

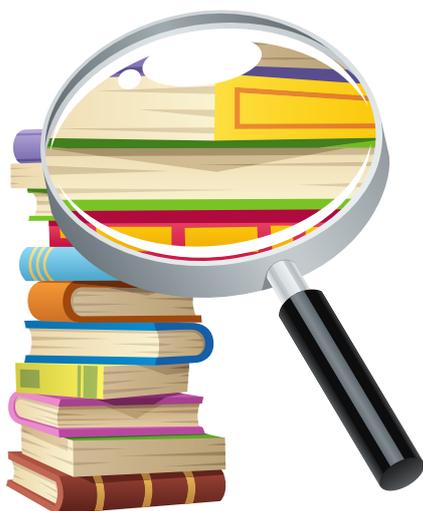
---

# TENDENCIAS DE INVESTIGACIÓN SOBRE ENERGÍA SOLAR

*Acosta Moyado, Luz Dehni ; Fernández Zayas, José Luis ; García Montalvo, Iván Antonio ; Rosas Flores, Jorge Alberto.*

---

## Resumen



La energía es uno de los principales motores de desarrollo a nivel mundial, sin embargo, las consecuencias por el uso de tecnologías cuya fuente no es renovable han modificado el bienestar de los ecosistemas, las poblaciones humanas y los modelos de desarrollo actuales. Por lo anterior la generación de energía a través de fuentes renovables es una necesidad y la energía solar es una alternativa totalmente viable. Este artículo tiene como objetivo analizar las tendencias de investigación sobre la energía solar a nivel internacional, nacional y estatal a partir de las variables sociales, ambientales, económicas y tecnológicas; a través de la revisión bibliográfica de 158 documentos sobre esta fuente renovable. Obteniendo como resultados que la mayoría de las investigaciones se enfocan en la variable tecnológica y la perspectiva que menos se aborda es desde la ambiental.

### *Introducción*

En los últimos 3 años, la humanidad ha sufrido cambios e incertidumbre que están directa o indirectamente ligados al Cambio Climático, derivado de las mismas decisiones con respecto a las rutas de desarrollo a nivel global. Hanna Ritchie (2020), presenta en un artículo de Our World in Data los datos de 2016 con respecto a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) por sector a nivel global y señala que el 73.2% de las emisiones totales provienen de la generación de energía (utilizada principalmente para la generación de electricidad, calentamiento y transporte).

Una de las soluciones de amortiguamiento a estas emisiones son los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) planteados en la Agenda 2030 del Acuerdo de París en 2015, un tratado internacional jurídicamente vinculante con el fin de frenar el calentamiento global por debajo de 1.5°C, requiriendo una transformación de los componentes de la sustentabilidad, es decir, social, ambiental y económico.

El acuerdo número 7 “Energía asequible y no contaminante” tiene como fin el “Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos” (UN, 2016). Se divide en 3 metas principales de aquí a 2030: 1. Garantizar el acceso universal a servicios energéticos, 2. Aumentar la proporción de energía renovable, y 3. Duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética. Con sus respectivos indicadores: 1.1 proporción de población con acceso a la electricidad, 1.2 proporción de la población cuya fuente primaria son combustibles y tecnologías limpias; 2.1 Proporción de energía renovable en el consumo final total de la energía; y, 3.1 Intensidad energética medida en función de la energía primaria y del PIB (CEPAL, 2018).

El uso de la energía solar representa, entonces, una propuesta viable para sustituir las fuentes no renovables como los fósiles, el carbón o la leña. De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía Renovable (IEA por sus siglas en inglés, 2020a) la mayor inversión en proyectos de energía ha sido para la solar fotovoltaica, siendo en 2018 cuando más se implementaron y aunque hubo una pequeña disminución en los años siguientes, esta fuente es la que más potencial de crecimiento presenta para un futuro cercano. Este incremento se puede traducir en la disminución de costos tanto en los componentes de los sistemas (celdas fotovoltaicas) que han reducido hasta el 82% como el propio costo de la energía que oscila entre los \$0.063 centavos de dólar el kWh. Gracias a ello muchas empresas que utilizan energías como el carbón decidieron sustituir su fuente de energía. En el 2019 la sustitución de 500GW de estas centrales representó un ahorro de emisiones de CO2 de 18 Gt y a su vez un beneficio económico de 940,000 millones de dólares (IEA, 2020b).

