

# Monitor de información comercial e Índice de Precios de Generación Solar Distribuida en México Segunda edición

Octubre 2021.

[www.monitordepreciosgsd.com](http://www.monitordepreciosgsd.com)



Las asociaciones Asociación Mexicana de Energía Solar A.C (ASOLMEX), Asociación Mexicana de la Industria Fotovoltaica A.C (AMIF), Asociación Nacional de Energía Solar A.C. (ANES), agradecen a la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH por la colaboración y asistencia técnica en la elaboración del presente documento. La colaboración de la GIZ se realizó bajo el marco del programa “Apoyo a la Implementación de la Transición Energética en México” (TrEM) el cual se implementa por encargo del Ministerio Federal Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ). Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente representan la opinión de las asociaciones ASOLMEX, AMIF, ANES, o de la GIZ. Se autoriza la reproducción parcial o total, siempre y cuando sea sin fines de lucro y se cite la fuente de referencia.

**Publicado por:**

Deutsche Gesellschaft für  
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Friedrich-Ebert-Allee 36 + 40  
53113 Bonn, Deutschland  
T +49 228 44 60-0  
F +49 228 44 60-17 66

Dag-Hammarskjöld-Weg 1 - 5  
65760 Eschborn, Deutschland  
T +49 61 96 79-0  
F +49 61 96 79-11 15

E [info@giz.de](mailto:info@giz.de)  
I [www.giz.de](http://www.giz.de)

“Apoyo a la implementación de la transición energética en México”

Agencia de la GIZ en México  
Torre Hemicor, PH  
Av. Insurgentes Sur No. 826  
Col. Del Valle  
C.P. 03100, México D.F.  
T +52 55 5536 2344  
F + 52 55 5536 2344  
E [giz-mexiko@giz.de](mailto:giz-mexiko@giz.de)  
[www.giz.de/mexico](http://www.giz.de/mexico)

**Versión**

Octubre 2021

Edición y Supervisión: Diana Rebollar (GIZ), Lishey Lavariega (GIZ)  
Autor(es): Ithaca Environmental (José Castro, Ana Karen Navarrete, Laura Siqueiros)

Por encargo del  
Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania

## Tabla de Contenido

<b>Acrónimos y siglas</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Antecedentes</b> .....	<b>5</b>
<b>2 Objetivo</b> .....	<b>5</b>
<b>3 Contexto del Mercado de Generación Distribuida en México</b> .....	<b>5</b>
3.1 Caracterización de la demanda de generación distribuida entre personas físicas y morales.....	6
<b>4 Metodología</b> .....	<b>7</b>
<b>5 Resultados</b> .....	<b>8</b>
5.1 ¿Cómo son las empresas? .....	8
5.2 Ventas reportadas por las empresas.....	9
5.3 Instalaciones anuales .....	9
5.4 Porcentaje de empresas por capacidad instalada acumulada al año.....	11
5.5 Rangos de potencia más instalados y precios por costos de instalación .....	11
5.6 Precios y costos por instalación .....	12
5.7 Marcas más utilizadas de inversores centrales, microinversores y módulos fotovoltaicos	16
5.8 Esquema de financiamiento.....	18
5.8.1 Porcentaje de enganche .....	19
5.8.2 Tasas y plazos .....	19
5.9 Seguros.....	20
5.10 Modelos de negocio para venta de proyectos de GSD .....	21
<b>6 Conclusiones</b> .....	<b>23</b>
6.1 Precios.....	23
6.2 Proveeduría para el mercado .....	24
6.3 Barreras al crecimiento .....	24
<b>7 Lista de empresas</b> .....	<b>25</b>
<b>8 Referencias</b> .....	<b>26</b>

## Índice de Figuras

Figura 1. Evolución de contratos de interconexión y capacidad total instalada de generación distribuida en México.....	6
Figura 2. Número de empleados por área .....	8
Figura 3. Ventas en millones de USD reportadas por las empresas (2017 – 2021) .....	9
Figura 4. Instalaciones realizadas al año por las empresas .....	10
Figura 5. Porcentaje de empresas por capacidad instalada.....	11
Figura 6. Porcentaje de empresas por el rango de potencia (kWp) que más instalan .....	12
Figura 7. Precios de instalación al público por rango de potencia (USD/Wp) .....	14
Figura 8. Esquemas de financiamiento más ofrecidos por las empresas participantes .....	18
Figura 9. Porcentaje de enganche solicitado por las empresas según el rango de potencia .....	19
Figura 10. Tipo de seguros ofrecidos por las empresas.....	21
Figura 11. Modelos de negocio implementados por las empresas para la venta de proyectos de GSD .....	22
Figura 12. Canales de venta más utilizados por las empresas .....	22

## Índice de Tablas

Tabla 1. Rangos de potencia definidos para la segunda edición del Monitor de Precios de GSD .....	7
Tabla 2. Porcentaje de participación de las empresas del Monitor en el total nacional de instalaciones de generación distribuida realizadas (2017-2020).....	10
Tabla 3. Rangos de potencia más instalados por las empresas .....	11
Tabla 4. Precio al público por instalación.....	12
Tabla 5. Comparación de precios de instalación entre la primera y segunda edición del Monitor GSD .....	13
Tabla 6. Costos de operación y mantenimiento por instalación .....	14
Tabla 7. Precios al público por rango de potencia instalados (USD/Wp) .....	15
Tabla 8. Precio al público por componente (USD/Wp) .....	15
Tabla 9. Marcas de módulos fotovoltaicos más utilizados en las instalaciones realizadas por las empresas participantes.....	16
Tabla 10. Marcas de inversores centrales más utilizados en las instalaciones realizadas por las empresas participantes.....	17
Tabla 11. Marcas de micro inversores más utilizados en las instalaciones realizadas por las empresas participantes.....	17
Tabla 12. Superficies para la instalación de proyectos de generación distribuida por rangos .....	18
Tabla 13. Tasas de interés ofrecidas por las empresas según rango de potencia .....	20
Tabla 14. Tasas de interés ofrecidas por las empresas según rango de potencia.....	20

## Acrónimos y siglas

<b>Acrónimo/sigla</b>	<b>Significado</b>
AMIF	Asociación Mexicana de la Industria Fotovoltaica
ASOLMEX	Asociación Mexicana de la Energía Solar
ANES	Asociación Nacional de Energía Solar
CRE	Comisión Reguladora de Energía
FIDE	Fideicomiso para el Ahorro de la Energía Eléctrica
GD	Generación Distribuida
GIZ	Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable en México
GSD	Generación Solar Distribuida
IVA	Impuesto sobre el Valor Agregado
kWp	Kilowatt pico
MW	Megawatt
PyMEs	Pequeñas y medianas empresas
SENER	Secretaría de Energía
TrEM	Apoyo a la Implementación de la Transición Energética en México
UIE	Unidad de Inspección Eléctrica
USD	Dólar estadounidense
UVIE	Unidad de Verificación de Instalaciones Eléctricas
Wp	Watt pico

## 1 Antecedentes

En marzo del 2020 las asociaciones Asociación Mexicana de la Energía Solar (ASOLMEX), Asociación Mexicana de la Industria Fotovoltaica (AMIF) y Asociación Nacional de Energía Solar (ANES), en colaboración con el Programa “Apoyo a la Implementación de la Transición Energética en México” (TrEM) de la Cooperación alemana al desarrollo (GIZ por sus siglas en alemán) publicaron la primera edición del Monitor de información comercial e índice de precios de Generación solar distribuida en México.

Para continuar la generación de información relevante se coordinó el levantamiento de datos para la segunda edición del Monitor, por medio de un cuestionario en línea se buscó obtener información técnica y económica relevante para el sector de la generación solar distribuida en México. A partir de una metodología diseñada en la primera edición y un conjunto de criterios de selección acordados con las asociaciones para contactar a empresas formales, sólidas y con trayectoria de calidad, se realizó la convocatoria a la que respondieron 35 empresas que en conjunto representan el 7% instalaciones realizadas a nivel nacional registradas ante la Comisión Reguladora de Energía (CRE) entre 2017 y 2020.

Considerando lo anterior, en el presente documento se exponen los principales hallazgos del análisis realizado a las respuestas brindadas por las empresas participantes. Se espera que los resultados sean de utilidad para todas las personas que se desenvuelven en el mercado de la generación solar distribuida y que sirva de referencia para comprender el comportamiento actual y las tendencias del sector.

