

# MONITOR DE INFORMACIÓN COMERCIAL E ÍNDICE DE PRECIOS DE GENERACIÓN SOLAR DISTRIBUIDA EN MÉXICO

MARZO 2020



Las asociaciones Consejo Nacional de Biogás (CNBiogás), 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 “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 CNBiogás, 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**

Marzo 2020

**Edición y Supervisión:**

Lishey Lavariega, Joscha Rosenbusch.

**Texto: ITHACA ENVIRONMENTAL**

La GIZ es responsable del contenido de la presente publicación.

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





# **MONITOR DE INFORMACIÓN COMERCIAL E ÍNDICE DE PRECIOS DE GENERACIÓN SOLAR DISTRIBUIDA EN MÉXICO**

**MARZO 2020**

## TABLA DE CONTENIDOS

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| <b>1</b>   | Antecedentes   | <b>3</b>  |
| <b>2</b>   | Objetivo   | <b>4</b>  |
| <b>3</b>   | Contexto del Mercado de Generación Distribuida en México                                 | <b>5</b>  |
| <b>3.1</b> | Generación Distribuida por estado y regiones   | <b>6</b>  |
| <b>3.2</b> | Caracterización de la demanda de Generación Distribuida entre personas físicas y morales | <b>7</b>  |
| <b>4</b>   | Metodología  | <b>8</b>  |
| <b>4.1</b> | Universo de integradores   | <b>8</b>  |
| <b>5</b>   | Resultados   | <b>9</b>  |
| <b>5.1</b> | Ventas reportadas  | <b>9</b>  |
| <b>5.2</b> | Instalaciones anuales  | <b>10</b> |
| <b>5.3</b> | Capacidad acumulada instalada  | <b>11</b> |
| <b>5.4</b> | Rangos de potencia más instalados y precios por costos de instalación                    | <b>11</b> |
| <b>5.5</b> | Precios y costos por instalación   | <b>12</b> |
| <b>5.6</b> | Marcas más utilizadas de equipos y proveeduría   | <b>14</b> |
| <b>5.7</b> | Oferta de financiamiento   | <b>15</b> |
| <b>6</b>   | Conclusiones y recomendaciones finales   | <b>16</b> |
| <b>6.1</b> | Precios  | <b>17</b> |
| <b>6.2</b> | Proveeduría para el mercado  | <b>17</b> |
| <b>6.3</b> | Financiamiento   | <b>17</b> |
| <b>6.4</b> | Barreras al crecimiento  | <b>18</b> |
| <b>6.5</b> | Recomendaciones  | <b>18</b> |
| <b>7</b>   | Bibliografía   | <b>19</b> |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                  |  |           |
|------------------|--|-----------|
| <b>Figura 1.</b> | Evolución de contratos y capacidad instalada                             | <b>5</b>  |
| <b>Figura 2.</b> | Evolución de la capacidad de Generación Distribuida por estado 2017-2019 | <b>6</b>  |
| <b>Figura 3.</b> | Evolución de la capacidad instalada de Generación Distribuida por región | <b>6</b>  |
| <b>Figura 4.</b> | Porcentaje de instalaciones realizadas por personas físicas y morales    | <b>7</b>  |
| <b>Figura 5.</b> | Ventas reportadas por las empresas del estudio (2017 – 2019)             | <b>9</b>  |
| <b>Figura 6.</b> | Instalaciones realizadas al año por las empresas del estudio             | <b>10</b> |
| <b>Figura 7.</b> | Empresas por capacidad instalada acumulada anualmente                    | <b>11</b> |
| <b>Figura 8.</b> | Porcentaje de empresas por el rango de potencia que más instalan         | <b>12</b> |
| <b>Figura 9.</b> | Precios al público por rango de potencia instalados                      | <b>13</b> |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                 |  |           |
|-----------------|--|-----------|
| <b>Tabla 1.</b> | Contratos otorgados por la CRE según rangos de potencia al primer semestre de 2019   | <b>7</b>  |
| <b>Tabla 2.</b> | Participación de las empresas del estudio en el total nacional de instalaciones de Generación Distribuida realizadas por año | <b>10</b> |
| <b>Tabla 3.</b> | Rangos de potencia más instalados por las empresas del estudio   | <b>11</b> |
| <b>Tabla 4.</b> | Precio al público por instalación  | <b>12</b> |
| <b>Tabla 5.</b> | Precio al público por costo de operación y mantenimiento   | <b>12</b> |
| <b>Tabla 6.</b> | Precio al público por componente (USD/Wp)  | <b>13</b> |
| <b>Tabla 7.</b> | Marca de módulos fotovoltaicos más utilizados por las empresas del estudio   | <b>14</b> |
| <b>Tabla 8.</b> | Marca de inversores centrales más utilizados por las empresas del estudio  | <b>14</b> |
| <b>Tabla 9.</b> | Marca de microinversores más utilizados por las empresas del estudio   | <b>15</b> |

# 1 ANTECEDENTES

En 2018, el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania (BMZ por sus siglas en alemán) encargó a la Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable en México (GIZ) apoyar a México mediante el Programa **“Apoyo a la Implementación de la Transición Energética”** (TrEM) con el objetivo de mejorar las condiciones marco para la implementación de la transición energética en las áreas de energías renovables y eficiencia energética.

En el marco de este programa se desarrolló una iniciativa que tiene como objetivo desarrollar una herramienta de estudio de mercado que genere información consolidada, periódica y específica sobre la oferta de productos y servicios de Generación Distribuida de electricidad (GD) en el mercado mexicano.

La iniciativa consta de tres Fases:

## Fase I.

En esta fase se desarrolló la metodología con la participación de tres asociaciones del sector fotovoltaico del país, Asociación Mexicana de la Energía Solar (ASOLMEX), Asociación Mexicana de la Industria Fotovoltaica (AMIF) y Asociación Nacional de Energía Solar (ANES), basándose en metodologías existentes y una revisión de normas, estándares y guías de criterios de calidad aplicables a la GD. También se desarrolló un cuestionario para la tecnología de Biogás con apoyo de Consejo Nacional de Biogás (CNBiogás). Esta Fase duró dos meses de septiembre a octubre de 2019.

## Fase II.

La implementación de la metodología y el levantamiento de información vía un cuestionario en línea que estuvo disponible de noviembre de 2019 a enero de 2020, así como el análisis y presentación de resultados. El presente documento reporta esta Fase.

## Fase III.

La última Fase consistirá en la transferencia de la metodología a las asociaciones de tecnología fotovoltaica basado en las condiciones y objetivos de éstas, para que la iniciativa se convierta en una práctica del mercado mexicano de Generación Solar Distribuida (GSD).

En este reporte se presenta una breve descripción del contexto del mercado mexicano de GD con el fin comprender de mejor manera el comportamiento de las empresas instaladoras de sistemas de GD en los últimos años, y posteriormente se presentan los resultados obtenidos en el levantamiento de información y conclusiones generales.