Al hablar de energía solar no sólo hablamos del aprovechamiento para la generación de energía eléctrica, sino también del aprovechamiento térmico, a través de sistemas intercambiadores de calor como placas o tubos por donde pasa un fluido y éste es almacenado, cuando la temperatura del agua llega a más de 150°C tiene un potencial de evaporación y velocidad que puede utilizarse en turbinas para generar electricidad, sin embargo el uso más común de los calentadores solares es para uso doméstico y algunas aplicaciones industriales. Se tiene registro por la Agencia Internacional de Energía (IEA, 2020c) que en 2019 se tenía una capacidad instalada de 6.289 GW en todo el mundo.

El principio de esta fuente de energía renovable se basa en el aprovechamiento de la radiación emitida por el sol hacia la Tierra pudiendo transformarla para distintos usos y dependiendo de su aplicación es que se clasifica la tecnología, ya sea, energía solar fotovoltaica o energía solar térmica o la combinación de ambas. Dentro de la gama de aplicaciones podemos mencionar como algunos principales:

- Generación fotovoltaica
- Generación termoeléctrica
- Calentamiento de agua
- Cocción de alimentos
- Calentadores de aire
- Invernaderos solares
- Edificación bioclimática
- Destiladores solares
- Refrigeradores solares

### **Revisión de publicaciones sobre energía solar en el Mundo, México y Oaxaca**

*Se buscó a través de Google Académico las estadísticas de “Energía solar” y “Solar Energy” cuyos resultados se muestran en la figura 1 de los cuales se eligieron los primeros 25 artículos de del índice h5 de la primera revista, 25 de la segunda revista y todos los artículos de las revistas 3 a 8. Después se buscó fuera de la sección de estadísticas, es decir, en el buscador de Google Académico sobre “energía solar”, “solar energy” y “energía solar Oaxaca” de cada una se exploraron las primeras 5 páginas revisando cada artículo dentro de ellas. Por último, se buscaron en páginas de universidades como la UNAM, el IPN-CIIDIR, y algunas latinoamericanas tesis y publicaciones sobre el te*

Publicaciones que coinciden con solar energy			
	Publicación	Indice h5	Mediana h5
1	Solar Energy Materials and Solar Cells	79	104
2	Solar Energy	77	99
3	Journal of Solar Energy Engineering	22	28
4	Applied Solar Energy	13	17
5	Optics for Solar Energy	8	32
6	Journal of the Korean Solar Energy Society	8	9
7	Journal of Solar Energy Research	5	7
8	太陽光エネルギー / Solar Energy	1	2

Cada artículo se registraba en una tabla de Excel con sus datos de autor(es), fecha de publicación, editorial, número de citas, año de publicación y número de citas. Además del objetivo general o una descripción breve y sus resultados para determinar el enfoque que abordaba, si eran de carácter tecnológico, social, ambiental, económico o se abarcaban más de uno.

## Resultados

Se revisaron 158 documentos en total de los cuales 129 son de carácter internacional, 25 nacional y sólo 4 de Oaxaca.

Se observa que del aspecto tecnológico 139 documentos tienen esta orientación (pudiendo estar analizado también con otro enfoque o solo); hay 32 artículos que abordan el aspecto económico, 28 el social y 14 lo ambiental. En la figura 2 se muestra la distribución de estos resultados en porcentaje.

