

PROGRAMA

ENERGÍA SOLAR
A GRAN ESCALA
EN MÉXICO ☀
DKTI SOLAR



DKTI Solar

El programa Energía Solar a Gran Escala en México (DKTI Solar) implementado por GIZ México por encargo del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania (BMZ) llega a su fin en Agosto de 2020 tras cinco años de exitosa implementación.

El programa tuvo como objetivo principal mejorar el **aprovechamiento de la energía solar** tanto fotovoltaica como solar térmica en México a través de actividades de cooperación en áreas de regulación, mercado, innovación y financiamiento.

A través de su implementación se trabajó estrechamente con contrapartes de los sectores público, privado y académico, y en cooperación con ellos se lograron **múltiples impactos** y productos como estudios, talleres, proyectos piloto, cooperaciones entre sector privado-académico, así como productos de difusión y comunicación, todo para impulsar el desarrollo del mercado de la energía solar y sus beneficios.

El programa de energía solar llega a su fin, pero el Clúster de Energía de GIZ México continúa activamente la cooperación en temas como Generación Distribuida, Integración de Energías Renovables Variables, Modelos de Financiamiento para Energía Solar, entre otros.

Como GIZ valoramos todos los **esfuerzos sobre sensibilización y difusión del conocimiento**, pues ayudan significativamente al fortalecimiento del sector. Es por ello que invitamos a los lectores a descargar los estudios y reportes que acompañan esta publicación y utilizarlos como insumo dentro de sus actividades.

Les deseamos una provechosa lectura.

Programa Energía Solar a Gran Escala en México

Objetivo: Mejorar las condiciones tecnológicas, financieras y organizacionales para el aprovechamiento de la energía solar a gran escala en México.

Duración: Octubre 2015 - Agosto 2020

Volumen de recursos: 7 millones de Euros

Comitente: Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania



En colaboración con:



Áreas de intervención del DKTI Solar



Situación inicial en 2015:

- **Objetivo:** Incrementar el uso de la energía solar a gran escala en México.
- **Nuestro enfoque:** Mejorar las condiciones para el aprovechamiento de la energía solar a gran escala.
 - Asesorar la política para adecuar el marco regulatorio
 - Promover la transferencia tecnológica e innovación
 - Desarrollar el mercado para la energía solar
 - Fortalecer las capacidades de las instituciones financieras

Resultados superiores

- El valor añadido en el sector solar ha aumentado.
- Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- La seguridad del suministro eléctrico ha mejorado.
- El uso de la energía solar en México ha aumentado.



IMPACTOS DEL PROGRAMA

DKTI Solar contribuyó a la Agenda 2030 de México impactando de manera directa en los siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenible:





Políticas, estrategias y regulación

Creando marcos legales y regulatorios por asesoramiento político. Contribuciones a través de iniciativas políticas / cambios de la política pública del Gobierno Mexicano por consecuencia de la Asesoría de la GIZ en materia de estrategias, conceptos, políticas, lineamientos etc.

Actividades implementadas

- Apoyo en la elaboración de la Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios (2016) y Programa Especial de la Transición Energética 2017-2018.
- Apoyo a la elaboración de la estrategia *Impulso a la energía solar de gran escala*.
- Costos y beneficios de la Generación Distribuida y Almacenamiento.
- Discusión y análisis de instrumentos regulatorios más eficientes que permitan convivir a las fuentes convencionales y renovables: servicios conexos, almacenamiento de energía.
- Desarrollo de capacidades en la colección, procesamiento y publicación de información estadística en el sector eléctrico.
- Intercambio de experiencias del operador del sistema eléctrico mexicano con homólogos de otros países en pronósticos energéticos de generación de energía eólica y solar.
- Coordinación interinstitucional para el desarrollo del mercado de calor solar en México – Iniciativa Calor Solar (35 instituciones participantes en total).

Impactos

Mayor participación de la energía solar en la generación de electricidad en el país, con **impactos ambientales positivos** por reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera.

Se apoyó la mejora de **4 medidas de política** o regulación que mejoran las condiciones marco para el uso de la energía solar.

Estadísticas mejoradas en el sector eléctrico **incrementan la transparencia** en la operación y el desempeño en el sector.

El operador del Sistema Eléctrico se encuentra mejor capacitado en la gestión de Energías Renovables Variables en la red, permitiendo una **mayor integración** de fuentes renovables.

