



Ciudad Autónoma de Buenos Aires.  
28 de julio, 2020

*Desarrollo de Contenido:*

## **Herramienta para Fomento de Instalaciones Solares Fotovoltaicas en la Ciudad de Buenos Aires**

REPORTE FINAL

*Consultores:*

*MSc. Ing. Ignacio Romero  
& Ing. María Paz Cristófalo*

# Resumen ejecutivo

*Generación distribuida, camino a un nuevo paradigma energético.*

*Potencial de generación renovable en la Ciudad de Buenos Aires.*

*Estado actual de la generación distribuida en la Ciudad de Buenos Aires.*

*Promoción e incentivos para la generación distribuida solar fotovoltaica.*

*Herramienta en línea para el desarrollo solar fotovoltaico en la Ciudad de Buenos Aires.*



**MSc. Ing. Ignacio Romero**  
mail@iromero.net  
linkedin.com/in/ignacioromero/



**Ing. María Paz Cristófalo**  
mpcristofalo@gmail.com  
linkedin.com/in/pazeristofalo/

## ***Generación distribuida, camino a un nuevo paradigma energético***

El desafío global que presenta la lucha por la mitigación del cambio climático y la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, junto con el desarrollo de nuevas tecnologías de generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, acercan un cambio de paradigma en el sector energético habilitando nuevas oportunidades de contribución por parte de los habitantes de las ciudades y grandes centros urbanos.

La creciente accesibilidad de la tecnología solar fotovoltaica habilita a los usuarios finales de energía eléctrica a convertirse en un nuevo actor de cambio, colaborando con la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> a través del uso de energía limpia y a la vez permitiendo un beneficio mutuo al resultar en un ahorro económico para el usuario, mediante la autogeneración en el punto de consumo, y para el sistema en su conjunto reduciendo pérdidas en transporte y distribución de energía eléctrica.

La generación distribuida presenta una tendencia creciente a la descentralización de la matriz eléctrica, junto con un rol cada vez más participativo de los usuarios, valorizando el uso de fuentes renovables, la autogestión energética y un uso racional y eficiente de la energía.

## ***Potencial de generación renovable en la Ciudad de Buenos Aires***

La Ciudad Autónoma de Buenos Aires cuenta con un total de 1,77 millones de usuarios eléctricos entre las 15 comunas que la componen, los cuales son atendidos por dos empresas distribuidoras (Edenor y Edesur), representando un consumo total de 10,7 TWh anuales. El 88% de estos usuarios son de tipo residencial y representan un 47% de la demanda eléctrica, el 11% de los usuarios son de tipo comercial y demandan el 43% de la energía eléctrica, mientras que el 1% restante es de tipo industrial y demanda el 10% de la energía eléctrica total.

La ciudad se extiende en una superficie total de 203,5 km<sup>2</sup> y presenta una superficie disponible de azoteas de 83 km<sup>2</sup>. Teniendo en cuenta el efecto de sombreado sobre dichas azoteas, así como la superficie indisponible por obstáculos, se estima una superficie total disponible para instalación de sistemas solares fotovoltaicos de aproximadamente 50 km<sup>2</sup>, lo que representa un potencial máximo de 5,3 GW en instalaciones de generación distribuida.

El crecimiento de instalaciones por parte de los usuarios permitirá un aporte a la reducción de emisiones totales de la ciudad, actualmente estimadas en un total de 13 millones de Ton CO<sub>2</sub> por año, de los cuales un 58% corresponde al sector eléctrico.

## ***Estado actual de la generación distribuida en la Ciudad de Buenos Aires***

A partir de la sanción de la Ley Nacional nº 27.424 "Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica" se habilitó a los usuarios de la red de distribución a la generación de energía eléctrica de fuentes renovables para autoconsumo con eventual inyección de excedentes. En la actualidad esta ley se

encuentra reglamentada respecto de los requerimientos técnicos, administrativos, económicos y legales para desarrollar la actividad.

La adhesión por parte de la Ciudad y la implementación de este nuevo esquema ha significado un aumento de la oferta de productos y servicios por parte de empresas especializadas en el rubro, respecto de las cuales se ha realizado un relevamiento detectando un alto grado de cumplimiento de las normativas de calidad y seguridad requeridas.

## ***Promoción e incentivos para la generación distribuida solar fotovoltaica***

A partir de un análisis de la cadena de valor de la tecnología solar fotovoltaica junto con un estudio de la estructura de costos de los sistemas aplicados a diferentes tipos de usuario (residencial, comercial e industrial) se han identificado y analizado potenciales oportunidades de reducción de costos asociados a cada componente, incluido el servicio de instalación.

Las estimaciones realizadas fueron validadas mediante un relevamiento de precios finales por parte de empresas radicadas en la Ciudad para diferentes escalas de proyecto. Dicho relevamiento evidenció una apreciable dispersión de precios, propia de un sector en desarrollo, a la vez que se verificó la competitividad en los precios medios ofrecidos al público, los cuales resultaron en algunos casos inferiores a las estimaciones.

Contando con una perspectiva actualizada de precios y oferta disponible se evaluó el atractivo que presenta este tipo de inversión mediante un análisis de viabilidad económica y flujo de fondos desde la perspectiva de los diferentes tipos de usuario, las diferentes categorías tarifarias vigentes y bajo diferentes escenarios de composición de subsidios sobre la tarifa eléctrica. Las sensibilidades realizadas permiten identificar las oportunidades más atractivas del sector y las necesidades de fomento para viabilizar e impulsar el desarrollo de la oferta de productos y servicios en la Ciudad.

A partir del análisis de inversión se analizó el impacto de diferentes alternativas de promoción factibles de aplicación por parte de la Ciudad para impulsar el desarrollo de esta actividad. Dentro de las alternativas de fomento se analizaron el impacto de la implementación de líneas de financiamiento promocionales, bonificaciones para la compra de sistemas, mecanismos de compra conjunta, entre otras.

La utilización de la herramienta de cálculo dinámica desarrollada para este proyecto permitió en cada caso identificar el impacto en la viabilidad de inversión por parte del usuario final y cuantificar las necesidades presupuestarias por parte de la Ciudad de cada una de las alternativas de promoción.

## ***Herramienta en línea para el desarrollo solar fotovoltaico en la Ciudad de Buenos Aires***

El desarrollo de una plataforma en línea que facilite el acercamiento entre la oferta y demanda de estos servicios en el ámbito de la Ciudad presenta un gran potencial para el impulso a la actividad y aumento de las instalaciones, lo cual redundará en un desarrollo y crecimiento del mercado con las mejoras en eficiencia y competitividad asociadas. En este sentido, se proponen diferentes secciones, contenidos y funcionalidades de dicha plataforma, tanto para el usuario-generador, como para las

empresas prestadoras de servicios y público general interesado, junto con una hoja de ruta y plan de trabajo para su implementación.

Se incluyen en el presente informe secciones de referencia a ser incluidas en la plataforma como son: un resumen del marco regulatorio, un detalle de la normativa técnica y de seguridad de cumplimiento obligatorio, así como una guía rápida informativa para la toma de decisión por parte de usuarios residenciales, comerciales e industriales en el ámbito de la Ciudad.

# Índice de contenidos

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>8</b>
1.1	Generación distribuida solar fotovoltaica	10
<b>2</b>	<b>Tipificación y análisis por sector</b>	<b>13</b>
2.1	Caracterización de la demanda	16
<b>3</b>	<b>Dimensionamiento y características técnicas de kits por sector</b>	<b>17</b>
3.1	Caracterización del recurso solar	18
3.2	Equipos de generación distribuida (kits) por sector	20
<b>4</b>	<b>Cadena de valor de una instalación solar fotovoltaica distribuida</b>	<b>25</b>
<b>5</b>	<b>Estructura de costos de instalaciones solares fotovoltaicas distribuidas</b>	<b>28</b>
5.1	Panel fotovoltaico	29
5.2	Inversor de corriente	31
5.3	Estructura soporte	31
5.4	Materiales eléctricos	32
5.5	Instalación y montaje	33
5.6	Sistema de generación distribuida fotovoltaico	33
<b>6</b>	<b>Oportunidades de reducción de costos en instalaciones solares fotovoltaicas distribuidas</b>	<b>36</b>
6.1	Oportunidades de reducción de costos en fabricación	37
6.2	Oportunidades de reducción de costos en distribución e instalación	37
<b>7</b>	<b>Requerimientos de calidad y seguridad en instalaciones fotovoltaicas</b>	<b>39</b>
7.1	Protecciones eléctricas para equipos de generación distribuida	41
7.2	Requerimientos de calidad y seguridad para tecnología solar fotovoltaica	43
7.3	Requerimientos técnicos para instalaciones de tecnología solar fotovoltaica	43
7.4	Procedimiento de conexión de usuarios-generadores	44
<b>8</b>	<b>Análisis de cumplimiento de normas de calidad y seguridad</b>	<b>48</b>
8.1	Verificación de cumplimiento de normas de calidad y seguridad en paneles fotovoltaicos	49
8.2	Verificación de cumplimiento de normas de calidad y seguridad en inversores	51
8.3	Verificación de aptitud de Instaladores Calificados	52
<b>9</b>	<b>Oportunidades de reducción de costos</b>	<b>53</b>
9.1	Características generales de proveedores	54
9.2	Relevamiento de precios de mercado	57
9.3	Conclusiones del relevamiento de mercado	59

9.4	<i>Análisis de reducción de costos por compra conjunta mayorista</i>	60
<b>10</b>	<b>Potencial de instalación de equipos de Generación Distribuida por Comuna en CABA</b>	<b>66</b>
10.1	<i>Potencial máximo de desarrollo de Generación Distribuida solar fotovoltaica en CABA</i>	67
10.2	<i>Evolución de Generación Distribuida en ciudades comparables</i>	69
10.3	<i>Potencial de desarrollo de Generación Distribuida en CABA a 2024</i>	72
<b>11</b>	<b>Análisis de períodos de repago y viabilidad económica</b>	<b>76</b>
11.1	<i>Resultados de escenarios económicos</i>	78
<b>12</b>	<b>Análisis de estrategia de financiamiento promocional</b>	<b>84</b>
12.1	<i>Análisis financiero</i>	85
12.2	<i>Necesidades presupuestarias para la implementación</i>	89
12.3	<i>Otras alternativas de promoción</i>	91
<b>13</b>	<b>Especificaciones y hoja de ruta de la herramienta SFV-GD para CABA...</b>	<b>94</b>
13.1	<i>Estructura general</i>	95
13.2	<i>Especificaciones de la Herramienta</i>	96
13.3	<i>Hoja de Ruta y Plan de Trabajo</i>	99
<b>Anexo I</b>	<b>- Guía rápida para el usuario - Generación Distribuida Solar Fovovoltaica</b>	<b>103</b>
<b>Anexo II</b>	<b>- Marco regulatorio</b>	<b>120</b>
<b>Anexo III</b>	<b>- Listado de proveedores de sistemas solares fotovoltaicos en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires</b>	<b>125</b>
<b>Anexo IV</b>	<b>- Encuesta Relevamiento de Proveedores</b>	<b>126</b>





# 01

## **Introducción**





La Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA) constituye una de las 24 jurisdicciones que conforman la República Argentina. Se extiende sobre una superficie de 203 km<sup>2</sup>, y se ubica geográficamente a 34°35' latitud Sur, y 58°22' longitud Oeste. Se encuentra subdividida en 15 comunas que agrupan a 48 barrios y según el censo nacional de 2010 cuenta con una población de 2.890.150 habitantes, y junto a ciertos partidos linderos de la Provincia de Buenos Aires conforma una de las 20 ciudades más grandes del mundo.

Según la base de datos estadísticos de la Ciudad de Buenos Aires<sup>1</sup>, la misma cuenta con 1,77 millones de usuarios eléctricos a Diciembre de 2019, abarcados por dos Distribuidores<sup>2</sup> existentes en dicha jurisdicción: Edenor S.A., y Edesur S.A..

En la tabla a continuación se detalla la composición de usuarios y demanda eléctrica.

Sector	Residencial	Comercial	Industrial	Oficial	Otros	Total
Cantidad de usuarios	1.529.174	189.130	18.550	5.747	24.818	<b>1.767.419</b>
Demanda (MWh/año)	4.235.527	3.870.655	904.559	809.271	883.183	<b>10.703.195</b>

Entre ambos Distribuidores, se registra una demanda eléctrica de 10,7 TWh/año, lo que corresponde a un 8% de la demanda total del Sistema Argentino de Interconexión (SADI) que en 2019 fue de 128,9 TWh/año.

El 98,3% de los usuarios eléctricos en CABA pertenecen a los sectores clasificados como Residencial, Comercial e Industrial, existiendo en menor medida usuarios clasificados como Oficial y Otros.

El uso "residencial" corresponde al consumo eléctrico en viviendas particulares. El uso "comercial" corresponde al comercio en general, aunque incluye otras actividades de demanda intermedia como pueden ser colegios, pequeños talleres, estaciones de servicio, entre otros. El uso "industrial" corresponde a industrias en general, abarcando además a otras actividades de gran demanda como centros comerciales, hospitales, universidades, entre otros.

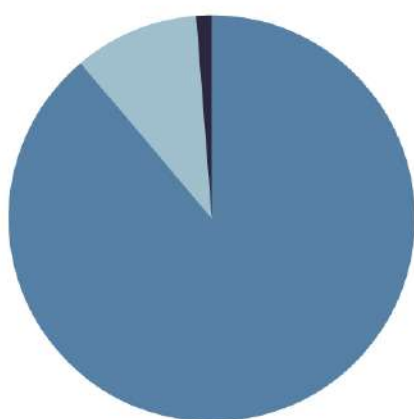
Del total de usuarios en CABA, según el "Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016"<sup>3</sup> el 33% es cliente de Edenor mientras que el 67% restante es cliente de Edesur.

La distribución de usuarios por sector es la siguiente:

<sup>1</sup> Base de Datos Estadísticos - Ciudad de Buenos Aires ([enlace](#))

<sup>2</sup> Se utiliza mayúscula en "Distribuidor" para denominar al prestador del servicio de distribución de energía eléctrica, a fin de diferenciarlo del distribuidor de componentes o equipos.

<sup>3</sup> Informe Estadístico del Sector Eléctrico 2016 - Secretaría de Energía ([enlace](#))



## Cantidad de usuarios por sector

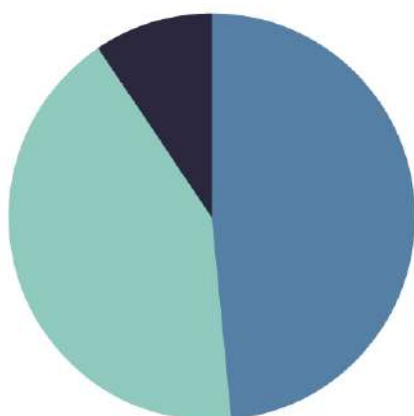
**88%** Residencial

**11%** Comercial

**1%** Industrial



Respecto a la demanda eléctrica total de CABA, el 84% corresponde a los sectores residencial, comercial e industrial. Su distribución por sector es la siguiente:



## Energía demandada por sector

**47%** Residencial

**43%** Comercial

**10%** Industrial



### 1.1 Generación distribuida solar fotovoltaica

La ley nacional N° 27.424 habilita a los usuarios de la red eléctrica de distribución a generar su propia energía proveniente de fuentes renovables, en el mismo punto de conexión donde se consume, permaneciendo a su vez conectados al suministro eléctrico para demandar de la red la energía que no autogeneran, e inyectando el excedente de generación eléctrica que no es autoconsumida.

La instalación de un sistema de generación distribuida permite un ahorro económico para el usuario sustentado en el autoconsumo de energía eléctrica y la inyección de excedentes a la red. La energía generada que se autoconsume es ahorrada a precio minorista. A su vez, la energía sobrante que no es autoconsumida y se inyecta en la red, es compensada mediante una tarifa de inyección establecida que corresponde al precio de compra de la energía eléctrica en el Mercado Eléctrico Mayorista. Éste esquema de facturación se conoce como "Balance Neto de Facturación" y ha sido establecido en la Ley N° 27.424 junto a otras especificaciones de tipo administrativas, como son la cesión

o retribución de créditos que se configuran cuando el valor monetario de los excedentes inyectados supera el valor monetario de la demanda, entre otras.

La tecnología solar fotovoltaica es la más utilizada a nivel mundial para la aplicación de generación distribuida, debido a su facilidad de montaje e integración a la arquitectura urbana, a la simpleza y bajo costo de mantenimiento, y a su escalabilidad, siendo una tecnología modular que permite ampliarse con facilidad en sucesivas etapas. A su vez, el costo de capital de un sistema de generación solar fotovoltaico ha demostrado una caída sostenida en los últimos años, debido fundamentalmente a la baja de precios de los módulos fotovoltaicos y la mejora en la eficiencia de los mismos.

Según el reporte “Renewable power generation costs in 2018” de IRENA<sup>4</sup>, entre los años 2010 y 2018 se ha registrado una drástica caída en el precio de los paneles fotovoltaicos de todas las tecnologías que alcanza un acumulado del 90%, y los reportes actuales afirman que continúan a la baja, como puede observarse en el gráfico a continuación.

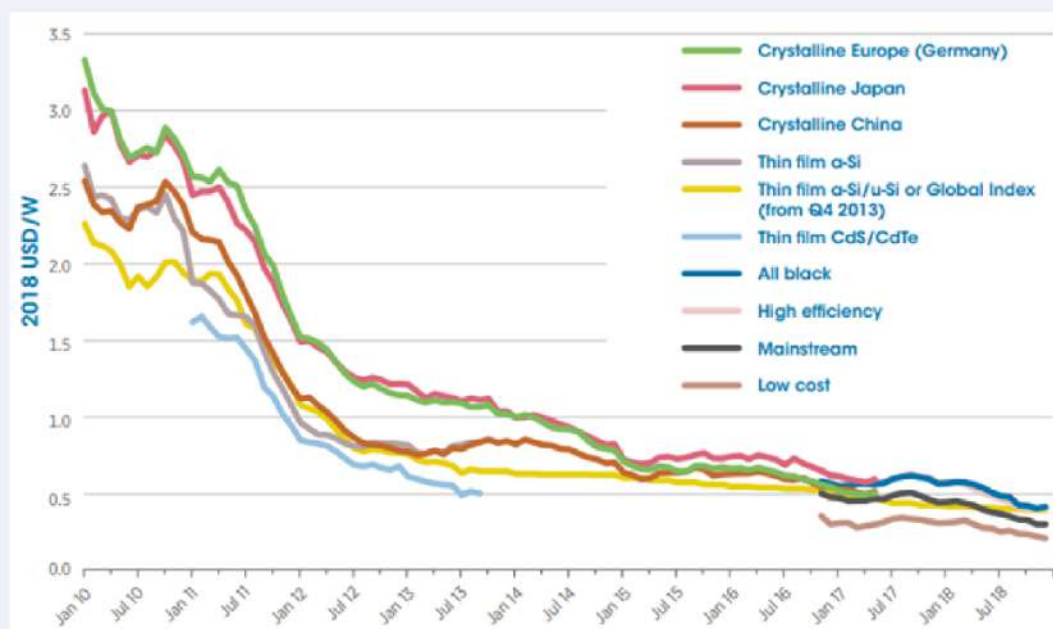


Imagen extraída  
Fuente: IRENA

Desde que se completó la implementación del régimen nacional de generación distribuida en marzo de 2019, el desarrollo de esta aplicación ha mostrado un avance gradual y sostenido hasta la fecha. Actualmente se encuentran adheridas 12 jurisdicciones y se han inscripto un total de 120 Distribuidores y cooperativas eléctricas. El régimen cuenta con 116 usuarios-generadores que totalizan 1,6 MW de potencia instalada, y se encuentran en proceso de conexión 500 usuarios que representan aproximadamente 5,7 MW adicionales, entre quienes tienen aprobada la reserva de potencia y quienes ya han finalizado la instalación del equipo de generación distribuida y se encuentran a la espera de la conexión del medidor bidireccional. Del total de usuarios-generadores, el 64% pertenecen al sector residencial, el 30% al sector comercial e industrial y un 4% corresponde a entes y organismos oficiales. Los sectores

<sup>4</sup> Renewable power generation costs in 2018 - IRENA ([enlace](#))

comercial e industrial consolidan el 56% de la potencia total instalada, mientras que el residencial representa el 24% de la capacidad total.

Es importante destacar el gran impacto que genera esta tecnología sobre el empleo de mano de obra calificada. Según reportes de IRENA solamente en el año 2018, a nivel mundial, los puestos de trabajo relacionados a la energía renovable alcanzaron los 11 millones, liderado por la tecnología solar fotovoltaica que reportó un total de 3,6 millones de empleos directos. Por su parte el informe "Generación de empleo en Energías Renovables"<sup>5</sup>, llevado a cabo en 2018 por la Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética, ha proyectado unos 17.500 empleos directos calificados para el sector renovable impulsados principalmente por los programas RenovAr y MATER, de los cuales el 43% se ha asignado a la tecnología solar fotovoltaica, cifra de notable utilidad para la formación de capacidades y desarrollo de *know how* sobre la tecnología en general y la instalación en particular.

Según el reciente reporte "Future of Solar Photovoltaic" de IRENA<sup>6</sup>, la innovación en nuevos modelos de negocio y la competitividad en costos de la tecnología solar fotovoltaica están impulsando la reducción de los costos del sistema solar fotovoltaico en su conjunto. Se estima que la generación distribuida será la aplicación que hará aumentar más rápidamente la capacidad instalada solar fotovoltaica a nivel mundial, aumentando seis veces respecto de la capacidad actual en los próximos diez años. Es esperable también que para 2050 aproximadamente el 60% de la capacidad instalada solar fotovoltaica corresponda a proyectos de gran escala, mientras que el 40% restante será gracias a la aplicación de generación distribuida.

---

<sup>5</sup> Generación de empleo en Energías Renovables - Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética ([enlace](#))

<sup>6</sup> Future of Solar Photovoltaic - IRENA ([enlace](#))



# 02

## **Tipificación y análisis por sector**



Los usuarios son segmentados en tres categorías, de acuerdo a su potencia contratada, o asignada en el caso de los residenciales, servicios generales y alumbrado público.

En términos generales los consumos de los clientes de categoría T1 están asociados a un perfil de carga **residencial** mientras que los T2 se corresponden típicamente al sector **comercial** y los T3 se consideran de tipo **industrial**.

Los usuarios en la categoría **T1 (Tarifa 1)** cuentan con una instalación eléctrica provista por el Distribuidor, compatible con un suministro de hasta 10 kW de potencia. Dentro de esta clasificación se encuentran los usuarios residenciales, servicios generales, pequeños comercios, oficinas, alumbrado público, entre otros. A este tipo de clientes se les factura un cargo fijo mensual, y un cargo variable por unidad de energía demandada de la red, medida en kWh.

Dentro de esta categoría tarifaria, se desprenden 9 subcategorías residenciales, 3 subcategorías de servicios generales, y una subcategoría para alumbrado público, en función a la energía eléctrica consumida en forma mensual.

Un perfil de carga diurno residencial típico se esquematiza en el siguiente gráfico:



En este perfil de carga se puede observar que un consumo residencial reporta típicamente los menores consumos entre las 3 y 6 hs, aumentando gradualmente a partir de las 7 hs, alcanzando el primer pico cerca del mediodía y el mayor consumo entre las 20 y 22 hs. Esta es una curva típica de consumo de invierno, donde las temperaturas medias son bajas. Los perfiles de consumo de verano, a diferencia de este perfil, pueden presentar un pico máximo de consumo entre las 16 y 18 hs debido al aumento de demanda de equipos de aire acondicionado. Es importante resaltar que los mayores consumos dentro de una vivienda son asignados a equipos de climatización. En términos generales, la demanda total del sistema interconectado nacional (SADI) reporta una diferencia promedio de 3500 MW durante la estación invernal, y una



diferencia de 8000 MW durante la estación estival, ambos asignados a consumos de climatización.

La categoría **T2 (Tarifa 2)** comprende a los clientes que contratan una potencia superior a 10 kW y de hasta 50 kW. Estos suelen ser clientes comerciales o pequeños industriales, y se les cobra, además del cargo fijo, un cargo por la potencia contratada en forma mensual, otro cargo por la potencia efectivamente consumida, y además, un cargo variable por la energía consumida en el periodo.

Un perfil de carga diurno comercial típico se esquematiza en el siguiente gráfico:



La curva de carga típica comercial reporta consumos base fuera del horario de actividad, y consumos que aumentan gradualmente a partir de las 6 hs, alcanzando un máximo a partir del mediodía, y disminuyendo gradualmente hacia la tarde.

Por su parte, los usuarios en la categoría **T3 (Tarifa 3)** abarcan demandas del Distribuidor generalmente asociadas al sector industrial, en la cual se contratan potencias mayores a 50 kW y hasta 300 kW. Esta categoría tarifaria paga, además del cargo fijo, un cargo por potencia contratada y adquirida en diferentes bloques horarios, y un cargo variable por energía, también consumida en diferentes bloques horarios, como son: bloque de pico, entre las 18 hs y hasta las 23 hs, bloque de valle, entre las 23 hs y hasta las 5 hs, y bloque de resto, entre las 5 hs y las 18 hs. Los clientes comprendidos en la categoría T3 se subclasifican en función a la tensión de conexión, habiendo 3 escalas: baja, media y alta tensión.

Existe una categoría adicional llamada **GUDI (Grandes Usuarios del Distribuidor)** correspondiente a usuarios con potencia contratada superior a 300 kW. Esta categoría abarca a grandes usuarios de tipo comercial o industrial y tiene un esquema similar a la categoría T3 en cuanto a su composición de cargos tarifarios. Si bien se trata de usuarios con una demanda de energía mayor a las categorías anteriores, su perfil de carga corresponde en general al tipo comercial/industrial.



Cabe destacar que el perfil de carga de un usuario industrial varía en función a la actividad involucrada. Para el estudio y dimensionamiento de equipos estándar (kits), se le atribuye un perfil de carga similar al comercial. Al momento de dimensionar instalaciones para este tipo de usuario es siempre recomendable estudiar el perfil de la demanda en cada caso particular a fin de lograr un dimensionamiento del sistema solar fotovoltaico a medida de la actividad.

## 2.1 Caracterización de la demanda

Las características principales de los tres sectores se resumen a continuación:

Sector	Residencial	Comercial	Industrial
<b>Tarifa</b>	T1	T2	T3
<b>Potencia Contratada</b>	Hasta 10 kW	Entre 10 kW y 50 kW	Entre 50 kW y 300 kW
<b>Distribución por cantidad de usuarios</b>	86%	13%	1%
<b>Distribución por energía demandada</b>	44%	46%	10%

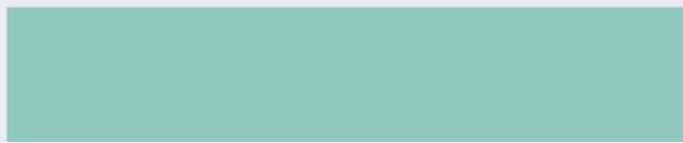
El tamaño de un equipo de generación distribuida, de acuerdo al marco normativo nacional vigente, comprende desde la unidad mínima de potencia, es decir, un solo panel fotovoltaico, hasta los 2 MW de potencia instalada. Según la ley nacional N° 27.424, y su normativa complementaria, se permite la conexión de un equipo de generación distribuida a un punto de suministro de hasta una potencia que equivale a aquella contratada por el cliente con su Distribuidor para su demanda.

De esta manera, los usuarios de categoría T1 de Edenor y Edesur pueden conectar a red un equipo de generación distribuida de hasta 10 kW de potencia, mientras que los clientes T2 pueden conectar a red hasta 50 kW, y por último los T3 pueden conectar hasta 300 kW. En el caso de la categoría GUDI, con demandas de potencia mayores a 300 kW los usuarios están habilitados a conectar hasta 2 MW, siempre cumpliendo con la condición de que la potencia de conexión no supere la potencia contratada. Ésta categoría de usuario es similar en su comportamiento al sector industrial (T3), excepto por sus mayores valores de potencia y energía demandada.



## 03

### **Dimensionamiento y características técnicas de kits por sector**



El dimensionamiento de un generador solar fotovoltaico conectado a la red de distribución dependerá fundamentalmente del consumo eléctrico, representado por la demanda de energía del punto de suministro en cuestión y su potencia contratada, y la disponibilidad del recurso (radiación solar) en el sitio de instalación.

### 3.1 Caracterización del recurso solar

El dimensionamiento de un sistema solar fotovoltaico requiere del conocimiento de la disponibilidad de radiación solar en la superficie de captación, es decir, sobre los paneles solares. Típicamente, los sistemas fotovoltaicos que se instalan en zonas urbanas, son integrados a la arquitectura en la superficie disponible, sin ser necesariamente la ubicación óptima para la captación del recurso, tanto por su orientación como por efectos de sombreado de edificaciones contiguas. En todos los casos, y dentro de cualquier locación en el hemisferio sur, siempre deberá facilitarse una instalación donde los paneles solares sean orientados hacia el norte, y con una inclinación similar a la latitud donde se encuentran, para maximizar la producción de energía en base anual.

**Si bien Argentina se encuentra a elevados grados de latitud en el hemisferio sur, presenta un recurso solar notable, cuyos valores promedio son aún más elevados que en países como Alemania y España, donde la tecnología solar fotovoltaica para generación distribuida se encuentra ampliamente extendida.**

A continuación se muestran los valores de radiación en el plano horizontal y en el plano inclinado óptimo, por unidad de potencia, para la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, extraídos de la "Guía del Recurso Solar"<sup>7</sup>, un compilado de información gráfica y numérica para el dimensionamiento de sistemas solares fotovoltaicos y térmicos realizado por la Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética.

kWh/m <sup>2</sup> /d	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
PH	6,50	5,50	4,50	3,00	2,50	2,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	6,50	4,21
fc	0,9	0,97	1,07	1,24	1,43	1,54	1,48	1,3	1,12	0,99	0,92	0,89	0,9
PI	5,85	5,34	4,82	3,72	3,58	3,08	2,96	3,90	4,48	4,95	5,52	5,79	5,85

El promedio anual de radiación en el plano inclinado óptimo, que para CABA resulta en 34°, arroja una producción anual bruta de 1.642 kWh por cada kW de paneles instalado.

En términos generales, los sistemas solares fotovoltaicos de baja potencia integrados en zonas urbanas bajo el esquema de generación distribuida tienden a ser instalados sobre estructuras soportes fijas, sin seguidores, ya que esto no sólo facilita el montaje y mantenimiento de los equipos sino que a su vez disminuye notoriamente el costo del sistema.

Al momento de dimensionar un sistema fotovoltaico distribuido se comienza por cuantificar su generación bruta y luego se estima la disminución de la misma en función de las pérdidas por orientación e inclinación que pueden devenir de su instalación en un espacio que no sea el óptimo para su máxima producción.

<sup>7</sup> Guía del Recurso Solar - Secretaría de Gobierno de Energía - ISBN 978-987-47110-1-4 ([enlace](#))

No obstante las pérdidas debido a orientación e inclinación, existen otras pérdidas inherentes al rendimiento y la eficiencia de todos los equipos y conexiones que conforman el sistema. Con la finalidad de simplificar los cálculos, se estiman pérdidas en la producción bruta de energía por unidad de potencia para los generadores solares fotovoltaicos, sin considerar condiciones particulares de cada instalación respecto a la orientación e inclinación, entre otras, que deberán ser analizadas caso por caso.

Las pérdidas por eficiencia pueden clasificarse según su proveniencia en las siguientes: pérdidas a nivel generador, pérdidas a nivel inversor y pérdidas del sistema en su conjunto. Las pérdidas a nivel generador se asocian a temperatura ambiente altas, acumulación de polvo y suciedad en la superficie de los paneles, y otras pérdidas menores vinculadas a la tolerancia en potencia y pequeñas diferencias entre los paneles del mismo tipo (mismatch).

En CABA el impacto de suciedad acumulada en los paneles es casi despreciable debido al bajo nivel de partículas en suspensión y a la inclinación promedio recomendada para su instalación, que corresponde a 34 grados respecto a la horizontal, lo cual contribuye a que el particulado atmosférico no se deposite sobre la superficie y el agua de lluvia escurra con facilidad limpiando la superficie de captación. En términos generales las pérdidas a nivel generador se estiman en un 6%.