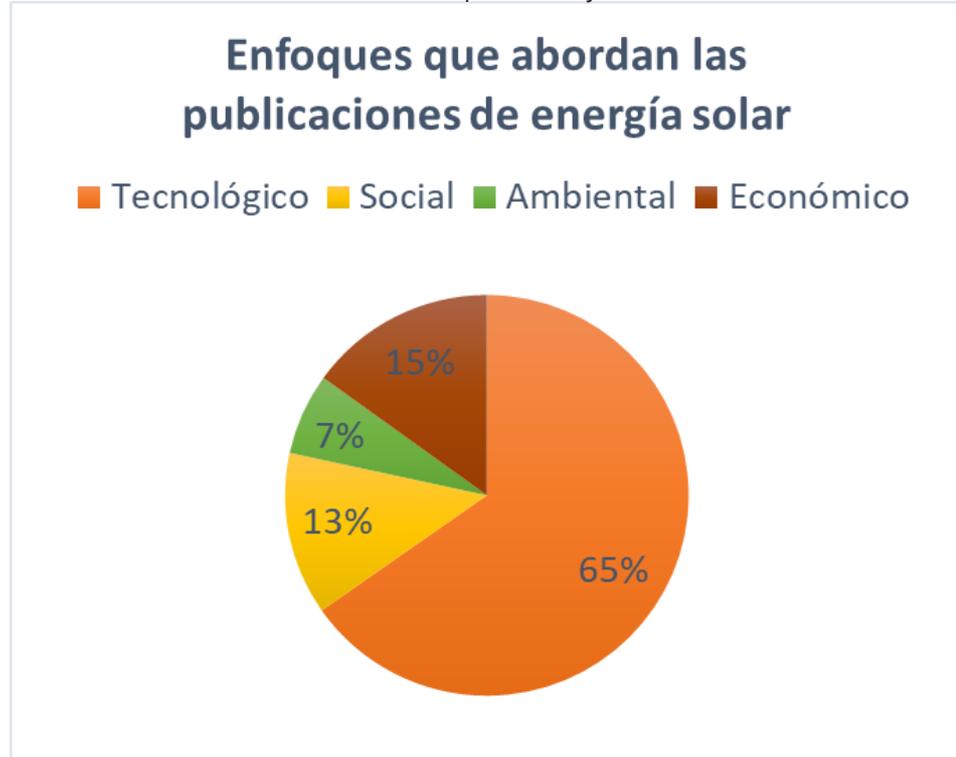


Figura 2. Porcentaje de publicaciones que abordan aspectos tecnológicos, sociales, ambientales y/o económicos.

### Tendencias de investigación:

De manera condensada, en la siguiente figura 3 se muestran las principales líneas de investigación sobre la energía solar en cada enfoque:

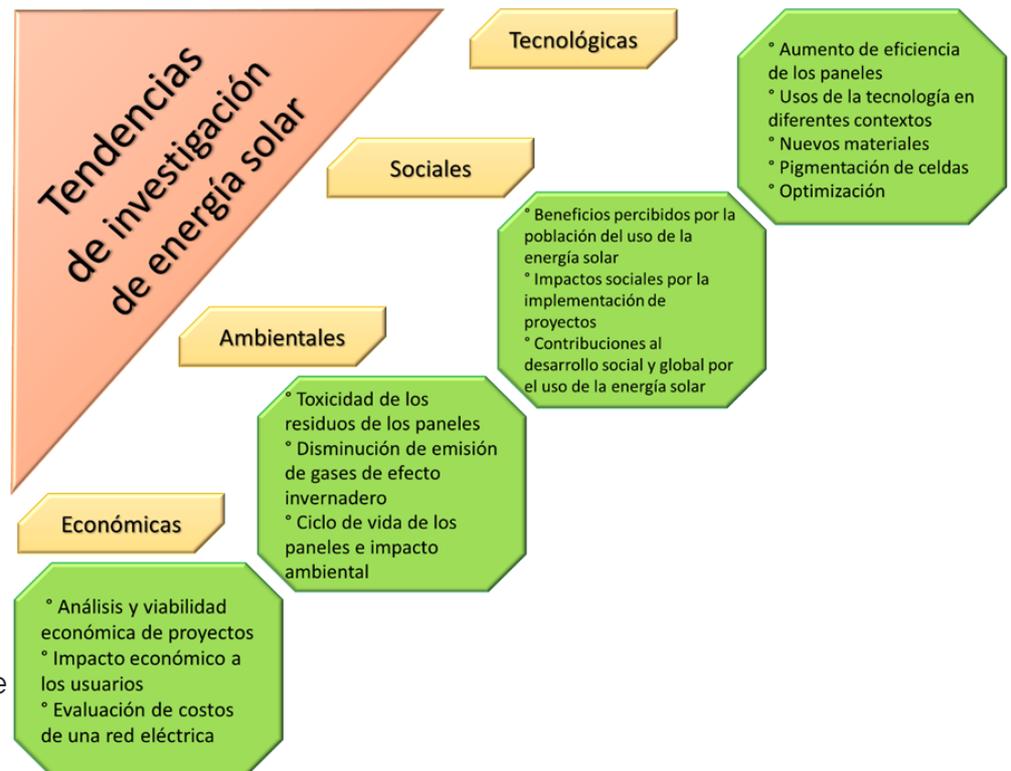


Figura 3. Resumen de los resultados de análisis de las publicaciones de energía solar sobre las tendencias de las líneas de investigación de cada enfoque.