Publicaciones seleccionadas



Iniciativa Solar para el impulso de la Energía Solar Fotovoltaica de gran escala
// 2018



Análisis costo-beneficio de la generación solar distribuida en México
// 2018



Electrical Energy Storage in Mexico
// 2019





2 Tecnología e innovación

Promover la transferencia tecnológica e innovación. Iniciativas y estrategias innovadoras para el uso de tecnologías solares se alinean mejor con la demanda del mercado solar y han sido implementadas.

Actividades implementadas

Apoyo en la elaboración de Mapas de Ruta Tecnológicos para la energía solar fotovoltaica y termosolar en México.

- *Mapa de Ruta de la Industria Solar Fotovoltaica y Fototérmica en México* (ProMéxico, GIZ, el Instituto Fraunhofer de Sistemas de Energía Solar (Fraunhofer ISE) y el Instituto de Energías Renovables de la UNAM). (Publicado en feb. 2018)
- *Mapa de Ruta Tecnológica Energía Solar Fotovoltaica* (SENER, IMP) (publicado en diciembre 2017).
- *Mapa de Ruta Tecnológica Energía Termosolar* (SENER, IMP) (publicado en julio 2018).
- Análisis de oportunidades en la cadena de valor para la industria solar en México (SE).
- Impulso a proyectos I+D solares innovadores en foros y talleres.

Impactos

3 documentos estratégicos (mapa de ruta) orientando el desarrollo tecnológico solar han sido elaborados asegurando una mayor convergencia de impulsores que inciden en el desarrollo del país.

Los **centros de investigación e innovación** se encuentran **mejor capacitados** y con herramientas para la transferencia tecnológica nacional acorde a las necesidades de la sociedad en su conjunto.

7 cooperaciones de investigación en aplicaciones de energía solar han sido apoyadas, para que el sector privado aproveche mejor innovaciones tecnológicas desarrolladas por el sector académico.

Publicaciones seleccionadas



La industria solar fotovoltaica y fototérmica en México
// 2017





Participación en la elaboración de Mapa de Ruta Tecnológica Energía Solar Fotovoltaica
// 2017





Participación en la elaboración de Mapa de Ruta Tecnológica Energía Termosolar
// 2018





Desarrollo del mercado de energía solar

Apoyando a la transformación energética reforzando las capacidades del mercado.

Actividades implementadas

Nuevos modelos de negocios factibles para el uso de la energía solar fueron elaborados y difundidos:

- *Modelos de negocio para calor solar de procesos* (venta EPC, leasing, ESCO).
- *Hogares Solares* – generación solar distribuida “masiva” estructuración financiera y operación.
- *Modelos de Negocio para la Generación de Electricidad con Energías Renovables en México* (venta de energía en el mercado SPOT).
- Entrenamiento ESCO para empresas solares fotovoltaicas.

- Modalidades de Compra de Energías Renovables para el Sector Comercial e Industrial Mexicano. *Oportunidades para el sector de parques industriales; Oportunidades para el sector retail.*
- Adaptación al contexto mexicano *Guía de Operación y Mantenimiento - Guía de Mejores Prácticas.*
- Estudio de potencial para calor solar en la CDMX en hoteles, gimnasios, lavanderías, restaurantes.
- Representantes de la oferta y la demanda se reúnen para coordinar medidas de desarrollo del mercado de calor solar (*diseño e implementación de la Iniciativa Calor Solar.*)

Impactos

Más de 5 modelos de negocio factibles para la energía solar han sido analizados y difundidos, para fomentar una mayor participación de fuentes renovables en la matriz energética.

Mayor transparencia en los costos y beneficios de la tecnología solar, que facilita la toma de decisión informada de los usuarios finales.

Asociaciones empresariales se encuentran mejor informadas **y motivadas para invertir** en tecnologías solares, y mejorar sus operaciones de manera sostenible y confiable.

Plataforma interinstitucional donde interactúan actores del sector público, privado (usuarios finales), académico, financiero, proveedores de servicios y proveedores de tecnología relacionados y/o interesados en la generación de calor solar para procesos industriales y sectores de consumo final con potencial de aplicación.



Cooperación con el Sector Privado

Se colaboró con 5 asociaciones empresariales para desarrollar capacidades que les permiten conocer y aprovechar la energía solar en sus respectivos sectores.