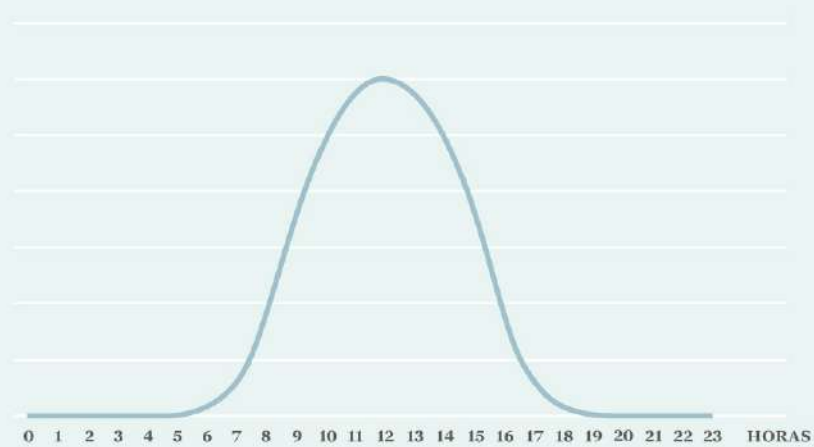
Por su parte, las pérdidas a nivel inversor se atribuyen a la eficiencia del equipo en sí, provienen de la hoja de datos de cada fabricante y generalmente se aproximan al 5%.

Por último, las pérdidas asociadas al sistema en su conjunto se atribuyen al cableado, pérdidas en empalmes y conectores, tanto en corriente continua como alterna, entre otras, que suelen alcanzar un 4%.

Por lo antedicho, se tomará para el presente análisis un porcentaje de pérdidas estimado en 15% respecto de la radiación bruta. En conclusión, se considera que el promedio anual de radiación en el plano inclinado óptimo, para CABA resulta en 34°, arroja una producción anual neta de 1.395 kWh/kWp.

El perfil de generación eléctrica de cualquier sistema de fuente renovable de energía se encuentra intrínsecamente ligado a la variabilidad del recurso involucrado. En el caso de la generación solar fotovoltaica, el perfil de generación en un día despejado se asemeja a una campana de Gauss, en donde la energía eléctrica comienza a generarse en el amanecer, alcanzando su pico máximo al mediodía solar, y extinguiéndose al atardecer, como se muestra en la siguiente figura. Al mismo tiempo, además de presentar este tipo de ciclo diurno, de forma anual la generación se asemeja a una campana de Gauss invertida, en donde la máxima generación ocurre en los meses de verano cuando el nivel de irradiación es máximo, y disminuye en los meses de invierno. Esta es la razón por la cual, cuando se analizan proyectos de energía renovable, siempre se realizan en base anual debido a la estacionalidad anual del recurso.

### Generación Solar Fotovoltaica - Día despejado



### 3.2 Equipos de generación distribuida (kits) por sector

A los fines de analizar el funcionamiento de un kit modelo de aplicación a cada uno de los citados sectores, se considerará la demanda promedio de cada uno, y la generación de energía eléctrica de la tecnología solar fotovoltaica en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires por unidad de potencia.

En función a la caracterización de la demanda de los Distribuidores en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires se analizará un sistema solar fotovoltaico para conexión a red representativo de cada sector, como se describe a continuación:

- Equipo de generación distribuida solar fotovoltaico de **3 kW** de potencia para el sector **residencial**, usuarios clasificados como T1.
- Equipo de generación distribuida solar fotovoltaico de **10 kW** de potencia para el sector **comercial**, usuarios clasificados como T2.
- Equipo de generación distribuida solar fotovoltaico de **50 kW** de potencia para el sector **industrial**, usuarios clasificados como T3.

La producción anual y mensual neta de pérdidas para cada uno de los sistemas sugeridos, en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires se detalla en la siguiente tabla:

### Superficie de captación estimada de equipos solares fotovoltaicos

Sector	Residencial	Comercial	Industrial
Potencia (kW)	3	10	50
Generación anual neta (kWh/año)	4.186	13.953	69.767
Generación mensual neta promedio (kWh/mes)	349	1.163	5.814

Al dimensionar los sistemas considerando un módulo fotovoltaico de 450 W de potencia unitaria y 2 m<sup>2</sup> de superficie unitaria, resultan la cantidad de módulos por sistema y superficie aproximada como se describe en la siguiente tabla:

### Generación anual estimada de equipos solares fotovoltaicos

Sector	Residencial	Comercial	Industrial
Potencia (kW)	3	10	50
Cantidad de paneles (450 W - monocristalino)	7	23	112
Superficie de captación (m <sup>2</sup> )	14	46	224

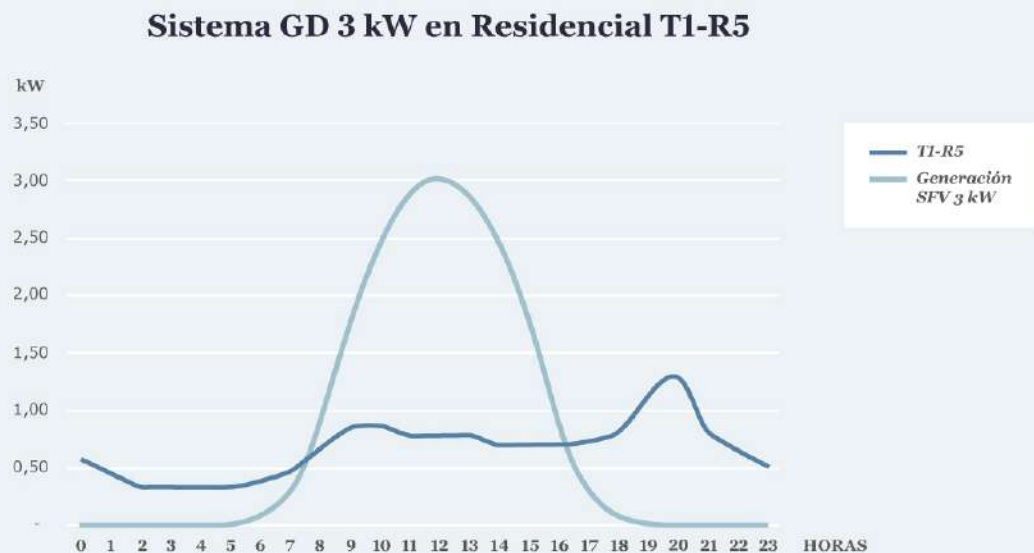
En la mayoría de los casos, los sistemas fotovoltaicos distribuidos de hasta 50 kW de capacidad se instalan con un solo inversor de corriente con el objeto de reducir la inversión inicial ya que como se detallará más adelante el precio del inversor por potencia unitaria disminuye considerablemente conforme aumenta su potencia debido a la economía de escala. Por esto, a los fines del cálculo de inversión y modelización de escenarios, el kit residencial será dimensionado con un inversor de 3 kW, el kit comercial será dimensionado con un inversor de 10 kW y por último se considerará un inversor de 50 kW para el kit industrial.

Entendiendo el ciclado diario y estacional del recurso, por ende la generación eléctrica del sistema fotovoltaico, y conociendo el perfil de carga de la demanda, resulta necesario analizar tres condiciones posibles de funcionamiento:



- **Autoconsumo:** condición que ocurre cuando la energía eléctrica del generador fotovoltaico es consumida internamente en el domicilio del usuario-generador.
- **Inyección:** condición que ocurre cuando la energía generada por el sistema fotovoltaico excede los consumos internos de la demanda. Los excedentes son inyectados a la red de distribución.
- **Consumo de red:** condición que ocurre cuando la demanda interna es superior a la generación eléctrica del sistema fotovoltaico, o ésta última es nula (por ejemplo, de noche), y la demanda se alimenta de la red de distribución.

**Al superponer el perfil de carga residencial con la curva de generación diurna del sistema solar fotovoltaico, como se ve representado en la siguiente figura, puede observarse que existe una proporción de energía generada por el sistema que es utilizada por los consumos internos (autoconsumo) y una energía sobrante que es inyectada a la red de distribución.** Cuando la generación es menor a la demanda, o nula, la red eléctrica de distribución alimenta los consumos internos.

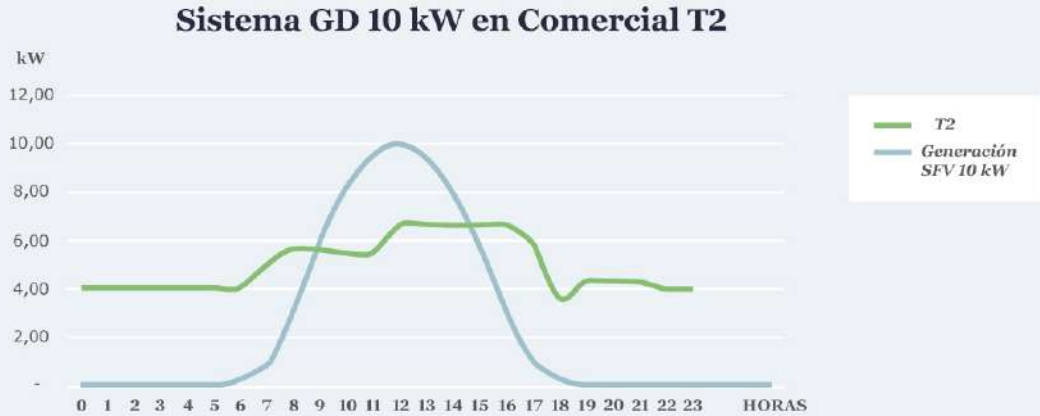


En términos generales se atribuye en promedio un autoconsumo del 40% a los sistemas aplicados a demandas residenciales debido fundamentalmente a que el pico de máxima demanda se encuentra desplazado respecto al pico de máxima generación del sistema.

Al momento de realizar estudios de viabilidad comercial de los sistemas fotovoltaicos conectados a red es necesario estudiar el porcentaje de autoconsumo y de inyección, ya que el sistema de *Balance Neto de Facturación* adoptado en el régimen de generación distribuida nacional establece una tarifa diferenciada entre la energía demandada y la inyectada. El precio de inyección resulta menor que la tarifa para la demanda ya que no contempla el valor agregado de distribución ni los impuestos asociados a esta última. La energía autoconsumida desplaza a la demanda de red, por lo tanto se le asigna el valor minorista en los análisis económicos.



En el caso de los consumos comerciales o industriales, al superponer el perfil de demanda con la curva de generación diurna del sistema fotovoltaico, se obtiene el resultado que se representa en el gráfico a continuación.



El porcentaje de autoconsumo promedio asignado a sistemas fotovoltaicos aplicados en demandas de tipo comercial suelen ser del 70% y de un 80% para el caso de consumos industriales.

Cabe aclarar que los porcentajes de autoconsumo asignados a cada sector corresponden al supuesto de igualar la generación eléctrica proveniente del sistema solar fotovoltaico distribuido a la demanda eléctrica interna del punto de suministro en base anual.

Por lo explicado acerca del esquema de facturación resulta conveniente maximizar el porcentaje de autoconsumo. En muchos casos los sistemas son dimensionados de modo tal que alcanzan el 100% de autoconsumo, siendo sistemas que no inyectan a red, dado que sus demandas horarias siempre superan a la generación del sistema de generación distribuida instalado. También es posible aumentar el porcentaje de autoconsumo reprogramando consumos eléctricos hacia los horarios de mayor generación, lo cual requerirá de un análisis particular en cada caso.

Teniendo en cuenta los valores promedio de autoconsumo explicados se extraen los siguientes resultados sobre los tres kits asignados a los sectores residencial, comercial e industrial:

### Generación, inyección y autoconsumo de equipos solares fotovoltaicos

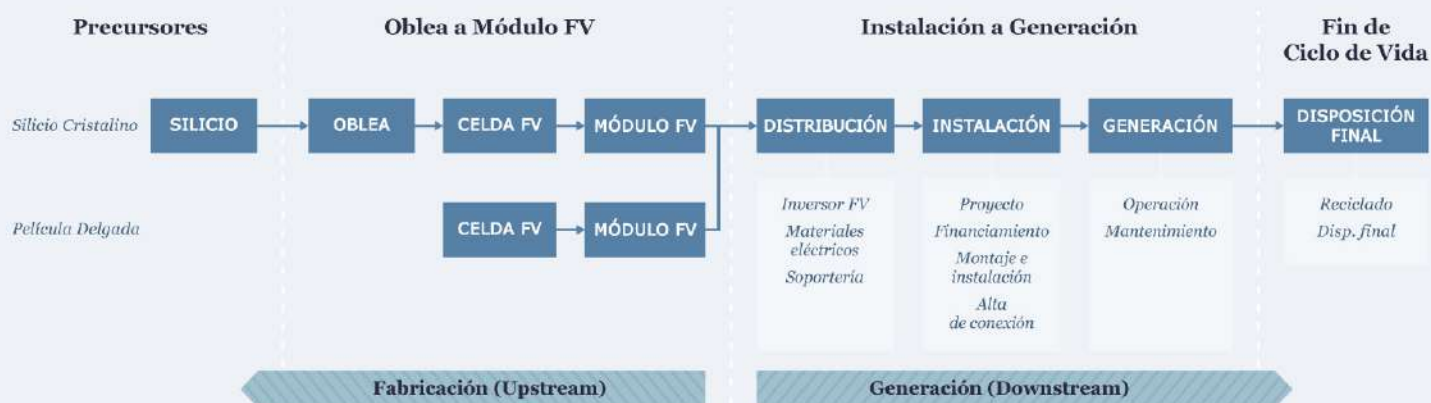
Sector	Residencial	Comercial	Industrial
Potencia (kW)	3	10	50
Generación anual neta (kWh/año)	4.186	13.953	69.767
Autoconsumo	40%	70%	80%
Energía autoconsumida (kWh/año)	1.674	9.767	55.814
Energía inyectada a red (kWh/año)	2.512	4.186	13.953



# 04

## **Cadena de valor de una instalación solar fotovoltaica distribuida**





La cadena de valor de un sistema solar fotovoltaico involucra diferentes procesos de fabricación y servicios necesarios para llegar desde las diferentes materias primas al panel instalado y en funcionamiento, considerando incluso su disposición final al culminar el ciclo de vida del mismo.

Para el caso de paneles de tecnología silicio cristalino, comienza con la producción y purificación de silicio, siguiendo con el cortado en obleas y su posterior dopado con otros elementos semiconductores para mejorar su rendimiento, seguido de una limpieza y recubrimiento para formar las celdas. Estas celdas fotosensibles son posteriormente ensambladas en módulos o paneles solares fotovoltaicos, incluyendo su marco protector, conexión interno de celdas, colocación de vidrio protector y cara posterior, culminando con el agregado de bornes para su conexión eléctrica exterior.

Por otro lado, la cadena de valor de paneles de tecnología de película delgada (thin-film) resulta más acotada, ya que éstos módulos son fabricados en menor cantidad de etapas respecto a la fabricación de paneles silicio cristalino, consistiendo en la deposición de silicio y otros materiales semiconductores en una lámina de vidrio, obteniendo un producto casi terminado, restando las fases de ensamblaje final, conexión interno e instalación de bornes conectores.

El mercado mundial de fabricación de paneles fotovoltaicos ha experimentado un desarrollo acelerado en la última década, volviéndose altamente competitivo y alcanzando importantes economías de escala. En la actualidad, aproximadamente el 90% de la fabricación a nivel mundial se encuentra en Asia, principalmente en China, debido a una alta disponibilidad de materia prima, bajos costos de producción y considerable tamaño de su mercado interno, alcanzando elevados índices de integración vertical y sofisticación industrial.

Uno de los mayores frentes de innovación en el mercado ha sido la búsqueda de mayores niveles de eficiencia en fabricación de paneles y su capacidad de conversión de energía. Esto se ve reflejado en la aparición constante de nuevas tecnologías de creciente eficiencia y menores costos, lo que mejora el rendimiento económico de las instalaciones solares fotovoltaicas. Desde el punto de vista del dimensionamiento de una instalación, los mayores niveles de eficiencia redundan en una menor cantidad de paneles necesarios para generar la misma cantidad de energía, disminuyendo costos de logística, cableado y montaje, al mismo tiempo que se aprovecha aún mejor la superficie disponible.

El proceso de fabricación de paneles solares captura todas las etapas manufactureras (upstream), sin embargo, la mayor parte del valor agregado de interés para este análisis es representada por las instancias posteriores de la cadena, orientadas a la generación de energía (downstream).

Las etapas de downstream consisten en la distribución, instalación y funcionamiento del sistema ya instalado. Estas etapas incluyen los materiales complementarios necesarios para llevar a cabo la instalación, así como el dimensionamiento y diseño del sistema, el financiamiento de la inversión, servicios de montaje, alta de conexión y posterior operación y mantenimiento.

Cabe destacar que en el caso de inversores, cables, accesorios eléctricos y de montaje, al tratarse de mercados previamente desarrollados por otras actividades y altamente competitivos, existe una notable eficiencia en costos de fabricación, convirtiéndose prácticamente en un commodity. Un aspecto a tener en cuenta respecto a los inversores diseñados para el mercado fotovoltaico es que, si bien se trata de un mercado muy competitivo en cuanto a sus funciones principales, existe una tendencia a la diferenciación de productos basada en funciones adicionales como pueden ser la transmisión de datos, interfaz web, o sus diferentes condiciones de garantía que pueden ser consideradas como un agregado de valor adicional según la aplicación particular o proyecto bajo análisis.

La etapa de generación comprende el funcionamiento del sistema, generando energía eléctrica para el usuario, con su consecuente beneficio económico. En esta etapa se incluyen tanto la operación como el mantenimiento del sistema para su óptimo funcionamiento. Una característica de los sistemas solares fotovoltaicos es que su operación es prácticamente desatendida, sin requerir intervención humana. A la vez, por su naturaleza constructiva su mantenimiento resulta muy simple y de bajo costo, siendo posible incluso dejar las tareas de limpieza periódica de paneles en manos del usuario final.

En la actualidad los desechos de material fotovoltaico son muy moderados debido al reciente desarrollo de esta industria y la extensa vida útil de los paneles (30 años en promedio). Al mismo tiempo, las materias primas para su fabricación son abundantes, lo que reduce los incentivos económicos a la creación de plantas de reciclado específicas. En la actualidad, al finalizar su ciclo de vida, los paneles pueden ser reciclados en plantas de recuperación generales, o bien reutilizados en aplicaciones que requieran menor eficiencia. En el largo plazo, la construcción de plantas de reciclado específicas para este tipo de productos podría mejorar la eficiencia en la recuperación y reutilización de materias primas.



# 05

## **Estructura de costos de instalaciones solares fotovoltaicas distribuidas**





Un sistema de generación distribuida de tecnología solar fotovoltaica está compuesto principalmente por un *generador*, comprendido por paneles fotovoltaicos conectados entre sí, y por un *equipo de acople a la red* que corresponde a un inversor de corriente. A su vez, cada sistema requiere de ciertos elementos adicionales para su funcionamiento como son las estructuras soporte, los cables y conectores eléctricos, equipos de protección eléctrica, y por último un sistema de medición bidireccional provisto por el Distribuidor eléctrico.

El marco reglamentario vigente establece normas de seguridad eléctrica de cumplimiento obligatorio, tanto para los componentes como para su interconexión e instalación, las cuales son desarrolladas en las siguientes secciones del presente documento.

Los costos considerados en la presente sección constituyen una línea de base y provienen de un relevamiento preliminar del mercado local, principalmente basado en la observación de precios competitivos de componentes por parte de distribuidores y prestadores de servicios locales. Los resultados del presente análisis pueden presentar diferencias con los precios publicados por instaladores, en los cuales se detecta un grado considerable de dispersión debido a la variedad de componentes utilizados y por estar en fase temprana de desarrollo de mercado.

Se utilizarán para la estimación valores económicos representados en dólares estadounidenses por unidad de potencia (USD/W) a fin de permitir un análisis a mediano y largo plazo, junto con facilitar la comparación entre diferentes escalas de proyecto y con diferentes mercados en la región.

Respecto del margen de venta al cliente final se considera un factor de 40% como margen bruto, el cual contempla costos indirectos de la empresa, costos de comercialización y marketing, impuestos (IIGG, IIBB), costos de inmovilización de capital y renta neta, que se estima en un 15%.

## 5.1 Panel fotovoltaico

Al realizar el desglose en la estructura de costos de los sistemas solares fotovoltaicos y analizar sus componentes en detalle cabe destacar que la continua reducción en los precios de los paneles fotovoltaicos son el principal propulsor de la caída del costo del sistema en su conjunto, y con ello, la disminución en el costo de la energía eléctrica generada por dicha tecnología. Importa mencionar que el mismo módulo que se instala en parques solares de gran magnitud de potencia, puede ser utilizado para aplicaciones de generación distribuida en hogares, comercios e industrias.

La tecnología más comercializada actualmente a nivel mundial es la de paneles de silicio monocristalino tipo PERC (Passivated Emitter Rear Cell), la cual incluye una capa dieléctrica reflectante que aumenta la eficiencia en absorción de radiación solar. A la vez, incorporan la topología llamada "half-cut" o "half-cell" que cuenta con la ventaja constructiva de tener su celdas partidas, conectadas internamente en dos mitades separadas, con el objetivo de que si una mitad del panel recibe sombreado, situación frecuente en aplicaciones urbanas, su generación no es anulada por completo sino que la otra mitad sigue generando.

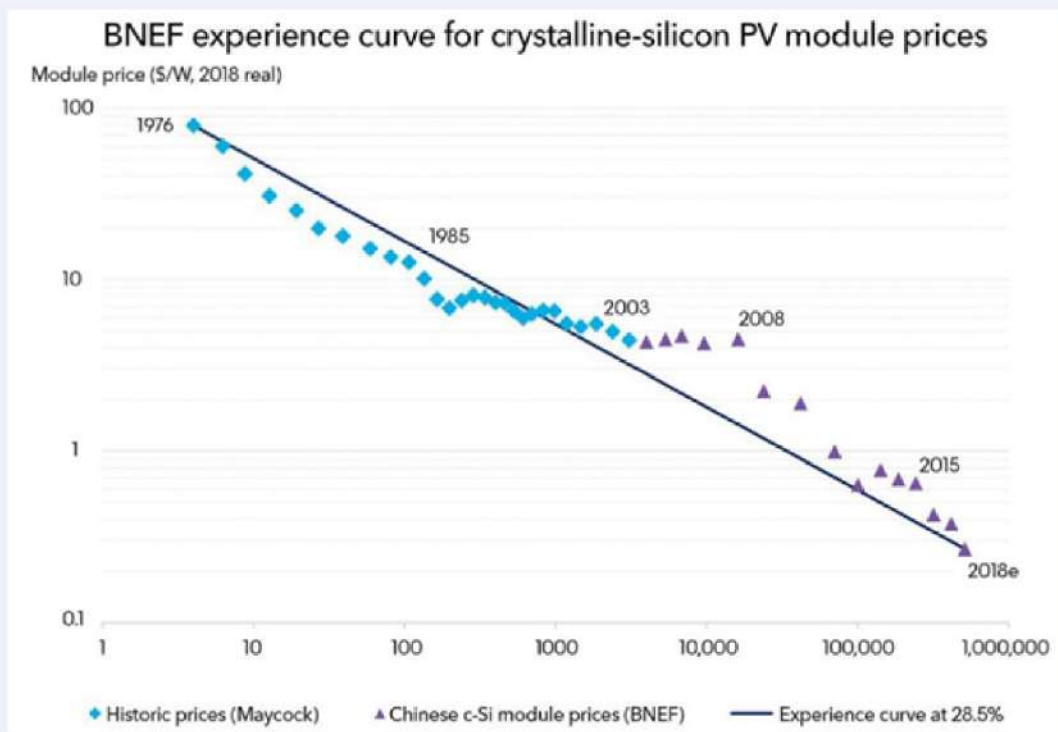
El siguiente gráfico corresponde al reporte "New Energy Outlook 2018"<sup>8</sup>, donde se observa la continua caída de los precios de los paneles fotovoltaicos de tecnología silicio cristalino a nivel mundial. El reporte concluye que se espera que los precios de los

---

<sup>8</sup> New Energy Outlook 2018 - Bloomberg New Energy Finance ([enlace](#))



paneles fotovoltaicos sigan el ritmo de aprendizaje que han experimentado en los últimos 40 años, que reporta una tasa del 28,5%.



*Imagen extraída*  
Fuente: Bloomberg NEF

Actualmente los módulos más comercializados son de 450 W y 330 W de potencia unitaria, el primero de 72 celdas y 2 m<sup>2</sup> de superficie, y el segundo de 60 celdas y 1,6 m<sup>2</sup> de superficie. Existe al momento en nuestro país un considerable stock de paneles de 330 W de 60 celdas, que por su menor tamaño presentan ventajas respecto al traslado y montaje. Aun así, la tendencia indica que el mercado evoluciona mayormente hacia la venta de paneles solares de 450 W y 72 celdas.

Además de las características técnicas y de eficiencia en los diferentes modelos de paneles disponibles en el mercado es importante considerar las garantías provistas y antecedentes de cada fabricante. En la práctica esto se evidencia en la clasificación provista por consultoras internacionales que observan el mercado, como es el caso de Bloomberg New Energy Finance. Estas consultoras mantienen listados de fabricantes clasificados como "*Tier 1*", distinguiéndolos del resto de los fabricantes.

La clasificación *Tier 1* es reconocida en la industria solar fotovoltaica a modo de ranking para los fabricantes de paneles y responde principalmente a los antecedentes de proyectos en los que ha participado un fabricante, junto con su nivel de solvencia o estabilidad financiera necesaria para asegurar la garantía de 25 años en los productos que ofrecen. Si bien este ranking tiene como principal objetivo disminuir el riesgo tecnológico en busca de una mayor financiabilidad de proyectos de gran escala, éstas compañías generalmente fabrican desde la celda hasta el panel fotovoltaico, lo que les permite tener un control firme de la calidad del producto final. Aunque la clasificación *Tier 1* no es una garantía directa respecto de la calidad del producto, sí resulta un buen

indicador de ella. El listado de paneles *Tier 1* incluye marcas conocidas como Jinko, Longi, JA Solar, Canadian Solar, entre otras.

En términos generales, la diferencia de costo entre un panel fotovoltaico *Tier 1* y uno no incluido en dicho listado es en promedio del 30%. El precio FOB de un panel fotovoltaico *Tier 1* para un importador es de aproximadamente 0,23 USD/W, mientras que el de un panel fotovoltaico no rankeado es de 0,18 USD/W.

Los valores detallados corresponden a precios FOB, a los cuales se les debe agregar el costo de nacionalización del producto, que comprende el pago de tasas aduaneras, transporte y almacenamiento, junto con el margen bruto del importador para llegar al costo nacionalizado de estos productos. El costo nacionalizado promedio para paneles *Tier 1* considerados es de 0,35 USD/W.

Utilizando los factores de referencia para el margen bruto de venta se obtienen los precios finales. En consecuencia, se considera que el precio para paneles fotovoltaicos *Tier 1* se encuentra actualmente en el orden de 0,49 USD/W.

## 5.2 Inversor de corriente

El mercado de inversores de corriente para sistemas fotovoltaicos se divide en función a su tamaño y aplicación. Por un lado los inversores de uso residencial son mayormente monofásicos y usualmente presentan potencias de trabajo entre 2 y 5 kW, mientras que los de uso comercial e industrial son casi exclusivamente trifásicos y presentan potencias de trabajo entre 4 y 50 kW, con algunos modelos alcanzando los 100 kW. Para el caso de sistemas de uso residencial mayores a 5 kW es recomendable el uso de inversores trifásicos a fin de evitar un desbalance de fases, tal como se establece en la reglamentación.

En lo referente al precio de este producto se observan dos grupos marcadamente diferentes principalmente relacionados con la calidad de los equipos, las garantías provistas y antecedentes del fabricante. En términos generales se recomienda la utilización de inversores de marcas reconocidas con garantía de al menos 5 años por parte del fabricante por sobre modelos con poco historial para asegurar un mejor desempeño a lo largo de la vida útil del sistema. Algunos ejemplos de fabricantes reconocidos en este mercado son ABB, Fronius, Huawei, SMA y Sungrow, entre otros.

Cabe destacar que el costo por unidad de potencia de los inversores de corriente disminuye conforme aumenta la potencia unitaria del equipo. Los costos nacionalizados promedio para fabricantes reconocidos considerados son los siguientes:

- Inversor de 3 kW monofásico para el caso residencial: 0,40 USD/W;
- Inversor de 10 kW trifásico para el caso comercial: 0,25 USD/W;
- Inversor de 50 kW trifásico para el caso industrial: 0,12 USD/W.

Utilizando los factores de referencia para el margen bruto de venta se obtienen los precios finales. Es así que el precio nacionalizado de un inversor residencial de 3 kW ronda actualmente los 0,56 USD/W, el de un inversor para uso comercial de 10 kW ronda los 0,35 USD/W, mientras que uno de 50 kW, usualmente utilizado para el sector industrial, ronda los 0,17 USD/W.

## 5.3 Estructura soporte

Existen diferentes formas de emplazamiento de paneles fotovoltaicos en función de las características del inmueble sobre el que serán instalados.

Las instalaciones de tipo residencial suelen ser realizadas sobre techo inclinado de chapa o teja, o bien sobre techo plano. Las instalaciones comerciales por lo general son realizadas sobre techo inclinado de chapa o techo plano. Por último, las instalaciones más grandes asociadas al sector industrial suelen realizarse sobre techo plano o directamente sobre el suelo en las adyacencias del inmueble.

Si bien los costos son variados según el tipo de montaje particular, se consideran instalaciones de baja complejidad con los siguientes costos promedio por economía de escala:

- Instalación de 3 kW de tipo residencial sobre techo inclinado de chapa: 0,09 USD/W;
- Instalación de 10 kW de tipo comercial sobre techo inclinado de chapa: 0,09 USD/W;
- Instalación de 50 kW de tipo industrial sobre techo plano: 0,13 USD/W.

Utilizando los factores de referencia para el margen bruto de venta se obtienen los precios finales. Es así que los precios locales considerados para estructuras soporte por unidad de potencia instalada resultan en 0,13 USD/W para un sistema de 3 kW, 0,13 USD/W para un sistema de 10 kW y 0,18 USD/W para el sistema de 50 kW.

## 5.4 Materiales eléctricos

El listado de materiales eléctricos deberá contener determinados elementos de protección eléctrica de carácter obligatorio, a saber:

- Protección térmica;
- Protección diferencial;
- Descargadores de sobretensión en corriente continua;
- Descargadores de sobretensión en corriente alterna;
- Cable para corriente continua apto solar para el conexionado desde la salida del arreglo fotovoltaico hasta la entrada del inversor;
- Cables para corriente alterna de sección correspondiente para el conexionado de inversor a la red;
- Accesorios (tablero, bornes, conectores, otros).

A estos requisitos mínimos se les suma en algunos casos el canalizado de cables y otros elementos necesarios para realizar la instalación de conformidad con las buenas prácticas de ingeniería.

A partir de un relevamiento de precios en distribuidores locales se estimaron los siguientes costos:

- Materiales eléctricos para sistema de 3 kW de tipo residencial: 0,16 USD/W;
- Materiales eléctricos para sistema de 10 kW de tipo comercial: 0,07 USD/W;
- Materiales eléctricos para sistema de 50 kW de tipo industrial: 0,05 USD/W.

Utilizando los factores de referencia para el margen bruto de venta se llega a los precios finales de estos productos que se consiguen en el mercado interno. Es así que los precios locales considerados para materiales eléctricos por unidad de potencia instalada resultan en 0,23 USD/W para un sistema de 3 kW, 0,10 USD/W para un sistema de 10 kW y 0,07 USD/W para el sistema de 50 kW.

## 5.5 Instalación y montaje

En lo que respecta a la instalación y montaje electromecánico se consideran diferentes perfiles según el tamaño de instalación. Generalmente un equipo de trabajo está formado por un técnico matriculado, encargado a su vez de la supervisión de obra, y montajistas electromecánicos dedicados al montaje y conexionado de componentes.