# 2 OBJETIVO

El presente reporte tiene dos objetivos centrales, por un lado, difundir información relevante y actual del mercado de la tecnología fotovoltaica para Generación Distribuida a los actores del sector y por otro, generar señales de mercado para la identificación de oportunidades potenciales y medidas que permitan superar las barreras que impiden el desarrollo de la Generación Distribuida en el país.





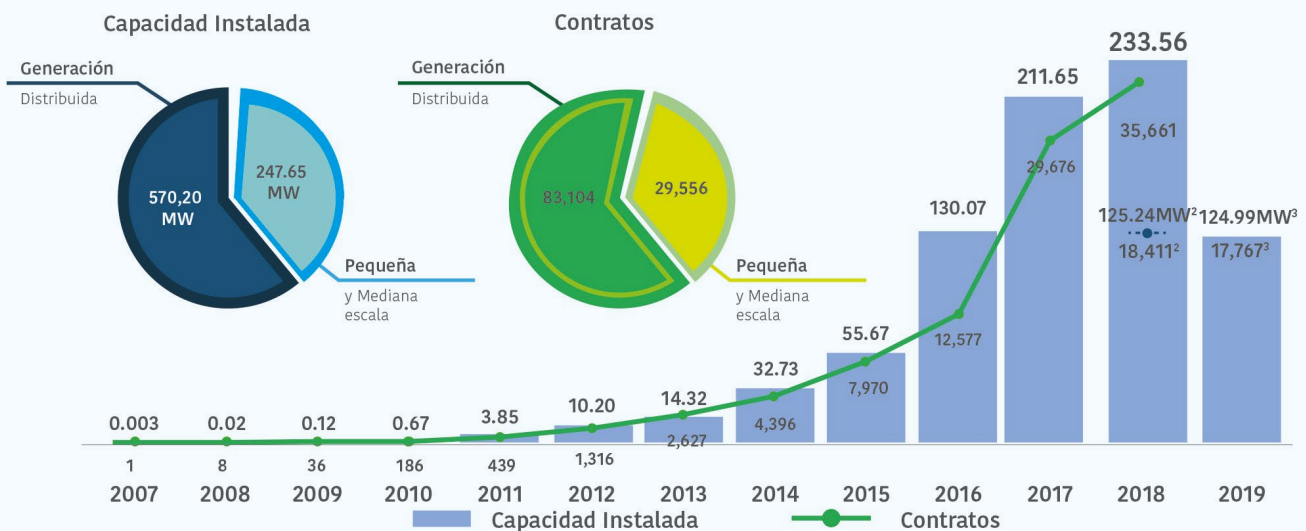
# 3

# CONTEXTO DEL MERCADO DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN MÉXICO

De acuerdo con la Ley de la Industria Eléctrica y el Manual de interconexión de Centrales de Generación con Capacidad menor a 0.5 MW, 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 GD 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 GD puede ser localizada en las instalaciones de los Centros de Carga o fuera de éstos (SENER, 2016).

En los últimos años en México, los contratos de GD han ido aumentando de forma considerable. En el 2017, fueron otorgados 29,676 contratos mientras que el 2018 se otorgaron 35,661 contratos, lo que se traduce en una tasa de crecimiento media anual aproximada de 20%. Y hasta la primera mitad de 2019 se habían otorgado 17,767 contratos. De manera análoga, la capacidad instalada de GD también se ha incrementado: entre 2017 y 2018 se registró una tasa de crecimiento anual de 10%; en el 2017 la capacidad instalada fue de 211.65 MW, en 2018 233.56 y en el primer semestre de 2019 se instalaron 124.99MW En la siguiente figura se puede observar el crecimiento de la capacidad instalada de GD, así como los contratos otorgados en los últimos años en México.

**FIGURA 1 EVOLUCIÓN DE CONTRATOS Y CAPACIDAD INSTALADA**



Fuente: Evolución de Contratos de Pequeña y Mediana Escala/Generación Distribuida, CRE, 2019.

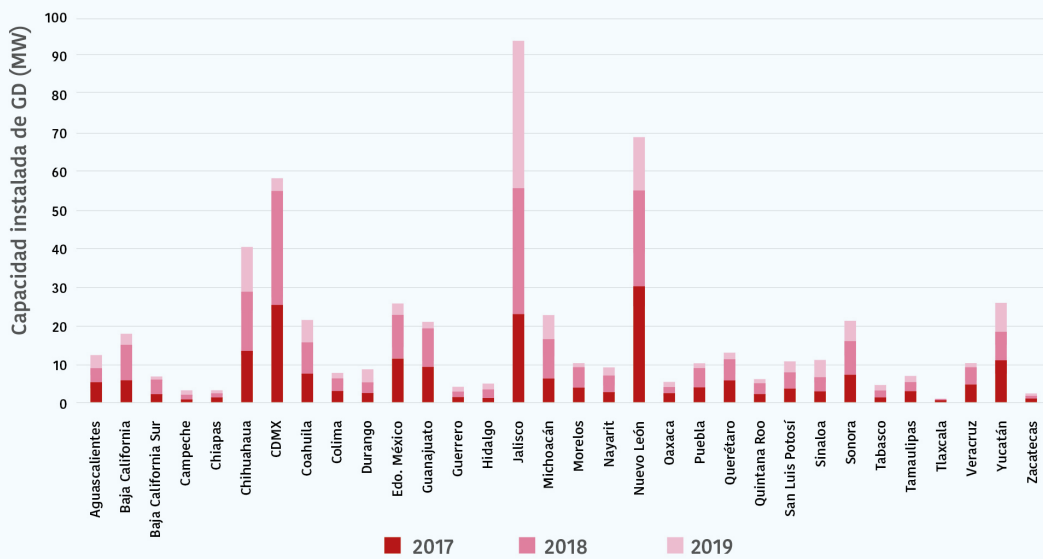
En el periodo 2007-2018, se han instalado un total de 693 MW de GD, de los cuales 99.4% (689 MW) corresponden a generación solar fotovoltaica, 0.58% (4 MW) a generación por biocombustibles y 0.01% a generación eólica. Asimismo, se han otorgado un total de 94,893 contratos de GD: 94,844 contratos para generación solar distribuida, 34 contratos para biocombustibles y 15 contratos para generación eólica.

