - Celle fotovoltaiche in Silicio distrutte con frantumatrici industriali [PV CYCLE].

La sperimentazione, per ottenere risultati scientificamente validi, è stata condotta in tre diversi centri di trattamento su **60 tonnellate** di moduli da trattare, con tipologie di modulo con e senza cornice e molte varianti dimensionali e di materiali.

Tre gli scenari presi in analisi con cui è stato individuato un criterio di stima: moduli con cornice smontata a mano, moduli con cornice triturata e moduli senza cornice.

Escludendo i costi generali (amministrazione, database e simili) e i margini operativi, il costo puro di logistica e trattamento appare essere attorno ai 3,5 €/modulo, con ampie variazioni tipologiche e geografiche. Aggiungendo i costi amministrativi, di garanzia e i margini si può arrivare a un costo effettivo di **6÷7 €/modulo** che appare, in maniera allarmante, molto lontano dall'attuale tariffa media di mercato. La principale voce di costo ad incidere è la logistica, mentre i costi di processo, che derivano da tecniche consolidate e grandi rendimenti di scala, sembrano avere scarsi margini di miglioramento.

Per tecnologie particolari, come quelle per l'integrazione architettonica, la stima di questi costi, che non può prescindere da tipologia, dimensioni e ubicazione geografica, è destinata a lievitare.

Anche se non appare del tutto chiaro se le attuali condizioni di mercato potranno sopportare i costi effettivi di riciclo, all'avvio del quadro regolatorio nazionale questa stima di costo parrebbe inferiore al valore dell'energia prodotta e i materiali ottenibili,

nell'ipotesi che i cavi in rame vengano prelevati in fase di smontaggio, risulterebbero allineati, per prezzo, a quelli recuperati da altri RAEE.

13. CONCLUSIONI

Dal punto di vista del Gestore dei Servizi Elettrici non è rilevante quale tipologia di soggetto (persona fisica, giuridica, associazione, fondazione, società) sia iscritto ad un Sistema o Consorzio per il recupero e il riciclo dei moduli fotovoltaici a fine vita. E' semplicemente obbligatorio che qualcuno si iscriva e paghi il contributo di riciclo per ciascun modulo incentivato in uno dei due più recenti meccanismi del Conto Energia.

Grande è stata la perplessità degli operatori per la tardiva emanazione del Disciplinare Tecnico già pronto nell'estate 2012, ma pubblicato nel dicembre successivo e molti, quindi, i dissapori delle aziende che si erano già presentate in regola con la normativa e che già al 1° luglio 2012 erano pronte al nastro di partenza. Così la proroga che ha concesso ai Consorzi candidati allo svolgimento delle attività di smaltimento e riciclo dei moduli, poco dopo Natale, altri tre mesi di tempo rispetto al termine del periodo transitorio fissato al 31 dicembre 2012 (portandolo al 30 marzo 2013) per assolvere ai requisiti richiesti dalle regole applicative, non è stata esente da polemiche.

In questo panorama disseminato di *stop and go* normativi stanno emergendo le prime iniziative italiane ed europee per la gestione delle attività di riciclo dei moduli fotovoltaici a fine vita.