# Tecnológicas

Dentro de las líneas de investigación que se enfocan en los aspectos tecnológicos están: el aumento de eficiencia de los paneles a través de distintos elementos orgánicos e inorgánicos; aplicaciones de distintas tecnologías aprovechando la energía solar; principalmente paneles para producir electricidad en hogares, empresas, bombeo de agua para riego, calentadores solares para hogares y empresas de servicio como hoteles y piscinas; desarrollo de nuevos materiales para los paneles fotovoltaicos; optimización en la programación de los sistemas de seguimiento al sol y a través de la pigmentación de las celdas; obtención de sitios con mayor potencial para implementación de proyectos de energía solar a partir de la irradiancia.

## Económicas:

En las líneas enfocadas a lo económico predomina el análisis de proyectos y su viabilidad financiera; el impacto económico a los usuarios y comunidades donde se ubican los proyectos; la evaluación de costos de una red eléctrica y la contribución de la energía de generación distribuida; y, la comparación de costos de proyectos solares mayores vs menores a 500 kWp (es decir, pequeños generadores vs grandes).

## Sociales:

Desde el enfoque social se abordan los beneficios percibidos por la población del uso de la energía solar y sus impactos de desarrollo social por la implementación de proyectos tanto a nivel comunitario como a nivel global.

## Ambientales:

Los aspectos ambientales son mucho más limitados en su investigación, ya que se enfocan principalmente en la toxicidad de los residuos de los paneles fotovoltaicos, la disminución de emisiones de GEI y el ciclo de vida de los paneles e impacto en el ambiente.

## Conclusiones

Una vez analizando las tendencias de investigación de la energía solar, se puede concluir que:

1. La investigación sobre la energía solar tiene como principal tendencia la variable tecnológica, sin embargo, se debe orientar esta tecnología como herramienta de desarrollo, sobre todo por las crisis energéticas que atañen a la actualidad. Es decir, los artículos deberán ir más allá de sólo el diseño o implementación tecnológica, sino considerar y correlacionar otras variables como la social, económica o ambiental que justifiquen la propia investigación además del cumplimiento del objetivo número 7 de los ODS de la Agenda 2030.
2. A nivel internacional prevalece como predominante la variable tecnológica, pero en México también se le ha dado peso a las variables sociales y económicas casi como a las tecnológicas, sobre todo porque se enfocan más en la implementación de proyectos que en el desarrollo de nuevas tecnologías para el aprovechamiento, aunque sí se realizan estas investigaciones, pero en menor cantidad.
3. A nivel estatal, en Oaxaca la investigación sobre este tema es muy poco y esto se refleja en la falta de proyectos implementados a pesar de su gran potencial por sus niveles de radiación media diaria.
4. Si bien estas son las principales líneas de investigación, no se limitan a que algunas otras menos difundidas aborden otros temas con respecto al uso de la energía solar.
5. Las investigaciones ambientales aún son limitadas y esto podría ser un reflejo de la falta de una transición energética (a energías renovables en general) para la sustitución de combustibles fósiles.

## Bibliografía

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2018, *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe*, ONU, Santiago.
- IEA (International Energy Agency), 2020a, *Annual growth for renewable electricity generation by source, 2018-2020*, Paris, Fecha de consulta 25.11.XX, Recuperado de <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/annual-growth-for-renewable-electricity-generation-by-source-2018-2020>
- IEA, 2020b, *Global Energy Review 2020. The impacts of the COVID-19 crisis on global energy demand and CO2 emissions, Flagship report – April 2020* Fecha de consulta 11.05.XX Recuperado de <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-2020>
- IEA, 2020c, *Renewables 2020. Analysis and forecast to 2025*.
- Ritchie, Hannah, 2020, *Sector by sector: where do global greenhouse gas emissions come from? Our World in Data*, Fecha de consulta, 11.XI.XX, Recuperado de <https://ourworldindata.org/ghg-emissions-by-sector>.
- United Nations (UN), 2016, *Energía Asequible y no contaminante: Por qué es importante, Objetivos del Desarrollo Sostenible*, Fecha de consulta 26.IV.XX, Recuperado de [https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/7\\_Spanish\\_Why\\_it\\_Matters.pdf](https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/7_Spanish_Why_it_Matters.pdf)