	PyMEs en la Ciudad de México	Lavanderías (CANALAVA), hoteles, gimnasios, restaurantes
	69 socios	Más de 250 parques industriales
	36 grupos	81 plantas industriales en todo el país
	107 cadenas comerciales	57,000 tiendas y 29 millones de m ² de superficie de ventas distribuidas en toda la República

Realizamos más de **10 sesiones de sensibilización y difusión** (talleres, foros, conferencias, ponencias, webinars) con las que llegamos a 212 empresas que se encuentran capaces de realizar una adquisición de energía solar.

Se acompañaron **11 procesos de compra de energía** hasta una evaluación de prefactibilidad con las que se instalarán **4.38 MWp** de energía fotovoltaica lo que significa que se **mitigarán 516 t CO₂eq/año.**

Publicaciones seleccionadas



Modalidades de compras de energías renovables para el sector comercial e industrial mexicano
// 2018



Análisis costo-beneficio de la generación solar distribuida en México
// 2018



Energía solar térmica para procesos industriales en México
// 2018



Iniciativa de Calor Solar. Plan Operativo
// 2019



Operación y mantenimiento. Guía de mejores prácticas
// 2018



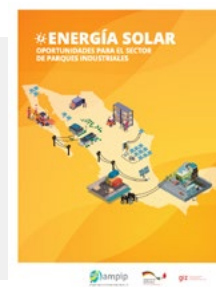
Energía solar: Oportunidades para el sector retail
// 2019



Modelos de negocios para la generación de electricidad con energías renovables en México
// 2018



Manual para la compra de energía solar fotovoltaica
// 2020



Energía solar. Oportunidades para el sector de parques industriales
// 2020



Modelos de negocio y financieros para calor solar en el sector industrial y servicios en México
// 2020



Calor solar para procesos industriales
// 2020





Desarrollo de capacidades en el sector financiero

Las capacidades institucionales del sector financiero para la concesión y el otorgamiento de préstamos para proyectos de energía solar se han mejorado.

Actividades implementadas

- Bancomext incorporó metodologías de identificación, evaluación y mitigación de impactos sociales en sus operaciones.
- Recomendaciones para procesos, estándares e instrumentos financieros para Bancomext, análisis de mercado, difusión.
- Capacitación a bancos sobre energía solar (ABM).
- Hogares Solares* – generación solar distribuida “masiva” análisis y estructuración financiera, operación, aceptación social.
- Desarrollo de *hoja de ruta para el financiamiento de plantas de calor solar* en el sector industrial y servicios, bajo criterios de viabilidad técnica-financiera (además de herramienta Excel y Due Diligence).

Impactos

Mejores capacidades de Bancomext que permitieron su **financiamiento** de **2,679.7 MW** con una participación de 495 millones USD y una **inversión total de 2,430 millones USD.**

La banca comercial entiende los **factores clave** para el éxito de proyectos solares fotovoltaicos **que les permite** innovar en su cartera de productos financieros verdes a través de una de las tecnologías renovables que ha experimentado una mayor reducción en los costos en México y en el mundo.

La banca de desarrollo cuenta con nuevas herramientas que le permiten evaluar los aspectos que intervienen en la **inversión de centrales solares** de gran escala (económicos, ambientales, sociales), con lo cual se ha acelerado el cumplimiento de los criterios de inversión.

Publicaciones seleccionadas

	Análisis costo-beneficio de la generación solar distribuida en México // 2018		Challenges and opportunities for financing renewable energy projects // 2019
	Guía Due Diligence Técnica para Proyectos Fotovoltaicos // 2018		Retos y oportunidades para el financiamiento de proyectos de energías renovables con venta al mercado eléctrico mayorista en México // 2019
	Financiamiento de la energía solar fotovoltaica de pequeña y mediana escala // 2019		Metodología para valorar impactos sociales en Proyectos de Energías Renovables (MEVIMS) // 2020
	Metodología de identificación de riesgos sociales para proyectos de energía renovable a gran escala (MEDIRSE) // 2019		Hoja de Ruta para el Financiamiento de Proyectos SHIP en México // 2020



DESARROLLO DE LA CAPACIDAD INSTALADA DE TECNOLOGÍA SOLAR EN MÉXICO

Tecnologías solares

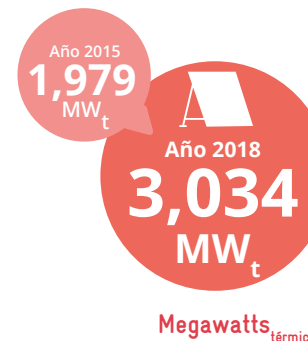
Durante los 5 años de implementación del programa se fortaleció la capacidad instalada de tecnología de generación distribuida de calor *in situ* para el sector industrial y de servicios, de generación de energía solar integrados a la red y de centrales solares de gran escala.

