



TASK 12 Sostenibilidad Fotovoltaica

PVPS

HOJA INFORMATIVA

Análisis de Ciclo de Vida Ambiental de la Electricidad de los Sistemas Fotovoltaicos

ACTUALIZACIÓN DE DATOS 2023

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

Gerentes de la Tarea 12:

Garvin Heath, NREL, USA

Etienne Drahi, TotalEnergies, France

Análisis de Ciclo de Vida

Análisis de Ciclo de Vida fotovoltaico es un método estructurado y exhaustivo para cuantificar y evaluar los flujos de materiales y energía, así como sus emisiones asociadas provenientes de:

- 01 **Fabricación** - extracción de recursos, producción de materias primas, producción de obleas, celdas y paneles
- 02 **Transporte** - distribución y almacenamiento
- 03 **Instalación** - montaje en techos y cableado
- 04 **Uso** - durante un período de 30 años y su mantenimiento
- 05 **Fin de vida útil** - desmantelamiento, reciclaje, gestión de residuos

Alcance

El alcance de este estudio representa un sistema fotovoltaico residencial típico:

- 1 kWh de electricidad AC, producido con un sistema fotovoltaico montado en techo de 3 kWp en Europa
- El alcance incluye panel fotovoltaico, cableado, estructura de montaje, inversor e instalación del sistema
- Producción anual de 976 kWh/kWp, irradiación en plano de 1'331 kWh/m²
- Degradación lineal: 0.7 %/año
- Vida útil: panel 30 años, inversor 15 años



Este estudio incluye cuatro tecnologías de módulos fotovoltaicos con las siguientes eficiencias:

1. Telururo de cadmio (CdTe) 18.4 %
2. Seleniuro de cobre, indio y galio (CIS / CIGS) 17.0 %
3. Silicio multicristalino (multi-Si, BSF) 18.0 %
4. Silicio monocristalino (mono-Si, PERC / TOPCon) 20.9 %

1 Según la metodología actual de ACV de la TASK 12 (IEA-PVPS T12-18:2020), los resultados se pueden ajustar asumiendo una relación lineal con el rendimiento dependiente de la tasa de degradación. Para una tasa de degradación de 0.5 %/a, simplemente multiplique los resultados por un factor de 0.968; mientras que para una tasa de degradación de 0.9 %/a, multiplique los resultados por un factor de 1.053.

2 Para multi-Si y CIS/CIGS, no se dispuso de nuevos datos específicos de la tecnología para esta actualización debido a las cuotas de mercado actualmente muy bajas.

3 La demanda de electricidad, calor y silicio para la producción de mono-Si se ha actualizado en base a datos de producción actuales de múltiples fabricantes.

Tiempo de retorno energético



El tiempo de recuperación de energía no renovable se define como el período necesario para que un sistema de energía renovable genere la misma cantidad de energía (en términos de energía primaria no renovable equivalente) que se utilizó para producir el propio sistema:

	UNIDAD	Mono-Si	Multi-Si	CIS	CdTe
TREN	año	1.0	1.2	1.2	0.8



Impactos Ambientales

Las emisiones de carbono asociadas con la generación de 1 kWh de electricidad solar a partir de sistemas fotovoltaicos son mucho menores que las emisiones de los generadores de combustibles fósiles, que pueden emitir hasta 1 kg de CO₂ por kWh.

	UNIDAD	Mono-Si	Multi-Si	CIS	CdTe
Emisiones de gases de efecto invernadero	g CO ₂ eq	35.8 ⁴	43.6	35.5	25.2
Uso de recursos, combustibles fósiles	MJ	0.44	0.52	0.51	0.35
Uso de recursos, minerales y metales	mg Sb eq	5.04	5.30	4.64	5.22
Materia particulada	10 ⁻⁹ incidencias de enfermedades	2.87	3.97	1.34	1.04
Acidificación	mmol H ⁺ eq	0.29	0.36	0.21	0.18
Eficiencia del módulo	%	20.9	18.0	17.0	18.4
Datos	período de referencia	2020 - 2023	2019 - 2021	2010/2020	2020 - 2022

⁴ Contribuciones de los módulos fotovoltaicos: 20.2 g CO₂-eq (56 %); inversor: 9.9 g CO₂-eq (28 %); resto: 5.8 g CO₂-eq (16 %)

Cambios en los impactos ambientales

Cambios en los impactos ambientales en comparación con los sistemas de 2021 se muestran en la tabla a continuación. Los porcentajes superiores al 100 % son el resultado de un aumento en el impacto ambiental, mientras que los porcentajes inferiores al 100 % reflejan una disminución en el impacto en comparación con los datos anteriores.

	Mono-Si	Multi-Si	CIS	CdTe
Emisiones de gases de efecto invernadero	83 %	99 %	100 %	99 %
Uso de recursos, combustibles fósiles	87 %	99 %	100 %	99 %
Uso de recursos, minerales y metales	97 %	100 %	100 %	100 %
Materia particulada	74 %	102 %	109 %	108 %
Acidificación	80 %	99 %	100 %	99 %
Período de referencia	2020 - 2023 (2019 - 2021)	2019 - 2021 (2019 - 2021)	2010/2020 (2010/2020)	2020 - 2022 (2019 - 2020)



Cambios en comparación con 2021

Paneles fotovoltaicos Mono-Si

- Aumento en la eficiencia del panel (lo que conlleva una disminución en los impactos ambientales del ciclo de vida)
- Reducción en la pérdida de kerf / menor demanda de poli-Si (lo que conlleva una disminución en los impactos del cdv)
- Menor demanda de energía eléctrica y térmica para la fabricación de silicio de grado solar, obleas, células y paneles (lo que conlleva una disminución en los impactos del ciclo de vida)

Paneles fotovoltaicos CdTe

- Aumento en la eficiencia del panel (disminución de los impactos)

Todas las tecnologías

- Nuevas versiones de los métodos de evaluación del ciclo de vida (desviaciones menores en los impactos)

Evolución de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para Sistemas Fotovoltaicos Mono-Si

La tabla a continuación muestra el cambio en las emisiones de gases de efecto invernadero provenientes de la electricidad producida por un sistema fotovoltaico residencial en el techo en Suiza utilizando tecnología de módulo monocristalino. La reducción en las emisiones se debe a aumentos en la eficiencia y mejoras en el proceso de fabricación.

	UNDAD	1996	2003	2007	2014	2016	2020	2021	2023
Emisiones de gases de efecto invernadero	g CO ₂ eq/Kwh	121	72	76	80	107	43	43	36
Eficiencia del módulo	%	13.6	14.8	14.0	14.0	15.1	19.5	20.0	20.9
Rendimiento anual	kWh/kWp	862	882	922	922	882	976	976	976

Objetivos de la Task 12

- Cuantificar el perfil ambiental de la energía fotovoltaica en comparación con otras tecnologías energéticas;
- Definir y abordar problemas de salud, seguridad ambiental y sostenibilidad que sean importantes para el crecimiento del mercado.

Subtareas de la Task 12:



1. Economía Circular (CE)
2. Evaluación del Ciclo de Vida (LCA)
3. Fotovoltaica Integrada en el Ecosistema (ecoPV)
4. Aspectos de Sostenibilidad más Amplios (BSA)

La Task 12 es operada conjuntamente por el Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL) y TotalEnergies OneTech. Se agradece el apoyo del DOE y de TotalEnergies.