## 2 Objetivo

El Monitor de información comercial e índice de precios de GSD México tiene como principal objetivo generar información consolidada, relevante y actual del mercado mexicano, para identificar oportunidades y medidas que permitan superar las barreras que impiden el desarrollo de la GSD

## 3 Contexto del Mercado de Generación Distribuida en México

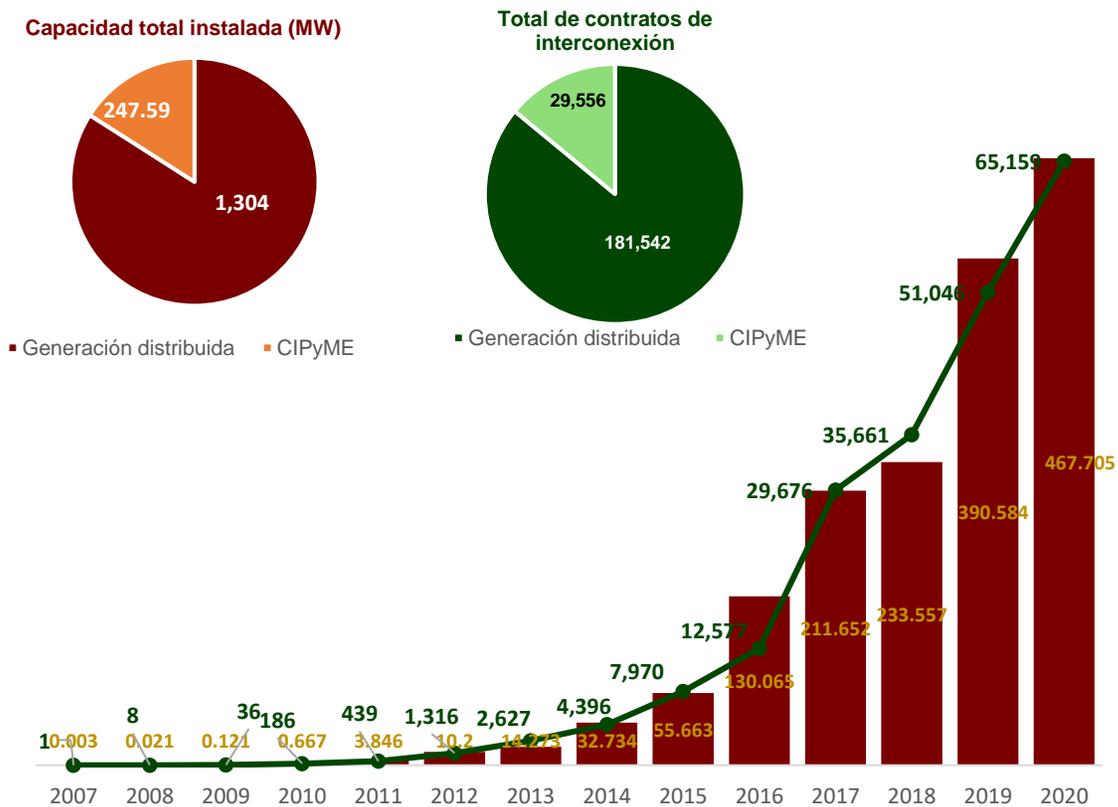
La Generación Distribuida se define como la generación de energía eléctrica que se encuentra interconectada a un circuito de distribución que contenga una alta concentración de Centros de Carga. La Generación Distribuida incluye aquella que se realiza por un generador exento, es decir, el propietario de una o más centrales eléctricas con capacidad menor a 0.5 MW que no requieren permiso para generar energía eléctrica. La Generación Distribuida puede ser localizada en las instalaciones de los Centros de Carga o fuera de éstos (SENER, 2016).

Del año 2017 al año 2020, los contratos de interconexión registrados, según la Comisión Reguladora de Energía (CRE), han tenido una tasa de crecimiento de aproximadamente el 21%, esto es, un aumento de 35,483 contratos: de los 29,676 contratos de interconexión registrados en el año 2017 se pasó a 65,159 para el año 2020 (CRE, 2021). El mayor aumento en el número de contratos de interconexión se observó

en el periodo 2018-2019: el incremento fue 15,385 contratos de un año a otro (de 35,661 contratos en el año 2018 se pasó a 51,046 contratos en el año 2019) (CRE, 2021), lo que se tradujo en un aumento aproximado del 43%.

De manera similar, la capacidad instalada de generación distribuida ha ido en aumento: en el periodo 2017-2020, la capacidad instalada aumento a una tasa de 22%, al pasar de 212 MW en el 2017 a 468 en el 2018. En la siguiente figura se puede observar el crecimiento de la capacidad instalada de generación distribuida así como los contratos otorgados en los últimos años en México.

**Figura 1. Evolución de contratos de interconexión y capacidad total instalada de generación distribuida en México**



Fuente: (CRE, 2021)

### 3.1 Caracterización de la demanda de generación distribuida entre personas físicas y morales

Para la caracterización de las instalaciones de generación distribuida según el tipo de entidad que las demanda (persona física o moral), se tomaron como referencia los siguientes rangos de potencia definidos para esta edición del Monitor:

**Tabla 1. Rangos de potencia definidos para la segunda edición del Monitor de Precios de GSD**

Rango de capacidad instalada (kWp)
0 - 5
5 - 15
15 - 30
30 - 50
50 - 100
100 - 250
250 - 500

Se asumió que los usuarios que demandan instalaciones entre los rangos de 0-5 kWp y 5-15 kWp pertenecen al sector doméstico y pequeños establecimientos comerciales, los cuales generalmente se encuentran registrados bajo el régimen de personas físicas; por otro lado, las instalaciones de 15 – 30 kWp, 30 – 50 kWp, 50 – 100 kWp, 100 – 250 kWp, 250 – 500 kWp generalmente son demandadas por PyMEs y grandes empresas, las cuales usualmente están representadas como personas morales.

Dada la disponibilidad de datos referentes a los permisos de interconexión otorgados a centrales de generación distribuida, los cuales se encuentran disponibles hasta el año 2019, se ha estimado que más del 90% de las instalaciones de generación distribuida son ejecutadas por personas físicas. Esta tendencia se ha mantenido en el periodo 2017-2019, no obstante, las personas morales han ido aumentando su participación en la instalación de generación distribuida: de sólo registrar el 4% de permisos de interconexión en el año 2017, el porcentaje aumentó a 11% para el año 2019.

## 4 Metodología

Para el levantamiento de segundo monitor de precios de generación distribuida, se aplicó una encuesta en línea a las empresas pertenecientes a las asociaciones aliadas. Para esta edición, las preguntas aplicadas durante la primera versión del Monitor fueron ajustadas y, con base en los comentarios recibidos por las asociaciones, el cuestionario en línea fue modificado y adaptado a los objetivos establecidos para esta edición del Monitor.

Para que las empresas interesadas pudieran participar en el levantamiento del segundo monitor y responder la encuesta en línea, debían cumplir con los criterios definidos y acordados por AMIF, ANES y ASOLMEX, los cuales fueron:

- 1) Que sea una empresa integradora.
- 2) Que tenga al menos tres años de operación.
- 3) Que hayan instalado al menos 500 kWp en los últimos tres años, en un periodo de 12 meses

Los datos que se recabaron fueron de carácter financiero y técnico y por medio de un análisis estadístico se presenta la información acerca de la oferta de productos y servicios de GD de fuentes renovables tendencias observadas y precios al público de sistemas instalados, principalmente.

## 5 Resultados

Enseguida se presentan los resultados del análisis aplicado a las respuestas de las 35 empresas que respondieron el cuestionario en línea, las cuales forman parte de las asociaciones que participaron en el levantamiento del Monitor GSD, a saber: la Asociación Mexicana de la Industria Fotovoltaica (AMIF), la Asociación Mexicana de la Energía Solar (ASOLMEX) y la Asociación Nacional de Energía Solar (ANES).

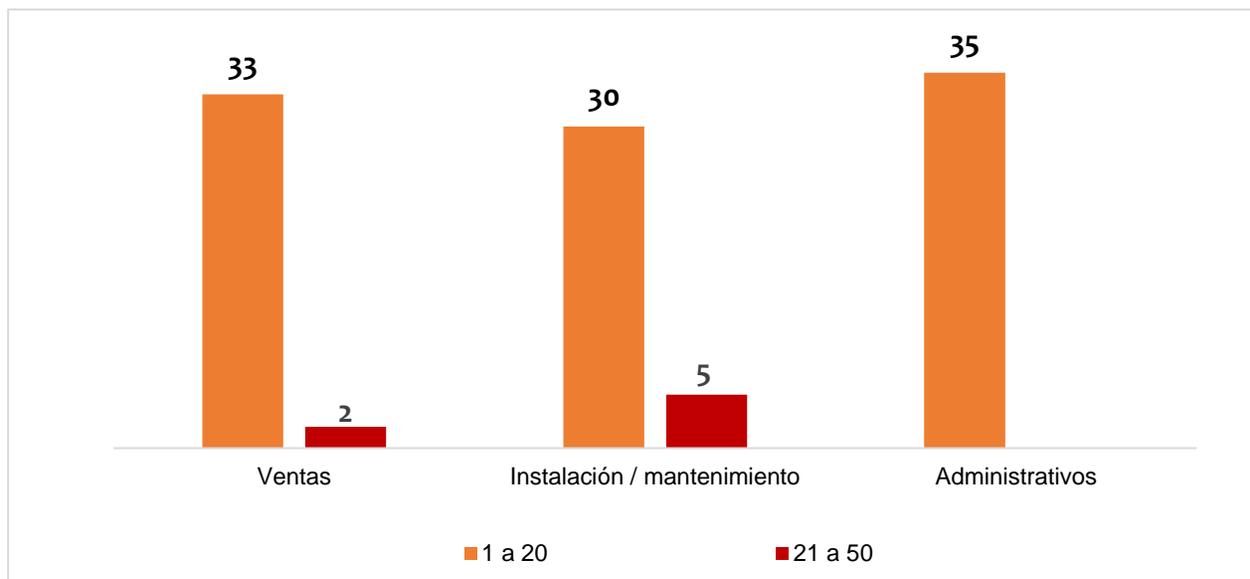
- Universo estimado: 2 mil empresas
- Tamaño de la muestra: 35 empresas del sector fotovoltaico