Crecimiento de la capacidad instalada durante el período de implementación del Programa DKTI Solar:

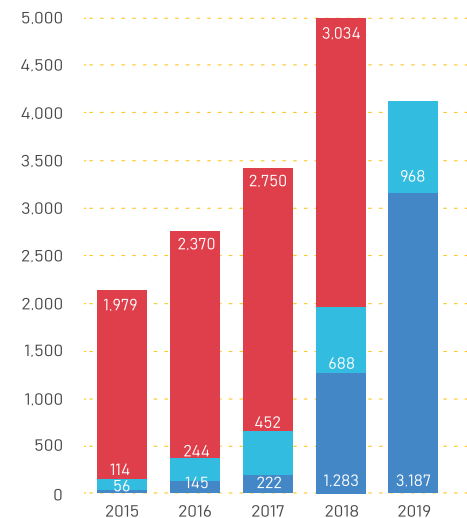
Aumento de la capacidad instalada de tecnologías para calentadores de agua, generadores de energía de pequeña y mediana escala y generadores a gran escala.

Capacidad instalada de colectores solares térmicos en sectores de consumo final (Residencial, Industrial, Servicios)

Colectores Solares de agua (Generación de calor):

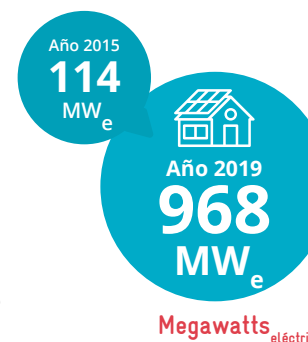


Capacidad instalada solar fotovoltaica y fototérmica en México

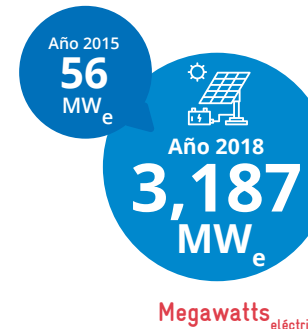


Capacidad instalada de energía Solar Fotovoltaica integrada a la red

Sistemas Solares Fotovoltaicos de pequeña y mediana escala (< 0.5 MW). **Generación Distribuida** (Generación de electricidad):



Centrales Solares Fotovoltaicas de gran escala (>0.5MW) (Generación de electricidad):

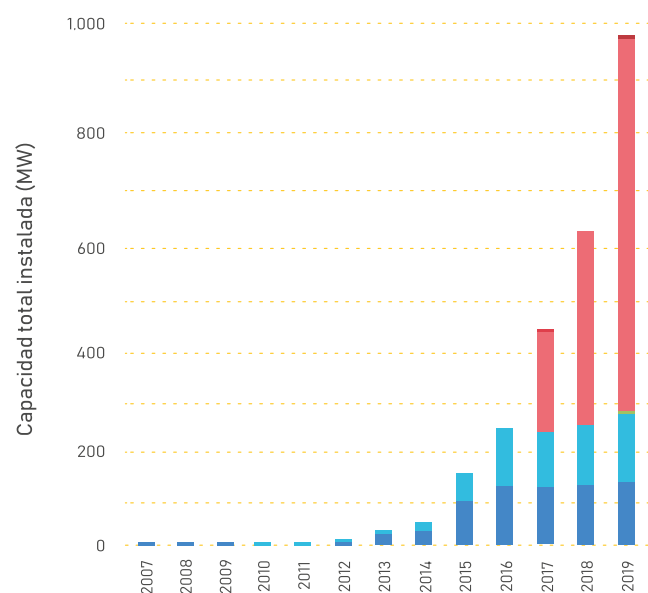


Para colectores solares de agua solo se cuenta con información hasta el cierre del año 2018

Crecimiento de la capacidad instalada solar FV y solar térmica 2015 - 2019

México tiene un gran potencial para la implementación de energía solar FV gracias a su extenso territorio y que la insolación en el país es muy alta, más de el doble que la de países como Alemania.