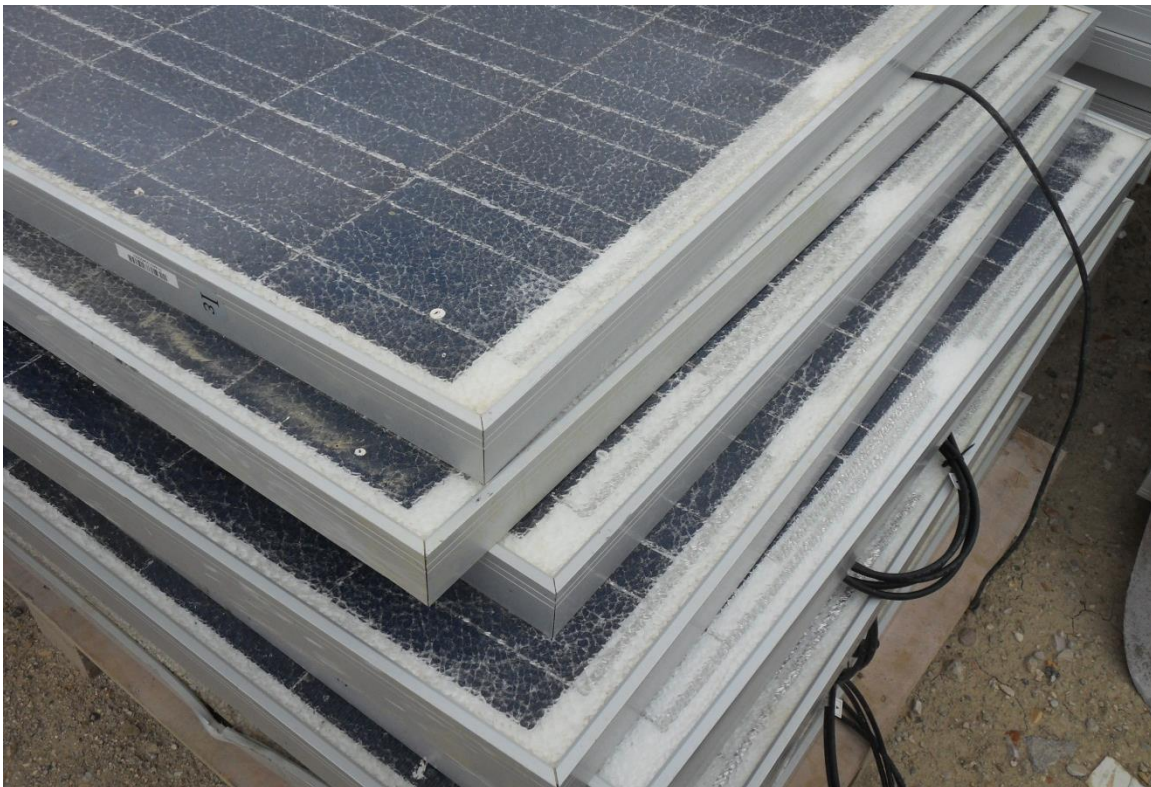


Figura 8 - Fine vita di moduli per un guasto da inversione di corrente di un sottocampo.

Certamente le scelte dei nuovi processi di trattamento e riciclo “*tailored*” per il settore del fotovoltaico dovranno essere sostenibili a livello energetico, ambientale ed economico, permettendo di ottenere una buona rimozione dell’incapsulante con grande attenzione all’impiego di solventi, al trattamento dei fumi di processo, agli elevati consumi di energia nei trattamenti termici ad alte temperature.

Con le dovute attenzioni ai futuri processi industriali e al grado di differenziazione di business all’interno del settore del riciclo, il fotovoltaico apparirà ancora più “green” e le attività di gestione del rifiuto da recuperare non graveranno sul bilancio energetico della vita di un modulo.

Ciò che ancora manca oggi è una proposta unica per **superare l’impasse normativa** e gestire il fine vita dei moduli nelle due finestre temporali che non prevedono il ruolo regolatorio e di controllo del GSE.

In un transitorio di emanazione e recepimento normativo piuttosto breve che è stato vissuto dagli operatori come un’emergenza e un aggravio di gestione operativa degli impianti, manca ancora chiarezza sui criteri di controllo che adotterà il GSE all’interno delle verifiche ispettive sugli impianti in IV e V CE e le modalità con cui i Sistemi e Consorzi dovranno predisporre i canali di comunicazione tra i soggetti interessati per l’implementazione delle verifiche di effettiva presa in carico dei moduli identificati, sui propri portali web, tramite marca, modello e numeri seriali.

Con la fine del V Conto Energia, per procedere nella direzione della sostenibilità del fine vita del solare fotovoltaico sarà indispensabile il confronto tra gli attori rappresentanti delle istituzioni energetiche e di tutela dell’ambiente e del territorio per fugare definitivamente i dubbi sulla gestione dello storico installato in Italia, recepire repentinamente il recasting della Direttiva RAEE e fornire, non ultimo, gli elementi di valutazione del mercato fotovoltaico nazionale per il post Conto Energia.



www.qualenergia.it

QUALENERGIA.it | Il portale dell'energia sostenibile
che analizza mercati e scenari
Direttore scientifico: Gianni Silvestrini

OGNI GIORNO NEWS, ANALISI, COMMENTI SUL MONDO DELL'ENERGIA

Notizie nazionali e internazionali, normativa, statistiche,
documenti, podcast e video, prodotti, eventi, news in english

- Giornalisti ed esperti del settore curano ed elaborano l'informazione
- Un archivio di migliaia di news e documenti
- Una fonte di informazione per operatori, progettisti, installatori, enti locali, decisori politici e industriali, giornalisti, ricercatori, consumatori e cittadini

QualEnergia.it anche per smartphone e tablet