### 5.1 ¿Cómo son las empresas?

De acuerdo con la información recabada, aproximadamente el 54% de las empresas se localizan en el estado de Jalisco, lo que ocasiona que la mayoría de ellas (9%) provea sus servicios en este estado. Entre los estados que destacan por concentrar las operaciones de las empresas, se encuentran Guanajuato (8% del total de empresas), Michoacán de Ocampo (6% de las empresas), Querétaro (5%), Colima (5%), Estado de México (4%) y Nuevo León (4%).

Respecto al número de personas empleadas, el 94% (33 de 35 empresas) de las empresas tiene de 1 a 20 personas que desarrollan actividades en ventas; el 86% (30 de 35 empresas) de las empresas concentra de 1 a 20 personas en el área de instalación y mantenimiento. Igualmente, el 100% (35 empresas) de las empresas reportó tener de 1 a 20 personas en el área de administración. La distribución de personas empleadas por área en las empresas se puede observar en la siguiente figura:

Figura 2. Número de empleados por área



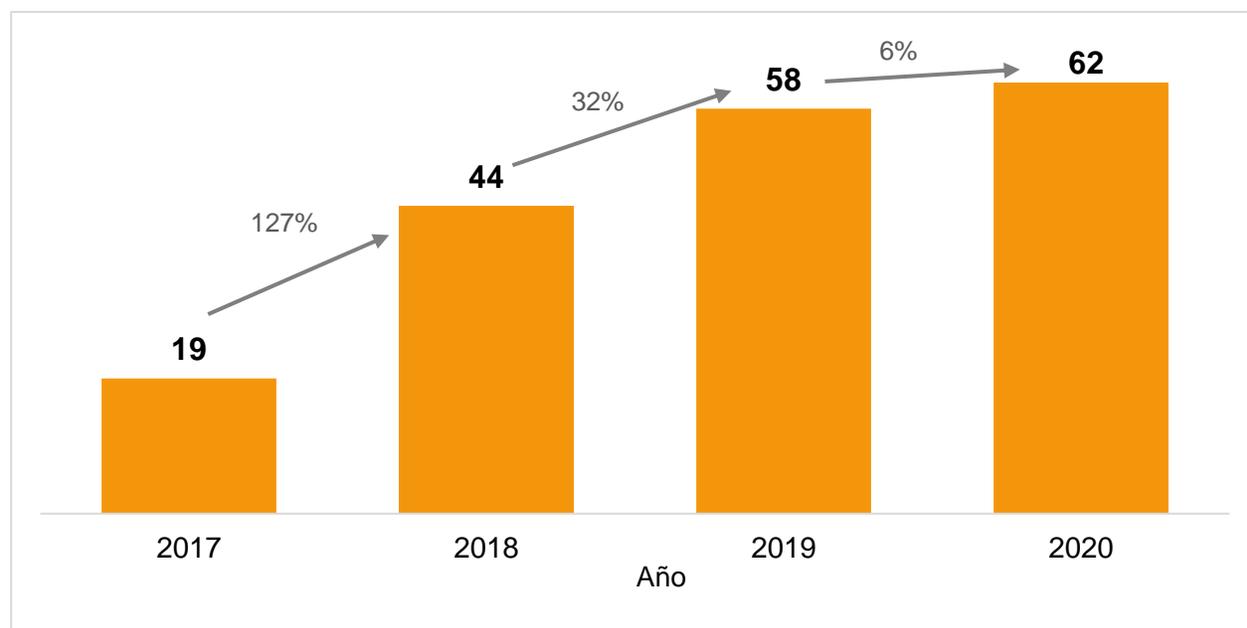
Fuente: Elaboración propia con base en las respuestas de las empresas

## 5.2 Ventas reportadas por las empresas

En el periodo comprendido entre los años 2017-2021, las ventas registradas por las empresas han experimentado una tendencia creciente. Las empresas reportaron ventas estimadas en 19 millones de USD, 44 millones de USD, 58 millones de USD y 62 millones de USD durante los años 2017, 2018, 2019 y 2020, respectivamente.

De acuerdo con los datos proporcionados por las empresas, la tasa de crecimiento anual de las ventas en el periodo de 2017 a 2020 ha sido de aproximadamente 34%. En la siguiente figura puede observarse el incremento en las ventas reportadas.

Figura 3. Ventas en millones de USD reportadas por las empresas (2017 – 2021)



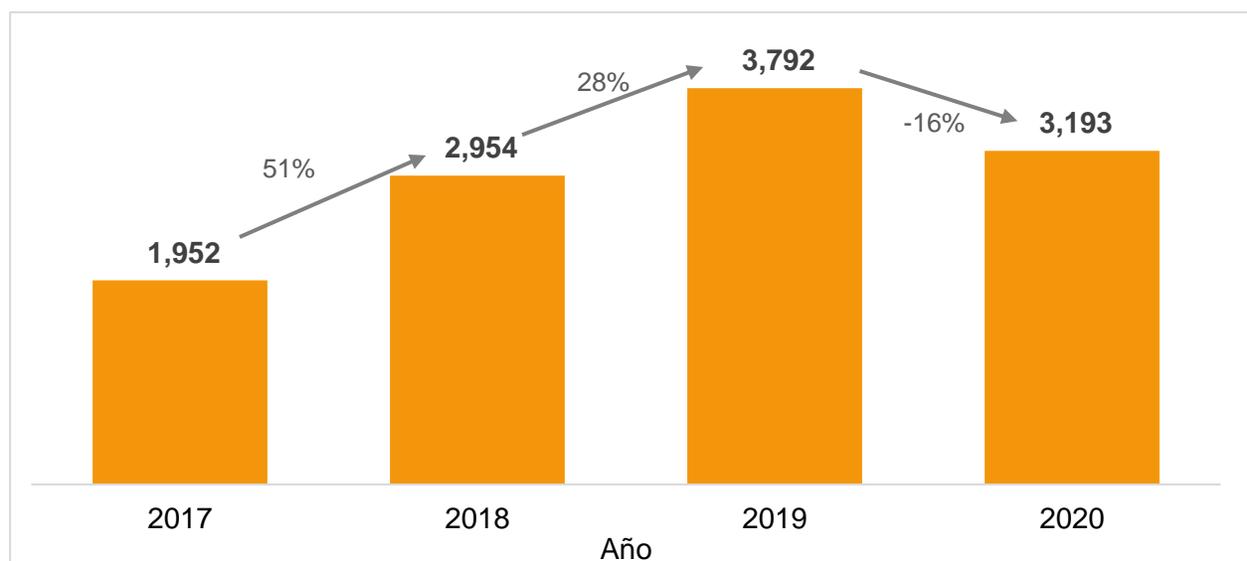
Fuente: Elaboración propia con base en las respuestas de las empresas

## 5.3 Instalaciones anuales

Con base en las respuestas brindadas por las empresas participantes, en el año 2017 se realizaron 1,952 instalaciones; para el año 2018, se registró un aumento cercano al 51%, respecto al año anterior, y se ejecutaron 2,954 instalaciones. La tendencia creciente de los años pasados se mantuvo para el año 2019, en el cual se han reportado 3,792 instalaciones realizadas.

En el año 2020, se produjo un ligero descenso, en comparación con el año 2019, y se llevaron a cabo 3,193 instalaciones; lo anterior significó una disminución cercana al 16% de 2019 a 2020.