# 3.1

## GENERACIÓN DISTRIBUIDA POR ESTADO Y REGIONES

De 2017 al primer semestre de 2019, los estados que registran las mayores capacidades instaladas acumuladas de GD son los estados de Jalisco (94 MW), Nuevo León (69 MW), Ciudad de México (58 MW), Chihuahua (40 MW) y Yucatán (2.4 MW). No obstante, los estados que registran las mayores tasas medias de crecimiento anual son los estados de Tlaxcala (75%), Jalisco (28%), Sinaloa (19%) y Durango (15%). Lo anterior se muestra en la siguiente figura:

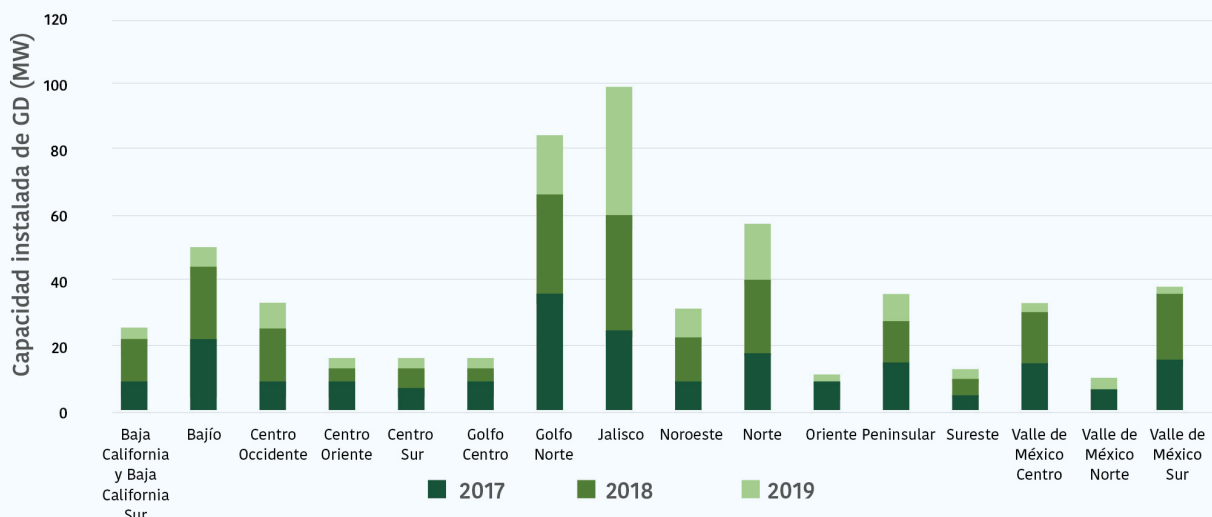
**FIGURA 2 EVOLUCIÓN DE LA CAPACIDAD DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA POR ESTADO 2017-2019**



Fuente: Elaboración propia con base en el registro de contratos de Generación Distribuida de la CRE, 2019.

Entre las regiones con la mayor capacidad instalada acumulada de GD de 2017 al primer semestre de 2019, destacan las regiones Jalisco (99 MW), Golfo Norte (84 MW), Norte (57 MW) y Bajío (50 MW), tal y como se indica en la siguiente gráfica.

**FIGURA 3 EVOLUCIÓN DE LA CAPACIDAD INSTALADA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA POR REGIÓN**



Fuente: Elaboración propia con base en el registro de contratos de Generación Distribuida de la CRE, 2019.

La región Jalisco fue la que registró la mayor tasa media de crecimiento media anual de 2017 al primer semestre de 2019 con 25%.



## 3.2 CARACTERIZACIÓN DE LA DEMANDA DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA ENTRE PERSONAS FÍSICAS Y MORALES

Para la caracterización de las instalaciones de GD según el tipo de entidad que las realiza (persona física o moral), se tomaron como referencia los rangos de potencia definidos durante la Fase 1 de este estudio. Se asumió que los usuarios que instalan sistemas comprendidos entre los rangos de 0-2.5 kWp, 2.5 – 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 realizadas por PyMEs y grandes empresas que pueden ser consideradas como personas morales.

Considerando lo antes expuesto, así como los contratos de GD registrados por la CRE de 2017 a 2019, se tienen los contratos en cada rango de potencia para los años 2017, 2018 y al primer semestre de 2019:

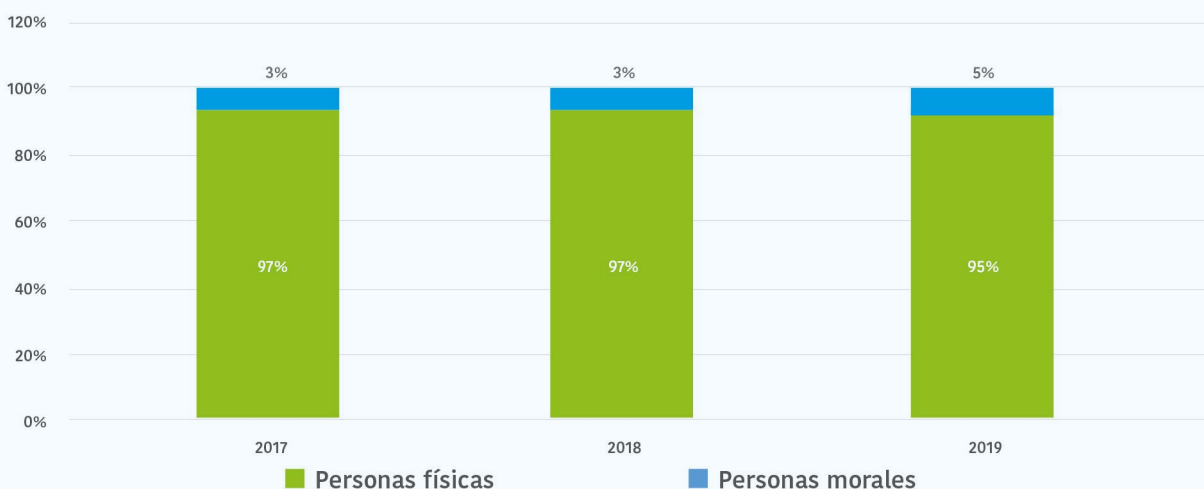
**TABLA 1. CONTRATOS OTORGADOS POR LA CRE SEGÚN RANGOS DE POTENCIA AL PRIMER SEMESTRE DE 2019**

| Rango de potencia (kWp) | 2017          | 2018          | 2019          | Total         |
|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0 - 2.5                 | 3,657         | 5,442         | 4,675         | 13,774        |
| 2.5 - 5                 | 6,786         | 11,082        | 8,624         | 26,492        |
| 5 - 15                  | 18,243        | 17,985        | 3,501         | 39,729        |
| 15 - 30                 | 638           | 749           | 527           | 1,914         |
| 30 - 50                 | 151           | 190           | 171           | 512           |
| 50 - 100                | 103           | 110           | 157           | 370           |
| 100 - 250               | 62            | 68            | 70            | 200           |
| 250 - 500               | 36            | 35            | 42            | 113           |
| <b>TOTAL</b>            | <b>29,676</b> | <b>35,661</b> | <b>17,767</b> | <b>83,104</b> |

Fuente: Elaboración propia con base en el registro de contratos de Generación Distribuida de la CRE, 2019.

En la siguiente gráfica se muestra el porcentaje de instalaciones realizadas por personas físicas y morales de 2017 a 2019 según las asunciones ya explicadas.

**FIGURA 4 PORCENTAJE DE INSTALACIONES REALIZADAS POR PERSONAS FÍSICAS Y MORALES**



Fuente: Elaboración propia con base en el registro de contratos de Generación Distribuida de la CRE, 2019.

# 4 METODOLOGÍA

En la Fase 1 de este estudio se llevó a cabo la adaptación metodológica del instrumento, basado en iniciativas similares internacionales y la revisión de normas, estándares de competencias y legislación aplicable a la GD en México.