Se consideran para el presente análisis el costo del servicio de instalación de forma tercerizada, el cual incluye costos de mano de obra y transporte de materiales con los siguientes valores aproximados:

- Instalación de 3 kW de tipo residencial, 2 días de duración: 500 USD;
- Instalación de 10 kW de tipo comercial, 5 días de duración: 1.200 USD;
- Instalación de 50 kW de tipo industrial, 10 días de duración: 5.000 USD.

Utilizando los factores de referencia para el margen bruto de venta se llega a los precios finales. Es así que los precios locales considerados para el servicio de instalación y fletes, por unidad de potencia instalada, resultan en 0,23 USD/W para un sistema de 3 kW, 0,17 USD/W para un sistema de 10 kW y 0,14 USD/W para el sistema de 50 kW.

## 5.6 Sistema de generación distribuida fotovoltaico

A modo de resumen, a continuación se detallan los precios finales estimados para los sistemas fotovoltaicos distribuidos en los sectores residencial, comercial e industrial analizados.

### Sistema 3 kW - Residencial

Detalle	Costo (USD/W)	Precio (USD/W)	IVA (%)	Precio final (USD/W)
<b>Panel FV</b>	0,35	0,49	10,5	0,54
<b>Inversor</b>	0,40	0,56	10,5	0,62
<b>Estructura soporte</b>	0,09	0,13	21	0,15
<b>Materiales eléctricos</b>	0,16	0,23	21	0,28
<b>Instalación</b>	0,17	0,23	21	0,28
<b>Total</b>	<b>1,17</b>	<b>1,64</b>		<b>1,87</b>

**Sistema 10 kW - Comercial**

Detalle	Costo (USD/W)	Precio (USD/W)	IVA (%)	Precio final (USD/W)
<b>Panel FV</b>	0,35	0,49	10,5	0,54
<b>Inversor</b>	0,25	0,35	10,5	0,39
<b>Estructura soporte</b>	0,09	0,13	21	0,15
<b>Materiales eléctricos</b>	0,07	0,10	21	0,12
<b>Instalación</b>	0,12	0,17	21	0,20
<b>Total</b>	<b>1,88</b>	<b>1,23</b>		<b>1,41</b>

**Sistema 50 kW - Industrial**

Detalle	Costo (USD/W)	Precio (USD/W)	IVA (%)	Precio final (USD/W)
<b>Panel FV</b>	0,35	0,49	10,5	0,54
<b>Inversor</b>	0,12	0,17	10,5	0,19
<b>Estructura soporte</b>	0,13	0,18	21	0,22
<b>Materiales eléctricos</b>	0,05	0,07	21	0,08
<b>Instalación</b>	0,10	0,14	21	0,17
<b>Total</b>	<b>1,75</b>	<b>1,05</b>		<b>1,20</b>

Los precios consolidados en dólares estadounidenses para cada uno de sistemas se detallan a continuación:

Sector	Capacidad	Precio s/IVA	Precio c/IVA
Residencial	3 kW	1,64	<b>1,87</b>
Comercial	10 kW	1,23	<b>1,41</b>
Industrial	50 kW	1,05	<b>1,20</b>

En todos los casos, es importante destacar que cuando se trata de aplicaciones comerciales o industriales, en donde puede recuperarse el IVA por parte del comprador, el impacto sobre el monto de inversión inicial se hace notable.

El siguiente gráfico representa el desglose de costos de los tres sistemas fotovoltaicos distribuidos, representativos para los sectores residencial, comercial e industrial.

### Estructura de costos



La presente estructura de costos corresponde a valores actuales, no obstante la tendencia del mercado indica que la evolución de costos de la tecnología solar fotovoltaica se dirige continuamente a la baja, por lo que se sugiere monitorear su evolución en forma periódica.





# 06

## **Oportunidades de reducción de costos en instalaciones solares fotovoltaicas distribuidas**





Al momento de identificar oportunidades de reducción de costos para instalaciones solares fotovoltaicas distribuidas en CABA resulta útil remitirnos a la cadena de valor analizada anteriormente. Se analizarán, por un lado, oportunidades relacionadas con las etapas de fabricación y, por separado, las relacionadas a servicios de distribución e instalación de sistemas.

### ***6.1 Oportunidades de reducción de costos en fabricación***

Tratándose de un mercado desarrollado y altamente competitivo a nivel internacional, la posibilidad de gestionar los costos de fabricación para obtener rebajas no presenta oportunidades visibles.

Sin embargo, el continuo desarrollo de nuevas tecnologías de conversión fotovoltaica y la mejora en eficiencia de los procesos de producción impulsan los costos de paneles fotovoltaicos a la baja año tras año.

Resultará importante en este aspecto seguir el desarrollo tecnológico y de costos a fin de aprovechar los avances internacionales. De particular interés resultará no sólo la eficiencia de paneles y su precio, sino también los cambios en estándares de calidad utilizados por la industria, a fin de impulsar la utilización de soluciones óptimas y eficientes en costos por parte de los instaladores en el territorio de CABA.

### ***6.2 Oportunidades de reducción de costos en distribución e instalación***

A fin de identificar oportunidades de reducción de costos en el downstream, resulta conveniente distinguir la actividad de distribución mayorista de componentes de los servicios asociados a la instalación de sistemas solares fotovoltaicos.

En general, la importación y nacionalización de paneles solares fotovoltaicos e inversores no es realizada de manera directa por el instalador, sino por empresas distribuidoras de componentes eléctricos o electrónicos, o bien representantes locales del fabricante, que venden estos productos a los instaladores para ser colocados en el domicilio del cliente final. Esto se debe principalmente a las características de la cadena de suministro de paneles solares, la cual para obtener eficiencia en costos utiliza transporte marítimo consolidado en contenedores de 40 pies (HQ) con más de 600 paneles solares según su tamaño, esto es, alrededor de 300 kW en total, lo cual requiere de una capacidad financiera y de almacenaje que suele resultar excesiva para la mayoría de instaladores.

Una oportunidad para reducción de costos en este aspecto consiste en realizar compras por grandes cantidades de paneles, idealmente en múltiplos de contenedores. Esto puede resultar natural para proyectos de tipo comercial e industrial con potencias a instalar considerables, o bien mediante la agrupación para la compra de un mayor número de proyectos de menor potencia, alcanzando los volúmenes antes mencionados.

Por su variado tamaño y potencia de generación esta oportunidad no resulta tan clara para el caso de inversores fotovoltaicos. Esta oportunidad será evaluada al momento de analizar la opción de compra agrupada para múltiples proyectos de igual tamaño.

Para el caso de los demás componentes eléctricos y de montaje, por tratarse de material de estantería utilizado por otras actividades, no se detectan oportunidades particulares de optimización de costos, excepto por una potencial mejora de condiciones comerciales por compras de mayor volumen.

En la fase de instalación se identifican oportunidades para la reducción de costos mediante la especialización de personal en diseño eficiente, dirección de proyectos e instalación y montaje electromecánico, lo cual disminuye el tiempo necesario para llevar adelante un proyecto.

Por otro lado, siendo que la empresa instaladora es generalmente la encargada de ofrecer financiamiento para la compra e instalación de sistemas a medida de cada cliente, existe una oportunidad de reducción de costos a nivel de proyecto mediante el ofrecimiento de opciones de financiamiento específicas para la actividad con incentivos, ya sea a través de reducción de tasas, garantías u otros medios.

Al analizar el potencial a mediano y largo plazo de este mercado, un aumento sostenido en volúmenes de venta redundaría en mejoras de eficiencia en cuanto a costos indirectos, a la vez que una mayor cantidad de actores resultaría en mayores niveles de competencia con la consecuente reducción de márgenes y baja de precios al cliente final. La difusión de esta tecnología junto con los incentivos disponibles podrá ser llevada a cabo mediante el desarrollo de una plataforma en línea que facilite el acceso a información y el acercamiento entre oferta y demanda.



# 07

## **Requerimientos de calidad y seguridad en instalaciones fotovoltaicas**

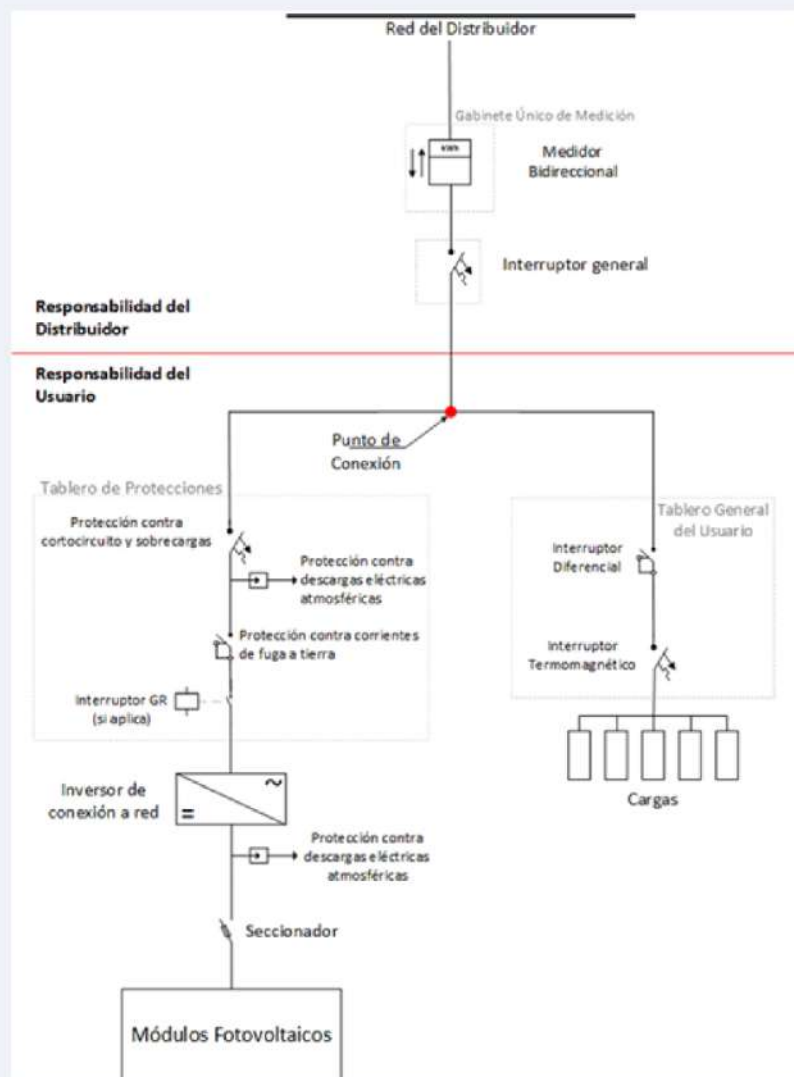


Toda instalación solar fotovoltaica conectada a red debe cumplir un conjunto de requisitos técnicos y de seguridad. Estos requisitos están orientados a la protección de las personas y equipamiento en el domicilio de instalación, así como a preservar la seguridad de los operarios y evitar impactos negativos en la red eléctrica.

En el ámbito nacional y dentro del marco de la ley N° 27.424, la reglamentación vigente sobre estos aspectos proviene de la disposición 28/2019 de la Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética, en su versión actualizada.

En dicha norma se establece un conjunto de requerimientos mínimos que toda instalación de sistemas de generación distribuida de tecnología solar fotovoltaica deberá cumplir.

En el esquema a continuación se representa el diagrama unifilar eléctrico de referencia, indicando las conexiones y elementos mínimos de protección requeridos los cuales serán desarrollados a continuación.



**Imagen extraída**  
Fuente: Subsecretaría de Energías  
Renovables y Eficiencia Energética

Cabe destacar que lo indicado rige tanto para usuarios con suministro en baja tensión como en media tensión. Para el caso de usuarios con suministro en media tensión se establece que tanto el inversor fotovoltaico como los elementos de protección mínimos requeridos deberán ser instalados en circuitos de baja tensión.

## 7.1 Protecciones eléctricas para equipos de generación distribuida

Toda instalación de equipos de generación distribuida debe contar como mínimo con los elementos de maniobra y protección indicados a continuación.

### 7.1.1 Protección generador-red

La protección generador-red (protección GR) es un dispositivo de seccionamiento y protección ante valores inadmisibles de tensión o frecuencia, el cual debe contemplar las siguientes funciones de protección:

- Desconexión por subtensión;
- Desconexión por sobretensión;
- Desconexión por subfrecuencia;
- Desconexión por sobrefrecuencia;
- Desconexión por detección de funcionamiento en isla.

Su instalación, de manera integrada al equipo de acople a la red (protección GR integrada) o en un tablero independiente (protección GR central), dependerá de las características de los equipos de generación distribuida.

La protección GR podrá estar integrada al equipo de acople a la red (inversor electrónico) en los casos en que la potencia nominal de salida del mismo no sea superior a 30 kVA.

En caso de utilizar una protección GR central, la misma deberá poseer un botón de prueba que active el interruptor de interfaz y al accionarlo debe ser posible la visualización de la activación de dicho interruptor.

Ante la ocurrencia de desvíos de los parámetros admisibles de tensión o frecuencia, incluyendo la detección de funcionamiento en isla, la protección GR debe desconectar los equipos de generación distribuida de la red eléctrica en los tiempos establecidos a continuación:

Variable	Valores máximos y mínimos admisibles de tensión y frecuencia		Tiempo de apertura en segundos (s)
Tensión (U)	$U < 85\% U_{\text{nominal}}$	$U_L < 323 \text{ V}$ para conexiones trifásicas $U_r < 187 \text{ V}$ para conexiones monofásicas	$\leq 1,5$
	$U > 115\% U_{\text{nominal}}$	$U_L < 437 \text{ V}$ para conexiones trifásicas $U_r < 253 \text{ V}$ para conexiones monofásicas	$\leq 0,2$
Frecuencia (f)	$f > 51 \text{ Hz}$		$\leq 0,5$
	$f > 47 \text{ Hz}$		$\leq 0,5$
Anti-Isla	(Tiempo máximo de desconexión frente a caída de red)		$\leq 2,0$
Reconexión	(espera para reconexión una vez restablecida la red)		$\geq 180$

En instalaciones monofásicas los valores de tensión de fase ( $U_f$ ) deben medirse entre la correspondiente fase y el neutro. Para el caso de equipos de generación distribuida trifásicos las tensiones de línea ( $U_L$ ) se medirán entre fases. En el caso de los dispositivos de medición de frecuencia serán permitidos los de tipo monofásico.

La pérdida de tensión auxiliar en la protección GR central o en el control de la protección GR integrada debe provocar la apertura del interruptor de interfaz, asegurando que se mantengan los tiempos de desconexión máximos indicados en la tabla.

Un equipo de generación distribuida podrá continuar abasteciendo el consumo interno de un usuario-generador ante un corte de suministro eléctrico en la red de distribución (funcionamiento autónomo o en isla) únicamente en los casos en que cuente con las protecciones y elementos de maniobra automáticos necesarios para permanecer eléctricamente aislado de dicha red.

El acceso a la configuración de parámetros de la protección GR deberá quedar protegido físicamente o mediante contraseña una vez finalizada la instalación, a fin de evitar manipulación accidental o modificación por parte de usuarios o personal no calificado.

### *7.1.2 Interruptor de interfaz*

Todo equipo de generación distribuida deberá contar con un interruptor de interfaz, el cual vincula dicho equipo con su tablero de protecciones. El interruptor de interfaz será controlado por la protección GR y deberá accionarse de forma automática y sin retardo en caso de que se active alguna de las funciones de protección.

El interruptor debe consistir en dos grupos de relés conectados en serie de forma redundante. Ante la actuación del interruptor la desconexión debe efectuarse en todos los polos. Para sistemas monofásicos los relés deberán ser bipolares y para los sistemas trifásicos serán tripolares o tetrapolares, según corresponda.

El interruptor de interfaz podrá estar integrado dentro del equipo de acople a la red para el caso de inversores electrónicos, o bien estar instalado junto con la protección GR central.

### *7.1.3 Tablero de protecciones*

El tablero de protecciones debe estar ubicado cerca del punto de conexión y contar con un dispositivo de protección contra cortocircuitos y sobrecargas.

A la vez, el tablero de protecciones debe contar con un dispositivo de protección contra corrientes de fuga a tierra, según corresponda, y cumplir con alguno de los siguientes conjuntos de normas:

- IRAM 2301;
- IEC 61008-1 e IEC 61008-2-1;
- IEC 61009-1 e IEC 61009-2.

### *7.1.4 Protección contra descargas eléctricas atmosféricas*

En los casos en que los equipos de acople a la red no tengan incorporados dispositivos de protección contra descargas atmosféricas se deben instalar dispositivos de protección en forma externa, de acuerdo con la norma IRAM 2184, partes 4 y 11. Dichas protecciones se deben instalar tanto del lado de corriente continua como de corriente alterna, próximas al equipo de acople a la red.



## ***7.2 Requerimientos de calidad y seguridad para tecnología solar fotovoltaica***

Los equipos de generación distribuida de tecnología solar fotovoltaica deben contar con las certificaciones que acrediten el cumplimiento de las normas que se detallan en el presente capítulo, las cuales contemplan los aspectos de calidad, seguridad e integración a la red necesarios.

### ***7.2.1 Paneles solares fotovoltaicos***

Los módulos o paneles solares fotovoltaicos deberán contar con certificación de la norma IEC 61730-1/2 (normas de construcción y seguridad).

Según su tipo, deben contar además con certificación de alguna de las siguientes normas:

#### **Módulos de tipo silicio cristalino:**

- IRAM 210013-17 (exceptuado el ensayo de Torsión IRAM 210013-5);
- IEC 61215-1/2:2016;
- IEC 61215:2005.

#### **Módulos de tipo película delgada:**

- IEC 61215-1/2:2016;
- IEC 61646:2008.

### ***7.2.2 Inversores electrónicos de conexión a red***

Los inversores electrónicos de conexión a red deben estar certificados bajo la norma IRAM 210013-21, o en su defecto contar con certificación de las normas IEC 62109-2 (Seguridad de inversores), IEC 62116 o VDE 0126-1-1 (Protección anti-isla) y cumplir con alguno de los códigos de red internacionales compatibles, contenidos en las normas: VDE-AR-N 4105 (Alemania) o RD1699 (España).

## ***7.3 Requerimientos técnicos para instalaciones de tecnología solar fotovoltaica***

Desde el punto de vista de la instalación se deben tener en cuenta los siguientes criterios técnicos al dimensionar e instalar el sistema.

### ***7.3.1 Potencia de acople máxima admitida por fase***

Para el caso de instalaciones con suministro monofásico (típicamente usuarios residenciales o pequeños comercios) se admite la conexión de equipos de generación distribuida monofásicos siempre que la suma de potencias de acople a la red de los equipos de generación distribuida del usuario sea menor o igual a 5 kVA. En caso de instalar una potencia de generación mayor se debe solicitar al Distribuidor el paso a suministro trifásico.

En instalaciones con suministro trifásico se admitirá conectar hasta 5 kVA por fase con generadores monofásicos independientes. Los equipos de generación distribuida cuya potencia sea superior a 15 kVA deben ser conectados mediante generadores trifásicos balanceados.

### *7.3.2 Condiciones de puesta a tierra*

La puesta a tierra de los equipos de generación distribuida debe ser realizada de tal manera que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de distribución, asegurando que no se le transfieran defectos a esta última.

Las masas de los equipos de generación distribuida y sus estructuras soporte deben estar conectadas a una tierra independiente del neutro y de la tierra de la red de distribución.

### *7.3.3 Seccionamiento*

En toda instalación de tecnología solar fotovoltaica se debe incluir un seccionador acorde a las tensiones de funcionamiento del lado de corriente continua para permitir el mantenimiento del equipo de acople a la red.

### *7.3.4 Cables y conectores*

Al encontrarse instalados a la intemperie, los cables a utilizar para la conexión entre el generador (paneles solares) y el equipo de acople a la red debe contar con doble aislación y cubierta externa resistente a la radiación UV, al ozono y a la intemperie. Asimismo, los conectores y uniones a utilizar deben ser aptos para instalación en intemperie.

### *7.3.5 Estructuras soporte*

El instalador calificado debe contemplar y verificar que las estructuras y soportes utilizados para el montaje de paneles fotovoltaicos resistan las sobrecargas de vientos, condiciones climáticas del lugar y no afecten la integridad estructural del inmueble en que se encuentren emplazados.

## **7.4 Procedimiento de conexión de usuarios generadores**

El procedimiento de autorización de conexión de usuarios-generadores se lleva a cabo mediante la plataforma Trámites a Distancia (TAD) y consiste de tres etapas principales:

- Solicitud de reserva de potencia;
- Solicitud de medidor bidireccional;
- Emisión de certificado de usuario-generador.

En el siguiente diagrama elaborado por la Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética se observan las actividades involucradas en cada etapa.



**Imagen extraída**

Fuente: Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética

A continuación se detallan los aspectos generales del trámite, como el alcance de responsabilidades de cada actor involucrado, el proceso de inscripción para instaladores calificados en la plataforma, seguido de un detalle de cada uno de los tres pasos del procedimiento a seguir por parte del usuario, instalador calificado y Distribuidor.

#### 7.4.1 Alcance de responsabilidades

En todo caso, la información intercambiada mediante la plataforma TAD reviste carácter de declaración jurada, siendo cada actor responsable de la veracidad de los datos ingresados. En el caso del instalador calificado, queda bajo su exclusiva responsabilidad verificar el cumplimiento de los requerimientos técnicos y de seguridad aplicables según la normativa nacional y local vigente para cada instalación. A la vez, es responsabilidad del Distribuidor verificar las competencias del instalador calificado conforme con lo establecido en la normativa vigente.

### 7.4.2 Ingreso de datos de instaladores calificados

Cada instalador calificado deberá ingresar su información de contacto a fin de ser incluidos en la plataforma digital de acceso público.

La información a suministrar consiste de los siguientes datos:

- Nombre y Apellido
- CUIT/CUIL
- Título Habilitante
- Matrícula o Registro
- Correo electrónico.

La dirección de correo electrónico informada será a su vez utilizada para el envío de notificaciones respecto de las solicitudes por parte de los usuarios y notas pertinentes.

### 7.4.3 Solicitud de reserva de potencia

En esta primera etapa participan el usuario y su correspondiente Distribuidor. Cada usuario interesado iniciará su tramitación de conexión completando una *solicitud de reserva de potencia* mediante el Formulario 1A, el cual deberá contener sus datos identificatorios, información sobre el suministro contratado, el número de identificación de suministro (NIS) asignado por el Distribuidor, así como la ubicación, tecnología y potencia del equipo de generación distribuida que se pretenda conectar. A partir de la recepción del Formulario 1A, el Distribuidor procederá a revisar los datos enviados y completar su respuesta mediante un Formulario 1B indicando la aprobación de la solicitud.

En caso de no aprobar la *solicitud de reserva de potencia* en las condiciones solicitadas por el usuario, el Distribuidor deberá fundamentar su respuesta y, de corresponder, adjuntar al Formulario 1B los resultados de los estudios de viabilidad técnica que justifiquen la limitación o rechazo de dicha solicitud.

### 7.4.4 Solicitud de medidor bidireccional

Una vez completada la instalación del equipo de generación distribuida el usuario procederá, con el apoyo de su instalador calificado, a solicitar la instalación de un medidor bidireccional por parte del Distribuidor a fin de posibilitar el registro de la energía inyectada por el usuario a la red eléctrica y su consecuente facturación.

La *solicitud de medidor bidireccional* será efectuada mediante un Formulario 2A el cual será completado en forma conjunta entre el usuario y el instalador calificado, quien deberá detallar la información técnica requerida respecto de la instalación.

Este formulario incluye, además de los datos identificatorios del usuario e instalador calificado, los detalles técnicos de los equipos de generación distribuida instalados e información complementaria que permita constatar el cumplimiento de los requerimientos técnicos y de seguridad, y demás normativa aplicable.

A partir de la recepción del Formulario 2A el Distribuidor procederá a revisar la información suministrada y contactar al usuario para efectuar el cambio de medidor.

Una vez instalado el medidor bidireccional por parte del Distribuidor éste procederá a responder mediante un Formulario 2B indicando la aprobación de la solicitud junto con los datos de la conexión realizada.

En caso de no aprobar la *solicitud de medidor bidireccional* en las condiciones solicitadas por el usuario o de no poderse verificar la validez de las competencias del instalador calificado el Distribuidor deberá indicarlo en su respuesta de rechazo mediante el mismo Formulario 2B.

#### *7.4.5 Emisión del certificado de usuario-generador*

Una vez aprobado el Formulario 2B, sin mediar ningún paso adicional por parte del usuario solicitante, la Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética emitirá el correspondiente *certificado de usuario-generador* el cual incluye los datos identificatorios del usuario-generador, la información general del trámite realizado, así como las características principales de la conexión de equipos de generación distribuida autorizada. El *certificado de usuario-generador* será remitido al usuario-generador, al Distribuidor y al instalador calificado.

#### *7.4.6 Instructivos para trámites de generación distribuida*

En los siguientes enlaces se puede acceder a la información detallada y paso a paso del trámite, para cada uno de los actores involucrados:

- Instructivo para el usuario-generador: [enlace](#);
- Instructivo para el instalador calificado: [enlace](#);
- Instructivo para el Distribuidor: [enlace](#).



# 08

## **Análisis de cumplimiento de normas de calidad y seguridad**





Se realizó un relevamiento individual a fin de evaluar el grado de cumplimiento de las normas de seguridad y calidad establecidas en la reglamentación vigente.

Las siguientes empresas fueron relevadas respecto del cumplimiento de normas de calidad y seguridad en su oferta actual de equipamiento de tecnología solar fotovoltaica para la aplicación de generación distribuida:

- Aldar
- Efergia
- Energe
- Energy Mercosur
- Flex
- Intermepro
- ROCSA
- SolarLatam
- Solarpower
- Sustentator

Las empresas relevadas representan el 92% de las empresas identificadas en la etapa preliminar, por lo que los resultados se consideran representativos. El listado completo de empresas y el cuestionario utilizado para el relevamiento de proveedores se encuentran adjuntos como anexo al final del presente documento.

El análisis de cumplimiento se lleva a cabo respecto de las normas establecidas tanto para los componentes principales del sistema de generación distribuida, como para las calificaciones requeridas por parte del responsable técnico de verificar su cumplimiento en cada instalación ("Instalador Calificado").

### ***8.1 Verificación de cumplimiento de normas de calidad y seguridad en paneles fotovoltaicos***

Los módulos o paneles solares fotovoltaicos deben contar con certificación de la norma IEC 61730-1/2 (norma de construcción y seguridad).

A su vez, según la tecnología utilizada, deben contar con certificación de alguna de las normas listadas a continuación.

#### **Módulos de tipo silicio cristalino:**

- IRAM 210013-17 (exceptuado el ensayo de Torsión IRAM 210013-5);
- IEC 61215-1/2:2016;
- IEC 61215:2005.

#### **Módulos de tipo película delgada:**

- IEC 61215-1/2:2016;
- IEC 61646:2008.

A partir del relevamiento realizado a proveedores en el ámbito de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires respecto de los productos actualmente ofrecidos se verifica el siguiente resultado.

Marca	Modelo	Tipo	IEC 61730-1/2	IRAM 210013-17	IEC 61215-1/2:2016	IEC 61215:2005	IEC 61215-1/2:2016	IEC 61646:2008	Cumplimiento
Amerisolar	AS-6P-330W, AS-6P30-270W	Silicio Cristalino	✓		✓				✓
Canadian Solar	280Wp, 330Wp, 370Wp, 400Wp	Silicio Cristalino	✓		✓				✓
Exe Solar	EXP260-280 60c poly	Silicio Cristalino	✓			✓			✓
GCL-SI	320-440 W 72 Celdas	Silicio Cristalino	✓			✓			✓
Jingli	Serie 72 celdas	Silicio Cristalino	✓			✓			✓
JinkoSolar	Serie Eagle	Silicio Cristalino	✓			✓			✓
LONGi Solar	Serie Hi-MO4	Silicio Cristalino	✓		✓				✓
Luxor	Serie 72 celdas	Silicio Cristalino	✓			✓			✓
LV Energy	LVE60PSe1 LVE72PSe	Silicio Cristalino	✓			✓			✓
Risen Energy	RSM72-6-330P	Silicio Cristalino	✓		✓				✓
Seraphim	MONO 370-380	Silicio Cristalino	✓			✓			✓
Talesun	280Wp, 330Wp, 370Wp, 400Wp	Silicio Cristalino	✓			✓			✓
TPL Solar	330/340 W	Silicio Cristalino	✓			✓			✓
Trina Solar	TALLMAX (72 Celdas)	Silicio Cristalino	✓		✓				✓

**En consecuencia, se verifica un nivel de cumplimiento del 100% de los productos actualmente ofrecidos por las empresas relevadas respecto de las normas de calidad y seguridad vigentes, un resultado satisfactorio.**

## 8.2 Verificación de cumplimiento de normas de calidad y seguridad en inversores

Los inversores electrónicos de conexión a red deben estar certificados bajo la norma IRAM 210013-21, o en su defecto contar con certificación de las normas IEC 62109-2 (Seguridad de inversores), IEC 62116 o VDE 0126-1-1 (Protección anti-isla) y a su vez cumplir con alguno de los códigos de red internacionales contenidos en las normas: VDE-AR-N 4105 o RD1699.

A partir del relevamiento realizado a proveedores en el ámbito de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires respecto de los productos actualmente ofrecidos se verifica el siguiente resultado.

Marca	Modelo(s)	IRAM 210013-21	IEC 62109-2	IEC 62116	VDE 0126-1-1	VDE-AR-N 4105	RD1699	Cumplimiento
ABB (Fimer)	UNO y TRIO		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Aton	RA.Store-3		✓		✓	✓		✓
ENPHASE	Microinverter		✓		✓	✓		✓
Fronius	Primo y Symo		✓	✓	✓	✓		✓
GoodWe	Series NS, DT y MT		✓		✓	✓	✓	✓
Growatt	Serie híbridos		✓	✓	✓	✓		✓
Huawei	Serie SUN2000-KTL		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ingeteam	Ingecom SUN 1Play y 3Play		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Schneider Electric	Conext RL y TL		✓	✓	✓	✓	✓	✓
SMA	Sunny Boy, Sunny Tripower		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Victron	EcoMulti		✓		✓	✓	✓	✓

**En consecuencia, se verifica un nivel de cumplimiento del 100% de los productos actualmente ofrecidos por las empresas relevadas, un resultado satisfactorio.**

En este aspecto es importante destacar que algunos de estos fabricantes ofrecen modelos diferenciados para los distintos mercados o países, los cuales cumplen diferentes exigencias respecto a normas de calidad, seguridad y códigos de red. Será responsabilidad del proveedor de estos equipos en cada caso verificar que el modelo particular ofrecido es compatible con las exigencias del régimen vigente en el país.