Figura 4. Instalaciones realizadas al año por las empresas



Fuente: Elaboración propia con base en las respuestas de las empresas

Considerando las instalaciones de generación distribuida que fueron realizadas a nivel nacional en los últimos cuatro años, las empresas encuestadas han tenido un porcentaje de participación del 5% al 7% en el mismo periodo de tiempo. En la siguiente tabla, pueden observarse los porcentajes de participación de las empresas encuestadas en el total nacional de instalaciones de generación distribuida:

Tabla 2. Porcentaje de participación de las empresas del Monitor en el total nacional de instalaciones de generación distribuida realizadas (2017-2020)

Año	Instalaciones realizadas a nivel nacional registradas ante la CRE	Instalaciones realizadas por las empresas encuestadas	% participación de las empresas encuestadas en el total nacional
2017	29,676	1,952	7%
2018	35,661	2,954	8%
2019	51,046	3,792	7%
2020	65,159	3,193	5%

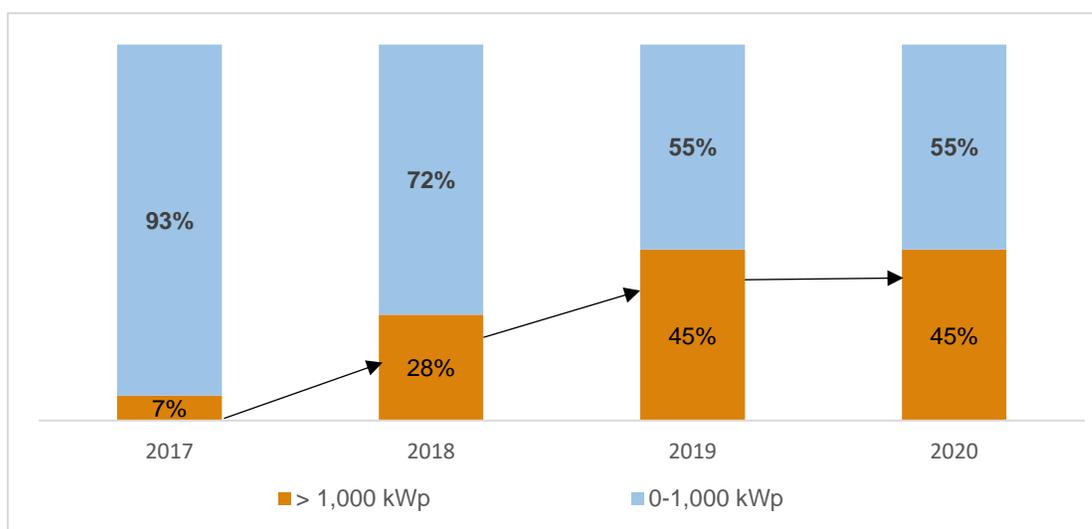
Fuente: Elaboración propia con base en las solicitudes de interconexión de generación distribuida, al segundo semestre del año 2020, reportadas por la CRE.

## 5.4 Porcentaje de empresas por capacidad instalada acumulada al año

De acuerdo con los resultados obtenidos, en el 2017 el 93% de las empresas encuestadas acumuló entre 1 a 1,000 kWp de generación solar fotovoltaica distribuida instalados. Para los siguientes años, se observa un crecimiento significativo en la capacidad acumulada instalada por las empresas: en el 2018, el 28% de las empresas acumularon más de 1 MW instalado; para el 2019 y 2020, el 45% de las empresas logró instalar un total de más de 1 MW de generación distribuida.

En la siguiente gráfica, puede observarse el crecimiento de porcentaje de empresas que instalan una capacidad instalada anual mayor a 1 MW (1MW = 1000 kW) de 2017 a 2020.

Figura 5. Porcentaje de empresas por capacidad instalada



Fuente: Elaboración propia con base en las respuestas de las empresas

## 5.5 Rangos de potencia más instalados y precios por costos de instalación

De acuerdo con los rangos definidos, las empresas realizan, en mayor proporción, instalaciones que se encuentran entre rangos de 5-15 kWp (50% del total de empresas participantes), seguidas de instalaciones con un tamaño de 0-5 kWp (33% del total). En la siguiente tabla se muestran los rangos de potencia de generación distribuida más instalados por las empresas:

Tabla 3. Rangos de potencia más instalados por las empresas

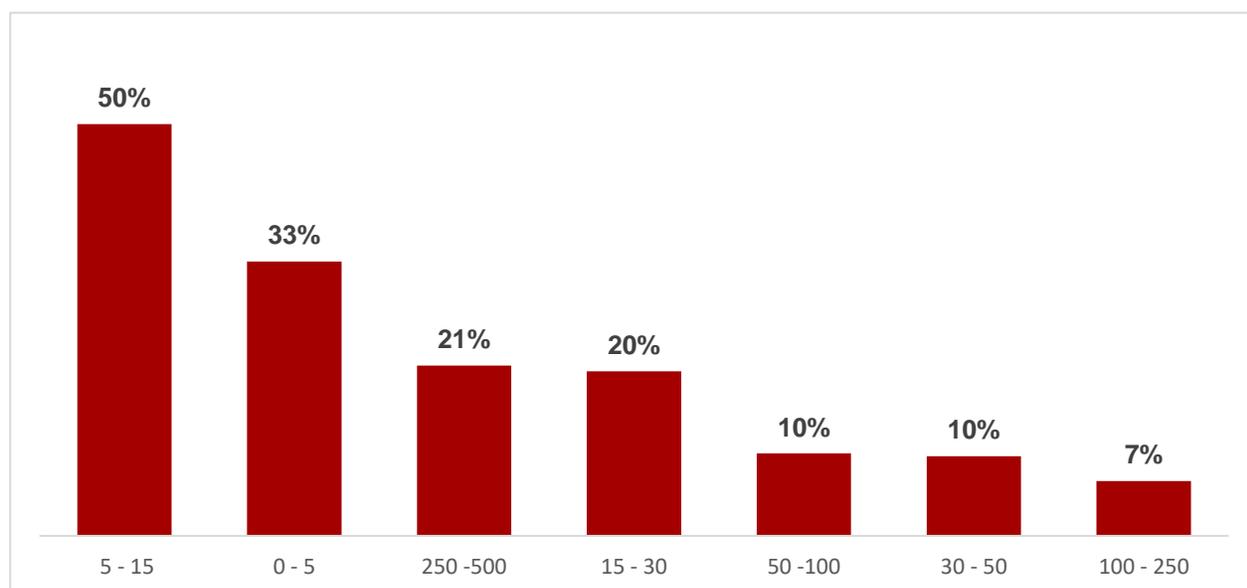
Orden de importancia	Rango de potencia (kWp)	Porcentaje de empresas instaladoras
1	5 - 15	50%
2	0 - 5	33%
3	250 -500	21%
4	15-30	20%
5	50 -100	10%

Orden de importancia	Rango de potencia (kWp)	Porcentaje de empresas instaladoras
6	30 - 50	10%
7	100 - 250	7%

Fuente: Elaboración propia

Los rangos de potencia que son más instalados por las empresas pueden visualizarse, de mejor forma, en la siguiente gráfica:

**Figura 6. Porcentaje de empresas por el rango de potencia (kWp) que más instalan**



Fuente: Elaboración propia con base en las respuestas de las empresas

## 5.6 Precios y costos por instalación

Los precios y costos por la instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de generación distribuida varían según el rango de potencia de éstos. A continuación, se presentan los precios que se ofrecen al público según el tamaño de instalación de generación distribuida y los costos de operación y mantenimiento. Cabe mencionar que en la encuesta aplicada, se solicitó a las empresas que expresarán los precios en dólares por Wp sin incluir el IVA.

**Tabla 4. Precio al público por instalación**

Rango de capacidad instalada (kWp)	Precio al público por instalación (USD/Wp sin IVA)
0 - 5	1.24
5 - 15	1.14

Rango de capacidad instalada (kWp)	Precio al público por instalación (USD/Wp sin IVA)
15 - 30	1.08
30 - 50	1.04
50 -100	0.93
100 - 250	0.90
250 -500	0.85

Si los precios de instalación estimados en la segunda edición del Monitor de precios de GSD (versión octubre 2021) son comparados con los precios de instalación reportados en la primera edición del Monitor (versión marzo 2020), se puede observar que en todos los rangos se experimentó una ligera disminución. El máximo porcentaje de variación se registra en el rango 50-100 kWp: en la primera edición, el precio promedio fue de 1.20 USD/Wp mientras que en esta edición del Monitor el precio se redujo a 0.93 USD/Wp, lo que significó una reducción de aproximadamente 29%. En la siguiente tabla se presenta la comparación entre los precios de instalación registrados en la primera edición del Monitor de precios GSD y los precios de la segunda edición

**Tabla 5. Comparación de precios de instalación entre la primera y segunda edición del Monitor GSD**

Rango de capacidad instalada (kWp)	Precio al público por instalación (USD/Wp sin IVA) PRIMERA EDICIÓN (Marzo 2020)	Precio al público por instalación (USD/Wp sin IVA) SEGUNDA EDICIÓN (Octubre 201)	% de variación Marzo 2020 vs. Octubre 2021
0 - 5	1.35 <sup>1</sup>	1.24	-9%
5 - 15	1.3	1.14	-14%
15 - 30	1.2	1.08	-11%
30 - 50	1.2	1.04	-15%
50 -100	1.2	0.93	-29%
100 - 250	1.1	0.90	-22%
250 -500	1.0	0.85	-18%