Se revisó la metodología del “Índice de Precios de Sistemas Fotovoltaicos (FV)” de Chile, que se desarrolló en el marco de un programa NAMA implementado por GIZ Chile (GIZ, 2016). De esta experiencia internacional se recuperaron elementos como la Construcción de línea base de instaladores de sistemas FV y la Implementación de encuesta y seguimiento. Se revisaron otros ejemplos nacionales como el “Power Market Study 2030. A new outlook for the energy industry” (Deloitte, 2018) y el reporte de “Cadena de valor de la generación distribuida fotovoltaica en México” en el marco de Financiamiento para Acceder a Tecnologías de Energías Renovables de Generación Eléctrica Distribuida (FATERGED) (INEEL-ICM, 2019) de donde se integraron análisis generales del mercado y avance de la GD fotovoltaica en México y escenarios de crecimiento. Se analizó también la información estadística de centrales de GD registradas ante la CRE en el 2017 para definir los rangos de potencia de la encuesta.

A partir de la revisión documental y entrevistas con expertos se definieron las especificaciones técnicas y de calidad por rangos de potencia.

Finalmente se diseñó un cuestionario basado en los criterios técnicos y de calidad, que se transfirió a una encuesta en línea a la que se invitó a participar a las principales empresas instaladoras y asociaciones del sector solar fotovoltaico y biogás con experiencia en el mercado de GD.

La selección de las empresas fue a partir de los siguientes criterios consensuados con las asociaciones<sup>1</sup>.

- Empresa integradoras, no se encuestó a empresas comercializadoras.
- Con al menos 3 años de operación.
- Que hayan instalado al menos 500 kWp en el último año móvil.

La encuesta fue programada en el software VOXCO por medio del cual se monitoreó en tiempo real la información recibida por los encuestados y se generaron resultados parciales en tiempo real y de forma automática.

El desarrollo del estudio, tanto el levantamiento de datos, el tratamiento y todas las gestiones necesarias para hacerlo estuvo regido por los más altos estándares de confidencialidad, ya que las respuestas se trataron agregadas, sin individualizar, en el estudio estadístico y la información de las empresas no se reveló en ningún momento.

Las asociaciones del sector fotovoltaico ASOLMEX, AMIF y ANES estuvieron involucradas desde el inicio de este estudio, y en esta Fase se encargaron de invitar a empresas socias que cumplieran los requisitos, difundir la iniciativa y apoyar sustancialmente a la revisión de los resultados finales.

## 4.1 UNIVERSO DE INTEGRADORES

Con base en la experiencia de las asociaciones, se estima que el universo de instaladores fotovoltaicos está compuesto por 6 mil empresas, no obstante, esta cifra incluye a los denominados “hombres panel”, los cuales son electricistas independientes que no tienen ninguna regulación y no tienen las capacidades técnicas adecuadas para instalar paneles solares. Considerando lo anterior, la cifra de instaladores de paneles solares formales se reduce a 2,000 empresas.

Por otra parte, en el sector biogás se estima que el universo está conformado por 50 empresas.

De acuerdo con el tamaño de ambos universos de desarrolladores, se estimó que sería necesario aplicar **200 encuestas a empresas fotovoltaicas y 10 a empresas de biogás**.

1. Las empresas participantes fueron identificadas por las asociaciones de acuerdo a los criterios acordados. Asimismo, se realizó una búsqueda de empresas en las páginas web de exposiciones solares fotovoltaicas como Intersolar México, Solar Power México, Solar Power International y The Green Expo además de complementarse con una búsqueda de empresas instaladoras por estado.

# 5 RESULTADOS

El cuestionario estuvo en línea tres meses, de noviembre 2019 a enero 2020, y participaron 25 empresas del sector fotovoltaico contestado completamente el cuestionario. No se recibió ninguna respuesta por parte de empresas del sector de biomasa y biogás. A continuación, se describen los resultados obtenidos

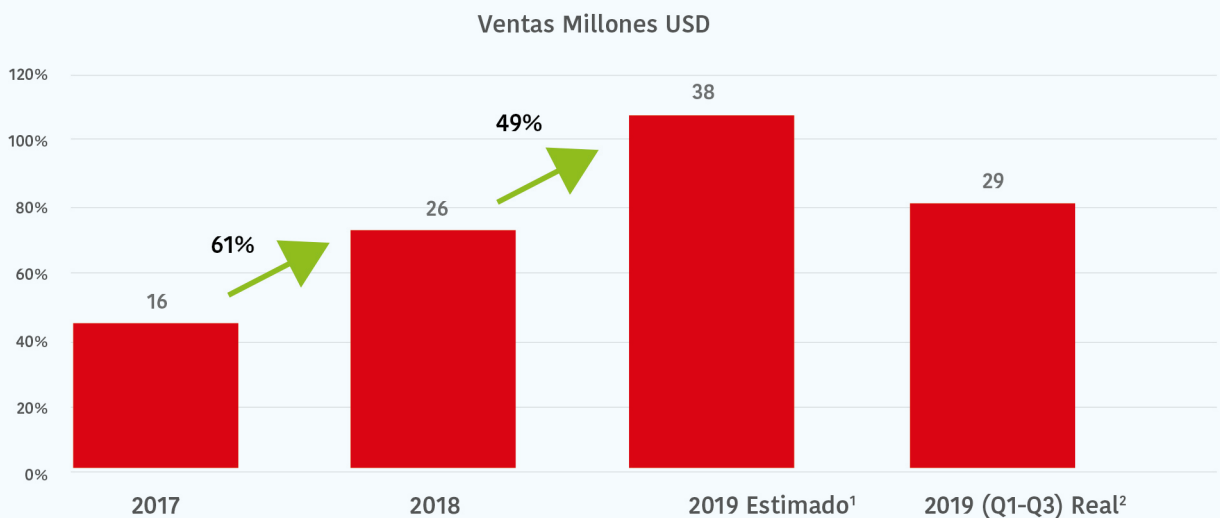
de estas empresas del sector solar fotovoltaico, por lo que se hará referencia a Generación Solar Distribuida (GSD). Para el análisis estadístico se consideró:  
Tamaño de la muestra: 25 empresas del sector fotovoltaico  
Cobertura del estudio: 12.5%

## 5.1 VENTAS REPORTADAS

Las empresas reportaron ventas aproximadas de 16 millones USD, 26 millones USD y 29 millones USD durante el 2017, 2018 y el tercer trimestre del 2019, respectivamente. Según la tendencia de las ventas reportadas, se estimó que para finales del 2019 las ventas totales reportadas fueron de aproximadamente 38 millones USD. El valor de ventas esperado para finales de 2019 fue proyectado por método estadístico lineal.

Como puede observarse en la siguiente figura, el mercado crece exponencialmente. De 2017 a 2018, las ventas aumentaron un 61% y de 2018 a 2019 se estimó un crecimiento aproximado de 49%.