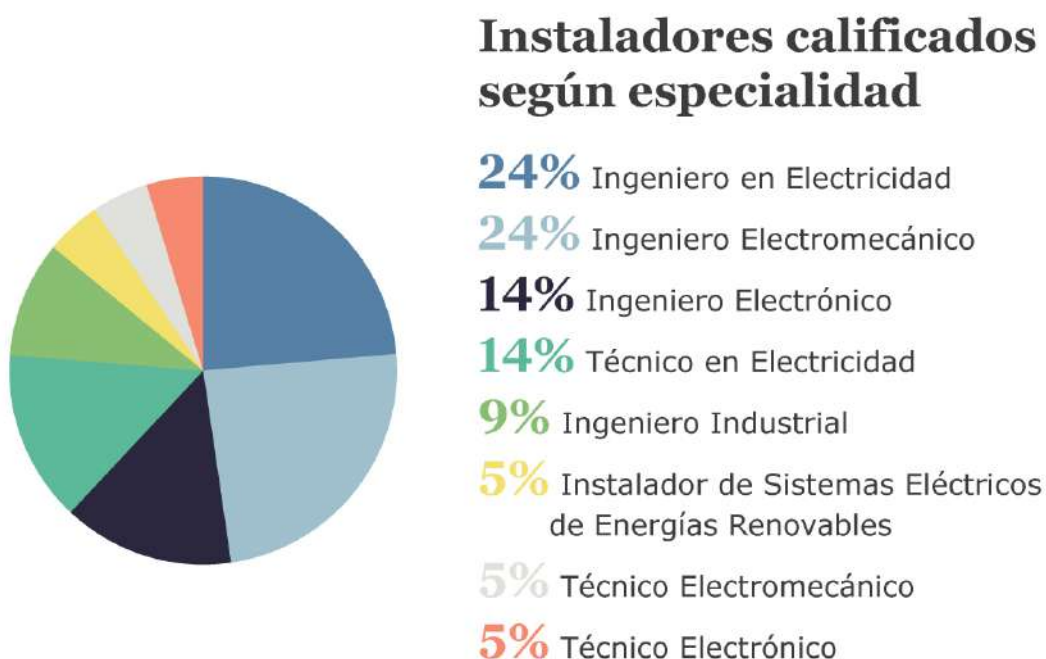
### ***8.3 Verificación de aptitud de Instaladores Calificados***

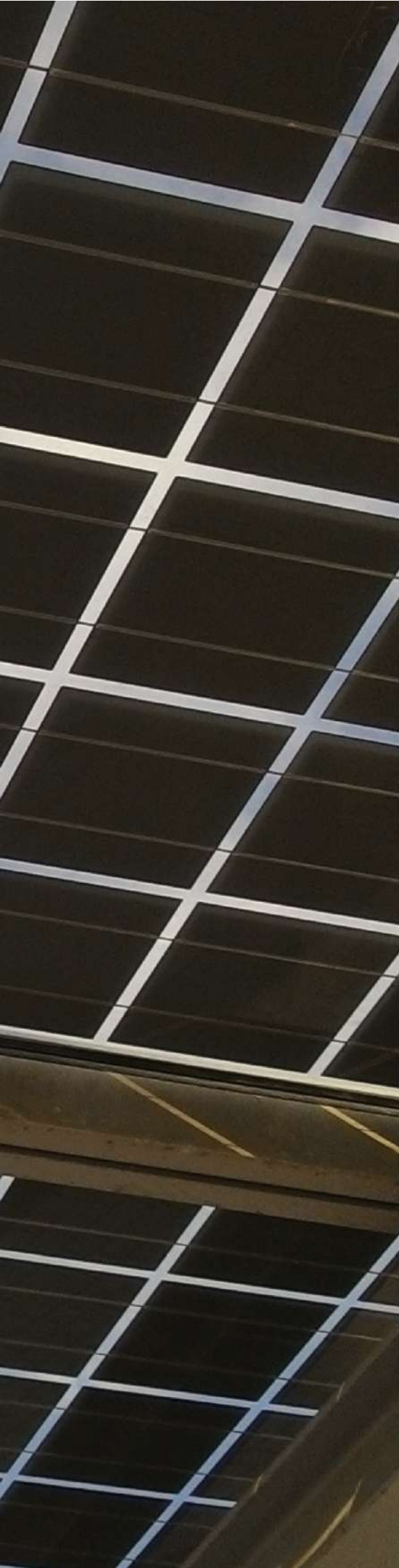
Todo proyecto de generación distribuida debe contar con un "instalador calificado", quien será el responsable de que la instalación se lleve a cabo de acuerdo con las buenas prácticas del rubro y en cumplimiento con lo establecido en la reglamentación vigente. A su vez, el instalador calificado es quien está habilitado legalmente a realizar trámites de autorización de conexiones mediante la plataforma digital de acceso público.

Según lo establecido en la sección 3.7 del Anexo de la Resolución 314/2018 de la Secretaría de Gobierno de Energía, dependiendo de la tecnología, rangos de potencia y niveles de tensión, podrán intervenir los profesionales de diferentes niveles de formación técnica con incumbencias específicas en instalaciones eléctricas de dichas características. En todos los casos, deberán contar con la correspondiente acreditación, título homologado y estar matriculados en los correspondientes Colegios o Consejos Profesionales, con incumbencias o competencias específicas.

**A partir del relevamiento de proveedores, se verifica que el 100% de las empresas encuestadas cuenta con uno o más responsables técnicos que cumplen el rol de instalador calificado, en cumplimiento de los requisitos establecidos en la normativa.**

Respecto de los títulos académicos habilitantes se detectó la siguiente participación:





# 09

## **Oportunidades de reducción de costos**



Se realizó un relevamiento de características generales y una encuesta confidencial de precios de venta al público por parte de los proveedores identificados con el objetivo de obtener una perspectiva agregada de los mismos.

Las siguientes empresas fueron relevadas respecto de sus características generales y precios finales ofrecidos al público para los kits solares fotovoltaicos definidos:

- Aldar
- Efergia
- Energe
- Energy Mercosur
- Flex
- Intermepro
- ROCSA
- SolarLatam
- Solarpower
- Sustentator

Las empresas relevadas representan el 92% de las empresas identificadas en la etapa preliminar, por lo que los resultados se consideran representativos. El listado completo de empresas y el cuestionario utilizado para el relevamiento de proveedores se encuentran adjuntos como anexo al final del presente documento.

## ***9.1 Características generales de proveedores***

Se relevaron aspectos generales tales como la antigüedad de la empresa en el rubro de generación distribuida, la dotación de personal permanente asociada a la actividad junto con la cantidad y tamaño de las instalaciones realizadas tanto dentro como fuera de CABA.

Desde el punto de vista de la antigüedad en el mercado, el muestreo arroja un amplio rango de resultados, que varían entre un máximo de 27 años hasta un mínimo de 2 años, reportando un promedio de 7 años en la actividad.

Estos resultados reflejan una combinación de empresas recientemente creadas, motivadas por la entrada en vigencia del marco regulatorio para la actividad, junto con empresas que cuentan con varios años de experiencia en diferentes aplicaciones de la tecnología solar fotovoltaica, principalmente en el mercado off-grid rural.

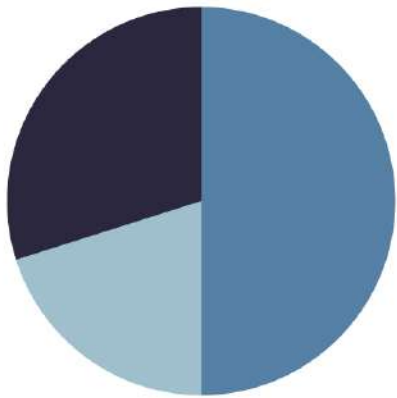
Respecto de la dotación de personal permanente abocada a esta actividad, se utiliza la clasificación correspondiente a la actividad de "servicios" establecida en la resolución 154/2018 de la Secretaría de Emprendedores y de la Pequeña y Mediana Empresa de la Nación, cuyos límites se detallan a continuación:

- Microempresas (de 1 a 7 empleados)
- Pequeñas empresas (de 8 a 30 empleados)
- Empresas medianas tramo I (de 31 a 165 empleados)
- Empresas medianas tramo II (de 166 a 535 empleados)

El siguiente gráfico refleja los resultados del relevamiento.



## Tipo de empresas según dotación de personal



**50%** Microempresas  
(1 a 7 empleados)

**20%** Pequeñas empresas  
(8 a 30 empleados)

**30%** Empresas medianas tramo I  
(31 a 165 empleados)

**0%** Empresas medianas tramo II  
(166 a 535 empleados)

La cantidad de empleados relacionados a la actividad de generación distribuida de las empresas relevadas presenta la siguiente distribución:

- Dotación máxima: **65 empleados**
- Dotación mínima: **2 empleados**
- Dotación promedio: **20 empleados**

Al consultar a las empresas proveedoras respecto de si sus instaladores calificados forman parte de la planta permanente de la empresa o son subcontratados para cada proyecto se obtuvieron los siguientes resultados:

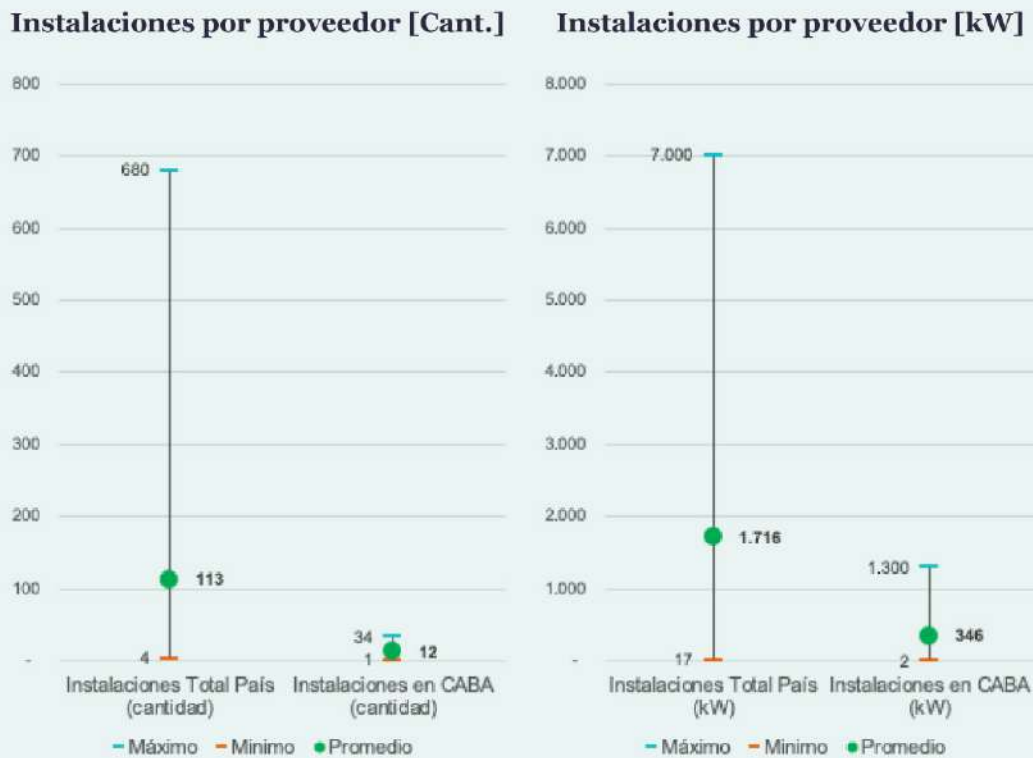
- Planta permanente: **40%**
- Subcontratado por proyecto: **20%**
- Ambas: **40%**

Un aspecto a destacar es que el 60% de las empresas relevadas manifiestan trabajar con subcontratación total o parcial del servicio de instalación a fin de obtener mayor flexibilidad frente a variaciones temporales en ventas, especialmente para grandes proyectos y como una oportunidad para el desarrollo de mercado en otras regiones del país logrando una mayor competitividad.

Al analizar la cantidad total de instalaciones y potencia instalada por parte de los proveedores relevados se observan los siguientes resultados:

- Total de instalaciones en el país (cantidad): **1.016**
- Total de instalaciones en el país (kW): **15.442 kW**
- Total de instalaciones en CABA (cantidad): **112**
- Total de instalaciones en CABA (kW): **3.116 kW**

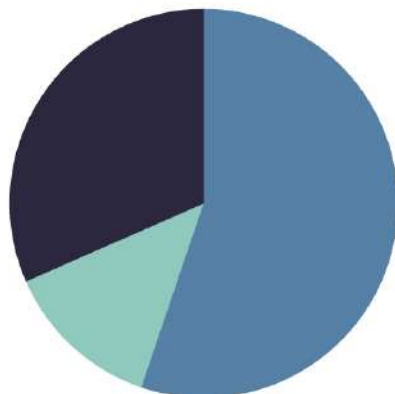
Para tener una imagen más representativa del muestreo se analizaron las cantidades mínimas, máximas y promedio de instalaciones en cada caso, con el resultado representado en los siguientes gráficos.



Lo observado presenta una dispersión coherente con la variedad de tamaños (dotación) de empresas relevadas y su respectiva antigüedad en el mercado.

Al analizar el principal mercado de estas empresas, según cantidad de instalaciones en CABA respecto del total de instalaciones en el país, se verifica que 3 de las 11 empresas relevadas reportan haber realizado un 50% o más de sus instalaciones en CABA, mientras que las 8 restantes realizaron una proporción mayor de instalaciones en el resto del país.

Otro aspecto relevado fue el principal sector objetivo al que estas empresas orientan sus propuestas en la actualidad, distinguiendo entre sector residencial, comercial e industrial. Se observa una marcada orientación al sector residencial, seguido por el industrial y en menor medida comercial.



### Mercado objetivo según sector

**56%** Residencial

**11%** Comercial

**33%** Industrial

## 9.2 Relevamiento de precios de mercado

Para este análisis se consideraron los sistemas de referencia establecidos para cada sector, es decir:

- Sistema fotovoltaico para el sector residencial de 3 kW
- Sistema fotovoltaico para el sector comercial de 10 kW
- Sistema fotovoltaico para el sector industrial de 50 kW

Los precios relevados por los diferentes proveedores fueron indicados utilizando pesos argentinos o dólares estadounidenses. Al considerar una tasa de referencia de 70 ARS/USD se obtuvieron los resultados representados en la siguiente tabla.

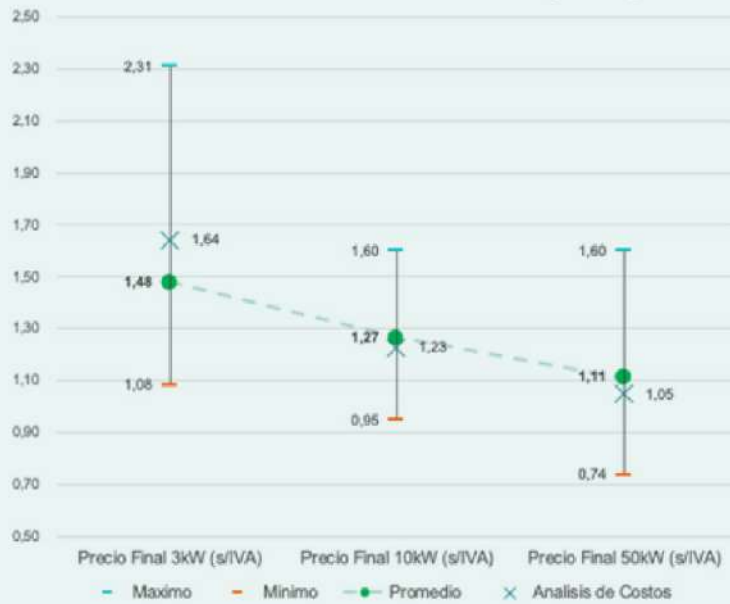
Precio final Llave en mano ( en USD s/IVA)	Sistema residencial 3 kW	Sistema comercial 10 kW	Sistema industrial 50 kW
Mínimo	3.250	9.500	37.000
Máximo	6.923	16.000	80.000
Promedio	4.435	12.659	55.699

Considerando el mismo criterio respecto a tasa de referencia, al realizar el relevamiento respecto de los precios del servicio de instalación se obtuvieron los siguientes resultados.

Precio servicio de instalación (en USD s/IVA)	Sistema residencial 3 kW	Sistema comercial 10 kW	Sistema industrial 50 kW
Mínimo	270	600	1.500
Máximo	1.500	4.900	21.000
Promedio	788	1.983	7.443

Estos resultados se pueden observar de una manera más representativa para el análisis por unidad de potencia, es decir precio por watio (USD/W). Al analizar los precios finales llave en mano por unidad de potencia se obtuvieron los resultados agregados representados en el siguiente gráfico.

### Análisis de Precios Sistema Llave en Mano [USD/W]



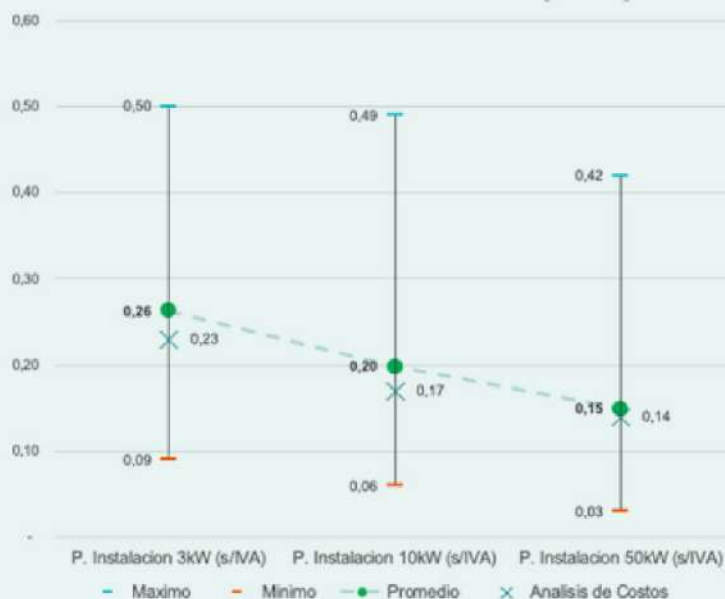
Como primera observación se detecta una dispersión considerable entre los distintos proveedores, algo esperable en un mercado en desarrollo, sobre todo considerando que se trata de empresas que ofrecen diferentes marcas y modelos de productos.

Otro dato a considerar es que en el caso residencial algunos proveedores manifestaron trabajar exclusivamente con inversores híbridos (con opción de almacenamiento) y si bien el costo de las baterías no está incluido en el precio reportado, estos equipos tienen un costo mayor en relación a los inversores on-grid no híbridos.

Los precios promedio, sin embargo, están en línea con la estimación realizada a partir del análisis de la estructura de costos de estos sistemas. Se puede observar cómo los mismos presentan una reducción al aumentar la escala del sistema.

Al analizar el relevamiento de precios por el servicio de instalación para estos mismos sistemas de referencia por unidad de potencia se obtienen los resultados representados en el siguiente gráfico.

### Análisis de Precios Servicio de Instalación [USD/W]



Una vez más se observa una dispersión considerable, con un precio promedio que se reduce a medida que aumenta el tamaño del sistema. Los resultados están en línea con las estimaciones realizadas a partir de la estructura de costos, aunque estas resultaron por debajo del precio promedio están dentro del rango observado en el mercado.

Un ejercicio hipotético consiste en estimar el "menor precio posible" en la oferta actualmente observada, el cual consiste en combinar la oferta con menor precio por componentes (precio final restando servicio de instalación) con el menor precio observado para el servicio de instalación, en cada escenario.

Los resultados se observan a continuación:

- Precio Final - mínimo posible - Sistema residencial 3 kW (s/IVA): 1,02 USD/W
- Precio Final - mínimo posible - Sistema comercial 10 kW (s/IVA): 0,93 USD/W
- Precio Final - mínimo posible - Sistema industrial 50 kW (s/IVA): 0,72 USD/W

Desde ya, estos valores no deben ser tomados como referencia para evaluar precios de sistemas ya que no corresponden al precio informado por ninguno de los oferentes relevados, pero pueden ser útiles al momento de establecer un piso a las expectativas de precio debajo del cual no existiría oferta.

### 9.3 Conclusiones del relevamiento de mercado

Los precios desglosados anteriormente brindan un diagnóstico representativo de la oferta actualmente disponible en CABA, el cual permite la estimación de costos para usuarios finales al momento de evaluar y diseñar políticas de fomento.

Respecto de la variedad entre los productos ofrecidos, si bien se verifica en su totalidad el cumplimiento de normas de calidad y seguridad, sus diferentes funciones agregadas

pueden presentar un valor agregado para algunos usuarios, los cuales justificarán el pago de un diferencial mayor en estos casos, como puede ser la opción de incorporar almacenamiento a futuro sin una inversión adicional considerable o bien contar con mayor información accesible en línea mediante una interfaz web del rendimiento en tiempo real del sistema.

Otro aspecto que puede considerarse diferenciador está relacionado con la eficiencia general del sistema de generación, afectado en este caso por los paneles solares a instalar, en el cual el comprador podrá evaluar en cada caso la conveniencia de utilizar tecnologías más eficientes para obtener una mayor cantidad de energía generada a expensas de un diferencial de precio al momento de la compra. Este aspecto estará influenciado no sólo por el rendimiento de los paneles en sí, sino también por las eventuales restricciones en la superficie disponible para realizar la instalación.

Ambos factores descriptos resaltan la importancia de dotar a la potencial demanda de la información necesaria para evaluar la conveniencia en cada caso de optar por una u otra opción tecnológica, al precio que maximice su retorno de inversión y funcionalidad esperada.

Un oportunidad natural identificada anteriormente radica en el aumento del volumen de mercado, lo cual impactaría en alguna medida en los costos de componentes por compras en mayores cantidades, opción que será analizada en las siguientes secciones, y sobre todo en el costo de los servicios de instalación, ya que un mayor volumen de demanda disminuiría el impacto de costos indirectos por tiempos improductivos en la actividad. Sobre este último punto se observa como señal positiva el hecho de que el 60% de las empresas relevadas contemplan la subcontratación parcial o total del servicio de instalación, lo que permitirá acompañar un rápido crecimiento de la demanda apoyado en las capacidades ociosas actualmente disponibles para este tipo de servicio.

**Estos aspectos deberán ser tenidos en cuenta al momento de diseñar la herramienta en línea que potencie el acceso a información sobre estas tecnologías en conjunto con los incentivos disponibles y el acercamiento entre oferta y demanda. El aumento sostenido del nivel de actividad permitirá mejoras de eficiencia en cuanto a costos indirectos, con la consecuente reducción de márgenes y baja de precios al cliente final.**

## ***9.4 Análisis de reducción de costos por compra conjunta mayorista***

Una posible alternativa para la reducción de costos de sistemas solares fotovoltaicos consiste en la facilitación, por parte del sector público, de la compra agregada de sistemas para un conjunto de usuarios finales.

El mecanismo de facilitación consistiría esencialmente en la suscripción de un número de interesados en adquirir sistemas solares fotovoltaicos mediante un contrato con compromiso de compra, seguida por un proceso competitivo de licitación pública para compra de sistemas en mayor volumen gestionada por un ente gubernamental. Finalizado el proceso licitatorio, la empresa adjudicada procedería a la adquisición de equipamiento e instalación de sistemas, percibiendo el cobro en función al grado de avance del proyecto respecto del presupuesto y plan de proyecto aprobado.

Esta estrategia estaría orientada a lograr una mayor economía de escala por parte de la oferta a través de un proceso transparente y competitivo, redundando en una reducción de precios al usuario final.



La potencial reducción de costos de este tipo de esquema estaría relacionada principalmente con los siguientes factores:

- Reducción de costo de componentes por una compra en mayor volumen.
- Reducción de costos en servicios de instalación por un aumento de eficiencia ante un mayor volumen de trabajo.
- Reducción de margen de ganancia de los oferentes por menor costo comercial, competencia y visibilidad.

A fin de realizar un análisis prospectivo se utilizan los siguientes escenarios para estimar el posible impacto de este tipo de estrategia:

- Compra conjunta de 100 sistemas FV residenciales de 3 kW, (total 300 kW)
- Compra conjunta de 30 sistemas FV comerciales de 10 kW (total 300 kW)
- Compra conjunta de 6 sistemas FV industriales de 50 kW (total 300 kW)

Los valores estudiados están en línea con los escenarios utilizados anteriormente, asumiendo cantidades asimilables a compra por mayor de paneles en cantidades cercanas a un embarque completo.

#### *9.4.1 Potencial de reducción en costos de componentes*

Al considerar que se realizará una compra de componentes del mismo tipo para todas las instalaciones, la reducción posible de costos por compra en mayor volumen podría a simple vista presentar mayor relevancia en el caso de paneles fotovoltaicos por tratarse del componente requerido en mayor cantidad, seguido por los inversores y el resto de los componentes.

Sin embargo, al realizar el relevamiento de mercado y consultar a los proveedores se evidenció que, si bien un aumento de cantidades en compra de paneles fotovoltaicos podría redundar en una mejora en el costo, los volúmenes no resultan del todo significativos para el fabricante de modo tal que se logre una mejora sustantiva en el precio. Cabe destacar que se trata de un mercado acostumbrado a trabajar en gran escala (utility scale) con volúmenes de venta mucho mayores, y con la particularidad que tiene ésta tecnología sobre la cual la unidad de generación (panel fotovoltaico) utilizado en los grandes partes, es idéntico al utilizado a pequeña y mediana escala.

La mayor dispersión detectada en este sentido está relacionada por las diferentes condiciones de compra de cada proveedor, es decir, compra nacionalizada a un distribuidor local, importación directa en grandes cantidades o bien importación directa minorista. Entre los proveedores relevados, son varios los que actualmente importan directamente en cantidad, con lo cual el diferencial no resultaría significativo y estaría en línea con los precios más competitivos reflejados en el relevamiento.

Para el caso de inversores, estructuras soporte y materiales eléctricos, un aumento de volúmenes de compra podría resultar en una reducción de costos aunque se asumirá un escenario relativamente conservador por tratarse mayormente de material de estantería con alto grado de circulación.

#### *9.4.2 Potencial de reducción en costos de servicio de instalación*

En cualquiera de los tres escenarios hipotéticos analizados se podría esperar que al asegurar un mayor volumen y continuidad de trabajo se obtenga una mejora en el costo de servicios asociados a la instalación. A la vez, la estandarización de equipos y sistemas haría más eficiente la gestión de autorización de sistemas para habilitación de conexiones por parte del responsable técnico de la empresa.

En este caso es importante considerar que el efecto puede resultar de mayor impacto en los sistemas de mayor tamaño (escenario industrial y comercial) que en el caso residencial. Si bien el escenario propuesto para el caso residencial implica un número considerablemente mayor de instalaciones, las eficiencias obtenidas por la ocupación permanente del personal en la duración del proyecto se verían limitadas debido al componente logístico de transporte de personal y materiales, así como a las actividades de preparación y limpieza del sitio de instalación que deberán repetirse en cada caso.

### 9.4.3 *Potencial de reducción en costos por optimización de márgenes, competitividad y visibilidad*

Si bien este factor resulta difícil de estimar cuantitativamente, al tratarse por parte de las empresas instaladoras de una venta de mayor escala resulta esperable obtener mejoras respecto a los márgenes de venta debido a un menor costo comercial para la adquisición de estos clientes. A su vez, un proceso licitatorio competitivo incentiva a una optimización y reducción de márgenes entre los participantes con el fin de resultar adjudicados.

Un aspecto observado en proyectos públicos similares, como es el caso de las instalaciones solares térmicas y solares fotovoltaicas en el Barrio 31 en CABA, o el programa "Techos Solares Públicos" llevado a cabo por el Ministerio de Energía de Chile<sup>9</sup>, es que por su relevancia y visibilidad, representan un incentivo adicional para los oferentes en ser adjudicados a fin de aprovechar la exposición con fines publicitarios, redundando en ofertas más competitivas.

### 9.4.4 *Análisis prospectivo*

A fin de realizar una sensibilización de la potencial reducción en precios mediante este mecanismo resulta útil retomar del análisis de estructura de costos la relevancia porcentual relativa de cada uno de los componentes en el precio final.

Teniendo en cuenta los aspectos mencionados anteriormente se consideran los siguientes supuestos:

- **Paneles solares:** no se asume reducción de costos por volumen de compra respecto de la importación directa, pero se asume un 5% en reducción de costos para los tres casos teniendo en cuenta una potencial reducción en costo de capital de trabajo por mantenimiento de stock.
- **Inversor:** se asume una reducción de 15% en el caso residencial, 10% en los casos comercial e industrial debido a una menor cantidad de equipos adquiridos.
- **Estructuras soporte y materiales eléctricos:** se asume una reducción del 15% en el caso residencial, 10% para el caso comercial e industrial debido a una menor cantidad de equipos adquiridos.
- **Servicio de instalación:** se asume una reducción de costos de 15% para el caso residencial, 20% para el caso comercial e industrial debido a una mayor eficiencia operativa por menores costos logísticos y de preparación.

La siguiente tabla resume las reducciones asumidas en costos de cada componente.

---

<sup>9</sup> Programa Techos Solares Públicos - Ministerio de Energía de Chile ([enlace](#))

### Porcentaje de reducción de precios asumido por compra conjunta

Detalle	100 sistemas de 3 kW Residencial	30 sistemas de 10 kW Comercial	6 sistemas de 50 kW Industrial
Panel FV	-5%	-5%	-5%
Inversor	-15%	-10%	-10%
Estructura soporte	-15%	-10%	-10%
Materiales eléctricos	-15%	-10%	-10%
Instalación	-15%	-20%	-20%

Retomando el análisis de estructura de costos y los porcentajes relativos de cada componente en el precio final, afectados por los porcentajes de reducción de costos asumidos se llega al siguiente resultado.

### Desglose porcentual de componentes en precio final (s/IVA)

Detalle	Sistemas 3 kW Residencial	Sistemas 10 kW Comercial	Sistemas 50 kW Industrial
Panel FV	29,9%	39,5%	46,7%
Inversor	34,1%	28,2%	16,2%
Estructura soporte	7,9%	10,5%	17,1%
Materiales eléctricos	14,0%	8,1%	6,7%
Instalación	14,0%	13,7%	13,3%
<b>Impacto en precio final</b>	<b>-12,0%</b>	<b>-9,4%</b>	<b>-9,0%</b>

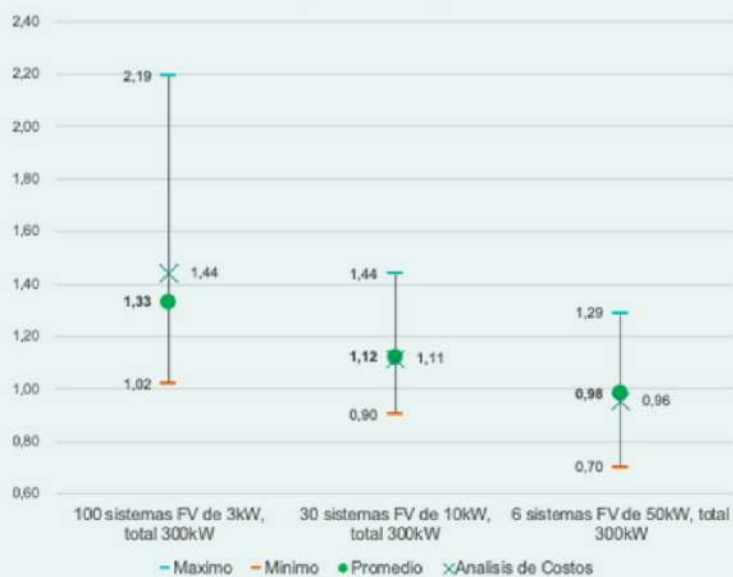
Como parte del relevamiento de precios de mercado realizado se consultó a los proveedores respecto de una estimación del descuento en el precio final que podrían alcanzar para los tres escenarios de compra conjunta analizados.

Los resultados del relevamiento, junto con el resultado del análisis estimativo de la presente sección se visualizan en los siguientes gráficos.

### Potencial Descuento por Compra Conjunta [%]



### Compra Conjunta - Precios Sistema Llave en Mano [USD/W s/IVA]



**Cabe destacar que, si bien se observan valores extremos representativos de la heterogeneidad de los proveedores relevados, los valores promedio representan un descuento aproximado de un 11% por compra conjunta respecto del precio unitario de estos sistemas, un resultado cercano a las estimaciones realizadas.**

Un aspecto importante que no se ve reflejado en el análisis pero que resulta sumamente relevante a la hora de llevar adelante el proceso licitatorio consiste en establecer mecanismos de cobro ágiles y sencillos para la compra, ya que la inclusión de sobre costos por riesgo financiero y retraso de pagos en las ofertas podría anular total o parcialmente el ahorro esperado.

Una alternativa a considerar podría consistir en formalizar la suscripción de los usuarios interesados mediante la firma de un contrato de crédito aprobado en un banco seleccionado por el gobierno de la ciudad previo al llamado a licitación. Estableciendo un precio máximo para el costo de los sistemas, los usuarios tendrán certidumbre respecto al acceso y condiciones de financiamiento junto con la expectativa de un posible mejoramiento de precios resultante de la compulsa pública. A su vez, los oferentes tendrán certidumbre de condiciones y plazos de pago una vez adjudicados, disminuyendo la percepción de riesgo y resultando en mejores condiciones de precios.

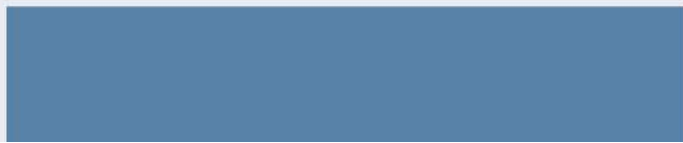
Una alternativa que puede resultar beneficiosa, sobre todo para el caso de sistemas residenciales, sería la posibilidad de licitar varios lotes de menor cantidad de instalaciones agrupadas geográficamente, estableciendo cupo máximo por empresa. De esta manera, si bien se sacrifica parcialmente la economía de escala con una potencial disminución del ahorro en componentes, se potencia el ahorro en logística asociada a los servicios de instalación, a la vez que se fomenta el crecimiento de la oferta en el mercado permitiendo que un mayor número de empresas sean adjudicadas.