En cuanto a los costos de operación y mantenimiento por instalación, enseguida se presentan los precios promedio de operación y mantenimiento reportados en la segunda edición del Monitor:

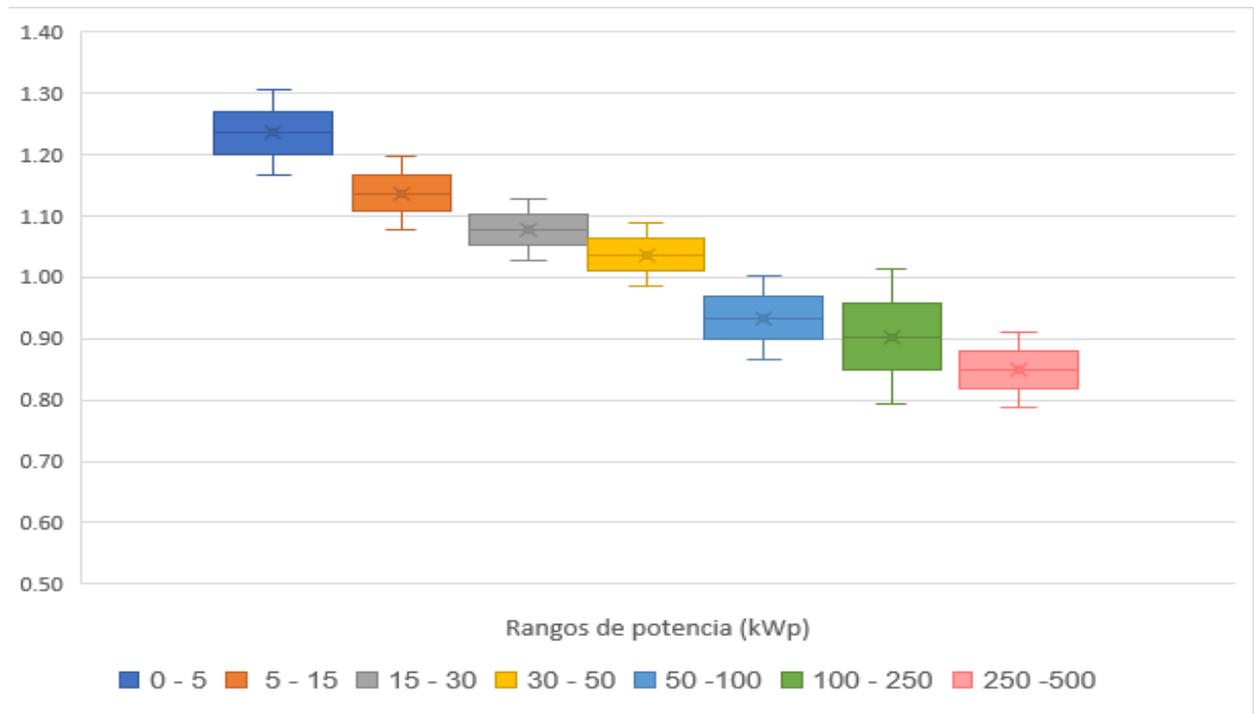
<sup>1</sup> Promedio de los precios de instalación de los rangos 0-2.5 kWp y 2.5-5 kWp aplicados en durante la primera edición del Monitor de Precios GSD.

**Tabla 6 Costos de operación y mantenimiento por instalación**

Rango de capacidad instalada (kWp)	Costo de operación y mantenimiento (USD/Wp sin IVA)
0 - 5	0.05
5 - 15	0.05
15 - 30	0.05
30 - 50	0.05
50 -100	0.04
100 - 250	0.04
250 -500	0.04

Como puede inferirse de los datos presentados en las tablas anteriores, los precios de instalación así como los costos de operación y mantenimiento van disminuyendo conforme el tamaño de las instalaciones va en aumento. Para observar de mejor forma la diferencia de precios en función de la variación de los rangos de potencia instalados, se presenta el siguiente diagrama de cajas y bigotes.

**Figura 7. Precios de instalación al público por rango de potencia (USD/Wp)**



Fuente: Elaboración propia con base en las respuestas de las empresas

Con base en el diagrama anterior, el cual fue construido a partir de la información proporcionada por las empresas, los precios para los sistemas que se encuentran en un rango de 100-250 kWp presentan una mayor dispersión, es decir, los precios ofrecidos para este tamaño de sistemas varían de manera importantes de una empresa a otra. Aunado a lo anterior, los precios medios de las instalaciones son inversamente proporcionales al tamaño de los sistemas de generación distribuida: mientras la capacidad instalada aumenta, los precios medios disminuyen.

Los precios mínimos, promedio y máximos para cada rango de potencia instalado se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 7. Precios al público por rango de potencia instalados (USD/Wp)**

Precio (USD/Wp)	Rango de potencia (kWp)						
	0 - 5	5 - 15	15 - 30	30 - 50	50 -100	100 - 250	250 -500
Mínimo	1.17	1.08	1.03	0.98	0.86	0.79	0.79
Cuartil 1 (Q1)	1.20	1.11	1.05	1.01	0.90	0.85	0.82
Mediana	1.24	1.14	1.08	1.04	0.93	0.90	0.85
Cuartil 3 (Q3)	1.27	1.17	1.10	1.06	0.97	0.96	0.88
Máximo	1.31	1.20	1.13	1.09	1.00	1.01	0.91

En lo correspondiente al precio por componente, los precios de mayoreo favorecen que los precios por componente sean menores en sistemas de generación distribuida con mayor capacidad instalada, tal comportamiento se puede apreciar en la siguiente tabla:

**Tabla 8. Precio al público por componente (USD/Wp)**

Componente	Capacidad de referencia para los precios (kWp)						
	0 - 5	5 - 15	15 - 30	30 - 50	50 -100	100 - 250	250 -500
Paneles	0.50	0.50	0.47	0.44	0.47	0.37	0.40
Inversores	0.25	0.22	0.19	0.22	0.15	0.15	0.17
Estructuras	0.22	0.21	0.13	0.12	0.12	0.14	0.14
Material eléctrico	0.10	0.09	0.09	0.09	0.16	0.09	0.08

Componente	Capacidad de referencia para los precios (kWp)						
	0 - 5	5 - 15	15 - 30	30 - 50	50 -100	100 - 250	250 -500
Mano de obra	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	0.10	0.07
Accesorios	0.04	0.04	0.06	0.05	0.04	0.05	0.04
Adicionales (margen, costos indirectos, contingencia)	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.10	0.09
Unidad de Verificadora de Instalaciones Eléctricas (UVIE)	0.08	0.05	0.02	0.13	0.02	0.01	0.01
Unidad de Inspección Eléctrica (UIE)	0.11	0.25	0.04	0.13	0.02	0.01	0.01

## 5.7 Marcas más utilizadas de inversores centrales, microinversores y módulos fotovoltaicos

Las marcas de los módulos, inversores centrales y microinversores más instalados en sistemas de generación distribuida, según las respuestas de las empresas, se indican enseguida:

Tabla 9. Marcas de módulos fotovoltaicos más utilizados en las instalaciones realizadas por las empresas participantes

Marca	Porcentaje del total de menciones (%)
Trina Solar	17%
Risen Energy	13%
Canadian Solar	13%
Seraphim	9%
Longi	9%
JA Solar	7%
Hanwha Q-Cells	5%
JINKO SOLAR	5%
DAH Solar	3%
Astronergy	3%
GCL SYSTEMS INTEGRATION TECH	2%
AXITEC	2%
ET SOLAR	1%
Talesun	1%
IUSASOL	1%
Suntech	1%
First Solar	1%

Marca	Porcentaje del total de menciones (%)
LG Electronics	1%
ZnShine Solar	1%
ET Solar	1%
AMERISOLAR	1%
HT-SAAE	1%
Solarever	1%
Sunpower	1%

**Tabla 10. Marcas de inversores centrales más utilizados en las instalaciones realizadas por las empresas participantes**

Marca	Porcentaje del total de menciones (%)
Fronius	23%
SMA Solar	22%
Solis	21%
ABB	12%
Sungrow	6%
Solar Edge	5%
APSystems	3%
Kaco	2%
Victron	2%
Jntech	2%
Enphase	1%
Growatt	1%
Goodwee	1%

**Tabla 11. Marcas de micro inversores más utilizados en las instalaciones realizadas por las empresas participantes**

Marca	Porcentaje del total de menciones (%)
APSystems	56%
Enphase	41%
HES	3%

Aunado a lo anterior, enseguida se presentan las superficies más comunes en las que se instalan los rangos de potencia analizados:

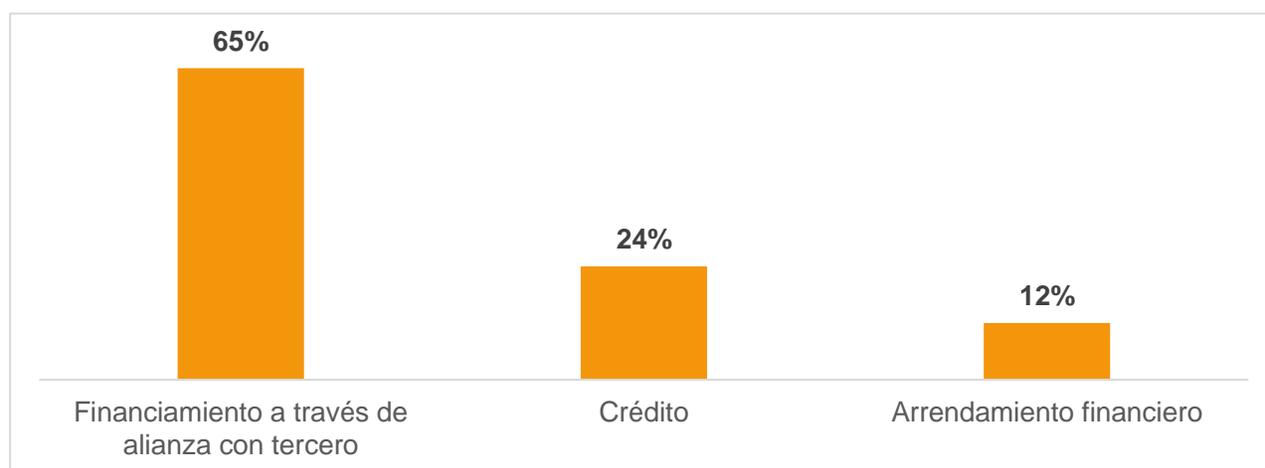
Tabla 12. Superficies para la instalación de proyectos de generación distribuida por rangos

Superficie en la que se instalan los proyectos	Rangos de potencia (kWp)						
	0 - 5	5 - 15	15 - 30	30-50	50 -100	100 - 250	250 -500
Techos	73%	65%	55%	42%	27%	19%	17%
Teja	20%	16%	6%	4%	2%	2%	2%
Perfil metálico	5%	14%	31%	44%	49%	46%	43%
Terreno plano	0	0%	4%	4%	12%	21%	28%
Otro	2%	4%	4%	6%	10%	12%	11%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

## 5.8 Esquema de financiamiento

En lo que concierne al tipo de financiamiento que ofrecen las empresas a sus clientes, el esquema más utilizado es el financiamiento a través de alianza con terceros (65% del total de empresas participantes ofrecen este tipo de financiamiento), seguido de los créditos (24% del total de empresas) y, por último, el arrendamiento financiero (12% del total de empresas). En la siguiente gráfica, se muestra el porcentaje de las empresas que ofrece cada uno de los esquemas de financiamiento antes mencionados:

Figura 8. Esquemas de financiamiento más ofrecidos por las empresas participantes



Fuente: Elaboración propia con base en las respuestas de las empresas

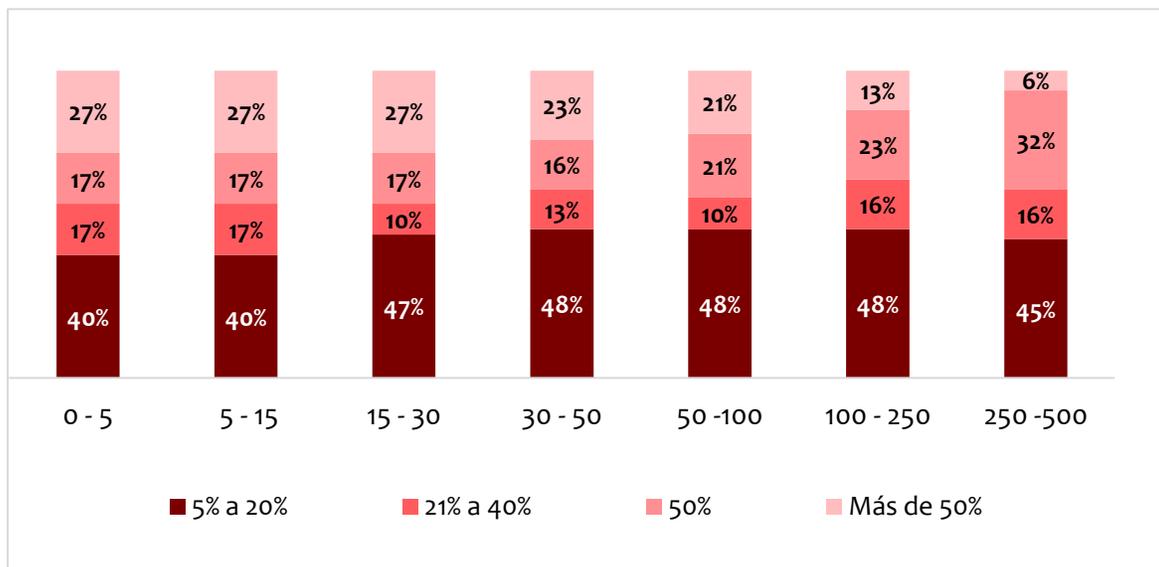
Asimismo, los proveedores de financiamiento más utilizados por las empresas son CI Banco (22% de las empresas lo utiliza), el Fideicomiso para el Ahorro de la Energía Eléctrica (FIDE) (17% de las empresas lo utiliza) y la banca comercial (Banregio, Banorte, Santander) (15% de las empresas lo utiliza).

### 5.8.1 Porcentaje de enganche

El porcentaje enganche, como es de esperarse, varía según el tamaño de la instalación de generación distribuida. Para instalaciones de 0-5 kWp, el 40% de las empresas suele solicitar un enganche del 5% al 20%; para rangos de 5-15 kWp, también el 40% de las empresas solicita un enganche entre 5 y 20%.

Para instalaciones de 15-30 kWp, 30-50 kWp, 50-100 kWp y 100-250 kWp, el enganche requerido por, aproximadamente, el 48% de las empresas es de 5% a 20%. En el rango de 250-500 kWp, se observa que el 45% de las empresas también requiere un enganche de 5% a 20%, no obstante, a diferencia de rangos menores, un mayor porcentaje de empresas (32%) solicita un enganche del 50%. En la siguiente gráfica, se muestra el % de enganche solicitado por las empresas según el rango de potencia.

**Figura 9 Porcentaje de enganche solicitado por las empresas según el rango de potencia**



Fuente: Elaboración propia con base en las respuestas de las empresa

### 5.8.2 Tasas y plazos

De manera similar al porcentaje de enganche, las tasas y plazos ofrecidos por las empresas varían de acuerdo con el tamaño de las instalaciones de generación distribuida: las tasas de interés disminuyen entre mayor sea el rango instalado. De manera contraria, los plazos de pago aumentan conforme se incrementa la capacidad instalada.

Para rangos de 0-5 kWp, el 42% de las empresas ofrece tasas de interés entre el 16% y 20%, la misma situación se repite para el rango de 5-15 kWp. Las menores tasas de interés ofrecidas por las empresas se registran en el rango 250-500 kWp: el 41% de las empresas ofrece tasas de interés de 11% a 15%. En la próxima tabla se resumen las tasas de interés ofrecidas por las empresas, de acuerdo con el rango de potencia instalado:

Tabla 13. Tasas de interés ofrecidas por las empresas según rango de potencia

Tasa de interés	Rangos de potencia (kWp)						
	0 - 5	5 - 15	15 - 30	30 - 50	50 -100	100 - 250	250 -500
1% a 10%	15%	15%	14%	16%	30%	33%	38%
11% a 15%	35%	35%	38%	44%	40%	45%	41%
16% a 20%	42%	42%	41%	34%	23%	15%	16%
Más de 20%	8%	8%	7%	6%	7%	6%	6%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia con base en las respuestas de las empresas

Los mayores plazos de pago también se ofrecen para las instalaciones de 250-500 kWp: para este rango de potencia el 34% de las empresas ofrece plazos mayores a los 60 meses. Para los rangos 0-5 kWp, 5-15 kWp y 15-30 kWp, la mayoría de las empresas (23%, 23% y 26%, respectivamente) ofrecen plazos de 12 meses. En la siguiente tabla se presentan los plazos ofrecidos por las empresas.