**FIGURA 5 VENTAS REPORTADAS POR LAS EMPRESAS DEL ESTUDIO (2017 – 2019)**



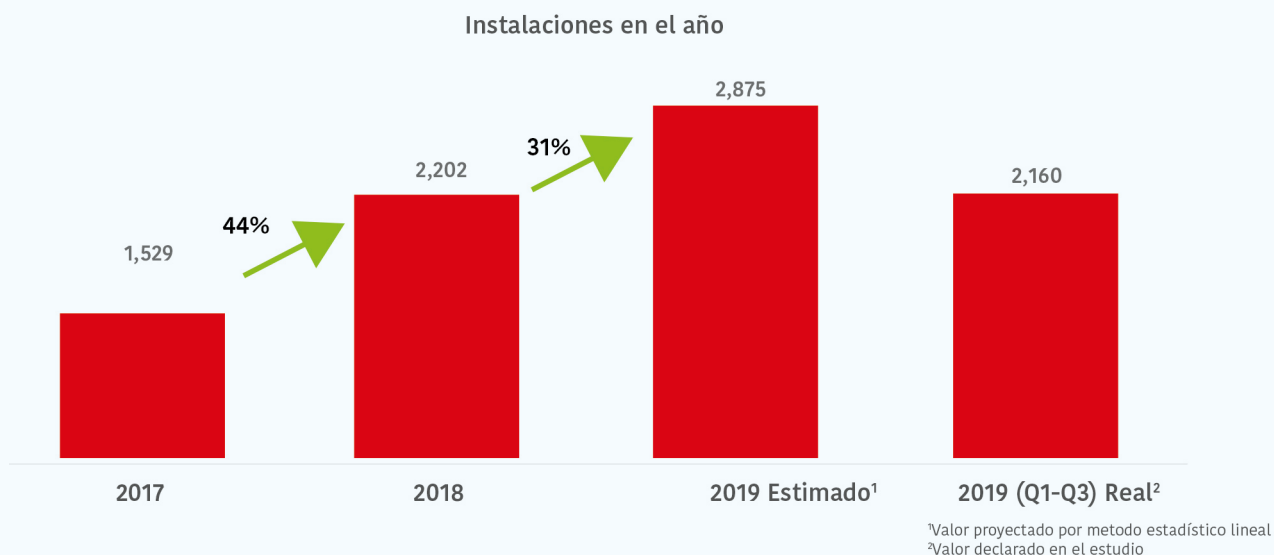
<sup>1</sup>Valor proyectado por método estadístico lineal  
<sup>2</sup>Valor declarado en el estudio



## 5.2 INSTALACIONES ANUALES

En el 2017, las empresas participantes realizaron 1,529 instalaciones; este número aumentó para el 2018 con 2,202 instalaciones. Para el tercer trimestre del 2019, se habían realizado 2,160 instalaciones, a partir de estos datos se estimó que a finales de este año el número de instalaciones sería de 2,875 por parte de estas empresas.

**FIGURA 6 INSTALACIONES REALIZADAS AL AÑO POR LAS EMPRESAS DEL ESTUDIO**



Las empresas tuvieron un porcentaje de participación en el mercado de entre el 5% y 8% del total de instalaciones realizadas a nivel nacional durante el 2017 y 2018 respectivamente, tal y como se muestra en la siguiente tabla:

**TABLA 2 PARTICIPACIÓN DE LAS EMPRESAS DEL ESTUDIO EN EL TOTAL NACIONAL DE INSTALACIONES DE GENERACIÓN DISTRIBUIDA REALIZADAS POR AÑO**

| Año  | Instalaciones realizadas a nivel nacional registradas ante la CRE | Instalaciones realizadas por las empresas encuestadas | % participación de las empresas en el total nacional |
|------|---|---|--|
| 2017 | 29,676  | 1,529   | 5%   |
| 2018 | 35,661  | 2,875   | 8%   |

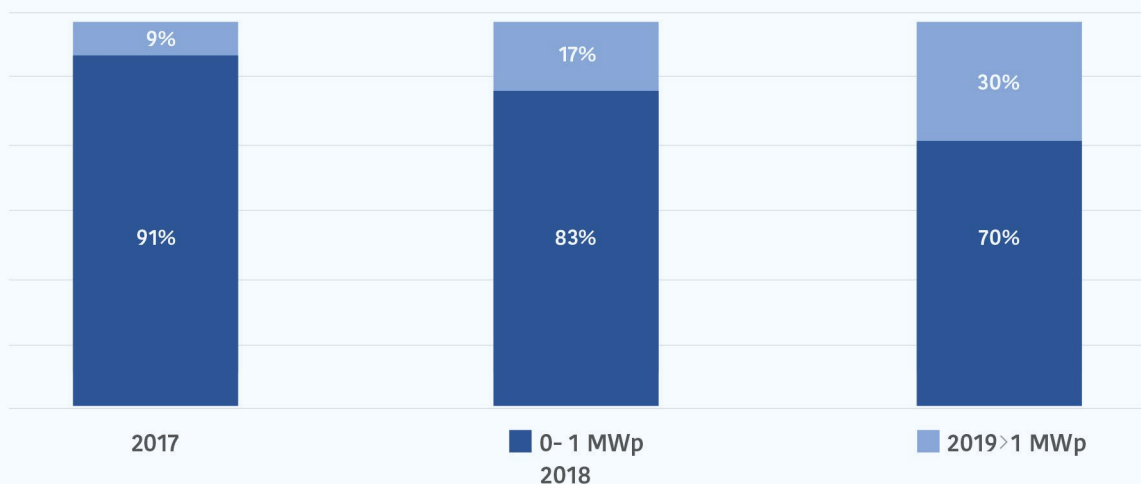
Fuente: Elaboración propia con base en el registro de contratos de generación Distribuida de la CRE, 2019.

## 5.3 CAPACIDAD ACUMULADA INSTALADA

De acuerdo con los resultados obtenidos, en el 2017 el 91% de las empresas encuestadas instalaron de 0 a 1 MWp de GSD. El porcentaje de empresas que instalaron hasta 1MWp acumulado disminuyó para los años 2018 y 2019 (83 y 70%, respectivamente). Así, el porcentaje de empresas que instalaron una capacidad anual mayor a 1MWp fue en aumento: en el 2017, el 9% de las empresas instaló este rango de potencia; en el 2018, el 17% y en el 2019, el 30%. Lo anterior se ilustra en la siguiente figura:

**FIGURA 7 EMPRESAS POR CAPACIDAD INSTALADA ACUMULADA ANUALMENTE**

Empresas por capacidad instalada acumulada anualmente entre 2017-2019



## 5.4 CAPACIDAD ACUMULADA INSTALADA

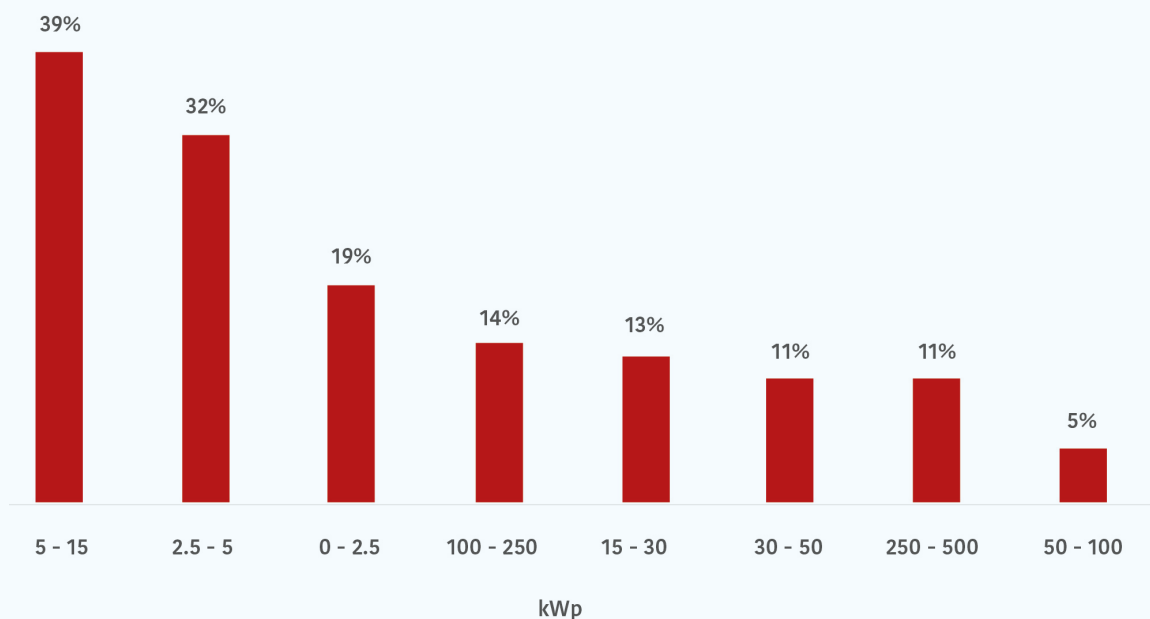
De acuerdo con los rangos definidos durante la adaptación metodológica, Fase 1 del estudio, a continuación, se indican los rangos de potencia más instalados por las empresas del estudio:

**TABLA 3 RANGOS DE POTENCIA MÁS INSTALADOS POR LAS EMPRESAS DEL ESTUDIO**

| Rango de potencia (kWp) | Orden de importancia | Porcentaje de empresas instaladoras que declararon instalar en tal rango de potencia <sup>2</sup> |
|-------------------------|----------------------|---|
| 5-15                    | 1                    | 39%   |
| 2.5-5                   | 2                    | 32%   |
| 0-2.5                   | 3                    | 19%   |
| 100-250                 | 4                    | 14%   |
| 15-30                   | 5                    | 13%   |
| 30-50                   | 6                    | 11%   |
| 250-500                 | 7                    | 11%   |
| 50-100                  | 8                    | 5%  |

2. El porcentaje es respecto al total de empresas que participaron por lo que la suma no será 100% ya que una empresa puede instalar en más de 1 rango.

**FIGURA 8 PORCENTAJE DE EMPRESAS POR EL RANGO DE POTENCIA QUE MÁS INSTALAN**



## 5.5 PRECIOS Y COSTOS POR INSTALACIÓN

Los precios y costos por la instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de GD 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 GD y los costos de operación y mantenimiento. Los precios se muestran en USD/Wp<sup>3</sup> sin IVA.

**TABLA PRECIO AL PÚBLICO POR INSTALACIÓN**

| Precio al público por instalación |          |
|-----------------------------------|----------|
| Rango (kWp)                       | (USD/Wp) |
| 0 - 2.5                           | 1.4      |
| 2.5 - 5                           | 1.3      |
| 5 - 15                            | 1.3      |
| 15 - 30                           | 1.2      |
| 30 - 50                           | 1.2      |
| 50 - 100                          | 1.2      |
| 100 - 250                         | 1.1      |
| 250 - 500                         | 1.0      |

**TABLA 5 PRECIO AL PÚBLICO POR COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

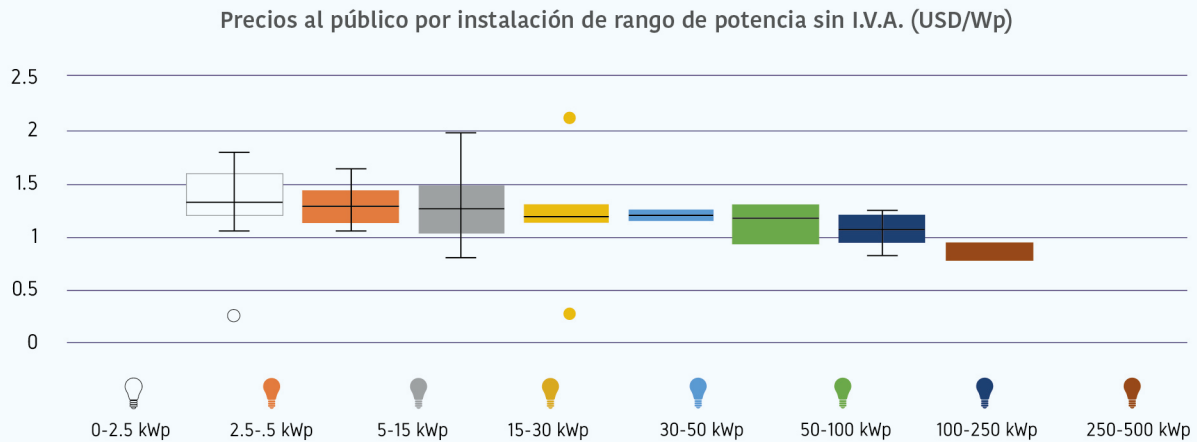
| Costo de operación y mantenimiento (USD/Wp) |          |
|---|----------|
| Rango (kWp)                                 | (USD/Wp) |
| 0 - 2.5                                     | 0.035    |
| 2.5 - 5                                     | 0.035    |
| 5 - 15                                      | 0.036    |
| 15 - 30                                     | 0.033    |
| 30 - 50                                     | 0.027    |
| 50 - 100                                    | 0.037    |
| 100 - 250                                   | 0.035    |
| 250 - 500                                   | 0.028    |

3. En las encuestas aplicadas, se solicitó a las empresas que expresaran el precio en dólares (USD) por Wp sin incluir IVA.



Mientras mayor sea el rango de potencia disminuye el precio al público. En la siguiente figura, se esquematiza la diferencia de precios según el rango de potencia instalada. Los precios asociados a sistemas de GD de menor tamaño presentan una mayor dispersión y el precio medio va disminuyendo conforme el rango de potencia aumenta.

**FIGURA 9 PRECIOS AL PÚBLICO POR RANGO DE POTENCIA INSTALADOS**



En la siguiente tabla se desglosan los precios por componente según el tamaño de la instalación de GD. Los precios por componentes en los sistemas en los menores rangos de potencia son mayores, debido a que las ventas por mayoreo favorecen el decremento de los costos en sistemas de mayor magnitud.

Por otra parte, los costos de UIE y UVIE (obligatorios a partir de 50 kW en media tensión según lo establecido en el Manual de Interconexión de Centrales de Generación con Capacidad menor a 0.5 MW) en los rangos comprendidos entre 0 y 50 kWp se muestran sólo como referencia.