# 10

**Potencial de instalación  
de equipos de Generación  
Distribuida por Comuna  
en CABA**





A fin de obtener una perspectiva del potencial de instalación de equipos de generación distribuida solar fotovoltaica en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires se analiza la máxima capacidad instalable basada en características urbanas como la superficie disponible en techos según datos de acceso público, entre otros. En segundo lugar se procede a realizar un ejercicio de estimación de la evolución y penetración de instalaciones tomando como base el análisis de mercados similares obteniendo una proyección para los años siguientes.

### ***10.1 Potencial máximo de desarrollo de Generación Distribuida solar fotovoltaica en CABA***

La Ciudad Autónoma de Buenos Aires se extiende sobre una superficie de 203 km<sup>2</sup>, de los cuales un 40% corresponde a superficie en azoteas, totalizando casi 83 km<sup>2</sup>, a la vez existen 0,18 km<sup>2</sup> que forman parte de los espacios verdes de la Ciudad. Su densidad poblacional reporta 14.237 habitantes/km<sup>2</sup>.

Para el análisis se compara la superficie total por comuna según datos oficiales<sup>10</sup>, con la superficie de azoteas por comuna, según información provista por APrA, la cual deja de manifiesto un factor de ocupación del 41%, datos que se describen en la tabla a continuación. Con la finalidad de estudiar el potencial de penetración máximo de generación distribuida solar fotovoltaica en CABA se tienen en cuenta los siguientes criterios:

- Un factor de un 20% de indisponibilidad de superficie en azoteas por obstáculos como tanques de agua, antenas, equipos de climatización, entre otros;
- Un factor de un 20% de indisponibilidad de superficie por afectación de sombreado<sup>11</sup>;
- Una radiación promedio anual neta de pérdidas de 1.395,35 kWh/kW/año.

En función a los criterios asumidos el factor de cobertura solar disponible sobre la superficie total de azoteas resulta en un 60%, y por tanto se obtiene que la superficie potencial de instalación de generación distribuida solar fotovoltaica es de 49,7 km<sup>2</sup>.

Para calcular la generación anual se considera que el resultante de superficie de las azoteas disponibles respecto a los factores determinados permite la instalación de paneles solares fotovoltaicos con orientación norte y a una inclinación de 34° respecto al suelo.

Cabe destacar que dichas estimaciones no tienen en cuenta eventuales restricciones de tipo económicas o de integración a la red.

Actualmente los módulos más comercializados son de 450 W y 330 W, que ocupan 2 m<sup>2</sup> y 1,6 m<sup>2</sup> respectivamente, por lo tanto los kits de referencia de los sectores residencial, comercial e industrial, en términos promedio ocupan aproximadamente 14 m<sup>2</sup>, 46 m<sup>2</sup> y 233 m<sup>2</sup> respectivamente.

En este sentido, se puede asumir que la tecnología ocupa en forma neta 4,65 m<sup>2</sup> por kW. No obstante, debe considerarse que la superficie bruta por kW instalado aumenta debido a espacios que deben dejarse disponibles para la libre circulación del instalador y personal de mantenimiento, por fuerza de carga aplicada por vientos, por dilatación de los módulos debido a las altas temperaturas, y la separación entre filas de módulos,

<sup>10</sup> Dirección General de Estadística y Censos - CABA ([enlace](#))

<sup>11</sup> Campaña de mediciones de irradiación solar realizadas en Villa Ortuzar por la Gerencia Operativa de Generación de Datos Territoriales, provisto por APrA.

que para paneles de 450 W instalados de forma vertical en un plano inclinado de 34° respecto a la horizontal corresponde a 2,5 metros.

Considerando lo expuesto, a los fines de calcular el potencial solar en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires se asume una superficie bruta necesaria por unidad de potencia del doble de la superficie neta de ocupación, que totaliza 9,3 m<sup>2</sup> por kW instalado. De esta manera, se obtiene la capacidad potencial máxima por comuna.

Los resultados del cálculo se detallan en la tabla a continuación, junto a las emisiones de gases de efecto invernadero evitadas.

Comuna de CABA	Superficie total (km <sup>2</sup> )	Superficie bruta de azoteas (km <sup>2</sup> )	Superficie Disponible de azoteas (km <sup>2</sup> )	Capacidad Potencial (kW)	Energía generada (GWh/año)	GEI evitados (Ton CO <sub>2</sub> eq)
Comuna 1	17,37	5,72	3,43	369.324	515	250.968
Comuna 2	6,29	2,46	1,47	158.600	221	107.774
Comuna 3	6,39	3,82	2,29	246.236	344	167.326
Comuna 4	21,70	9,15	5,49	590.335	824	401.153
Comuna 5	6,66	3,82	2,29	246.278	344	167.355
Comuna 6	6,85	3,27	1,96	210.968	294	143.360
Comuna 7	12,43	5,25	3,15	338.772	473	230.207
Comuna 8	22,29	5,44	3,26	350.736	489	238.338
Comuna 9	16,50	8,92	5,35	575.476	803	391.056
Comuna 10	12,64	5,80	3,48	374.491	523	254.480
Comuna 11	14,09	6,38	3,83	411.848	575	279.865
Comuna 12	15,56	6,43	3,86	414.746	579	281.835
Comuna 13	14,58	5,68	3,41	366.346	511	248.945
Comuna 14	15,78	4,67	2,80	301.132	420	204.630
Comuna 15	14,32	6,00	3,60	387.356	540	263.222
<b>TOTAL</b>	<b>203,45</b>	<b>82,8</b>	<b>49,69</b>	<b>5.342.643</b>	<b>7.455</b>	<b>3.630.515</b>

**Se concluye que el potencial máximo de capacidad en CABA respecto a la superficie disponible resulta en 5,3 GW. En este sentido, el potencial máximo de generación solar fotovoltaica distribuido representaría el 70% de la demanda eléctrica total anual de CABA, que registró 10,7 TWh/año en 2019. Mediante dicha generación se evitaría el 28% del total de emisiones de GEI en CABA, y el 48% de las emisiones GEI provenientes del sector energético en CABA.**

No obstante, dicho potencial máximo de integración solamente contempla superficie disponible y no se encuentra limitado por las capacidades técnicas restrictivas de integración a red pública de distribución, entre otras limitantes de tipo técnicas y económicas.

## ***10.2 Evolución de Generación Distribuida en ciudades comparables***

Aun teniendo una estimación del potencial máximo disponible para el desarrollo de la generación distribuida solar fotovoltaica en CABA según sus características de distribución edilicia y superficie disponible en techos, el resultado no ofrece una indicación de la evolución y desarrollo de esta actividad en el tiempo. El crecimiento progresivo de instalaciones de generación distribuida dependerá de la difusión y conocimiento de estas nuevas tecnologías por parte de la población, el desarrollo de la oferta local de servicios asociados, la disponibilidad de financiamiento y mecanismos de promoción, como así también de la evolución de tarifas eléctricas, entre otros factores.

A modo de perspectiva internacional, el reporte "Renewables 2019 – market analysis and forecast from 2019 to 2024"<sup>12</sup> de la Agencia Internacional de Energía (IEA) estima que la capacidad de generación solar fotovoltaica distribuida a nivel mundial podría aumentar en más de un 250% durante el período 2019-2024, alcanzando 530 GW instalados en 2024. El creciente atractivo económico sobre los sistemas de generación distribuida para numerosos inversores permite anticipar que el mercado experimente un sostenido despliegue en las próximas décadas. Según este informe, en un escenario optimista la capacidad instalada a nivel global proyectada al año 2024 podría representar el 6% del potencial técnico basado en el espacio disponible en azoteas. Tomando este porcentaje de penetración estimado por IEA, el potencial de capacidad instalada de generación distribuida solar fotovoltaica en CABA resultaría en 0,4 GW al 2024.

Si bien la perspectiva de desarrollo mundial resulta alentadora, la misma engloba un conjunto heterogéneo de regiones y mercados en un contexto de máximo crecimiento.

A los fines de estimar de una manera más conservadora el potencial crecimiento interanual de implementación de generación distribuida en CABA, se estudiaron dos ciudades de referencia y se analizó el avance real de sus respectivos programas desde su entrada en vigencia hasta la fecha.

### ***10.2.1 Santiago de Chile, Chile***

La Provincia de Santiago de Chile alberga a la mayor parte de la población en la región y se compone de 32 comunas, las cuales presentan una densidad poblacional que varía entre los 103 habitantes/km<sup>2</sup> y los 18.000 habitantes/km<sup>2</sup>. Con la finalidad de comparar ésta con la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, se seleccionaron para su estudio aquellas

---

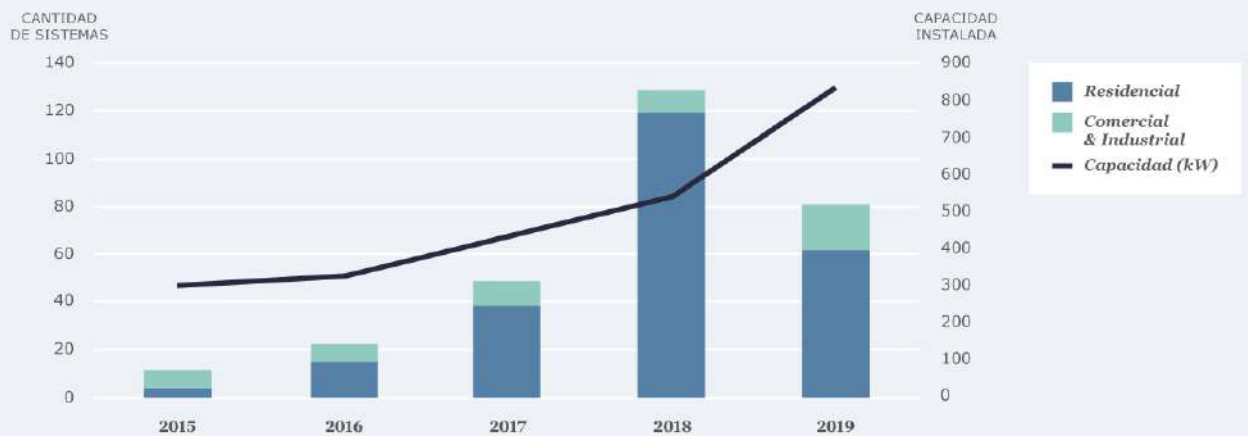
<sup>12</sup> Renewables 2019 - market analysis and forecast from 2019 to 2024 - IEA ([enlace](#))

comunas que presentan un rango de densidad poblacional similar al de las comunas de CABA.

Dentro de estas comunas se encuentran: Cerro Navia, Conchalí, El Bosque, Estación Central, Independencia, La Cisterna, La Granja, Lo Espejo, Lo Prado, Macul, Ñuñoa, Pedro Aguirre Cerda, Providencia, Recoleta, San Joaquín, San Miguel, San Ramón, Santiago. Las citadas 18 comunas se extienden sobre un territorio de 209 km<sup>2</sup> y presentan una densidad poblacional promedio de 12.242 habitantes/km<sup>2</sup>, ambas variables similares a CABA.

La República de Chile implementó Generación Distribuida de fuentes renovables a partir del año 2015, bajo el esquema de Net Billing. La evolución de la capacidad instalada de sistemas de generación distribuida en las comunas bajo estudio, en su totalidad de tecnología solar fotovoltaica, se resumen en el siguiente gráfico.

### Evolución de implementación GD - Santiago, Chile



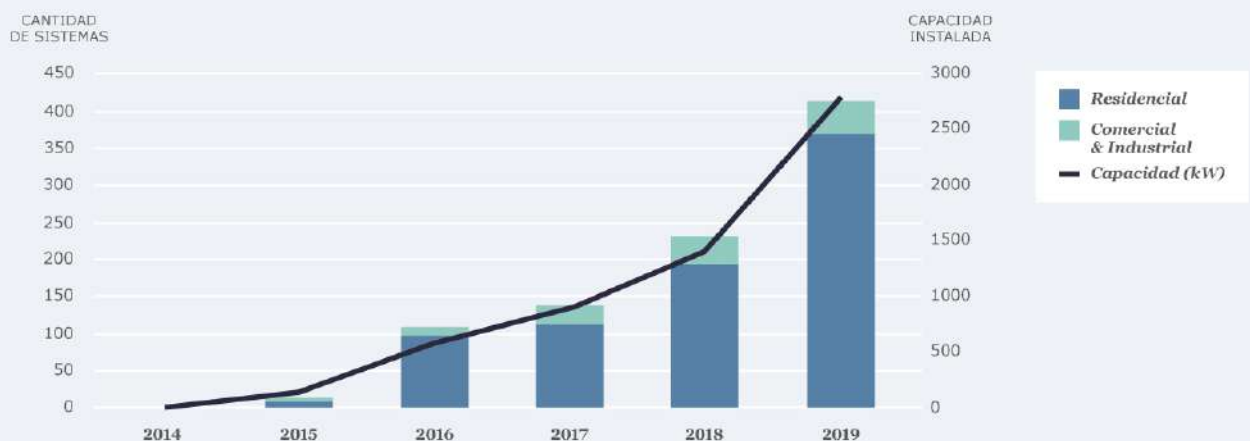
Desde su implementación hasta fines de 2019, se reporta una capacidad instalada acumulada de 2.436 kW conformados por 290 sistemas de generación distribuida en las comunas bajo análisis. La distribución de sistemas por sector reporta que un 81% corresponde a sistemas residenciales (menores a 10 kW) y 19% a sistemas comerciales e industriales (igual o mayor a 10 kW). La tabla a continuación detalla la capacidad, cantidad de sistemas y su distribución por sector en forma anual.

Detalles	2015	2016	2017	2018	2019
Capacidad (kW)	302	328	429	543	833
Cantidad de sistemas	11	22	48	129	80
Sistemas Residenciales	4	15	38	119	61
Sistemas C&I	7	7	10	10	20
% Sistemas Residenciales	36%	68%	79%	92%	76%
% Sistemas C&I	64%	32%	21%	8%	25%
kW/km <sup>2</sup>	1,44	1,56	2,05	2,59	3,97

### 10.2.2 São Paulo

São Paulo es la ciudad más grande y más poblada de Brasil, extendida sobre una superficie de 1.512 km<sup>2</sup>, y presenta una densidad poblacional de 8.005 habitantes/km<sup>2</sup>. La República Federativa de Brasil implementó Generación Distribuida de fuentes renovables en el año 2014, bajo el esquema de Net Metering. La evolución de la capacidad instalada de sistemas de generación distribuida, en su totalidad de tecnología solar fotovoltaica, se resumen en el siguiente gráfico.

#### Evolución de implementación GD - Sao Paulo, Brasil



Desde su implementación hasta fines de 2019 se reporta una capacidad instalada de sistemas de generación distribuida solar fotovoltaica de 5.810 kW conformados por 903

sistemas conectados a red. La distribución de sistemas por sector reporta que un 86% corresponde a sistemas residenciales (incluidos sistemas definidos como rurales) y 14% a sistemas comerciales e industriales (incluidos sistemas identificados como poder público y servicios públicos).

La tabla a continuación detalla la capacidad, cantidad de sistemas y su distribución por sector en forma anual.

Detalles	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<b>Capacidad (kW)</b>	4	150	576	892	1.414	2.774
<b>Cantidad de sistemas</b>	1	13	109	138	230	412
<b>Sistemas Residenciales</b>	1	8	97	112	193	369
<b>Sistemas C&amp;I</b>	0	5	12	26	37	43
<b>% Sistemas Residenciales</b>	100%	62%	89%	81%	84%	90%
<b>% Sistemas C&amp;I</b>	0%	38%	11%	19%	16%	10%
<b>kW/km<sup>2</sup></b>	0,00	0,01	0,31	0,34	0,58	1,24

### ***10.3 Potencial de desarrollo de Generación Distribuida en CABA a 2024***

La Ciudad Autónoma de Buenos Aires se extiende sobre una superficie de 203,5 km<sup>2</sup>, cuenta con 2,89 millones de habitantes y su densidad poblacional reporta 14.206 habitantes/km<sup>2</sup> según datos oficiales<sup>13</sup>. La Ciudad se encuentra adherida al régimen nacional de generación distribuida implementado desde el año 2019, habilitando a sus habitantes a instalar equipos de energías renovables para autoconsumo e inyección a la red de distribución. Al día de la fecha cuenta en su territorio con 19 sistemas de generación distribuida de tecnología solar fotovoltaica, que suman una capacidad instalada de 387 kW, de los cuales 64% corresponde a sistemas residenciales, 26% a sistemas comerciales y 10% restante a sistemas industriales.

<sup>13</sup> Dirección General de Estadística y Censos - CABA: [www.estadisticaciudad.gob.ar](http://www.estadisticaciudad.gob.ar)



A continuación se detallan los valores de superficie, habitantes y densidad por comuna.

Con el objetivo de realizar un ejercicio de proyección del potencial de instalaciones en la Ciudad de Buenos Aires, se ha tomado la curva de evolución de la capacidad instalada de generación distribuida solar fotovoltaica de Santiago de Chile (en las comunas bajo análisis), por diversos motivos, a saber: el régimen nacional argentino y el régimen chileno adoptan el esquema de balance neto de facturación, las comunas analizadas de la región metropolitana de Santiago de Chile reportan aproximadamente la misma densidad poblacional y presentan la misma extensión territorial que CABA, y por último, ambas lograron aproximadamente la misma capacidad instalada de generación distribuida durante el primer año de vigencia del régimen: 302 y 383 kW en la comunas bajo estudio de Santiago y CABA, respectivamente.

No se debe perder de vista que este ejercicio de estimación compara dos contextos con algunas similitudes pero numerosas diferencias entre sí, dentro de las cuales se puede destacar que si bien los costos de la tecnología eran mayores en 2015 que en la actualidad, Chile cuenta con un mayor acceso a financiamiento, a la vez que los precios

<b>Comuna de CABA</b>	<b>Cantidad de habitantes</b>	<b>Superficie (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Densidad poblacional (hab/km<sup>2</sup>)</b>
<b>Comuna 1</b>	205.886	17,37	11.850
<b>Comuna 2</b>	157.932	6,29	25.100
<b>Comuna 3</b>	187.537	6,39	29.365
<b>Comuna 4</b>	218.245	21,70	10.059
<b>Comuna 5</b>	179.005	6,66	26.877
<b>Comuna 6</b>	176.076	6,85	25.701
<b>Comuna 7</b>	220.591	12,43	17.753
<b>Comuna 8</b>	187.237	22,29	8.398
<b>Comuna 9</b>	161.797	16,50	9.803
<b>Comuna 10</b>	166.022	12,64	13.135
<b>Comuna 11</b>	189.832	14,09	13.472
<b>Comuna 12</b>	200.116	15,56	12.860
<b>Comuna 13</b>	231.331	14,58	15.869
<b>Comuna 14</b>	225.970	15,78	14.324
<b>Comuna 15</b>	182.574	14,32	12.747
<b>TOTAL</b>	<b>2.890.151</b>	<b>203,5</b>	<b>14.206</b>



minoristas de energía resultaron mayores por no existir el mismo grado de subsidios, lo cual impacta en un mayor ahorro para el usuario en la autogeneración e inyección. A la vez, en el caso de CABA los costos actuales de la tecnología presentan una disminución importante respecto al inicio de la implementación en Santiago de Chile y se encuentran vigentes incentivos públicos considerables como el certificado de crédito fiscal ya implementado. En cualquier caso, aun siendo dificultoso realizar analogías entre diferentes países y establecer perspectivas futuras en un contexto notablemente dinámico, se procede a realizar una proyección para complementar el presente análisis.

Asumidos los criterios expuestos recientemente, se estudió el incremento interanual de implementación de generación distribuida solar fotovoltaica en las comunas bajo estudio de Santiago de Chile, y se proyectó el incremento conservador para el año 2020 en función a la variación promedio interanual, resultando en un aumento del 20% para el corriente año, valores que se resumen a continuación.

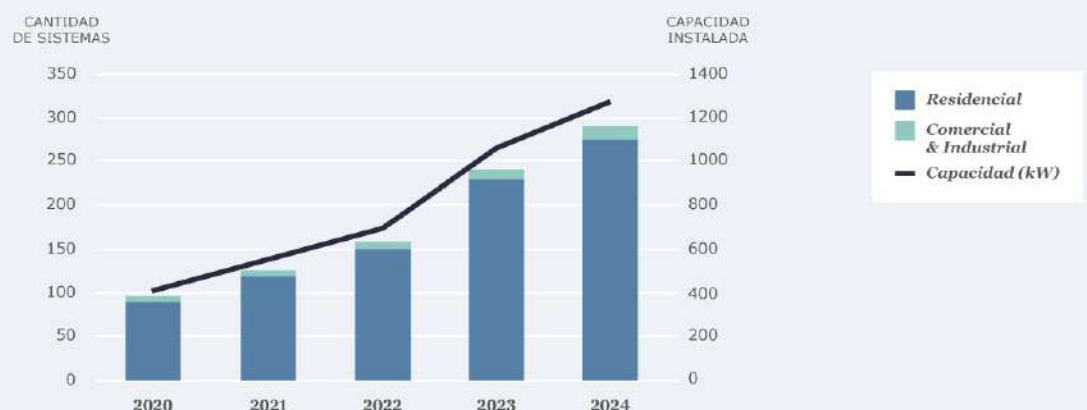
Período de implementación	1	2	3	4	5	6
Año	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Variación interanual	-	9%	31%	27%	53%	20%

En función a la capacidad instalada en CABA en el primer año de entrada en vigencia del régimen (2019) resultante en 383 kW, tomando los mismos factores de evolución de la capacidad instalada en el caso de estudio y su correspondiente proyección, se obtiene la siguiente evolución de la capacidad instalada de generación distribuida solar fotovoltaica en CABA para los próximos años:

Año	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Capacidad anual (kw)	383	416	545	689	1.057	1.268
Capacidad acumulada (kW)	383	799	961	1.234	1.746	2.325

De esta manera se puede proyectar para el año 2024 una capacidad instalada acumulada por unidad de superficie de 11,43 kW/km<sup>2</sup>. A continuación se gráfica la evolución de la capacidad anual instalada en forma anual.

### Evolución de implementación GD Proyectada - CABA



En función a dicha capacidad por unidad de superficie, se obtiene una posible evolución de generación distribuida solar fotovoltaica por comuna de CABA para 2024 detallado a continuación.

Comuna de CABA	Capacidad Potencial (kW)	Energía generada (MWh/año)	GEI evitados (Ton CO <sub>2</sub> )
Comuna 1	199	288	140
Comuna 2	72	104	51
Comuna 3	73	106	52
Comuna 4	248	359	175
Comuna 5	76	110	54
Comuna 6	78	113	55
Comuna 7	142	206	100
Comuna 8	255	369	180
Comuna 9	189	273	133
Comuna 10	144	209	102
Comuna 11	161	233	114
Comuna 12	178	258	126
Comuna 13	167	241	118
Comuna 14	180	261	127
Comuna 15	164	237	116
<b>TOTAL</b>	<b>2.325</b>	<b>3.369</b>	<b>1.641</b>

Actualmente la capacidad instalada de generación solar fotovoltaica distribuida representa una generación aproximada de 555 MWh/año, evitando la emisión de 270 toneladas de CO<sub>2</sub> en forma anual, y la proyección sobre el potencial de penetración de generación distribuida solar fotovoltaica en CABA anticipa multiplicar 6 veces el valor actual en los próximos 5 años.

En caso de alcanzarse los valores resultantes de esta estimación se lograría un potencial de generación solar fotovoltaica distribuida de 3,37 GWh de energía anual para el año 2024, evitando emisiones de gases de efecto invernadero por un total de 1.641 toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub> anualmente.



# 11

## **Análisis de períodos de repago y viabilidad económica**



El análisis de viabilidad económica y repago de la inversión se lleva a cabo sobre los sistemas representativos de los sectores residencial, comercial e industrial. El análisis ha sido realizado en base anual y con un horizonte de 30 años de vida útil.

Por tratarse de un estudio a largo plazo y considerando la coyuntura económica, se tomarán para las variables económicas de inversión valores reflejados en dólares estadounidenses a fin de permitir el análisis en el transcurso del proceso actual de normalización del contexto macroeconómico, considerando valores previos a la afectación del mercado interno y externo debido la pandemia COVID-19. El análisis puede ser realizado con la misma metodología utilizando variables locales en la medida en que se pueda estimar su evolución en el mediano y largo plazo.

En la tabla a continuación se resumen dichas variables:

### Variables económicas

<b>Tasa de cambio (\$ ARS/USD)</b>	<b>70</b>
<b>Tasa de descuento en USD (%/año)</b>	<b>10</b>
<b>Inflación en USD (%/año)</b>	<b>2</b>

El análisis de viabilidad económica se realiza sobre dos escenarios principales, sobre los cuales se estiman los flujos de fondos de la inversión con el objetivo no solo de estudiar la viabilidad del proyecto, sino también de conocer los sectores que requieren promoción y fomento para reportar mejores resultados económicos o que requieren de la aplicación de distintos instrumentos financieros para mejorar el periodo de repago.

El primer escenario analiza los flujos de fondos del inversor, contemplando las tarifas actuales de los Distribuidores ("**Escenario actual**"). Este escenario tarifario no se considera de equilibrio debido a que no refleja las considerables variaciones en costos de energía e inflación experimentadas en los últimos años. Este descalce es reconocido tanto por actores del sector privado como por el ente regulador y será susceptible de recomposición en los próximos años.

Por esto, se ha realizado un segundo escenario ("**Escenario sin subsidios**") que analiza los flujos de fondos del inversor, asumiendo tarifas previamente consideradas de equilibrio en el mercado eléctrico, en donde los precios reflejan con mayor aproximación, los costos reales de generación y distribución de la energía eléctrica. Dentro de éste escenario se ha considerado un valor monómico de energía (costo promedio de generación en base anual) de 70 USD/MWh y un valor agregado de distribución (VAD) de 20 USD/MWh para la tarifa T1, 7 USD/MWh para la tarifa T2, y 10 USD/MWh para el segmento T3.

Si bien no se conocen aún los plazos y valores de recomposición tarifaria, es esperable que dentro de la vida útil del proyecto las tarifas sean actualizadas hasta alcanzar valores de equilibrio que requieran un menor nivel de subsidios en el sector eléctrico a nivel de la demanda. En este sentido, **la utilización de ambos escenarios permite estimar un rango de resultados posibles.**

Para los casos comercial e industrial, se considera el ahorro a deducir del impuesto a las ganancias (IIGG) sobre la amortización de la inversión en los primeros 10 años. Esta

situación aplica para los casos de sistemas ubicados en puntos de suministro registrados con personería jurídica sujetos a dicho impuesto.

La herramienta ofrece la sensibilidad de optar por la adjudicación del beneficio promocional de certificado de crédito fiscal implementado mediante la disposición 113/19 de la Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética para usuarios con personería jurídica. El beneficio consiste en un crédito fiscal a cuenta del usuario-generador de 30 pesos por unidad de potencia, es decir por W instalado, con un monto máximo de 2 millones de pesos.

A continuación se detallan las variables técnicas y económicas de la industria solar fotovoltaica actual que fueron utilizadas para analizar la viabilidad económica del proyecto.

### Sistema solar fotovoltaico distribuido

Sector	Residencial	Comercial	Industrial
Radiación promedio anual neta en CABA (kWh/kW/año)	1.395		
Capacidad del sistema (kW)	3	10	50
Tecnología panel SFV	Monocrystalino - 450 W - 72 celdas		
Degradación anual del panel SFV (%)	0,4%		
Costo de inversión (USD/W-instalado)	1,79 (inc. IVA)	1,26 (s/IVA)	1,11 (s/IVA)
Costo de mantenimiento (USD cada 3 años)	100	200	300
% Autoconsumo	40	70	80

Es importante destacar que para el caso de equipos de generación distribuida instalados en el sector residencial correspondiente en su gran mayoría a usuarios con personería humana no inscriptos frente al IVA, se incluye dicho impuesto en el monto total de la inversión, mientras que para el caso de equipos de generación distribuida para sectores comercial e industrial, se consideran los valores de inversión sin IVA, debido a que éste constituye un crédito a favor del comprador.

Respecto al mantenimiento se considera una visita de control cada 3 años llevada a cabo por un profesional competente con un costo promedio de 100 USD para sistemas residenciales, 200 USD para sistemas comerciales e industriales pequeños, y 300 USD para sistemas industriales de mayor escala.

## 11.1 Resultados de escenarios económicos

A continuación se analizan los resultados de los dos escenarios con los valores reportados de las sensibilidades aplicadas en cada caso. A su vez, se grafican ambos escenarios para los tres sectores estudiados.



Los resultados corresponden a una estimación del flujo de fondos para el caso de un usuario de clasificación tarifaria T1-R5 como representativo del sector residencial, un usuario T2 como representativo del sector comercial y un usuario T3 BT<300 kW como representativo del sector industrial.

El resumen de resultados del "Escenario actual" se describe a continuación:

### Escenario actual

Sector	Residencial	Comercial	Industrial
Potencia (kW)	3	10	50
Generación anual neta (kWh/año)	4.186	13.953	69.767
% Autoconsumo	40%	70%	80%
Energía autoconsumida (kWh/año)	1.674	9.767	55.814
Energía Inyectada a red (kWh/año)	2.512	4.186	13.593
Tarifa de demanda promedio (\$/kWh) - incluye impuestos	0,07	0,04	0,04
Tarifa de inyección (\$/kWh)	0,03	0,03	0,03
Ahorro por autoconsumo (\$/año)	110	393	2.245
Ahorro por inyección (\$/año)	75	126	419
Total ahorro económico (\$/año)	186	519	2.664

### Resultados de viabilidad económica del proyecto

Sector	Residencial	Comercial	Industrial
Inversión Inicial (\$)	\$ 5.372	\$ 12.600	\$ 55.500
<b>Sin beneficio certificado de crédito fiscal Ley N° 27.424</b>			
VAN	-\$ 3.724	- \$ 6.899	-\$ 23.507
TIR	1%	3%	5%
PBP	26	21	17
<b>Con beneficio certificado de crédito fiscal Ley N° 27.424</b>			
VAN	-\$ 1.788	-\$ 1.678	\$ 525
TIR	4%	7%	10%
PBP	17	10	8

**A partir de los resultados expuestos se observa que con las tarifas actuales los proyectos aplicados al sector industrial resultan viables económicamente siempre que sean adjudicatarios del beneficio promocional de certificado de crédito fiscal vigente.**

**Sobre los resultados del escenario donde se proyectan tarifas sin subsidios se observa que los proyectos de generación distribuida aplicados al sector comercial e industrial son económicamente viables sin la necesidad de utilizar el beneficio promocional del certificado de crédito fiscal y reporta aún mejores resultados en el caso de aprovechar el beneficio vigente.** Un proyecto de generación distribuida aplicable al sector residencial resulta económicamente viable en el caso donde se aplique el certificado de crédito fiscal, no obstante, sin dicho beneficio promocional se reporta un repago de inversión en 14 años.