Tabla 14. Tasas de interés ofrecidas por las empresas según rango de potencia

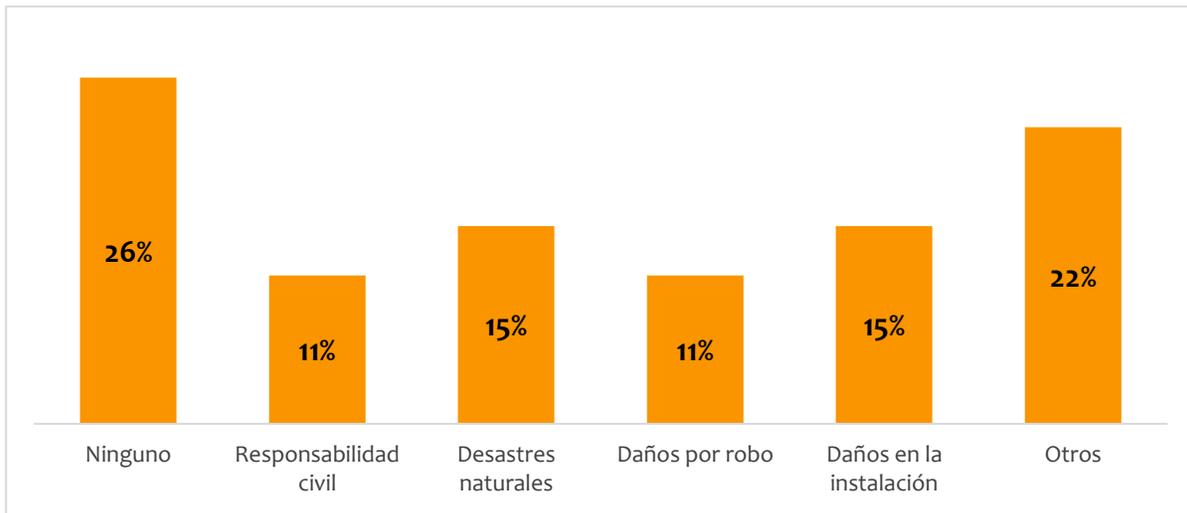
Plazos de pago	Rangos de potencia (kWp)						
	0 - 5	5 - 15	15 - 30	30 - 50	50 -100	100 - 250	250 -500
1 a 6 meses	10%	10%	8%	8%	0%	3%	0%
12 meses	23%	23%	26%	18%	19%	16%	18%
24 a 48 meses	20%	20%	21%	20%	25%	18%	16%
Más de 60 meses	18%	18%	18%	25%	28%	29%	34%
<b>Total</b>	<b>70%</b>	<b>70%</b>	<b>74%</b>	<b>70%</b>	<b>72%</b>	<b>66%</b>	<b>68%</b>

Fuente: Elaboración propia con base en las respuestas de las empresas

## 5.9 Seguros

El 26% del total de las empresas participantes reportó que no proporcionan ningún tipo de seguro a sus clientes. Contrariamente, el 15% de las empresas ofrecen seguros por desastres naturales y, en la misma proporción, seguros por daños a la instalación. En la siguiente figura se observa de mejor forma, el porcentaje de empresas que ofrece cada tipo de seguro:

Figura 10. Tipo de seguros ofrecidos por las empresas



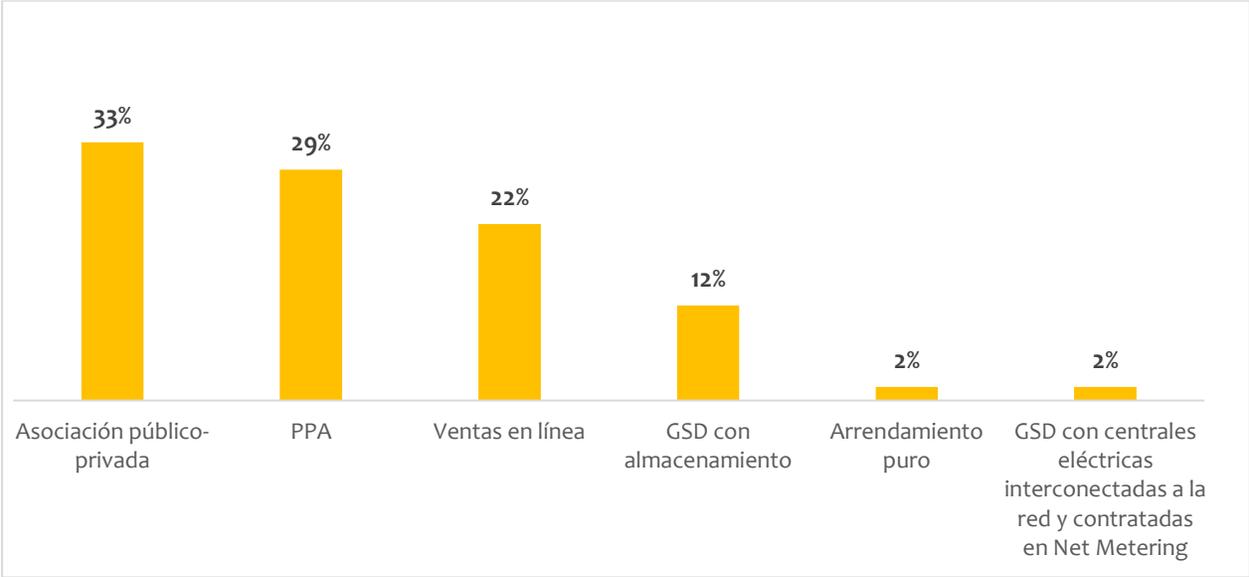
Fuente: Elaboración propia con base en las respuestas de las empresas

Las instituciones de seguros más utilizadas son *Mapfre* (65% de las empresas los utilizan), *AXA* (9% de las empresas lo emplean) e *Inbursa* (9% de las empresas lo mencionó).

### 5.10 Modelos de negocio para venta de proyectos de GSD

Dentro de los modelos de negocio implementados para la venta de proyectos de GSD, las empresas reportaron el establecimiento de asociaciones público-privadas (33% del total de empresas), ventas en línea (22% del total de empresas), GSD con almacenamiento (12% del total de empresas), arrendamiento puro (2% del total) y GSD con interconexión a la red y contratadas en medición neta. Asimismo, el 29% de las empresas encuestadas ofrecen contratos de compra y venta de energía (PPA por sus siglas en inglés). Los resultados los esquemas de negocio ofrecidos para la venta de proyectos de GSD se muestran en la siguiente figura:

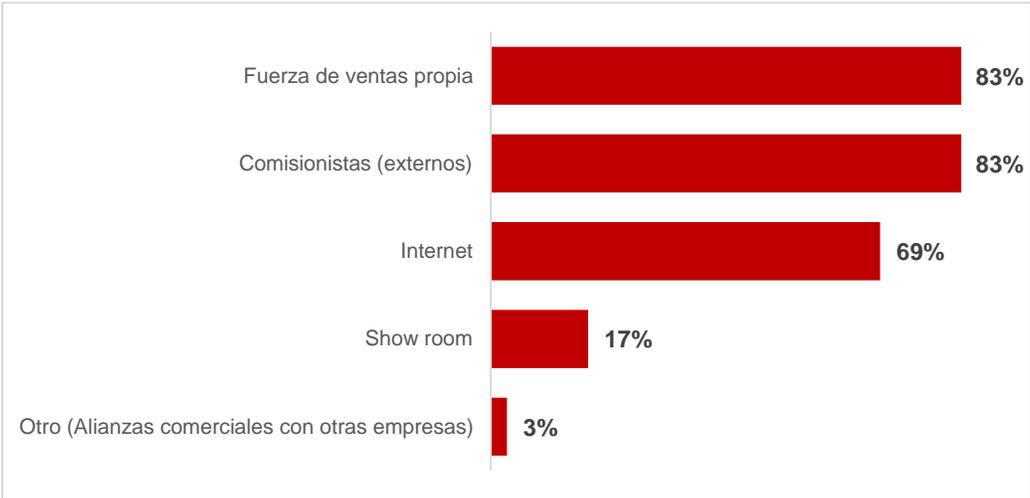
**Figura 11 Modelos de negocio implementados por las empresas para la venta de proyectos de GSD**



Fuente: Elaboración propia con base en las respuestas de las empresas

En relación con lo anterior, el 37% de las empresas ofrece ventas en línea. Los canales de venta más utilizados por las empresas son fuerza de ventas propias (83% de las empresas los utilizan), comisionistas externos (83% de las empresas los usan) e internet (69% de las empresas hacen uso de este canal). En seguida se presentan los canales de venta más utilizados.

**Figura 12. Canales de venta más utilizados por las empresas**



Fuente: Elaboración propia con base en las respuestas de las empresas

## 6 Conclusiones

El mercado de generación distribuida en México ha tenido un crecimiento significativo en los últimos años; este crecimiento ha sido más significativo en estados como Nuevo León y Jalisco tal y como lo indican las estadísticas de la CRE. Aunado a lo anterior, la mayoría de las empresas participantes ofrecen sus servicios en estas regiones dado el potencial que existe para la generación distribuida.

A partir del año 2018, el porcentaje de empresas que lograron instalar más de 1 MW de generación distribuida en un año tuvo un repunte significativo: del 7% de empresas que lograron superar la barrera de 1MW en el año 2017 se pasó a 45% para el año 2020. Lo anterior también pone de manifiesto la evolución positiva de los sistemas de pequeña escala de generación solar fotovoltaica y la consolidación, cada vez mayor, del mercado de generación distribuida.