**TABLA 6 PRECIO AL PÚBLICO POR COMPONENTE (USD/WP)**

| Componente  | Capacidad de referencia para los precios (kWp) |         |        |         |         |          |           |           |
|---|--|---------|--------|---------|---------|----------|-----------|-----------|
|   | 0 - 2.5  | 2.5 - 5 | 5 - 15 | 15 - 30 | 30 - 50 | 50 - 100 | 100 - 250 | 250 - 500 |
| Paneles   | 0.45   | 0.35    | 0.40   | 0.43    | 0.43    | 0.55     | 0.49      | 0.31      |
| Inversores  | 0.28   | 0.24    | 0.22   | 0.19    | 0.19    | 0.23     | 0.21      | 0.10      |
| Estructuras   | 0.13   | 0.21    | 0.19   | 0.17    | 0.13    | 0.41     | 0.23      | 0.24      |
| Material eléctrico  | 0.11   | 0.19    | 0.17   | 0.10    | 0.10    | 0.11     | 0.11      | 0.10      |
| Mano de obra  | 0.13   | 0.20    | 0.18   | 0.13    | 0.10    | 0.10     | 0.11      | 0.08      |
| Accesorios  | 0.07   | 0.13    | 0.12   | 0.08    | 0.06    | 0.03     | 0.06      | 0.02      |
| Adicionales<br>(margen, costos indirectos, contingencia)  | 0.09   | 0.27    | 0.30   | 0.62    | 0.24    | 0.15     | 0.34      | 0.16      |
| Unidad de Verificadora de instalaciones Eléctricas (UVIE) | 2.00   | 0.57    | 0.24   | 0.45    | 0.03    | 0.04     | 0.23      | 0.03      |
| Unidad de Inspección Eléctrica (UIE)                      | 1.08   | 0.48    | 0.26   | 0.57    | 0.05    | 0.04     | 0.23      | 0.03      |

## 5.6 MARCAS MÁS UTILIZADAS DE EQUIPOS Y PROVEEDURÍA

En las siguientes tablas se indican las marcas de módulos fotovoltaicos, inversores y microinversores más mencionados por las empresas encuestadas para la instalación de sistemas solares fotovoltaicos de GSD.

**TABLA 7 MARCA DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS MÁS UTILIZADOS POR LAS EMPRESAS DEL ESTUDIO**

| Marca                        | % del total de menciones |
|------------------------------|--------------------------|
| CANADIAN SOLAR               | 18%                      |
| TRINA SOLAR                  | 14%                      |
| HANWHA Q-CELLS               | 9%                       |
| RISEN ENERGY                 | 9%                       |
| GCL SYSTEMS INTEGRATION TECH | 6%                       |
| JA SOLAR                     | 6%                       |
| SERAPHIM                     | 5%                       |
| DAH SOLAR                    | 3%                       |
| JINKO SOLAR                  | 3%                       |
| PERLIGHT                     | 3%                       |
| ET SOLAR                     | 2%                       |
| LONGI                        | 2%                       |
| PHONO SOLAR                  | 2%                       |

| Marca      | % del total de menciones |
|------------|--------------------------|
| RECOM      | 2%                       |
| TALESUN    | 2%                       |
| AMERISOLAR | 1%                       |
| AXITEC     | 1%                       |
| CSUN       | 1%                       |
| HT-SAAE    | 1%                       |
| IUSASOL    | 1%                       |
| NS/NR      | 1%                       |
| RENE SOLAR | 1%                       |
| SOLAREVER  | 1%                       |
| SOLARSOL   | 1%                       |
| SOLARTEC   | 1%                       |
| SOLARVATIO | 1%                       |
| SUNPOWER   | 1%                       |

**TABLA 8 MARCA DE INVERSORES CENTRALES MÁS UTILIZADOS POR LAS EMPRESAS DEL ESTUDIO**

| Marca      | % del total de menciones |
|------------|--------------------------|
| FRONIUS    | 25%                      |
| SMA SOLAR  | 23%                      |
| SOLIS      | 15%                      |
| ABB        | 11%                      |
| KACO       | 5%                       |
| SOLAR EDGE | 5%                       |
| GROWATT    | 4%                       |

| Marca     | % del total de menciones |
|-----------|--------------------------|
| RENESOLAR | 4%                       |
| GOODWE    | 3%                       |
| CPS       | 1%                       |
| JNTECH    | 1%                       |
| REFUSOL   | 1%                       |
| SUNGROW   | 1%                       |
| VICTRON   | 1%                       |

**TABLA 9 MARCA DE MICROINVERSORES MÁS UTILIZADOS POR LAS EMPRESAS DEL ESTUDIO**

| Marca     | % del total de menciones |
|-----------|--------------------------|
| APSYSTEMS | 43%                      |
| ENPHASE   | 38%                      |
| HOYMILES  | 9%                       |
| ABB       | 2%                       |


| Marca     | % del total de menciones |
|-----------|--------------------------|
| CHILICON  | 2%                       |
| NEP       | 2%                       |
| OMNIK     | 2%                       |
| SMA SOLAR | 2%                       |

Respecto a la cadena de suministro del mercado de GSD, el 36% de las empresas encuestadas obtienen equipos e insumos a través de distribuidores nacionales, 8% sólo internacionales y 56% compra equipos a ambos tipos de proveeduría, los distribuidores más mencionados fueron: Exel Solar, Baywa Re, Krannich, Solar Center y Conermex.

## 5.7 OFERTA DE FINANCIAMIENTO

El crédito es utilizado por el 92% de los encuestados, sin embargo, el 88% sigue vendiendo proyectos de contado. Si bien existen otros productos como el arrendamiento puro y financiero, o los Contratos de Compra de Energía (PPA por sus siglas en inglés), estos mecanismos son utilizados por apenas el 50% de las empresas.





# CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 6 FINALES

El mercado de generación distribuida en México mantiene crecimientos sostenidos de doble dígito con una tendencia exponencial pese al contexto económico del país. Las regiones con mayor capacidad instalada son los estados de Jalisco, Nuevo León, Ciudad de México, Chihuahua y Yucatán; a su vez, Tlaxcala, Jalisco, Sinaloa y Durango presentan las mayores tasas de crecimiento en el 2019.

Los segmentos de instalaciones fotovoltaicas domésticas y comerciales continúan siendo predominantes en el mercado. Los rangos de potencia más instalados son de 0 a 15kW representando el 96% de los contratos otorgados por la CRE. Los rangos de instalación más demandados en México son de 0 a 5 kWp representando el 51% de las instalaciones de las empresas participantes en la encuesta.

La mayor parte de las empresas (65 a 85%) aún no supera la barrera de 1MWp de potencia instalada al año, sin embargo, el porcentaje de empresas que ha venido superando esta barrera ha crecido de forma constante del 9% al 30% entre el 2017 y el 2019, sugiriendo la consolidación y fortalecimiento de una tercera parte de las empresas integradoras, esperando que más empresas continúen su crecimiento y consolidación en los siguientes años. Lo anterior es muy positivo a la luz de que la mayoría de las empresas (68%) son pequeñas con hasta 25 empleados los cuales se capacitan y siguen normas de instalación, y todas las empresas cuentan con el estándar EC0586 – Conocer.