A continuación se resumen los resultados del "Escenario sin subsidios":

### Escenario sin subsidios

Sector	Residencial	Comercial	Industrial
Potencia (kW)	3	10	50
Generación anual neta (kWh/año)	4.186	13.953	69.767
% Autoconsumo	40%	70%	80%
Energía autoconsumida (kWh/año)	1.674	9.767	55.814
Energía Inyectada a red (kWh/año)	2.512	4.186	13.593
Tarifa de demanda promedio (\$/kWh) - incluye impuestos	0,15	0,10	0,11
Tarifa de inyección (\$/kWh)	0,07	0,07	0,07
Ahorro por autoconsumo (\$/año)	248	1.009	5.988
Ahorro por inyección (\$/año)	176	293	977
Total ahorro económico (\$/año)	424	1.302	6.964

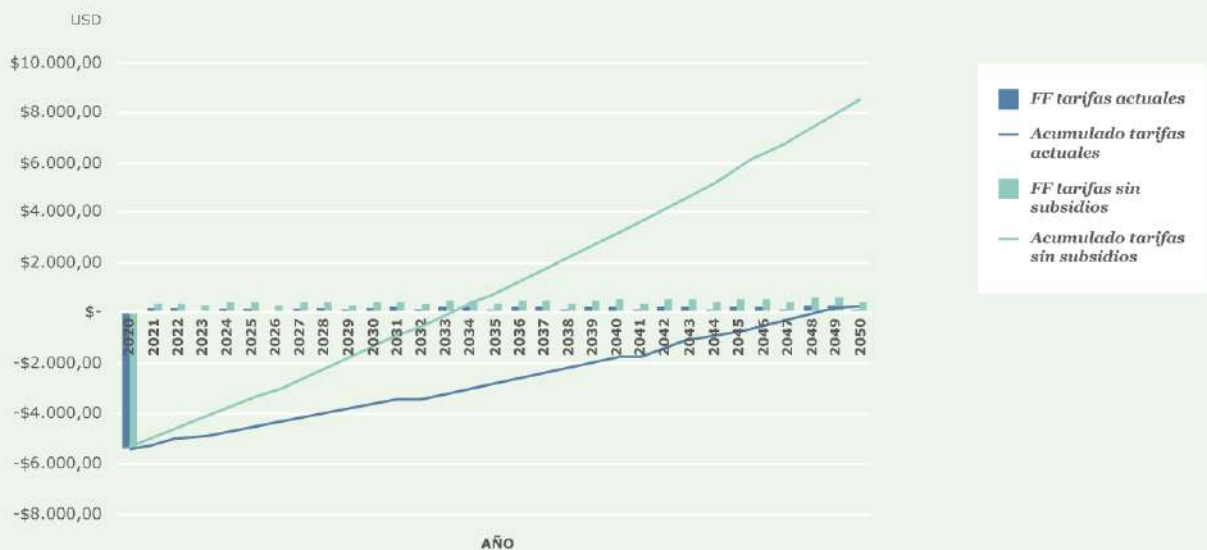


## Resultados de viabilidad económica del proyecto

Sector	Residencial	Comercial	Industrial
<b>Inversión Inicial (\$)</b>	\$ 5.372	\$ 12.600	\$ 55.500
<b>Sin beneficio certificado de crédito fiscal Ley N° 27.424</b>			
<b>VAN</b>	-\$ 1.405	\$ 1.031	\$ 20.154
<b>TIR</b>	7%	11%	14%
<b>PBP</b>	14	10	8
<b>Con beneficio certificado de crédito fiscal Ley N° 27.424</b>			
<b>VAN</b>	\$ 306	\$ 5.014	\$ 36.586
<b>TIR</b>	11%	16%	20%
<b>PBP</b>	8	6	5

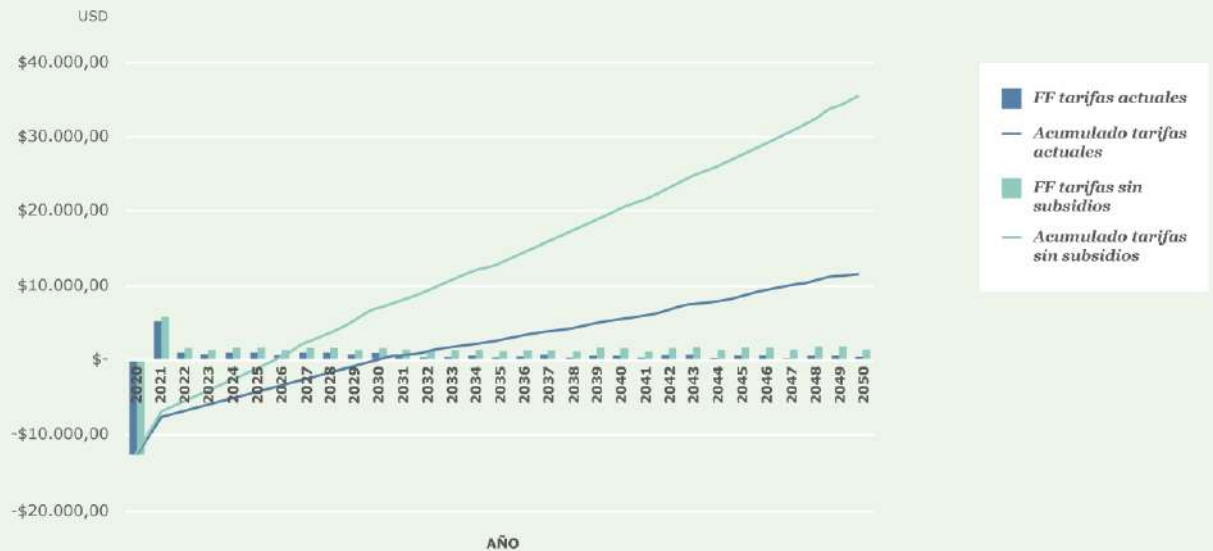
A continuación se grafican los escenarios para cada sector, considerando en los flujos de fondos del inversor el aprovechamiento del certificado de crédito fiscal solamente en los sectores comercial e industrial.

### Sistema SFV GD CABA - Residencial - 3 kW



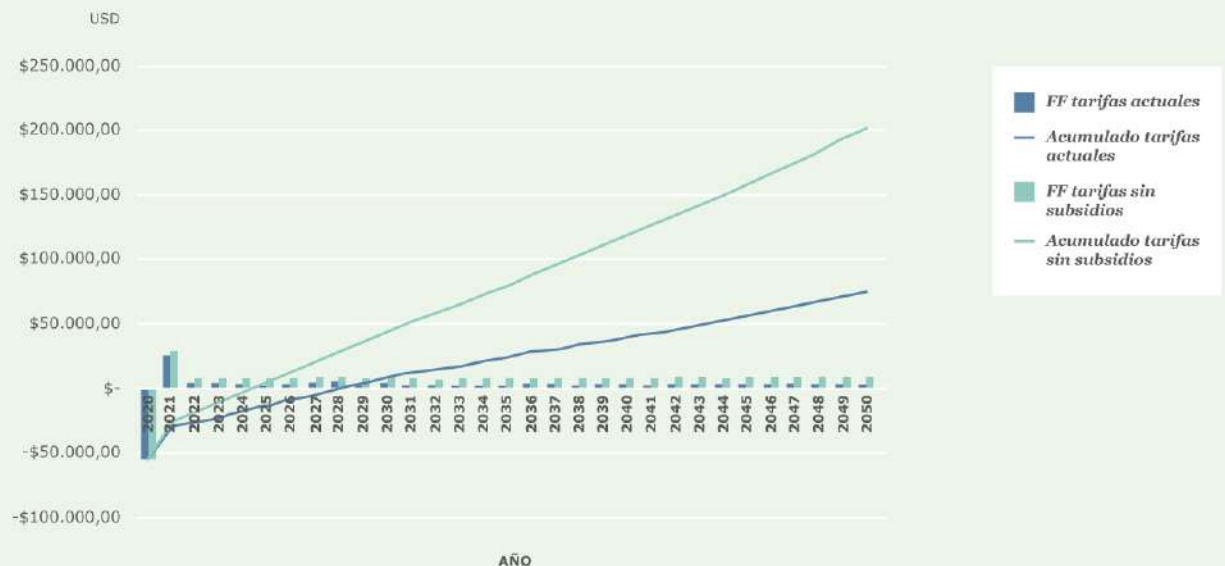
Puede observarse que un sistema de 3 kW que implementa un usuario con tarifa T1-R5, a quien no le es aplicable el certificado de crédito fiscal por ser de personería humana, recupera la inversión en 14 años en un escenario de tarifas sin subsidio, mientras que lo hace en 29 de mantenerse el escenario de tarifas actuales.

### Sistema SFV GD CABA - Comercial - 10 kW



Sobre el gráfico correspondiente a un sistema de generación distribuida de 10 kW aplicado sobre un usuario con tarifa T2, al cual le ha sido adjudicado el correspondiente crédito fiscal, se reporta un recupero de la inversión en 10 años en el caso de tarifas actuales, y en 6 años en situación de tarifas sin subsidios, reportando una TIR de 7% y 16% respectivamente.

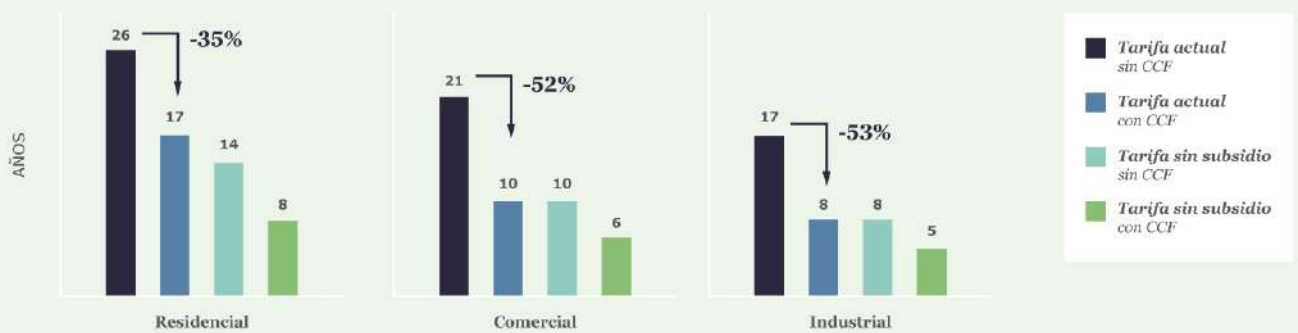
### Sistema SFV GD CABA - Industrial - 50 kW



Del gráfico que representa un sistema de generación distribuida de 50 kW aplicado al sector industrial de tarifa T3 BT<300 kW al cual le ha sido adjudicado el correspondiente crédito fiscal, se concluye la viabilidad económica del proyecto en ambos escenarios, reportando una TIR del 10% y un repago de inversión en 8 años en el caso utilización de tarifas actuales, y una TIR del 20% junto con un repago de inversión en 5 años en el caso de utilización de tarifas sin subsidios.

A continuación se resumen los períodos de repago correspondientes a cada escenario de estudio y a cada sector.

### Período de Repago - Escenarios y Sensibilidades



En el gráfico anterior se observa que el beneficio de Certificado de Crédito Fiscal, en el escenario tarifario actual, impacta en la reducción del periodo de repago en un 35%, 52% y 53% para los sectores residencial, comercial e industrial respectivamente.



# 12

## **Análisis de estrategia de financiamiento promocional**



El acceso a créditos bancarios con un incentivo de subsidio de tasa impacta en los flujos de fondos del inversor y puede resultar atractivo para disminuir las barreras de acceso a este tipo de tecnología. En esta sección se realiza un análisis financiero considerando un subsidio parcial de la tasa de interés de un crédito con fondos públicos como estrategia de fomento a la generación distribuida fotovoltaica. A su vez se compara esta alternativa con la aplicación de los mismos recursos como bonificación inicial sobre el capital a invertir por parte del usuario interesado.

### 12.1 Análisis financiero

El análisis de viabilidad financiera como herramienta de fomento para promocionar la generación distribuida solar fotovoltaica en CABA se lleva a cabo bajo los mismos supuestos asumidos para el análisis de viabilidad económica realizado previamente. La viabilidad financiera se estudia sobre los sistemas representativos de los sectores residencial, comercial e industrial.

Para estudiar el impacto de una herramienta de promoción financiera tanto para el usuario interesado en la adquisición de un sistema de generación distribuida como para el Estado proveedor del fondo de promoción se utilizaron las variables que se detallan a continuación.

El análisis se realiza considerando un horizonte de vida útil de 30 años aplicando financiamiento mediante el método de amortización francés, sistema predominante en los créditos actualmente disponibles para este tipo de equipamiento y utilidad.

#### Variables financieras

<b>Monto de financiamiento sobre el CAPEX (%)</b>	70
<b>Tasa de financiamiento en USD (%)</b>	10
<b>Plazo del financiamiento (años)</b>	3
<b>Tasa de financiamiento en USD (%)</b>	Francés

#### Variables económicas

<b>Tasa de cambio (\$ ARS/USD)</b>	70
<b>Tasa de descuento en USD (%/año)</b>	10
<b>Inflación en USD (%/año)</b>	2

Para el análisis de promoción se considera un aporte de recursos por parte de la administración pública de CABA para subsidiar el 80% de la tasa de financiamiento disponible en el mercado.

El análisis financiero se realiza para dos escenarios tarifarios: el "Escenario actual" que contempla las tarifas vigentes de los distribuidores y el "Escenario sin subsidios" que asume tarifas consideradas previamente de equilibrio en el mercado eléctrico.

A continuación se resumen los parámetros principales del esquema de financiamiento y los resultados del análisis financiero para ambos escenarios en los tres sectores de estudio, comparado con los resultados del análisis económico, sin financiamiento aplicado. En todos los casos se consideran aplicados los beneficios fiscales establecidos en el régimen nacional correspondiente al certificado de crédito fiscal.

### Resultado del esquema de financiamiento

Sector	Sistema 3 kW Residencial	Sistema 10 kW Comercial	Sistema 50 kW Industrial
<b>Inversión Inicial (USD)</b>	\$ 5.372	\$ 12.600	\$ 55.500
<b>Monto financiado (USD) - 70%</b>	\$ 3.761	\$ 8.820	\$ 38.850
<b>Costo de subsidio (Valor Actual Neto en USD)</b>	\$ 530	\$ 1.242	\$ 5.472

### Escenario actual

Sector	Sistema 3 kW Residencial	Sistema 10 kW Comercial	Sistema 50 kW Industrial
<b>Resultados de viabilidad económica - con financiamiento</b>			
<b>VAN</b>	-\$ 1.258	- \$ 436	\$ 5.996
<b>TIR</b>	4%	9%	13%
<b>PBP</b>	18	11	9
<b>Resultados de viabilidad económica - sin financiamiento</b>			
<b>VAN</b>	-\$ 1.788	-\$ 1.678	\$ 525
<b>TIR</b>	4%	7%	10%
<b>PBP</b>	17	10	8



### Escenario sin subsidios

Sector	Sistema 3 kW Residencial	Sistema 10 kW Comercial	Sistema 50 kW Industrial
<b>Resultados de viabilidad económica - con financiamiento</b>			
<b>VAN</b>	\$ 836	\$ 6.256	\$ 42.058
<b>TIR</b>	13%	23%	32%
<b>PBP</b>	9	6	5
<b>Resultados de viabilidad económica - sin financiamiento</b>			
<b>VAN</b>	\$ 306	\$ 5.014	\$ 36.586
<b>TIR</b>	11%	16%	20%
<b>PBP</b>	8	6	5

Como puede observarse en los resultados de los distintos escenarios, el destino de recursos para subsidiar el 80% de la tasa de interés de un crédito de amortización francés, sobre el 70% del valor de capital en un período de 3 años con una tasa de interés de 10% en dólares, no reporta mejoras en los resultados del periodo de retorno de la inversión por parte del usuario interesado, no obstante mejora levemente el valor actual neto de la inversión y la tasa interna de retorno.

Sin embargo, la escasa disponibilidad de financiamiento es una de las principales barreras identificadas por los potenciales interesados para la implementación de generación distribuida en la mayoría de los mercados ya que se considera como una limitación el alto costo de inversión inicial para este tipo de proyectos.

Una alternativa interesante a considerar consiste en aplicar el mismo monto de subsidio por instalación como bonificación en lugar de subsidio de tasa. De esta manera, el beneficiario percibe una reducción en el monto de la inversión inicial sobre el costo de capital.

En este sentido, se analiza el impacto de dicha alternativa en ambos escenarios y sobre los tres sectores al aplicar el monto calculado previamente como una bonificación directa sobre el costo inicial de la inversión en equipamiento, incluida su instalación.

A continuación se resumen los resultados de esta alternativa de fomento y de la misma manera que se estudió previamente, se compara con los resultados de viabilidad económica sin financiamiento.



### Resultados del esquema de bonificación sobre la inversión inicial

Sector	Sistema 3 kW Residencial	Sistema 10 kW Comercial	Sistema 50 kW Industrial
<b>Inversión Inicial (USD)</b>	5.372	12.600	55.500
<b>Monto financiado (USD)</b>	10%	10%	10%
<b>Costo de subsidio (VAN en USD)</b>	-\$ 537	-\$ 1.260	-\$ 5.550

### Escenario actual

Sector	Sistema 3 kW Residencial	Sistema 10 kW Comercial	Sistema 50 kW Industrial
<b>Resultados de viabilidad económica - con bonificación</b>			
<b>VAN</b>	-\$ 1.350	\$ 650	\$ 5.052
<b>TIR</b>	5%	9%	12%
<b>PBP</b>	15	9	8
<b>Resultados de viabilidad económica - sin financiamiento</b>			
<b>VAN</b>	-\$ 1.788	-\$ 1.678	\$ 525
<b>TIR</b>	4%	7%	10%
<b>PBP</b>	17	10	8

### Escenario sin subsidios

Sector	Sistema 3 kW Residencial	Sistema 10 kW Comercial	Sistema 50 kW Industrial
<b>Resultados de viabilidad económica - con bonificación</b>			
<b>VAN</b>	\$ 744	\$ 6.041	\$ 41.113
<b>TIR</b>	12%	18%	23%
<b>PBP</b>	8	5	4
<b>Resultados de viabilidad económica - sin bonificación</b>			
<b>VAN</b>	\$ 306	\$ 5.014	\$ 36.586
<b>TIR</b>	11%	16%	20%
<b>PBP</b>	8	6	5

**Se observa a partir de los resultados comparativos, que destinar presupuesto para promocionar la tecnología bajo la modalidad de bonificación del capital de la inversión inicial tiene un impacto positivo mayor en el valor actual neto de la inversión y en la tasa interna de retorno, a su vez, el periodo de retorno de la inversión para el usuario se mejora respecto a la viabilidad económica sin bonificación y a la alternativa de financiamiento mediante un crédito en los términos detallados previamente.**

Siendo que la necesidad de fondos públicos para ambas alternativas resulta equivalente, es recomendable evaluar el atractivo de esta alternativa, ya sea mediante un sondeo previo a los potenciales interesados o bien ofreciendo ambas opciones al momento de solicitar el incentivo. En el caso de optar por una bonificación inicial el beneficiario podría optar por financiar el costo de capital remanente a tasas de mercado, según su necesidad.

## 12.2 Necesidades presupuestarias para la implementación

A fin de estimar el presupuesto necesario para el fomento de la generación distribuida solar fotovoltaica en CABA se analiza la promoción de 1.000 kW de potencia en forma anual, por 5 años.

Para el estudio se utiliza una distribución de sistemas promocionados de un 60%, 30% y 10% correspondientes a los sectores residencial, comercial e industrial, consistentes con la distribución actual de sistemas instalados en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

En este sentido, se calcula el monto necesario por año para la promoción de cada sistema de referencia de los sectores residencial, comercial e industrial, calculado para subsidiar el 80% de la tasa de interés de un crédito de amortización francés, o bien bonificar el

10% del capital de la inversión inicial en los términos establecidos en el análisis de viabilidad económica, tal como se detallada en la tabla a continuación.

### Presupuesto anual de promoción de sistemas de generación distribuida

Sector	Residencial	Comercial	Industrial
Capacidad individual (kW)	3	10	50
Costo de subsidio por potencia (USD/W)	\$ 0,18	\$ 0,12	\$ 0,11
Distribución (%)	60%	30%	10%
Potencia total promocionada (kW)	1.000		
Potencia por sector (kW)	600	300	100
Costo total (USD)	\$ 105.932	\$ 37.226	\$ 10.943

Como resultado, los recursos necesarios para promocionar 1.000 kW de generación distribuida en forma anual alcanzan un presupuesto de USD 154.142 en los términos analizados con anterioridad respecto a los mecanismos de financiamiento subsidiado o bonificación inicial para la adquisición de los equipos de generación distribuida.

La tabla a continuación detalla la evolución de la capacidad anual promocionada al cabo de 5 años, considerando el presupuesto calculado para dicha promoción.

Año	Sector	2021	2022	2023	2024	2025
Capacidad promocionada acumulada (kW)	Residencial	600	1.200	1.800	2.400	3.000
	Comercial	300	600	900	1.200	1.500
	Industrial	100	200	300	400	500
Presupuesto anual acumulado (USD)		\$ 154.142	\$ 308.283	\$ 462.425	\$ 616.566	\$ 770.708

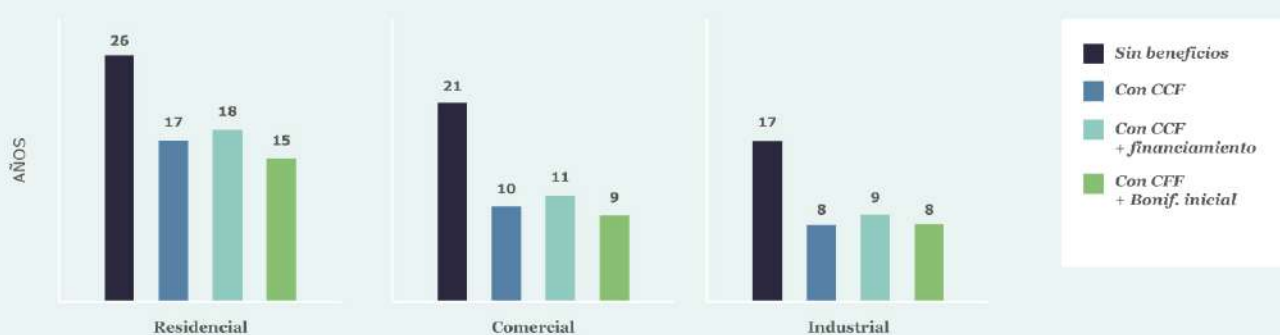
Por consiguiente, la promoción de 5 MW en 5 años, requeriría de un presupuesto total aproximado de USD 770.700. Los supuestos deberán ser revisados anualmente en base a la evolución de costos de sistemas y tarifas vigentes a fin de mantener la efectividad de los incentivos y la eficiencia en la utilización de recursos públicos.

Es importante destacar que si bien ambos mecanismos de promoción, subsidio de tasa de financiamiento de un crédito o bonificación de capital al inicio de la inversión, representan el mismo costo total para el Estado, la bonificación de capital como herramienta de promoción tiene un impacto levemente mejor en el usuario interesado al disminuir el periodo de retorno de la inversión.

A continuación se grafica la comparación en el periodo de retorno del inversor al aplicar cada uno de los beneficios promocionales sobre la aplicación del beneficio administrado

por el Estado Nacional de Certificado de Crédito Fiscal, para el escenario de tarifas actuales en cada uno de los sectores estudiados.

### Período de Repago - Beneficios promocionales sobre escenario de tarifas actuales



En caso de contar con una mayor disponibilidad presupuestaria se podría lograr un mayor impulso a la incorporación de sistemas fotovoltaicos distribuidos en CABA, ya sea permitiendo a un número mayor de beneficiarios el acceso a los mismos o bien incrementando el porcentaje de bonificación.

Cabe considerar que en los análisis realizados para estimar el presupuesto de fomento, no se han internalizado los beneficios ambientales y sociales respecto de la tecnología, variables que podrían justificar un mayor presupuesto destinado para el fomento de la generación distribuida solar fotovoltaica, dentro de los cuales se destacan la mejora en la calidad de aire por disminución de emisiones de GEI, la incorporación de tecnologías renovables a nivel de la demanda en la Ciudad, la generación de empleo verde, entre otras.

## 12.3 Otras alternativas de promoción

Al analizar opciones de promoción por parte del estado para la generación distribuida solar fotovoltaica se pueden considerar, además de los mecanismos de financiamiento o bonificación inicial, otras alternativas como son la utilización de una tarifa de incentivo, o bien algún tipo de beneficio impositivo para incentivar la adquisición de sistemas por parte de los usuarios en CABA.

### 12.3.1 Tarifa de incentivo (Feed-in tariff)

El mecanismo de "Tarifa de Incentivo" también conocido como "Feed-in Tariff" consiste en el pago de un incentivo adicional por energía, independiente de la tarifa de inyección establecida en el régimen de generación distribuida. Este incentivo se establece mediante un determinado valor económico por cada unidad de energía generada por el usuario, en este caso, en pesos por kilowatt-hora (\$/kWh).

De esta manera, independientemente de los precios y tarifas del sector eléctrico, el beneficiario recibe un ingreso complementario en su factura durante un cierto período de tiempo, el cual mejora el retorno de la inversión haciéndola más atractiva.

El valor de la tarifa de incentivo, expresado en \$/kWh, es determinado en base a las perspectivas de inversión del beneficiario, observando principalmente los costos de adquisición del sistema y estableciendo un período de repago objetivo por parte de la entidad a cargo de administrar el subsidio.

Si bien este esquema fue uno de los primeros en ser implementados a nivel mundial a fines de la década de los 90 en Europa, recientemente su utilización se ha visto reducida hasta caer mayormente en desuso frente al surgimiento de esquemas de mayor simplicidad como el balance neto de energía (net-metering) o el balance neto de facturación (net-billing), ya que presenta ciertas restricciones y potenciales desventajas que deben ser analizadas en el caso de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Desde el punto de vista de la instalación se debe tener en cuenta que la remuneración de la tarifa de incentivo requiere la instalación de un medidor adicional a la salida del inversor de corriente, de manera de poder registrar la energía generada, independientemente del autoconsumo o inyección. Debido a que dicho medidor debe ser accesible por parte de los representantes de la empresa Distribuidora que registran mensualmente su medición, el mismo deberá estar emplazado en el mismo gabinete o pilar ubicado en el frente de la propiedad. Esto implica un cableado adicional que puede ser considerable dependiendo de la distancia entre el sistema solar fotovoltaico y el punto de medición, a la vez que suele requerir modificaciones en el mismo pilar para alojar el medidor adicional, agregando costos adicionales para el usuario.

Por otro lado, desde el punto de vista administrativo, este subsidio requiere establecer acuerdos y mecanismos de auditoría de la empresa Distribuidora respecto al pago de los mismos, ya que si bien esta última será la encargada de relevar las mediciones y acreditar el beneficio en la cuenta de cada usuario, es el Estado quien aporta los fondos necesarios para este fin y quien deberá asegurarse de su correcta asignación.

Otro aspecto a tener en cuenta es que, debido a la permanente evolución y reducción de costos de la tecnología y cambios en los precios de energía, el valor del mismo debe ser recalculado y revisado con frecuencia a fin de evitar que resulte en un beneficio excesivo para los beneficiarios que implique una asignación ineficiente de recursos por parte del Estado.

No obstante, este mecanismo puede resultar atractivo en mercados en que los potenciales beneficiarios no vean como un impedimento considerable el desembolso inicial de capital necesario para la inversión, o bien cuenten con alternativas de crédito accesibles tales que permitan el financiamiento a mediano plazo.

En cualquier caso, siendo que los recursos a destinar para el conjunto de incentivos dependen de las previsiones presupuestarias de la Ciudad y son finitos, siempre es conveniente analizar las diferentes alternativas (financiamiento, bonificación, tarifa de incentivo, entre otras) al momento de evaluar su impacto y atractivo para los potenciales beneficiarios. Esta estimación puede ser realizada utilizando la herramienta de cálculo provista dentro del alcance de la presente consultoría.

### *12.3.2 Incentivos impositivos*

Considerando los mecanismos económicos con que cuenta la Ciudad, una alternativa posible para mejorar la perspectiva de inversión y repago por parte de los usuarios-

generadores en CABA consiste en otorgar incentivos en forma de exenciones impositivas.

Dentro de los tributos que recauda la ciudad, el impuesto Inmobiliario/ABL puede presentar una relación directa y simple de establecer con los potenciales interesados en convertirse en usuarios-generadores. Al igual que la instalación del sistema, los trámites de autorización y la facturación de demanda y excedentes, el impuesto inmobiliario/ABL está asociado con el mismo inmueble e identificado con su respectivo domicilio.

Acorde con la forma de pago de este tributo, se podrían establecer descuentos sobre el pago del mismo tanto en su opción de pago anual o mensual para los usuarios que acrediten la instalación de sistemas de generación distribuida solar fotovoltaica y cumplan con los requerimientos que establezca el Gobierno de la Ciudad para tal fin.

En este caso, el beneficiario recibe un crédito mensual en forma de descuento en su carga tributaria por un determinado período de tiempo. El descuento consiste de un monto o porcentaje fijo sobre las obligaciones del contribuyente, el cual se deberá reflejar en su correspondiente boleta de impuesto inmobiliario/ABL. El hecho de contar con un descuento establecido de antemano, independiente de la cantidad de energía generada, otorga mayor previsibilidad para el usuario y facilita la evaluación de su conveniencia al tomar la decisión de inversión.

A diferencia del mecanismo de tarifa de incentivo, este tipo de incentivo impositivo no requiere la instalación de medidores adicionales en el domicilio del usuario, ni modificaciones edilicias de ningún tipo, y puede presentar una mayor facilidad y agilidad al momento de su administración y otorgamiento.

Al momento de evaluar esta alternativa se deberá tener en cuenta el impacto para el usuario y el atractivo de este incentivo, a la vez que su factibilidad administrativa para la implementación. La estimación de impacto económico y financiero puede ser realizada utilizando la herramienta de cálculo provista dentro del alcance de la presente consultoría.

Las consideraciones fiscales y administrativas deberán ser analizadas por el Gobierno de la Ciudad y su organismo recaudador (AGIP), ya que por tratarse de una exención tributaria podrá requerir del respaldo de una ley de la legislatura para su implementación.





# 13

## **Especificaciones y hoja de ruta de la herramienta SFV-GD para CABA**



El desarrollo de una plataforma en línea que facilite el encuentro entre la oferta y demanda de estos servicios en el ámbito de CABA presenta un gran potencial de impulso a la actividad y aumento de las instalaciones, lo cual redundará en un desarrollo y crecimiento del mercado con las mejoras en eficiencia y competitividad que esto acarrea.

### **13.1 Estructura general**

Por tratarse de nuevas tecnologías, uno de los atractivos principales de una plataforma de este tipo radica en ofrecer información confiable sobre las virtudes de la generación distribuida solar fotovoltaica, así como de todas las actividades y trámites asociados con el respaldo y confiabilidad que representan APRA y el gobierno de la Ciudad como autoridad competente.

A su vez, la plataforma podrá convertirse en un canal de comunicación directo con el sector y punto de referencia respecto a proyectos, incentivos y mecanismos promocionales que se establezcan para la actividad, como así también un medio de difusión de los beneficios económicos, sociales y ambientales de la generación distribuida de fuente renovable.

De acuerdo con los objetivos mencionados se propone la siguiente estructura para el desarrollo de especificaciones de la plataforma:

#### **Información general:**

- Novedades y anuncios.
- Boletín de noticias de generación distribuida (newsletter).
- Información institucional.
- Normativa y regulación aplicable.
- Instalaciones de generación distribuida en edificios públicos.
- Indicadores de cantidad acumulada de instalaciones.

#### **Herramientas para la demanda (usuarios actuales y potenciales):**

- Información general sobre la tecnología.
- Mecanismos de incentivo disponibles.
- Calculador de ahorro en la factura eléctrica.
- Guía rápida para el usuario.
- Listado de proveedores solares fotovoltaicos.
- Listado de oferta de productos y servicios.
- Guía rápida para la autorización de conexión.

#### **Herramientas para la oferta (proveedores actuales y potenciales):**

- Información y requerimientos para inscripción de proveedores.
- Herramienta de publicación de oferta de productos y servicios.
- Guía rápida para la autorización de conexión.
- Acceso a cursos de capacitación y perfeccionamiento.

#### **Herramientas administrativas (APRA):**

- Gestor de contenidos estáticos y publicación de noticias.
- Gestor de actualización de indicadores y parámetros de cálculo.
- Alta, baja y modificación de proveedores.
- Control de aprobación de publicación de ofertas.
- Gestor de boletín de noticias por correo electrónico (newsletter).

## 13.2 Especificaciones de la Herramienta

A continuación se indican las características particulares de cada sección de la plataforma en línea a desarrollar para el fomento de la generación distribuida solar fotovoltaica en CABA.

### 13.2.1 Información general

**Novedades y anuncios:** esta sección debe incluir un listado de noticias sobre proyectos e iniciativas gubernamentales relacionadas con la generación distribuida solar fotovoltaica en la CABA. Se deben visualizar las publicaciones en orden cronológico, de antigüedad ascendente, incluyendo un listado resumido con enlace al contenido completo de cada artículo. Esta sección debe permitir el uso de etiquetas temáticas ("tags"), a la vez de incluir una herramienta de búsqueda por palabras clave, fecha de publicación y etiquetas.