Capacidad instalada al cierre de 2019 Generación Distribuida FV (sistemas hasta 500 kW)

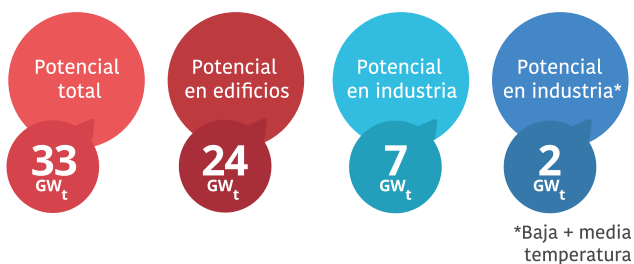


- Venta total
- Mediana escala (Usuarios con servicio de hasta 500 kW) que no requieran portear energía
- Pequeña escala (Uso residencial hasta 10kW/ Uso general en baja tensión hasta 30kW)
- Medición neta
- Facturación neta

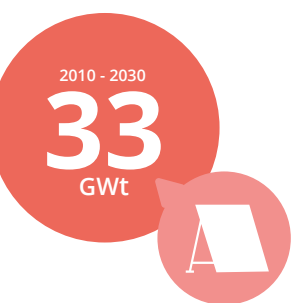
La capacidad instalada de Generación Distribuida Solar FV pasó de 113 megawatts (al cierre de 2015) a:



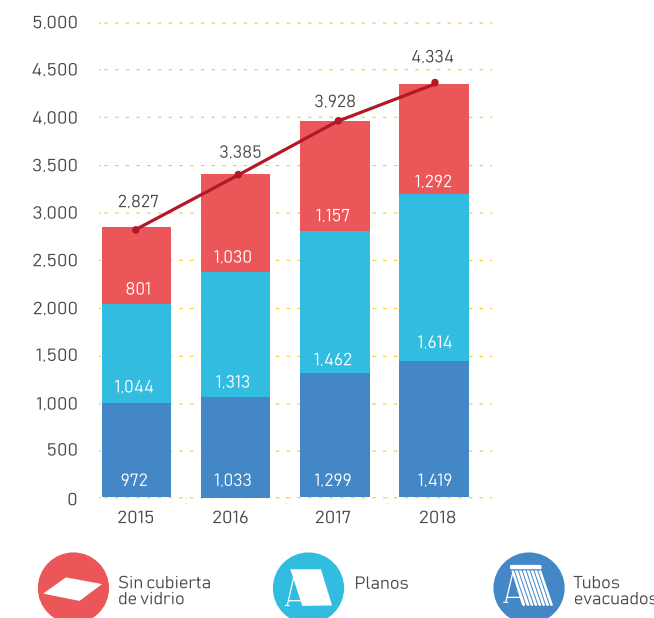
Crecimiento de la capacidad instalada de colectores solares térmicos 2015 - 2019 (todos los sectores)



El **potencial** (realista y económicamente rentable estimado para México en la industria y edificaciones asciende a:



Superficie total instalada de colectores en funcionamiento en México



Área total de colectores solares
México es el segundo mercado termosolar más grande de América Latina después de Brasil.

