



TASK 12 Durabilità dei sistemi PV

PVPS

SCHEDA INFORMATIVA

Valutazione del ciclo di vita dell'elettricità prodotta da sistemi fotovoltaici

2023 MAGGIORNAMENTO DEI DATI

Autori: Stucki, M., Götz, M., de Wild-Scholten, M., Frischknecht, R.

TASK 12 Managers:

Garvin Heath, NREL, USA

Etienne Drahi, TotalEnergies, France

Analisi del ciclo di vita

La valutazione del ciclo di vita (LCA) è un metodo strutturato e completo per quantificare e valutare i flussi di materiali e energia e le loro emissioni associate a partire da:

- 01 **Fabbricazione** - estrazione delle risorse, produzione di materie prime, fabbricazione di wafer, celle e pannelli
- 02 **Trasporto** - distribuzione e immagazzinamento
- 03 **Installazione** - montaggio sul tetto e cablaggio
- 04 **Utilizzo** - per un periodo di 30 anni e manutenzione
- 05 **Fine vita** - smantellamento, riciclaggio, gestione dei rifiuti

Perimetro

Il perimetro di questo studio rappresenta un sistema fotovoltaico residenziale tipico:

- 1 kWh di elettricità AC prodotta con un sistema PV montato su un tetto da 3 kWc in Europa.
- Il perimetro include il pannello solare, il cablaggio, la struttura di montaggio, l'inverter e l'installazione del sistema.
- Produzione annuale di 976 kWh/kWc, irraggiamento in piano di 1.331 kWh/m².
- Degradazione lineare: 0,7% all'anno.
- Durata di vita: pannello solare 30 anni, inverter 15 anni.



Questo studio comprende quattro tecnologie di moduli PV con le seguenti efficienze:

1. Tellururo di Cadmio (CdTe): 18,4%
2. Rame-Indio-Gallio-Selenio (CIS/CIGS): 17,0%
3. Silicio multicristallino (multi-Si, BSF): 18,0%
4. Silicio monocristallino (mono-Si, PERC/TOPCon): 20,9%

1 Secondo la metodologia attuale della LCA del Task 12 (IEA PVPS T12-28-2020), i risultati possono essere adeguati assumendo una relazione lineare con l'efficienza che dipende dal tasso di degradazione. Per un tasso di degradazione dello 0,5%, è sufficiente moltiplicare i risultati per un fattore di 0,968; mentre per un tasso di degradazione dello 0,9%, i risultati devono essere moltiplicati per un fattore di 1,053.

2 Per le tecnologie multi-Si e CIS/CIGS, non erano disponibili dati specifici alla tecnologia per questo aggiornamento a causa delle attuali quote di mercato molto basse.

3 La domanda di elettricità, calore e silicio per la produzione di mono-Si è stata aggiornata basandosi sui dati di produzione attuali provenienti da diversi produttori.

Tempo di ritorno energetico



Il tempo di recupero dell'energia non rinnovabile è definito come il periodo necessario affinché un sistema di energia rinnovabile generi la stessa quantità di energia (in termini di equivalente di energia primaria non rinnovabile) che è stata utilizzata per produrre il sistema stesso:

	UNITÀ	Mono-Si	Multi-Si	CIS	CdTe
TREN	an	1.0	1.2	1.2	0.8



Impatti ambientali

Le emissioni di carbonio associate alla produzione di 1 kWh di elettricità solare da sistemi fotovoltaici sono molto inferiori rispetto alle emissioni dei generatori di combustibili fossili, che possono emettere fino a 1 kg di CO₂ per kWh.

	UNITÀ	Mono-Si	Multi-Si	CIS	CdTe
Emissioni di gas serra	g CO ₂ eq	35.8 ⁴	43.6	35.5	25.2
Utilizzo delle risorse, combustibili fossili	MJ	0.44	0.52	0.51	0.35
Utilizzo delle risorse, minerali e metalli	mg Sb eq	5.04	5.30	4.64	5.22
Materia particolata	10 ⁻⁹ incidenze delle malattie	2.87	3.97	1.34	1.04
Acidificazione	mmol H ⁺ eq	0.29	0.36	0.21	0.18
Efficienza del modulo	%	20.9	18.0	17.0	18.4
Dati	periodo di riferimento	2020 - 2023	2019 - 2021	2010/2020	2020 - 2022

4 I contributi dei moduli PV: 20,2 g CO₂-eq (56%); inverter: 9,9 g CO₂-eq (28%); resto: 5,8 g CO₂-eq (16%)

Cambiamenti dell'impatto ambientale

I cambiamenti negli impatti ambientali rispetto ai sistemi del 2021 sono presentati nella tabella sottostante. Le percentuali superiori al 100% indicano un aumento dell'impatto ambientale, mentre le percentuali inferiori al 100% riflettono una diminuzione di tale impatto rispetto ai dati precedenti.

	Mono-Si	Multi-Si	CIS	CdTe
Emissioni di gas serra	83 %	99 %	100 %	99 %
Utilizzo delle risorse, combustibili fossili	87 %	99 %	100 %	99 %
Utilizzo delle risorse, minerali e metalli	97 %	100 %	100 %	100 %
Materia particolata	74 %	102 %	109 %	108 %
Acidificazione	80 %	99 %	100 %	99 %
Periodo di riferimento	2020 - 2023 (2019 - 2021)	2019 - 2021 (2019 - 2021)	2010/2020 (2010/2020)	2020 - 2022 (2019 - 2020)



Principali cambiamenti dal 2021

Pannelli FV Mono-Si

- Aumento dell'efficienza dei pannelli (portando a una diminuzione degli impatti ambientali sul cdv)
- Riduzione delle perdite di segatura / riduzione della domanda di poli-Si (portando a una diminuzione degli impatti sul cdv)
- Riduzione della domanda di elettricità e di energia termica per la produzione di silicio di qualità solare, wafer, celle e pannelli (portando a una diminuzione degli impatti sul cdv)

Pannelli PV CdTe

- aumento dell'efficienza dei pannelli (diminuzione degli impatti)

Tutte le tecnologie

- nuove versioni dei metodi di valutazione del ciclo di vita (lievi differenze negli impatti)

Evoluzione delle emissioni di gas serra nel tempo per i sistemi PV Mono-Si

La tabella sottostante mostra il cambiamento delle emissioni di gas serra dell'elettricità prodotta da un sistema PV residenziale sul tetto in Svizzera utilizzando la tecnologia del modulo monocristallino. La riduzione delle emissioni è dovuta all'aumento dell'efficienza e ai miglioramenti del processo di produzione.

	UNITÀ	1996	2003	2007	2014	2016	2020	2021	2023
Emissioni di gas serra	g CO ₂ eq/Kwh	121	72	76	80	107	43	43	36
Efficienza del modulo	%	13.6	14.8	14.0	14.0	15.1	19.5	20.0	20.9
Rendimento annuale	kWh/kWp	862	882	922	922	882	976	976	976

Obiettivi del Task 12

- Quantificare il profilo ambientale del fotovoltaico rispetto alle altre tecnologie energetiche;
- Definire e affrontare le questioni di salute, sicurezza ambientale e sostenibilità che sono importanti per la crescita del mercato.

Sotto-Attività del Task 12



1. Economia circolare (CE)
2. Valutazione del ciclo di vita (LCA)
3. PV Integrato negli Ecosistemi (ecoPV)
4. Aspetti di sostenibilità ampliati (BSA)

Il Task 12 è gestito congiuntamente dal National Renewable Energy Laboratory (NREL) e TotalEnergies OneTech. Il supporto del DOE e di TotalEnergies è sinceramente apprezzato.