**Boletín de noticias de generación distribuida (newsletter):** esta sección debe permitir la suscripción por parte de los ciudadanos e interesados al boletín de noticias de generación distribuida por correo electrónico, a fin de recibir por este medio las novedades y anuncios publicados por APRA/GCBA. Se deberá prever en esta sección o mediante algún otro medio claro y fácil de utilizar la opción de de-suscripción a fin de interrumpir la recepción de novedades por parte de los interesados.

**Información institucional:** esta sección debe incluir información respecto a las autoridades, organigrama, medios de contacto y programas institucionales en curso referidos a generación distribuida por parte de APRA/GCBA. Deberá incluir un formulario de contacto para que cualquier actor, usuarios, proveedores, instaladores, otros, puedan realizar consultas y evacuar dudas respecto al régimen.

**Normativa y regulación aplicable:** esta sección debe incluir un listado de leyes y normas relacionadas con la actividad en CABA, de manera tal de funcionar como un repositorio centralizado de la normativa vigente en la ciudad incluyendo actos administrativos relevantes de orden nacional y jurisdiccional.

**Instalaciones de generación distribuida en edificios públicos:** esta sección debe incluir un listado y descripción técnica de los sistemas de generación distribuida instalados en edificios públicos de la Ciudad. Se deberá incluir un mapa con la ubicación geográfica de cada instalación así como sus parámetros básicos. Se debe contemplar la inclusión de un tablero gráfico (dashboard) con estadísticas de funcionamiento actualizadas o en tiempo real de los sistemas instalados indicando su generación promedio en base anual, mensual y horaria a lo largo de la vida útil del sistema junto con una estimación de emisiones evitadas acumuladas. En caso de ser posible se deberá incluir información de generación instantánea y la posibilidad de descarga de datos históricos de funcionamiento, los cuales podrán resultar de utilidad académica.

**Indicadores de cantidad acumulada de instalaciones:** esta sección debe incluir información actualizada respecto al desarrollo de generación distribuida en CABA, indicando las cantidades mensuales y acumuladas por tipo de usuario-generador y sector, capacidad instalada, estimación de energía generada y emisiones de GEI evitadas. De ser conveniente, los datos podrán ser identificados por comunas. Esta sección también podrá incluir un indicador de cantidad de usuarios-generadores que gozan de un beneficio promocional otorgado por el Gobierno de la Ciudad. Se deberá evaluar la posibilidad de implementar esta sección en modalidad tablero de control (dashboard) o algún otro mecanismo que permita la correcta visualización, filtrado y análisis de los datos.

### 13.2.2 Herramientas para la demanda (usuarios actuales y potenciales)

**Información general sobre la tecnología:** esta sección debe contener información introductoria acerca de la tecnología solar fotovoltaica y su funcionamiento aplicado a generación distribuida. Se deben indicar los diferentes componentes de un sistema de manera gráfica, junto con una explicación básica de su funcionamiento, así como las diferentes condiciones de funcionamiento (autoconsumo, inyección, demanda de red). Se sugiere acompañar la información con piezas audiovisuales de corta duración y explicaciones sencillas para todo el público interesado.

**Mecanismos de incentivo disponibles:** esta sección debe contener información actualizada de los diferentes mecanismos de incentivo disponibles tanto a nivel nacional como local, indicando los requisitos que correspondan en cada caso (financiamiento, incentivos fiscales, otros). Se debe incluir en esta sección una vinculación al Programa Ecosellos del GCBA, detallando los aspectos asociados con generación de energías renovables y pasos para su obtención por parte de usuarios interesados.

**Calculador de ahorro en la factura eléctrica:** esta sección debe incluir un aplicativo de asistencia que permita estimar de manera simple y rápida la generación de energía eléctrica asociada a la instalación de un sistema solar fotovoltaico, así como el potencial ahorro económico que se vería reflejado en la factura eléctrica del usuario. El aplicativo de cálculo debe contemplar los diferentes tipos de usuario, sus categorías tarifarias, los precios de energía de cada categoría, la ubicación del sistema junto con su orientación e inclinación, la capacidad instalada (potencia) y su porcentaje estimado de autoconsumo respecto al total de energía generada. El resultado de la estimación realizada debe indicar en formato gráfico y numérico la generación de energía estimada y ahorro típico mensual, junto con los valores anuales durante la vida útil del sistema, permitiendo su descarga en formato pdf o similar para futura referencia.

**Guía rápida para el usuario:** esta sección deberá incluir una guía rápida dirigida al usuario final con la finalidad de acompañar no solo el proceso de decisión para la incorporación de un sistema de generación distribuida, sino que también aportar información clara y concisa respecto a tareas básicas de operación y mantenimiento de los sistemas que estén al alcance de ser realizados por el usuario final. El contenido de esta guía rápida está incluido como anexo del presente informe.

**Listado de proveedores:** esta sección deberá incluir un listado de proveedores de sistemas solares fotovoltaicos de generación distribuida aprobados por APrA en el ámbito de la ciudad, junto con un breve resumen de los servicios ofrecidos e información de contacto para consultas por parte del público interesado.

**Listado de oferta de productos y servicios:** esta sección deberá incluir potenciales ofertas de productos y servicios por parte de los proveedores aprobados en el ámbito de la ciudad. El listado deberá permitir la clasificación de ofertas por tipo de destinatario, así como su búsqueda, ordenamiento y filtrado según precio, potencia de sistema, marca de componentes, entre otros criterios a definir por APrA.

**Guía rápida para la autorización de conexión:** esta sección deberá indicar de manera concisa el procedimiento de autorización de conexión de equipos de generación distribuida por parte de los usuarios interesados. Se deberá hacer referencia a los trámites en línea necesarios, además de aclarar todo requisito particular necesario para la aprobación de instalaciones en el ámbito de la ciudad. Se sugiere para esta sección el desarrollo de piezas audiovisuales para resumir la instrucción de los usuarios.

### 13.2.3 Herramientas para la oferta (proveedores actuales y potenciales)

**Información y requerimientos para inscripción de proveedores:** esta sección deberá incluir los requisitos establecidos por APrA para la inscripción por parte de proveedores de sistemas de generación distribuida solar fotovoltaica en la plataforma. Se deberá prever la posibilidad de envío de la información requerida, incluyendo los eventuales documentos adjuntos que sean requeridos, mediante un formulario en línea para posterior revisión y aprobación por parte de APrA.

**Herramienta de publicación de oferta de productos y servicios:** esta sección deberá incluir los requisitos establecidos por APrA para la publicación de ofertas de productos y servicios asociados a la generación distribuida solar fotovoltaica por parte de los proveedores autorizados (descripción de producto o servicio ofrecido, potencia del sistema, fotos, precio, marca y modelo de componentes, fecha de vigencia de la oferta, entre otros). Se deberá prever la posibilidad de envío de la información requerida, incluyendo los eventuales documentos adjuntos que sean requeridos, mediante un formulario en línea para posterior revisión y aprobación por parte de APrA.

**Guía rápida para la autorización de conexión:** esta sección deberá indicar de manera concisa el procedimiento de autorización de conexión de equipos de generación distribuida por parte de los instaladores y proveedores interesados. Se deberá hacer referencia a los trámites en línea necesarios, además de aclarar todo requisito particular necesario para la aprobación de instalaciones en el ámbito de la ciudad. Se sugiere para esta sección el desarrollo de piezas audiovisuales para resumir la instrucción de los proveedores e instaladores.

**Acceso a cursos de capacitación y perfeccionamiento:** esta sección deberá incluir un listado de actividades y cursos de capacitación a instaladores, facilitados o seleccionados por APrA, para el desarrollo y perfeccionamiento de la oferta de servicios asociados a la generación distribuida solar fotovoltaica en el ámbito de la ciudad. El listado deberá admitir las funciones de búsqueda, ordenamiento y filtrado por tema, además de una vista de calendario con la oferta formativa vigente.

### 13.2.4 Herramientas administrativas (APrA):

**Gestor de contenidos estáticos y publicación de noticias:** el desarrollo deberá incluir una herramienta de gestión de contenidos (CMS - Content Management System) que permita la modificación y actualización de contenidos en la totalidad de las secciones estáticas del sitio así como también la gestión y publicación de noticias en el sitio. Dicho sistema deberá contar con las herramientas necesarias para una completa gestión de contenidos del sitio de manera segura, mediante acceso de usuario administrador protegido mediante contraseña.

**Gestor de actualización de indicadores y parámetros de cálculo:** el desarrollo deberá incluir una herramienta integrada al gestor de contenidos respecto de su acceso y cuentas de usuario, la cual deberá permitir la actualización de los parámetros de cálculo para el calculador de ahorro y generación solar, como también del estimador de emisiones evitadas, instalaciones acumuladas y cualquier otra variable utilizada en los cálculos de las herramientas de la plataforma.

**Alta, baja y modificación de proveedores:** el desarrollo deberá incluir una herramienta que permita a APrA la evaluación y aprobación de solicitudes de proveedores solares fotovoltaicos en el ámbito de la ciudad para su inclusión en el listado de proveedores de acceso público.



**Control de aprobación de publicación de ofertas:** el desarrollo deberá incluir una herramienta que permita a APrA la evaluación y aprobación de solicitudes publicación de ofertas por parte de proveedores solares fotovoltaicos en el ámbito de la ciudad para su inclusión en el listado de ofertas de acceso público.

**Gestor de boletín de noticias por correo electrónico (newsletter):** el desarrollo deberá incluir una herramienta para gestionar y realizar el envío masivo de noticias y novedades a las listas de correo electrónico creadas a tal fin. La herramienta deberá prever la separación de listas de interesados según tipo (instaladores, público general, usuarios-generadores, otros) así como la gestión de la lista de contactos, suscripción de manera voluntaria mediante un formulario web para interesados y mediante un tablero de control por parte de APrA. La herramienta de envío deberá prever la posibilidad de de-suscripción por parte de los destinatarios.

### ***13.3 Hoja de Ruta y Plan de Trabajo***

El objetivo principal de la Hoja de Ruta y el Plan de Trabajo es la correcta definición de los pasos necesarios para el desarrollo e implementación de la plataforma en línea para instalaciones solares fotovoltaicas distribuidas en CABA, según la especificación de contenidos delineada en la sección precedente.

La Hoja de Ruta es un documento dinámico y deberá contribuir a monitorear el grado de avance de la implementación de la plataforma y el cumplimiento con los objetivos propuestos. A su vez, deberá ser lo suficientemente flexible para actualizarse conforme se desarrolle la plataforma.

Previo al inicio del desarrollo se deberá actualizar la Hoja de Ruta, revisando los objetivos de manera que se adapten a las necesidades previstas por APrA, a la vez de resultar en un conjunto de requerimientos claros y alcanzables, junto con la identificación de barreras existentes para la implementación y estrategias para mitigar riesgos y superar dichas barreras.

Se especifican a continuación los objetivos, las barreras de implementación y las estrategias para disminuir dichas barreras distinguiendo entre el plano político, económico, técnico y administrativo.





### Objetivos

#### **Políticas**

Reducción de emisiones GEI mediante generación distribuida.

#### **Económicas**

Desarrollo de mercado local de servicios y generación de empleo calificado.

#### **Técnicas**

Desarrollo de herramientas para agilizar adopción de generación distribuida.

#### **Administrativas**

Fecha de lanzamiento de herramienta en línea.



### Barreras

#### **Políticas**

Aprobación de implementación por parte de las autoridades.

#### **Económicas**

Disponibilidad de recursos para el diseño y desarrollo de la plataforma.

#### **Técnicas**

Factibilidad de actualización y mantenimiento de la plataforma.

#### **Administrativas**

Plazos de desarrollo y gestión de implementación.



### Estrategias

#### **Políticas**

establecer acuerdos con las autoridades competentes y con el área de comunicación correspondiente.

#### **Económicas**

Presupuestar y asignar los recursos para el desarrollo de la plataforma.

#### **Técnicas**

Consensuar información, diseño, monitoreo y actualización de la información

#### **Administrativas**

Ubicar recursos de gestión para evitar demoras en la implementación.

Con la finalidad de mantener la plataforma en línea actualizada y cumpliendo su objetivo de acercar a la oferta con la demanda de equipos de generación distribuida solar fotovoltaica, el Plan de Trabajo constituye un recorrido por la Hoja de Ruta para llevar a cabo el proceso de forma continua e ininterrumpida de los siguientes pasos.



Como se esquematiza en la imagen precedente, el Plan de Trabajo se compone de una serie de etapas sucesivas que comienzan con la definición de especificaciones y requerimientos específicos que se utilizarán como guía para la recopilación de la información que se publicará en la plataforma.

A continuación se realizará el desarrollo del software de la plataforma, en conjunto con aquellas herramientas que requieren una programación específica, como por ejemplo el calculador de ahorro en la factura del usuario, herramienta de publicación de productos y servicios, entre otras.

Una vez recopilada la información establecida y definida al comienzo del Plan de Trabajo, se procede a implementar la plataforma en línea. Posteriormente se realiza en forma periódica el monitoreo de la información y la atención a consultas.

Por último, una vez finalizada la implementación, se debe prever la actualización en forma continua de la información publicada en la plataforma en línea. A tal fin se han previsto dentro de las especificaciones de la plataforma herramientas para publicación de noticias y novedades, cursos de formación y capacitación, así como la posibilidad de ajuste de parámetros de cálculo y edición de contenidos estáticos del sitio.

## **Anexos**



## Anexo I - Guía rápida para el usuario - Generación Distribuida Solar Fotovoltaica

### Objetivo

Dada la existencia de bibliografía de carácter oficial y pública respecto a la generación distribuida de tecnología solar fotovoltaica, y al dimensionamiento, instalación y mantenimiento de los equipos<sup>14</sup>, resulta pertinente el desarrollo de una guía rápida dirigida al usuario final con la finalidad de acompañar no solo el proceso de decisión previo a la compra de un sistema solar fotovoltaico en función a sus necesidades energéticas, sino también aportar información clara y concisa respecto a tareas básicas de operación y mantenimiento de los sistemas que estén al alcance de ser realizados por el usuario.

### Destinatarios

La presente guía está destinada a aquellos usuarios interesados en instalar paneles solares conectados a red en sus hogares, comercios, PyMEs e industrias, con la intención de generar un ahorro en su factura eléctrica, contribuir con el cambio climático, y a su vez aprovechar los múltiples beneficios que la tecnología ofrece.

La guía fue desarrollada específicamente para Ciudad de Buenos Aires, no obstante, la mayoría de la información técnica es aplicable a cualquier otra jurisdicción donde el Régimen Nacional de Generación Distribuida (Ley N° 27.424) haya sido implementado.

### Principio de funcionamiento

El **sistema de generación distribuida solar fotovoltaica** está compuesto por paneles solares y un inversor de corriente que se instalan dentro de tu propiedad, sea ésta una vivienda, fábrica o comercio. Una vez instalado, el sistema te permitirá generar energía eléctrica a partir de la radiación solar que reciben los paneles durante el día.

*(Se sugiere incluir un diagrama donde se identifiquen las partes principales de un sistema de generación distribuida: paneles fotovoltaicos, estructura soporte, inversor de corriente, tablero de protecciones eléctricas, cables y conectores eléctricos, medidor bidireccional).*

La energía eléctrica que generan los paneles fotovoltaicos es utilizada principalmente para **autoconsumo**, abasteciendo los consumos eléctricos en tu domicilio y disminuyendo de esta manera la demanda de red, generando un ahorro económico en tu factura.

Cuando la energía que generan los paneles fotovoltaicos es mayor a tu consumo, resultan excedentes energéticos que serán automáticamente **inyectados** a la red eléctrica de distribución y valorizados económicamente, generando otra fuente de ahorro económico en tu factura.

Cuando los paneles fotovoltaicos no puedan abastecer totalmente tu consumo, como ocurre por ejemplo durante la noche, la red eléctrica funcionará de respaldo energético.

---

<sup>14</sup> Manuales de Generación Distribuida - Secretaría de Energía ([enlace](#))

## Usuario Residencial

### 1. Ventajas de instalar un equipo de generación distribuida solar fotovoltaica en mi hogar

Instalar un sistema de paneles solares conectados a la red eléctrica tiene múltiples beneficios. En primer lugar, estarás generando un **ahorro económico** en tu factura eléctrica, y éste será en función al tamaño del equipo que instales y el consumo eléctrico de tu vivienda. Al mismo tiempo, estarás **contribuyendo con la mitigación del cambio climático** mediante la incorporación de tecnologías de energías renovables.

### 2. Elegir un equipo que se adapte a tus necesidades

Para conocer cuál es el equipo que mejor se adapta a tus necesidades es importante que verifiques en primer lugar tu demanda energética observando la factura del servicio eléctrico, y en segundo lugar la disponibilidad de espacio físico para la ubicación de los paneles.

- **Conocer mi demanda energética**

Sugerimos que reúnas las facturas del servicio eléctrico del último año y tomes nota de los valores mensuales de demanda eléctrica, medida en unidades energéticas (kWh: kilowatt - hora) y el precio. Antes de analizar el potencial ahorro, es importante que incluyas los impuestos en el precio de la energía.

*(Se sugiere incluir imagen que represente: una factura tipo Edenor/Edesur residencial, señalando la ubicación de consumo variable (kWh), periodo de consumo (fechas de medición), y precio - con y sin impuestos).*

- **Cuantificar la superficie disponible**

En términos generales el primer limitante para la instalación de paneles solares en la ciudad suele ser la superficie disponible para la instalación de los mismos.

Asegurate de conocer las dimensiones del techo, terraza o suelo libre de obstáculos y sombras donde puedan ubicarse los paneles solares, y de identificar la orientación geográfica de dicha superficie.

Idealmente los paneles deben instalarse hacia el norte e inclinados aproximadamente a 34 grados respecto al suelo en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, para maximizar la generación anual de energía eléctrica. Cualquier desviación de dichas especificaciones resulta en una disminución en la generación anual de energía eléctrica, no obstante, los paneles seguirán generando energía eléctrica en tanto reciban radiación solar en forma directa.

Como regla general puede considerarse que 1 kW de paneles solares ocupa aproximadamente 10 m<sup>2</sup>.

Existen herramientas simples de dimensionamiento que arrojan un resultado aproximado acerca del tamaño de equipo que puedes utilizar para investigar si resulta de tu interés.

A continuación te acercamos el enlace de una herramienta virtual para estimar el ahorro económico en la factura eléctrica por la instalación de un sistema de paneles solares conectados a red: [Calculador Solar](#)

*(Se sugiere vincular a un calculador propio de CABA para el dimensionamiento de sistemas solares fotovoltaicos en la Ciudad).*

A modo de ejemplo, la conexión de **9 paneles** solares de 330 W (watt) constituye un sistema de aproximadamente **3 kW** (kilowatt) de **potencia** que ocupa **30 m<sup>2</sup>** de superficie total, contemplando espacio entre los paneles para instalar y realizar mantenimiento. Dicho sistema de 3 kW (kilowatt) de potencia genera anualmente en la Ciudad de Buenos Aires **4000 kWh** (kilowatt-hora) de **energía** eléctrica. En promedio esto equivale a aproximadamente a 330 kWh (kilowatt-hora) de energía eléctrica, aunque será variable todos los meses puesto que la intensidad de radiación solar varía a lo largo del año.

Si verificas el consumo mensual en tu factura, podrás estimar cuántos paneles se requieren para generar toda la energía que consumes. No obstante, al estar conectado a red, no es necesario que el tamaño del sistema cubra todas tus necesidades energéticas, porque siempre se utilizará la red eléctrica como respaldo para cubrir cualquier necesidad adicional de energía eléctrica.

### 3. Comunicarse con un instalador calificado

Es recomendable en todos los casos comunicarte con un Instalador Calificado para que te asesore en la elección del equipo que mejor se adapte a tus necesidades energéticas y para evacuar todas las dudas acerca de la factibilidad de instalar el equipo en tu vivienda.

El instalador podrá realizar una visita previa al lugar y constatar la disponibilidad de superficie libre de obstáculos y sombras, como también su orientación. El instalador verificará las formas de anclaje de los paneles y las distancias existentes para la conexión eléctrica. De requerirse la realización de algún cambio de infraestructura para la instalación del equipo, el instalador podrá informarlos.

El instalador calificado puede ofrecer la venta, logística, instalación, gestión de conexión y puesta en marcha del sistema de generación distribuida.

Recuerda tener a mano la siguiente información cuando te pongas en contacto con tu instalador calificado:

- Facturas eléctricas previas (se sugiere registrar un año de facturación).
- Superficie disponible.

El instalador calificado deberá demostrar que cuenta con las credenciales para realizar la instalación y puesta en marcha del equipo. Puedes solicitarle la siguiente información:

- Matrícula profesional.
- Habilitación para gestionar los documentos de obligatoriedad para la instalación de equipos de generación distribuida en la Ciudad de Buenos Aires (encomienda de su colegio profesional y declaración de conformidad de instalaciones o "DCI").



#### 4. Presupuestar el equipo

Actualmente debido a la implementación del Régimen Nacional de Generación Distribuida son muchos los proveedores que se suman al rubro para ofrecer sus productos. Podrás contactar con ellos accediendo al portal de proveedores de la Ciudad de Buenos Aires que se encuentra en la plataforma en línea de APrA.

*(Se sugiere incluir el link al listado de proveedores de equipos en CABA de la Plataforma oficial de APrA).*

Es recomendable solicitar dos o más cotizaciones de diferentes proveedores para poder comparar precios y servicios incluidos en cada caso.

La siguiente información es importante al momento de analizar las cotizaciones para adquirir un equipo:

- Los componentes principales del sistema de generación distribuida (paneles solares e inversor de corriente) deben cumplir con ciertas normas de **calidad y seguridad** para ser instalados en tu hogar de forma segura y en cumplimiento con la reglamentación vigente. Tanto el proveedor de los equipos como el instalador calificado deberán asesorarte y demostrarte el cumplimiento mediante el correspondiente certificado.
- Los proveedores pueden incluir dentro de la oferta los **servicios** de logística, instalación y puesta en marcha de los sistemas. Asegurate de comprender todos los servicios que se incluyen en la oferta para poder compararlas correctamente.
- Es importante conocer la **garantía** que ofrece el proveedor sobre los equipos y la instalación.
- Todos los equipos ofertados deberán ser entregados con su correspondiente **documentación técnica** y manuales de operación y mantenimiento, indicando correctamente el modelo de equipo incluido en la oferta. Asegurate de guardar todos los documentos, guías y manuales.

#### 5. Autorización de conexión

El procedimiento para autorizar la conexión del equipo es un **trámite ágil y sencillo** que se realiza **en línea** mediante una plataforma virtual. Al finalizar el trámite, te será otorgado un Certificado de Usuario-Generador.

Recuerda que es importante que **seas el titular del servicio eléctrico**, de lo contrario se sugiere realizar el cambio de titularidad correspondiente frente a tu Distribuidor, ya que el sistema de generación distribuida estará vinculado a tu CUIL/CUIT y número de suministro.

La autorización de conexión se realiza en dos simples pasos:

- **1er Paso: Solicitud de Reserva de Potencia.** Éste trámite se realiza **antes de la instalación** y es necesario la aprobación del Distribuidor para continuar con el proceso.

Para realizar este paso solamente necesitas tener a mano la siguiente información: CUIL/CUIT y clave fiscal, una factura del servicio eléctrico y los datos básicos del equipo que pretendas conectar.

- **2do Paso:** *Solicitud de Cambio de Medidor*, que se realiza una vez que el paso anterior ha sido aprobado, y **después de que el equipo ha sido instalado** por el Instalador Calificado.

Para realizar este paso únicamente necesitas detallar los datos de tu instalador (nombre completo y CUIL/CUIT) quien completará la información respecto de la instalación.

Una vez aprobada la solicitud, el cambio de medidor es realizado por el Distribuidor.

El **Certificado de Usuario-Generador** te será remitido unos días después del cambio de medidor. Con dicho certificado, se exime de impuestos (IVA e IIGG) a los ingresos por la energía inyectada.

**El instalador capacitado podrá asesorarte paso a paso para gestionar la autorización de conexión y cambio de medidor bidireccional.**

Se encuentran disponibles en el sitio web oficial de Generación Distribuida **instructivos** para que el usuario pueda realizar su propia autorización en línea. Puedes acceder a los mismos mediante el siguiente enlace: [Instructivos](#)

## 6. Operación del sistema solar fotovoltaico

Los sistemas solares fotovoltaicos conectados a red funcionan sin la necesidad de un operador, no obstante es posible gestionar los consumos internos de tu hogar para aumentar el ahorro económico. Te explicamos más acerca de esto en la sección "*Conocer mi equipo*".

Si bien no son necesarias tareas rutinarias de operación técnica sobre un sistema residencial, es importante que el usuario pueda realizar ciertas tareas de mantenimiento preventivo básicas para preservar la vida útil del sistema.

Se recomienda tener siempre a mano la documentación, los manuales técnicos provistos por el fabricante o proveedor de los equipos, la garantía de los mismos y los contactos del profesional responsable que realizó la instalación y puesta en marcha del sistema.

En caso de falla del equipo, o activado de alarmas, siempre se sugiere desconectar y conectar el sistema en el orden indicado por el fabricante o proveedor, y comunicarse de inmediato con el instalador.

## 7. Tareas de mantenimiento preventivo

En términos generales los sistemas fotovoltaicos presentan un elevado grado de seguridad y confiabilidad alcanzando una vida útil que supera los 20 años, no obstante, algunos componentes del sistema se encuentran expuestos a condiciones ambientales que pueden afectar al rendimiento y operación del sistema en su conjunto, y a los ahorros esperados asociados al mismo.

Por ello, realizar un mantenimiento preventivo sencillo y sin riesgo es una tarea primordial que podrá realizar el usuario, cuya finalidad es asegurar:

- mejorar el rendimiento del sistema, maximizando la generación de energía eléctrica proveniente de los paneles.
- minimizar el tiempo de inoperatividad, detectando posibles fallas en forma temprana o evitando que éstas ocurran.
- aumentar la vida útil de todo el sistema.
- aumentar ahorros y disminuir costos.

El **mantenimiento preventivo** que puede realizar el usuario final se resume en las siguientes tareas:

- ***Limpieza de superficie de paneles:*** consiste en mantener limpia de polvo y excremento de aves la superficie de los paneles.
- ***Observación del entorno:*** para maximizar la producción de energía eléctrica generada en forma anual por los paneles fotovoltaicos, es importante eliminar o minimizar la proyección de sombras sobre la superficie captadora de los paneles. Para ello es importante revisar que no haya obstáculos permanentes o variables, como la copa de los árboles, que proyectan sombras en algún momento del día. Es importante recordar que durante el invierno la proyección de sombra de un obstáculo es mayor que en verano.
- ***Chequeo de conexiones:*** consiste en realizar una simple verificación visual de las conexiones entre paneles y hacia el inversor, con el fin de detectar que los cables y conectores se encuentran en condiciones seguras.
- ***Observación de estructura soporte:*** consiste en comprobar mediante un chequeo visual que el estado de la estructura soporte y el anclaje a la superficie se encuentran correctos, en condiciones seguras, y no han sido afectados por la exposición al ambiente.
- ***Inspección del inversor:*** el inversor no debe estar expuesto a condiciones ambientales que puedan afectar la carcasa protectora, y se deberá verificar que se encuentra en un ambiente seco, ventilado, evitando el depósito de material particulado, insectos y polvo en su superficie. Es importante verificar que el equipo no se encuentre sobrecalentado, ya que podría resultar en una disminución en su eficiencia de trabajo.

En caso de que el usuario detectara **anomalías** en lo descrito anteriormente, deberá informar al instalador calificado o profesional competente para que realice el mantenimiento correctivo correspondiente.

En caso de **falla del sistema** se sugiere al usuario revisar en primer lugar los manuales de operación y mantenimiento que haya entregado el proveedor o fabricante de los equipos, para detectar si hay alguna prueba, chequeo o acción simple que pueda ser llevada a cabo por el usuario, sin riesgo de seguridad personal, o de dañar algún equipo de la instalación eléctrica interna de la propiedad. Ante dudas o inquietudes la recomendación es comunicarse con el instalador calificado que realizó la conexión en su hogar o un profesional competente.

## 8. Conocer mi equipo

Son muchos los beneficios que resultan cuando un usuario conoce el sistema que posee y puede administrar sus consumos en función a la generación eléctrica producida por la fuente renovable.

En primer lugar, comprender el **esquema** de facturación de generación distribuida, nos ayuda a entender con claridad la importancia de maximizar la porción de autoconsumo de la generación eléctrica producida por los paneles fotovoltaicos.

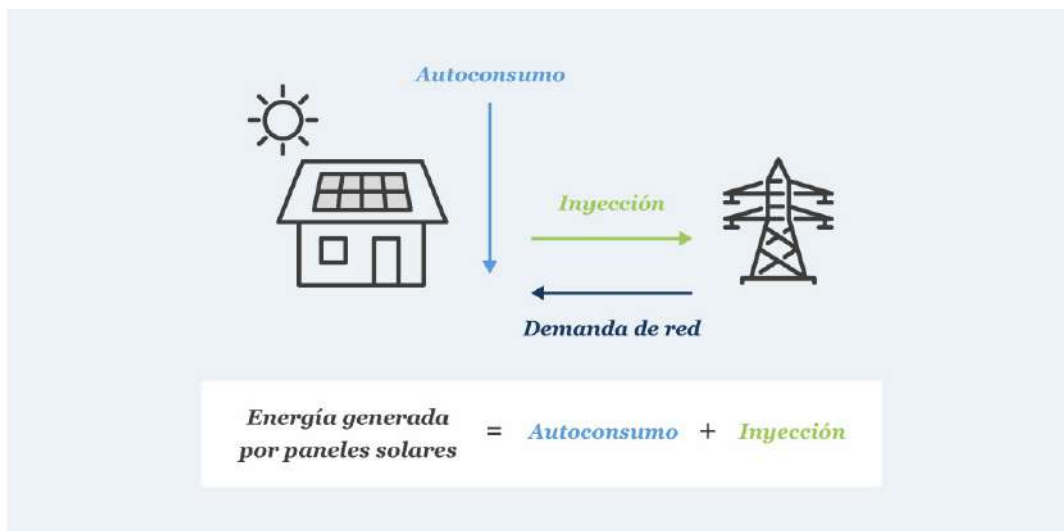
En segundo lugar, resulta recomendable obtener **mediciones** de la energía generada, autoconsumida e inyectada en la red, métricas registradas por la gran mayoría de los inversores que se ofrecen en el mercado, de modo de poder identificar ciertos hábitos de consumo dentro del hogar.

Por último, la comprensión de la **factura eléctrica** en conjunto con la identificación de la demanda eléctrica del hogar son conceptos que importan para poder maximizar el aprovechamiento de la tecnología.

### ¿Cómo funciona el esquema de facturación de generación distribuida?

- La energía eléctrica que se **demanda de la red** tiene un valor variable en función a la cantidad de energía que puede verse en la factura que recibimos mensualmente. Es medida en kWh (kilowatt-hora) y valorizada en \$/kWh (pesos por kilowatt-hora).
- La energía que se genera mediante los paneles solares en un sistema de generación distribuida, y es **autoconsumida** dentro del hogar, desplaza la demanda de la energía eléctrica de la red, por lo tanto, tiene el mismo valor que la energía demandada de la red.
- La energía que generan los paneles solares en un sistema de generación distribuida y no es autoconsumida dentro del hogar, es un excedente que se **inyecta en la red** de distribución, y es medida por el medidor bidireccional y valorizada a tarifa de inyección, que resulta menor al precio de venta porque no incluye la componente de distribución, transporte eléctrico ni impuestos.

El siguiente esquema resume lo explicado previamente:



Por lo tanto, queda claro que es conveniente **aumentar la proporción de autoconsumo**, es decir, el ahorro económico será mayor cuanto mayor sea la energía autoconsumida internamente en tu domicilio.

### *¿Cómo maximizar el autoconsumo?*

Como el recurso solar, al igual que cualquier otra fuente renovable de energía, es variable e intermitente, la tecnología solamente generará energía cuando hay sol. Para maximizar el autoconsumo, es decir, consumir la mayor porción de la energía que generan los paneles fotovoltaicos, **debo consumir dicha energía durante las horas de sol**.