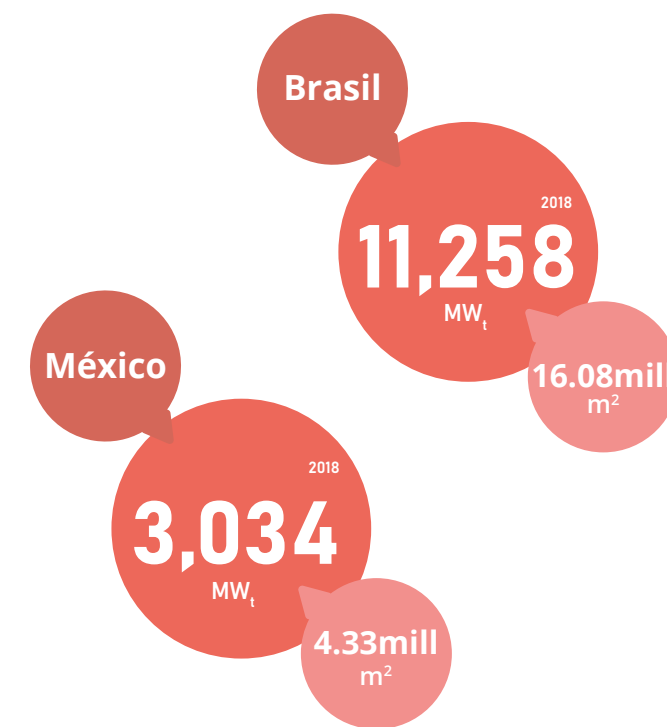


Tabla 1. Crecimiento de la capacidad instalada en México

PAÍS	COLECTORES SOLARES DE AGUA (m ²)			COLECTORES SOLARES DE AIRE (m ²)		TOTAL m ²	TOTAL (MW _t térmicos)
	Sin cubierta de vidrio	Planos	Tubos evacuados	Sin cubierta de vidrio	Con cubierta de vidrio		
México							
2015	972,053	1,044,082	800,942	752	8,773	2,826,602	1,979
2016	1,032,677	1,313,082	1,030,042	752	8,773	3,385,326	2,370
2017	1,299,253	1,462,282	1,157,142	752	8,773	3,928,202	2,750
2018	1,418,653	1,613,922	1,291,642	752	8,773	4,333,742	3,034

Fuente: IEA, Solar Heat Worldwide

Actualmente México es el país con mayor número de proyectos SHIP, de calor solar, en el mundo.

Crecimiento de la capacidad instalada plantas SHIP en México 2015 - 2019

México e India lideran el aprovechamiento del calor solar para procesos industriales en el mercado global.

- Una alta radiación solar y una fuerte producción industrial.

México pasó de tener 44 plantas SHIP al cierre del 2015 (16,500 m² de colectores) a un total de:



Tabla 2. Mercado de calor de procesos solares

PAÍS	PROYECTOS	ÁREA COLECTORES m ²	TAMAÑO MEDIO DEL SISTEMA m ²
MÉXICO	83	32,699	394
INDIA	47	18,882	402
ALEMANIA	31	7,864	253
AUSTRIA	28	8,451	302
ESPAÑA	20	7,754	388
U.S.A.	20	24,660	1,233
CHINA	13	52,866	4,067
SUDÁFRICA	12	12,804	1,067
VIETNAM	4	7,203	1,801
CHILE	2	39,740	19,870
OMÁN	1	630,000	630,000

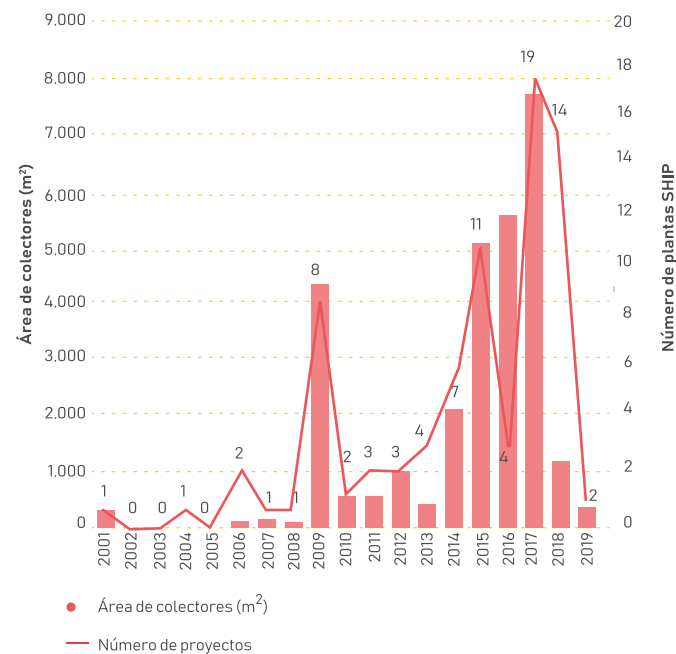
Fuente: IEA, Solar Heat Worldwide

Estos son los factores clave para el fuerte mercado de calor de procesos solares (México e India):

- Una fuerte industria solar local y la capacidad de proporcionar soluciones de sistemas asequibles para los usuarios finales.

Casi duplicando el número de plantas SHIP en el país en 4 años.

Área de colectores por año en México



FOROS, TALLERES Y SEMINARIOS

Contribuciones a través del conocimiento adquirido de Actores Públicos, Privados, Académicos y/o de la Sociedad Civil

Foros / talleres

Como parte del programa se llevaron a cabo actividades de cooperación para fortalecer las capacidades de las contrapartes.

Obteniendo los siguientes resultados:

Casi **10** formatos

Realizados entre **2016** a **2020**

- Conferencias
- Foros • Mesas de trabajo • Paneles de discusión • Talleres • Simposios • Seminarios • Webinars • Entrenamientos

Más de **30** eventos

Más de **6** estados

- CDMX
- Jalisco
- Quintana Roo
- Oaxaca
- Puebla
- Sonora

Más de **1,200** asistentes

Muestra fotográfica