Por otro lado, los rangos de potencia más instalados por las empresas son los que se encuentran entre los 0-30 MW; en conjunto, estos rangos (0-5 kWp, 5-15 kWp, 15-30 kWp), son instalados por más del 90% de las empresas. Los rangos de potencia más instalados, según este informe, coinciden con los que la CRE ha reportado como los que registran más contratos de interconexión a nivel nacional así como de capacidad instalada acumulada: al año 2020, los rangos 0-5 kW, 5-10 kW y 10-30 kW, representaron el 65% del total de capacidad acumulada de generación distribuida en México, y registraron el 96% de contrato de interconexión otorgados por la CRE.

De los rangos más instalados, también se puede inferir que los pequeños comercios, PyMES y usuarios de alto consumo son los que más demandan instalaciones de generación distribuida debido a que representan un beneficio muy importante para su economía ya que las tarifas reguladas suelen ser altas e incrementan significativamente cada año.

### 6.1 Precios

Los precios de los sistemas de generación son inversamente proporcionales al tamaño de los sistemas de generación distribuida que son instalados. Los precios promedio de las instalaciones oscilan entre los 1.24 USD/Wp y los 0.85 USD/Wp; el precio más alto aplica para las instalaciones más pequeñas, es decir, para las del rango 0-5 kWp, mientras que el precio más bajo es para las instalaciones que se encuentran entre los 250-500 kWp. El precio de las instalaciones de 250-500 kWp son 31% más baratas en comparación con las instalaciones de 0-5 kWp.

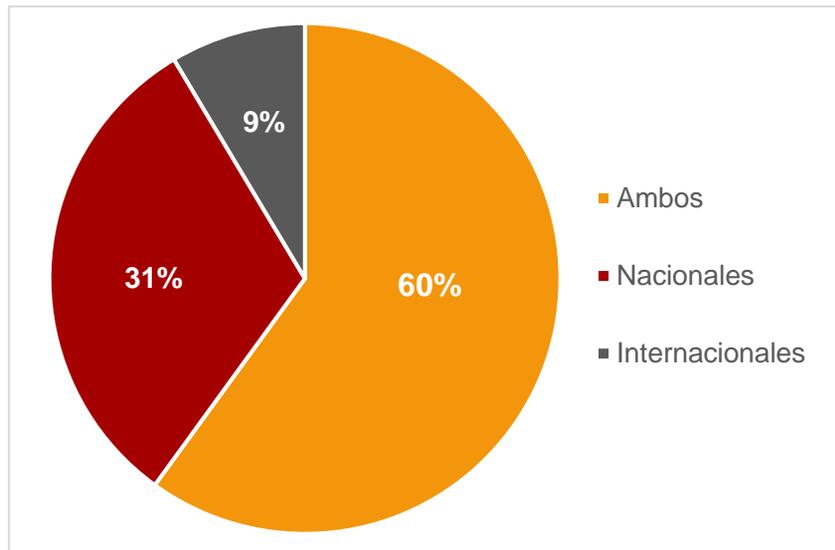
En relación con lo anterior, el precio por componente del sistema de generación distribuida también disminuye según aumenta el tamaño de la instalación. Esto se atribuye al efecto que tienen las economías de escala en los precios por mayoreo, particularmente de módulos fotovoltaicos e inversores, lo cual impacta en la reducción de los costos de los componentes y en el precio total de la instalación.

Los precios promedio de operación y mantenimiento no varían demasiado de una instalación a otra: los precios de operación y mantenimiento rondan los 0.040 USD/Wp. No obstante lo anterior, los precios de operación y mantenimiento de los sistemas de rangos más pequeños presentan mayor dispersión si son comparados con los precios de los sistemas de mayor capacidad instalada.

## 6.2 Proveeduría para el mercado

En lo relacionado con la cadena de suministro, el 60% de las empresas obtiene sus insumos a través de proveedores nacionales e internacionales; el 31% de las empresas sólo lo hace a través de proveedores nacionales y el 9% restante sólo obtiene sus equipos por medio de distribuidores internacionales. En la siguiente gráfica pueden observarse los porcentajes de empresas que obtienen sus equipos a través de distribuidores nacionales, internacionales o ambos.

Figura 9. Tipos de proveedores a los que acceden las empresas



Fuente: Elaboración propia con base en las respuestas de las empresas

Los cinco proveedores más mencionados por las empresas fueron: *Exel Solar* (18% del total de respuestas), *BayWa r.e* (18% del total), *Solar Center* (12% del total de respuestas), *Krannich* (8% del total de respuestas) y *Solar Power Group* (4% del total de respuestas).

## 6.3 Barreras al crecimiento

Aunque la generación distribuida ha tenido un crecimiento importante en nuestro país en los últimos años, las empresas aún perciben algunas barreras técnicas, de financiamiento y regulatorias que impiden que los proyectos fotovoltaicos de pequeña escala tengan mayor despliegue y continúen con las tendencias de crecimiento. A continuación se presentan algunas de las barreras percibidas por las empresas que participaron en esta edición del Monitor.

### Barreras técnicas

Dentro de las barreras técnicas más mencionadas por las empresas, se encuentra la lentitud que pueden significar los trámites de interconexión. El 21% de las empresas reconoció que la lentitud en la respuesta a los trámites de interconexión es suelen ser muy recurrentes en el desarrollo de los proyectos de generación distribuida.

Aunado a lo anterior, la falta de área disponible para instalar los sistemas de generación, la infraestructura eléctrica obsoleta (particularmente las líneas de transmisión, las subestaciones eléctricas y las cometidas eléctricas de los clientes) también son limitantes en la operación de las centrales de generación distribuida y, en consecuencia, repercuten en la cantidad y calidad de energía producida.

### Barreras de financiamiento

El 43% de las empresas expresó que las altas tasas de interés son uno de los principales aspectos que interfieren en la ejecución de proyectos de generación distribuida. De la misma forma, la falta de esquemas, programas o productos que favorezcan la instalación de sistemas de generación distribuida, impactan de manera negativa en la decisión de los clientes, quienes optan por no instalar paneles solares. Relacionado con lo anterior, la tramitología y los requerimientos complejos solicitados por las instituciones financieras, dificultan que los clientes puedan acceder al financiamiento necesario para implementar sistemas de generación distribuida.

### Barreras regulatorias

El 41% de las empresas ha identificado que: la duración de los procesos y trámites de interconexión (los cuales, en ocasiones, suelen ser tardados) son algunas de las barreras regulatorias más significativas para el despliegue de los proyectos de generación distribuida. Asimismo, el cambio en las políticas públicas aplicables al mercado solar fotovoltaico de pequeña escala suele impactar negativamente en el mercado.

Por otro lado, el 25% de las empresas percibe como una de las barreras regulatorias más significativas el límite de los 500 kWp para la generación distribuida en México y que condiciona su crecimiento.

## 7 Lista de empresas

A continuación se presenta la lista de empresas participantes que aceptaron publicar su nombre en el reporte de la segunda edición del Monitor y a las cuales agradecemos su participación.

ECO VALUE SA DE CV
Avitar del Norte
Energía Solar del Golfo
Mercado Solar
RM Servicios, Distribución y Consultoría en Energías Renovables, SAPI de CV
PERA ENERGÍAS RENOVABLES S DE RL DE CV
REWATERGY DE MEXICO S.A. DE C.V.
SOL Y AHORRO SUSTENTABLE SA DE CV
SéSolar
ENERGIA PUEBLO SOLAR S.A. DE C.V.
Marsam Solar

Energías Renovables Aztecas
ErgoSolar México SA de CV
Corey Solar
SIENERGY
SUNA ENERGY
ELECON ENERGÍA RENOVABLE S.A. DE C.V.
COMETER ENERGIAS RENOVABLES S.A DE C.V
SOLSKEN DE MEXICO SA DE CV
Grupo Rimoldi y Asociados S.C.
LEASOL SA DE CV
KDS ENERGÍA + INGENIERÍA
Cesime Solar
Verisol-RRI Energía Limpia
PYCEM INGENIERÍA DE TIJUANA S.A. DE C.V.
Zener Energía Renovable S.A. de C.V.
Energía Secing S.A. de C.V.
TECNOPROYECTOS AVANZADOS SA DE CV
Stellasolar Energy Systems
Vive Solar SAPI de CV
SOLAR ENERGY RESOURCES DE OCCIDENTE OROSOL SA DE CV
Inventive Power SAPI de CV

## 8 Referencias

CRE. (2021). Solicitudes de interconexión de centrales eléctricas con capacidad menor a 0.5 MW. . *Contratos de interconexión de pequeña y mediana escala/Generación Distribuida-Estadísticas al segundo semestre de 2020.*

SENER. (2016). *Diario Oficial de la Federación*. Obtenido de Acuerdo por el que se emite el Manual de Interconexión de Centrales de Generación con Capacidad menora 0.5 MW: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5465576&fecha=15/12/2016](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5465576&fecha=15/12/2016)