Respecto a los precios al público por la instalación de Generación Distribuida, **los promedios oscilan entre 1.4 a 1.0 USD/Wp dependiendo del rango de potencia a instalar. Las instalaciones de 250 a 500 kWp son en promedio 30% más baratas que las instalaciones por debajo de los 2.5 kWp.** La variación de precios por rango tiende a disminuir en la medida en que aumenta la capacidad instalada por sistema. Esta reducción de precios entre rangos de potencia se debe principalmente a economías de escala que reducen los costos dos componentes principales: paneles e inversores en hasta un 50% y 65% respectivamente.

Los costos promedio de operación y mantenimiento se mantienen estables entre 33 a 35 USD/kWp/año para instalaciones por debajo de los 250kWp, reduciendo a 28 USD/kWp/año para instalaciones de 250 a 400 kWp.

## 6.1 PROVEEDURÍA PARA EL MERCADO

La proveeduría de equipos y sistemas por parte de estas empresas es a través de un eslabón más de la cadena mediante proveedores nacionales, considerando que sólo el 8% compra exclusivamente a proveedores internacionales.

## 6.2 FINANCIAMIENTO

Es claro que las empresas participantes aprovechan los mecanismos tradicionales de financiamiento de sus clientes, y ofrecen proyectos de contado, mediante créditos que solicita y paga el cliente, e incluso mediante pagos diferidos con tarjeta de crédito (con y sin intereses). Sin embargo, en la mitad de estas empresas se observa una sofisticación y madurez de la empresa al ofrecer servicios como el arrendamiento financiero y el

arrendamiento puro de proyectos de GSD, así como de la venta de energía para financiar el proyecto. Las capacidades financieras, empresariales, logísticas y de otro tipo necesarias para ofrecer este tipo de productos y servicios son mucho mayores que las elementales para una empresa integradora tradicional.

## 6.3 BARRERAS AL CRECIMIENTO

El desarrollo del mercado de GSD se ha visto obstaculizado por factores técnicos, financieros y regulatorios. Dentro de las barreras mencionadas por las empresas se encuentran las siguientes:

### Barreras técnicas

El 27% de las empresas del estudio mencionó que es difícil encontrar personal capacitado para llevar a cabo la instalación de los sistemas de GSD, así como la falta de disponibilidad del material necesario con estándares de calidad. Se mencionaron aspectos de la red como las variaciones del voltaje como una barrera técnica. Asimismo, reconocieron que la falta de información y capacidades de los clientes y la competencia desleal<sup>4</sup> representan también barreras que impiden el desarrollo de mercado.

### Barreras de financiamiento

Las altas tasas de interés son la principal barrera de financiamiento identificadas por las empresas (32%) así como la dificultad para acceder a fuentes de financiamiento (21%). A lo anterior se suman la tramitología necesaria para la interconexión y el financiamiento, así como deficiencias en la documentación de los clientes.

### Barreras regulatorias

Respecto a regulación y normatividad, los tramites ante la Comisión Federal de Electricidad CFE representa el principal reto a atender, seguido de permisos, mecanismos de cobro e inestabilidad regulatoria, entre otros temas. Dada la estructura de la encuesta no se pudo recabar con más detalles las barreras identificadas. Los mecanismos de cobro, inestabilidad y el otorgamiento de permisos son otra de las barreras más mencionadas por las empresas.

4. En las encuestas aplicadas, se solicitó a las empresas que expresaran el precio en dólares (USD) por Wp sin incluir IVA.

## 6.4 RECOMENDACIONES

De acuerdo con las lecciones aprendidas y los resultados obtenidos, se recomienda que el ejercicio sea realice al menos cada seis meses con el fin de contar con datos actualizados y que las empresas tengan mayor certidumbre sobre el comportamiento del mercado de Generación Distribuida en el país.

La participación de un mayor número de empresas es un factor clave para el desarrollo exitoso del monitor comercial e índice de precios por lo que resulta importante identificar acciones enfocadas a la difusión de la herramienta y a la atracción de más participantes.

La Fase 3 de esta iniciativa consiste en hacer una transferencia de la metodología y una estrategia de implementación hacia

las asociaciones fotovoltaicas. En esta transferencia se prevén mejoras al cuestionario, validación de respuestas y al tratamiento de datos, mecanismos para aumentar la participación de empresas; quizá facilitando la inclusión de empresas que no pertenecen a ninguna asociación pero que cuentan con el perfil para ser partícipes; y la sostenibilidad de la iniciativa en el tiempo; por ejemplo, para la sostenibilidad económica se podría evaluar el cobro para el acceso a información a empresas que no participaron.

Las asociaciones ASOLMEX, AMIF y ANES conformarán un consorcio que, con acompañamiento de la Cooperación Alemana al Desarrollo Sustentable en México (GIZ), se espera se mejore este ejercicio y se vuelva una práctica habitual del mercado mexicano.





# 7 BIBLIOGRAFÍA

**CRE. (2019). Evolución de contratos de Pequeña y Mediana Escala/Generación Distribuida.**

Obtenido de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/483322/Estadisticas\\_GD\\_2019-1.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/483322/Estadisticas_GD_2019-1.pdf)

**Deloitte. (Abril de 2018). Power Market Study 2030: a new outlook of the energy industry.**

Obtenido: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/energy-resources/Deloitte-Power-Market-Study-2030-EN.pdf>

**GIZ. (noviembre de 2016). Índice de precios de sistemas fotovoltaicos (FV) conectados a la red de distribución comercializados en Chile.**

Obtenido de [http://www.sec.cl/pls/portal/docs/PAGE/SEC2005/ELECTRICIDAD\\_SEC/ERNC/GENERACION\\_DISTRIBUIDA/LINKS\\_Y\\_NOTICIAS/TAB6243717/INDICE\\_DE\\_PRECIOS\\_DE\\_SISTEMAS\\_FV.PDF](http://www.sec.cl/pls/portal/docs/PAGE/SEC2005/ELECTRICIDAD_SEC/ERNC/GENERACION_DISTRIBUIDA/LINKS_Y_NOTICIAS/TAB6243717/INDICE_DE_PRECIOS_DE_SISTEMAS_FV.PDF)

**ICM. (24 de julio de 2017). Análisis de costo beneficio del Programa Bono Solar Fase 1.**

Obtenido de <http://www.iniciativaclimatica.org/wp-content/uploads/2018/04/Bono-Solar-ICM.pdf>

**SENER. (15 de 12 de 2016). Diario Oficial de la Federación. Obtenido de Acuerdo por el que se emite el Manual de Interconexión de Centrales de Generación con Capacidad menor a 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)



**MONITOR DE INFORMACIÓN COMERCIAL E ÍNDICE DE  
PRECIOS DE GENERACIÓN SOLAR DISTRIBUIDA EN MÉXICO**

**MARZO 2020**