Actualmente el mercado ofrece una variada cantidad de aplicaciones informáticas que realizan un seguimiento y monitoreo del sistema, permitiendo observar la energía generada en tiempo real, el autoconsumo y la inyección de excedentes.

### *¿Cómo se verá reflejado el ahorro en mi factura eléctrica?*

Es importante poder comprender como se verá reflejado el **ahorro** en tu factura eléctrica.

El principal ahorro en la factura eléctrica proviene del **autoconsumo**. Como el autoconsumo consiste en la energía generada y consumida dentro del domicilio, no será registrada por el medidor de la Distribuidora. Aunque el autoconsumo no figure detallado en la factura, podrá percibirse una disminución en el monto de la misma porque estaremos tomando menos energía de la red gracias al sistema de generación distribuida.

Por esto es importante que se registre con anterioridad a instalar el sistema de generación distribuida cuáles fueron los consumos mensuales de electricidad a lo largo del año previo. Verás que luego de instalar tu sistema de generación distribuida, este consumo se verá reducido debido al autoconsumo de la energía generada por los paneles.

A su vez, la valorización de la **inyección** de excedentes de energía eléctrica en la red contribuye al ahorro económico. Estos sí se verán desglosados en la factura y cuantificados correspondientemente. Los podrás identificar en tu factura como un crédito a tu favor que será descontado del monto a pagar mensualmente.

Para estimar el impacto en tu facturación, podrás utilizar la herramienta [Calculador Solar](#)

## **9. Cuantificar los beneficios de mi equipo instalado**

Para cuantificar los beneficios económicos, es necesario recordar las dos fuentes de ahorro que surgen de instalar paneles solares en tu hogar:

- **Ahorro por inyección:** estará desglosado en la factura eléctrica, medida en kWh (kilowatt-hora) y su valor correspondiente en pesos.

- **Ahorro por autoconsumo:** corresponde a la diferencia entre el total de energía generada por los paneles solares (registrada en el inversor) y la energía que fue inyectada (registrada en la factura).

Por lo tanto, el **ahorro económico TOTAL**, corresponde a:

$$\text{AHORRO TOTAL} = \frac{\text{Energía de Autoconsumo}}{\text{x precio de venta}} + \frac{\text{Energía de Inyección}}{\text{x tarifa de Inyección}}$$

Además de los beneficios económicos existen otros beneficios de instalar paneles solares en el hogar, que reviste de importancia a pesar de que no podemos cuantificar económicamente su magnitud, dentro de los que se destacan la contribución con el medio ambiente y la mitigación del cambio climático, el conocimiento y manipulación de tecnologías que van ganando terreno año a año a nivel mundial, el incremento en la valorización de la propiedad y el aseguramiento del precio de la energía que utilizaré en mi hogar durante toda la vida útil del sistema.



## Usuario Comercial & Industrial

### 1. Ventajas de instalar un equipo de generación distribuida solar fotovoltaica en la empresa

Instalar un sistema de paneles solares conectados a la red eléctrica tiene múltiples beneficios. En primer lugar, estarás generando un **ahorro económico** en la facturación por el servicio eléctrico, y éste será en función al tamaño del equipo que se instale y el consumo eléctrico del establecimiento. A la vez la implementación de tecnologías de aprovechamiento de fuentes renovables posiciona al negocio con una imagen sustentable **agregando valor** a los productos y servicios, ya que **contribuye con la mitigación del cambio climático**.

### 2. Elegir un equipo que se adapte a las necesidades

Para conocer cuál es el equipo que mejor se adapta a las necesidades energéticas de la empresa, comercio, fábrica y otros, es importante verificar en primer lugar la demanda energética observando la factura del servicio eléctrico, y en segundo lugar la disponibilidad de espacio físico para la ubicación de los paneles.

- **Conocer la demanda energética**

Sugerimos que reúnas las facturas del servicio eléctrico del último año y tomes nota de los valores mensuales de demanda eléctrica, medida en unidades energéticas (kWh: kilowatt - hora) y el precio.

*(Se sugiere incluir imagen que represente: una factura tipo Edenor/Edesur residencial, señalando la ubicación de consumo variable (kWh), periodo de consumo (fechas de medición), y precio - con y sin impuestos).*

- **Cuantificar la superficie disponible**

En términos generales el primer limitante para la instalación de paneles solares en la ciudad suele ser la superficie disponible para la instalación de los mismos.

Asegurate de conocer las dimensiones del techo, terraza o suelo libre de obstáculos y sombras donde puedan ubicarse los paneles solares, y de identificar la orientación geográfica de dicha superficie.

Idealmente los paneles deben instalarse hacia el norte e inclinados aproximadamente a 34 grados respecto al suelo en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, para maximizar la generación anual de energía eléctrica. Cualquier desviación de dichas especificaciones resulta en una disminución en la generación anual de energía eléctrica, no obstante, los paneles seguirán generando energía eléctrica en tanto reciban radiación solar en forma directa.

Como regla general puede considerarse que 1 kW de paneles solares ocupa aproximadamente 10 m<sup>2</sup>.

Existen herramientas simples de dimensionamiento que arrojan un resultado aproximado acerca del tamaño de equipo que puedes utilizar para investigar si resulta de tu interés. A continuación te acercamos el enlace de una herramienta virtual para estimar el ahorro económico en la factura eléctrica por la instalación de un sistema de paneles solares conectados a red: [Calculador Solar](#)

*(Se sugiere vincular a un calculador propio de CABA para el dimensionamiento de sistemas solares fotovoltaicos en la Ciudad).*

A modo de ejemplo, un sistema de **50 kW** (kilowatt) de capacidad ocupa una superficie de aproximadamente **500 m<sup>2</sup>**, está compuesto por **112 paneles** solares y genera en forma anual **70 MWh** (Megawatt-hora) de energía eléctrica en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Al verificar el consumo mensual en la factura del establecimiento, se podrá estimar cuántos paneles se requieren para generar con energía solar un determinado porcentaje de la demanda total. Al estar conectado a red, no es necesario que el sistema cubra todas las necesidades energéticas, porque siempre se utilizará la red eléctrica como respaldo para cubrir cualquier necesidad adicional de energía eléctrica.

### 3. *Comunicarse con un instalador calificado*

Es recomendable en todos los casos comunicarse con un Instalador Calificado para que realice un asesoramiento en la elección del equipo que mejor se adapte a las necesidades energéticas y para evacuar todas las dudas acerca de la factibilidad de instalar el equipo en el establecimiento.

El instalador podrá realizar una visita previa al lugar y constatar la disponibilidad de superficie libre de obstáculos y sombras, como también su orientación. El instalador verificará las formas de anclaje de los paneles y las distancias existentes para la conexión eléctrica. De requerirse la realización de algún cambio de infraestructura para la instalación del equipo, el instalador podrá informarlos.

El instalador calificado puede ofrecer la venta, logística, instalación, gestión de conexión y puesta en marcha del sistema de generación distribuida.

Recuerda tener a mano la siguiente información cuando te pongas en contacto con tu instalador calificado:

- Facturas eléctricas previas (se sugiere registrar un año de facturación).
- Superficie disponible.

El instalador calificado deberá demostrar que cuenta con las credenciales para realizar la instalación y puesta en marcha del equipo. Puedes solicitarle la siguiente información:

- Matrícula profesional.
- Habilitación para gestionar los documentos de obligatoriedad para la instalación de equipos de generación distribuida en la Ciudad de Buenos Aires (encomienda de su colegio profesional y declaración de conformidad de instalaciones o "DCI").

### 4. *Presupuestar el equipo*

Actualmente debido a la implementación del Régimen Nacional de Generación Distribuida son muchos los proveedores que se suman al rubro para ofrecer sus productos. Podrás contactar con ellos accediendo al portal de proveedores de la Ciudad de Buenos Aires que se encuentra en la plataforma en línea de APrA.

*(Se sugiere incluir el link al listado de proveedores de equipos en CABA de la Plataforma oficial de APrA).*

Es recomendable solicitar dos o más cotizaciones de diferentes proveedores para poder comparar precios y servicios incluidos en cada caso.

La siguiente información es importante al momento de analizar las cotizaciones para adquirir un equipo:

- Los componentes principales del sistema de generación distribuida (paneles solares e inversor de corriente) deben cumplir con ciertas normas de **calidad y seguridad** para ser instalados de forma segura y en cumplimiento con la reglamentación vigente. Tanto el proveedor de los equipos como el instalador calificado deberán asesorarte y demostrarte el cumplimiento mediante el correspondiente certificado.
- Los proveedores pueden incluir dentro de la oferta los **servicios** de logística, instalación y puesta en marcha de los sistemas. Asegurate de comprender todos los servicios que se incluyen en la oferta para poder compararlas correctamente.
- Es importante conocer la **garantía** que ofrece el proveedor sobre los equipos y la instalación.
- Todos los equipos ofertados deberán ser entregados con su correspondiente **documentación técnica** y manuales de operación y mantenimiento, indicando correctamente el modelo de equipo incluido en la oferta.

## 5. Autorización de conexión

El procedimiento para autorizar la conexión del equipo es un **trámite ágil y sencillo** que se realiza **en línea** mediante una plataforma virtual. Al finalizar el trámite, la entidad contará con el Certificado de Usuario-Generador.

El trámite se realiza con el CUIT titular del servicio, y cualquier persona puede ser designado como apoderado para realizar el trámite por cuenta y orden del titular, tal como se indica en el Instructivo para el Usuario-Generador.

La autorización de conexión se realiza en dos simples pasos:

- **1er Paso:**

*Solicitud de Reserva de Potencia.* Éste trámite se realiza **antes de la instalación** y es necesario la aprobación del Distribuidor para continuar con el proceso.

Para realizar este paso solamente necesitas tener a mano la siguiente información: CUIL/CUIT y clave fiscal, una factura del servicio eléctrico y los datos básicos del equipo.

- **2do Paso:**

*Solicitud de Cambio de Medidor,* que se realiza una vez que el paso anterior ha sido aprobado, y **después de que el equipo ha sido instalado** por el Instalador Calificado.

Para realizar este paso únicamente necesitas detallar los datos de tu instalador (nombre completo y CUIL/CUIT) quien completará la información respecto de la instalación.

Una vez aprobada la solicitud, el cambio de medidor es realizado por el Distribuidor.

El **Certificado de Usuario-Generador** será remitido unos días después del cambio de medidor. Con dicho certificado, se exime de impuestos (IVA e IIGG) a los ingresos por la energía inyectada, de aquellos usuarios comerciales e industriales que poseen una demanda contratada de hasta 300 kW con su distribuidor.

**El instalador capacitado podrá asesorarte paso a paso para gestionar la autorización de conexión y cambio de medidor bidireccional.**

Se encuentran disponibles en el sitio web oficial de Generación Distribuida **instructivos** para que el usuario o apoderado pueda realizar la autorización en línea. Puedes acceder a los mismos mediante el siguiente enlace: [Instructivos](#)

## ***6. Operación del sistema solar fotovoltaico***

Los sistemas solares fotovoltaicos conectados a red funcionan sin la necesidad de un operador, no obstante es posible gestionar los consumos internos del establecimiento para aumentar el ahorro económico. Te explicamos más acerca de esto en la sección "*Conocer el equipo*".

Si bien no son necesarias tareas rutinarias de operación técnica sobre un sistema, es importante la realización de ciertas tareas de mantenimiento preventivo básicas para preservar la vida útil de los equipos.

Se recomienda tener siempre a mano la documentación, los manuales técnicos provistos por el fabricante o proveedor de los equipos, la garantía de los mismos y los contactos del profesional responsable que realizó la instalación y puesta en marcha del sistema.

En caso de falla del equipo, o activado de alarmas, siempre se sugiere desconectar y conectar el sistema en el orden indicado por el fabricante o proveedor, y comunicarse de inmediato con el instalador.

## ***7. Tareas de mantenimiento preventivo***

En términos generales los sistemas fotovoltaicos presentan un elevado grado de seguridad y confiabilidad alcanzando una vida útil que supera los 20 años, no obstante, algunos componentes del sistema se encuentran expuestos a condiciones ambientales que pueden afectar al rendimiento y operación del sistema en su conjunto, y a los ahorros esperados asociados al mismo.

Por ello, realizar un mantenimiento preventivo sencillo y sin riesgo es una tarea primordial que podrá realizar el usuario, cuya finalidad es asegurar:

- mejorar el rendimiento del sistema, maximizando la generación de energía eléctrica proveniente de los paneles.
- minimizar el tiempo de inoperatividad, detectando posibles fallas en forma temprana o evitando que éstas ocurran.
- aumentar la vida útil de todo el sistema.
- aumentar ahorros y disminuir costos.

El **mantenimiento preventivo** que puede realizar el usuario final se resume en las siguientes tareas:

- **Limpieza de superficie de paneles:** consiste en mantener limpia de polvo y excremento de aves la superficie de los paneles.
- **Observación del entorno:** para maximizar la producción de energía eléctrica generada en forma anual por los paneles fotovoltaicos, es importante eliminar o minimizar la proyección de sombras sobre la superficie captadora de los paneles. Para ello es importante revisar que no haya obstáculos permanentes o variables, como la copa de los árboles, que proyectan sombras en algún momento del día. Es importante recordar que durante el invierno la proyección de sombra de un obstáculo es mayor que en verano.
- **Chequeo de conexiones:** consiste en realizar una simple verificación visual de las conexiones entre paneles y hacia el inversor, con el fin de detectar que los cables y conectores se encuentran en condiciones seguras.
- **Observación de estructura soporte:** consiste en comprobar mediante un chequeo visual que el estado de la estructura soporte y el anclaje a la superficie se encuentran correctos, en condiciones seguras, y no han sido afectados por la exposición al ambiente.
- **Inspección del inversor:** el inversor no debe estar expuesto a condiciones ambientales que puedan afectar la carcasa protectora, y se deberá verificar que se encuentra en un ambiente seco, ventilado, evitando el depósito de material particulado, insectos y polvo en su superficie. Es importante verificar que el equipo no se encuentre sobrecalentado, ya que podría resultar en una disminución en su eficiencia de trabajo.

Para sistemas de generación distribuida de mediana y gran capacidad, se sugiere la contratación de un servicio de mantenimiento preventivo periódico.

En caso de que el usuario detectara **anomalías** en lo descrito anteriormente, deberá informar al instalador calificado o profesional competente para que realice el mantenimiento correctivo correspondiente.

En caso de **falla del sistema** se sugiere al usuario revisar en primer lugar los manuales de operación y mantenimiento que haya entregado el proveedor o fabricante de los equipos, para detectar si hay alguna prueba, chequeo o acción simple que pueda ser llevada a cabo por el usuario, sin riesgo de seguridad personal, o de dañar algún equipo de la instalación eléctrica interna del establecimiento. Ante dudas o inquietudes la recomendación es comunicarse con el instalador calificado que realizó la conexión.

## 8. Conocer el equipo

Son muchos los beneficios que resultan cuando un usuario conoce el sistema que posee y puede administrar sus consumos en función a la generación eléctrica producida por la fuente renovable.

En primer lugar, comprender el **esquema** de facturación de generación distribuida, nos ayuda a entender con claridad la importancia de maximizar la porción de autoconsumo de la generación eléctrica producida por los paneles fotovoltaicos.

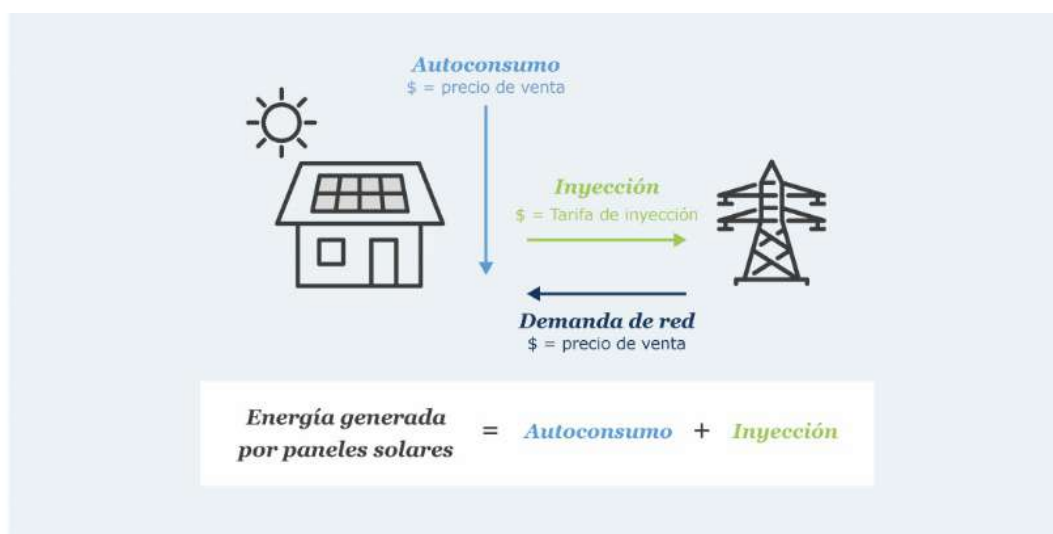
En segundo lugar, resulta recomendable obtener **mediciones** de la energía generada, autoconsumida e inyectada en la red, métricas registradas por la gran mayoría de los inversores que se ofrecen en el mercado, de modo de poder identificar ciertos hábitos de consumo dentro del hogar. Se sugiere contar con una plataforma de administración y análisis de datos para los sistemas comerciales e industriales, ya que puede aprovecharse la información resultante como beneficio para la empresa o establecimiento.

Por último, la comprensión de la **factura eléctrica** en conjunto con la identificación de la demanda eléctrica son conceptos que importan para poder maximizar el aprovechamiento de la tecnología.

### ¿Cómo funciona el esquema de facturación de generación distribuida?

- La energía eléctrica que se **demande de la red** tiene un valor variable en función a la cantidad de energía que puede verse en la factura que recibimos mensualmente. Es medida en kWh (kilowatt-hora) y valorizada en \$/kWh (pesos por kilowatt-hora) a precio de venta.
- La energía que se genera mediante los paneles solares en un sistema de generación distribuida, y es **autoconsumida** dentro del hogar, desplaza la demanda de la energía eléctrica de la red, por lo tanto, tiene el mismo valor que la energía demandada de la red, es decir al precio de venta.
- La energía que generan los paneles solares en un sistema de generación distribuida y no es autoconsumida dentro del hogar, es un excedente que se **inyecta en la red** de distribución, y es medida por el medidor bidireccional y valorizada a tarifa de inyección, que resulta menor al precio de venta porque no incluye la componente de distribución, transporte eléctrico ni impuestos.

El siguiente esquema resume lo explicado previamente:





Por lo tanto, queda claro que es conveniente **aumentar la proporción de autoconsumo**, es decir, el ahorro económico será mayor cuanto mayor sea la energía autoconsumida internamente en el establecimiento.

### *¿Cómo maximizar el autoconsumo?*

Como el recurso solar, al igual que cualquier otra fuente renovable de energía, es variable e intermitente, la tecnología solamente generará energía cuando hay sol. Para maximizar el autoconsumo, es decir, consumir la mayor porción de la energía que generan los paneles fotovoltaicos, **debo consumir dicha energía durante las horas de sol**.

Actualmente el mercado ofrece una variada cantidad de aplicaciones informáticas que realizan un seguimiento y monitoreo del sistema, permitiendo observar la energía generada en tiempo real, el autoconsumo y la inyección de excedentes.

### *¿Cómo se verá reflejado el ahorro en mi factura eléctrica?*

Es importante poder comprender como se verá reflejado el **ahorro** en tu factura eléctrica.

El principal ahorro en la factura eléctrica proviene del **autoconsumo**. Como el autoconsumo consiste en la energía generada y consumida dentro del establecimiento, no será registrada por el medidor de la distribuidora. Aunque el autoconsumo no figure detallado en la factura, podrá percibirse una disminución en el monto de la misma porque parte de demanda del establecimiento será cubierta por el sistema de generación distribuida. Por esto es importante que se registre con anterioridad a instalar el sistema de generación distribuida cuáles fueron los consumos mensuales de electricidad a lo largo del año previo.

A su vez, la valorización de la **inyección** de excedentes de energía eléctrica en la red contribuye al ahorro económico. Estos sí se verán desglosados en la factura y cuantificados correspondientemente. Se identifican en la factura como un crédito a favor que será descontado del monto a pagar mensualmente.

Para estimar el impacto en la facturación, puede utilizarse la herramienta [Calculador Solar](#)

## **9. Cuantificar los beneficios de mi equipo instalado**

Para cuantificar los beneficios económicos, es necesario recordar las dos fuentes de ahorro que surgen de instalar paneles solares:

- **Ahorro por inyección:** estará desglosado en la factura eléctrica, medida en kWh (kilowatt-hora) y su valor correspondiente en pesos.
- **Ahorro por autoconsumo:** corresponde a la diferencia entre el total de energía generada por los paneles solares (registrada en el inversor) y la energía que fue inyectada (registrada en la factura).

Por lo tanto, el **ahorro económico TOTAL**, corresponde a:

$$\text{AHORRO TOTAL} = \frac{\text{Energía de Autoconsumo}}{\text{x precio de venta}} + \frac{\text{Energía de Inyección}}{\text{x tarifa de Inyección}}$$

Además de los beneficios económicos existen otros beneficios de instalar paneles solares en comercios e industrias, que reviste de importancia a pesar de que no podemos cuantificar económicamente su magnitud, dentro de los que se destacan el posicionamiento del negocio con imagen sustentable agregando valor a los productos y servicios ofrecidos, el aseguramiento del precio de la energía durante toda la vida útil del sistema, la contribución con el medio ambiente y la mitigación del cambio climático, el conocimiento y manipulación de tecnologías que van ganando terreno año a año a nivel mundial.

## Anexo II - Marco regulatorio

La normativa referente a la generación distribuida de energías renovables integrada a la red eléctrica pública se encuentra regulada en diferentes niveles jurisdiccionales según las incumbencias correspondientes.

En la República Argentina, el marco regulatorio para el sistema eléctrico nacional está basado en las leyes número 15.336 "Ley de Energía Eléctrica"<sup>15</sup> y 24.065 "Régimen de la Energía Eléctrica"<sup>16</sup>.

En concordancia con el marco normativo antes mencionado, la actividad de generación distribuida renovable se encuentra regida por la ley nacional número 27.424 "Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica Pública"<sup>17</sup>.

Con posterioridad a la promulgación de la ley nacional 27.424, la legislatura de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires ha sancionado su adhesión a los incentivos promocionales del régimen nacional mediante la ley 6.165<sup>18</sup>.

A su vez, para el caso de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires existe normativa del Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE) referente a aspectos administrativos y específicos de aplicación de la ley nacional 27.424 por parte de las empresas concesionarias del servicio público de distribución en esta jurisdicción (Edenor y Edesur).

### ***Ley Nacional Nº 27.424: "Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica Pública"***

**Capítulo 1 "Disposiciones Generales":** establece el objeto de la ley, el cual es fijar las políticas y condiciones jurídicas y contractuales para la generación de energía eléctrica de origen renovable por parte de los usuarios de la red de distribución, para su autoconsumo con eventual inyección de excedentes a la red. A la vez, se establece la obligación de los prestadores del servicio público de distribución de facilitar dicha inyección asegurando el libre acceso a la red. El artículo 4º de la ley establece el derecho de los usuarios de la red de distribución a instalar equipamiento para la generación distribuida de fuentes renovables hasta una potencia equivalente a la que tienen contratada con el Distribuidor para su demanda.

**Capítulo 2 "Autorización de Conexión":** establece que la autorización de conexión será solicitada por el usuario-generador al Distribuidor, que ésta deberá formalizarse dentro de los plazos previstos en cada jurisdicción para la instalación de medidores, y que una vez aprobada la evaluación técnica se suscribirá un contrato de generación eléctrica bajo la modalidad distribuida.

**Capítulo 3 "Esquema de Facturación":** determina que el Distribuidor efectuará el cálculo de compensación y la administración por la remuneración de la energía inyectada a la red. Asimismo, se fija la tarifa de inyección, y la modalidad en que el Distribuidor deberá reflejarla en la facturación. Por otro lado, se establece que en caso de acumulación de créditos por inyección de energía eléctrica, los usuarios-generadores podrán solicitar la retribución de los mismos. Se establece que el Distribuidor no podrá

<sup>15</sup> Ley Nacional Nº 15.336 "Ley de Energía Eléctrica" ([enlace](#))

<sup>16</sup> Ley Nacional Nº 24.065 "Régimen de la Energía Eléctrica" ([enlace](#))

<sup>17</sup> Ley Nacional Nº 27.424 "Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica Pública" ([enlace](#))

<sup>18</sup> Ley Nº 6.165 "Adhesión al Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica" - CABA ([enlace](#))

añadir ningún tipo de cargo adicional por mantenimiento de red, peaje de acceso, respaldo eléctrico o cualquier otro concepto asociado a la instalación de equipos de generación distribuida. Mediante el artículo 12 bis, se exime del impuesto a las ganancias (IIGG) e impuesto de valor agregado (IVA) a la inyección de excedentes en los casos en que cuenten con hasta 300 kW de potencia contratada.

**Capítulo 4 “Autoridad de Aplicación”:** trata las funciones y atribuciones de la Autoridad de Aplicación, entre las cuales se indica que las normas técnicas que ésta establezca regirán en todo el territorio nacional y que las disposiciones jurisdiccionales no deberán alterar el Sistema Interconectado Nacional ni el Mercado Eléctrico Mayorista.

**Capítulo 5 “Fondo Fiduciario para el Desarrollo de la Generación Distribuida”:** crea el fondo fiduciario público denominado Fondo para la Generación Distribuida de Energías Renovables (FODIS), destinado al otorgamiento de préstamos, incentivos, garantías, realización de aportes de capital y otros instrumentos financieros.

**Capítulo 6 “Beneficios Promocionales”:** establece los beneficios promocionales que podrán ser otorgados como modalidad de fomento del régimen, sujetos al cumplimiento de los requisitos establecidos en la ley y sus reglamentaciones por parte de los solicitantes.

Los incentivos disponibles son:

- Bonificación sobre el costo de capital en función de la potencia a instalar.
- Precio adicional de incentivo respecto de la energía generada a partir de fuentes renovables en base a los costos evitados para el sistema eléctrico.
- Certificado de crédito fiscal para el pago de impuestos nacionales (impuesto a las ganancias, impuesto a la ganancia mínima presunta, impuesto al valor agregado o impuestos internos).
- Beneficio adicional por adquisición de equipamiento de fabricación nacional que cumpla con los requisitos de integración de valor agregado nacional que establezca la reglamentación.

**Capítulo 7 “Régimen de Fomento de la Industria Nacional”:** establece un régimen de incentivos para la fabricación nacional de sistemas, equipos e insumos para la generación distribuida renovable (FANSIGED). Los instrumentos, incentivos y beneficios contemplados son:

- Certificado de crédito fiscal sobre la inversión en investigación, desarrollo, diseño, bienes de capital y certificación para empresas fabricantes.
- Amortización acelerada del impuesto a las ganancias, por la adquisición de bienes de capital para la fabricación de equipos e insumos.
- Devolución anticipada del impuesto al valor agregado por la adquisición de los bienes aludidos en el punto anterior.
- Acceso a financiamiento para inversión con tasas preferenciales. La autoridad de aplicación dispondrá de las líneas de financiamiento FONAPYME Inversión Productiva, FONDEAR Energías Renovables, y las líneas de inversión productivas impulsadas por el Ministerio de Producción.
- Acceso al Programa de Desarrollo de Proveedores, las empresas que cumplan con los criterios del Programa podrán acceder a sus líneas de beneficios de asistencia financiera a tasa subsidiada, asistencia técnica y aportes no reembolsables.

**Capítulo 8 “Régimen Sancionatorio”:** regula respecto de los incumplimientos por parte del Distribuidor relativos a los plazos establecidos en las solicitudes de información y autorización, así como los plazos de instalación del medidor y la conexión. Se delega

en el ente regulador jurisdiccional el establecimiento de las sanciones y compensaciones a favor del usuario-generador.

**Capítulo 9 “Disposiciones Complementarias”:** incluye algunas disposiciones complementarias de carácter formal.

### *Decreto Reglamentario 986/2018 - Poder Ejecutivo Nacional <sup>19</sup>*

Establece aspectos administrativos y define lineamientos principales para la reglamentación e implementación del régimen. Designa a la Secretaría de Gobierno de Energía como Autoridad de Aplicación de la ley, quedando facultada para dictar las normas aclaratorias y complementarias que resulten necesarias. A su vez, establece el objetivo de alcanzar la instalación de al menos 1.000 MW de potencia de generación distribuida de fuentes renovables para el año 2030.

### *Resolución 314/2018 - Secretaría de Gobierno de Energía <sup>20</sup>*

Delega en la Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética el dictado de las normas complementarias del régimen y la implementación de los beneficios promocionales establecidos en la ley. También crea el Registro Nacional de Usuarios-Generadores de Energías Renovables (RENUGER), en el que se registrarán los proyectos de generación distribuida de fuentes renovables. A la vez, mediante su Anexo 1, reglamenta aspectos específicos del régimen. Los aspectos más relevantes de dicho anexo se destacan a continuación.

En el capítulo 2, se establecen tres categorías de Usuario-Generador: Usuarios-Generadores pequeños (aquellos que conecten a la red equipos de generación distribuida hasta 3 kW de potencia), Usuarios-Generadores medianos (más de 3 kW y hasta 300 kW de potencia) y Usuarios-Generadores mayores (más de 300 kW y hasta 2 MW).

En el Capítulo 3, titulado “Conexión del Usuario-Generador” se establece el procedimiento para la autorización de conexión de equipos de generación distribuida a través de una plataforma digital de acceso público, las determinaciones y criterios técnicos para la reserva de potencia, los criterios para la instalación de los equipos y puesta en marcha, así como los lineamientos, derechos y obligaciones a establecer en el “Contrato de Generación Eléctrica Bajo Modalidad Distribuida”. A su vez, se determinan las especificaciones respecto del medidor bidireccional y los instaladores calificados.

En el capítulo 4 se amplía lo establecido en la ley respecto del esquema de facturación y créditos por inyección, estableciendo que el Distribuidor deberá hacer públicos los precios de inyección en su cuadro tarifario y dar igual tratamiento a la lectura de energía inyectada que la de energía demandada. Se establece que en los casos en que la lectura arroja saldo positivo, aquel configura un crédito a favor del Usuario-Generador, y el mismo deberá reflejarse en la factura del servicio, siendo automáticamente imputado en la siguiente factura.

El capítulo 5, reglamenta sobre los beneficios promocionales estableciendo que podrán ser beneficiarios aquellos usuarios que se encuentren dentro de las jurisdicciones adheridas al régimen de la Ley N°27.424. Además, se indica que las jurisdicciones podrán sumar otros mecanismos de promoción complementarios. Finalmente, se delega en la Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética la determinación de los beneficios promocionales aplicables tanto a través del Fondo Fiduciario para el

<sup>19</sup> Decreto Reglamentario 986/2018 - Poder Ejecutivo Nacional ([enlace](#))

<sup>20</sup> Resolución 314/2018 - Secretaría de Gobierno de Energía ([enlace](#))

Desarrollo de la Generación Distribuida (FODIS), como también en el caso de los Certificados de Crédito Fiscal.

***Disposición 28/2019, actualizada por Disposición 97/2018 - Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética <sup>21</sup>***

Detalla el procedimiento para la conexión de equipos de generación distribuida y su instrumentación mediante la plataforma digital de acceso público. En primer lugar, se detallan las responsabilidades que le competen tanto al usuario, como a los instaladores calificados y Distribuidores. Se establecen además, los requerimientos técnicos y las protecciones eléctricas mínimas que deberán ser incluidas en cada instalación, siendo responsabilidad del instalador calificado la verificación del cumplimiento de los requerimientos técnicos y de seguridad para cada equipo de generación distribuida. Adicionalmente, se describe el procedimiento de puesta en marcha de los equipos de generación distribuida que deberá ser llevado a cabo por el instalador calificado una vez finalizada la instalación.

Finalmente, se describe el alcance del Registro Nacional de Usuario-Generadores de Energías Renovables (RENUGER).

***Disposición 48/2019 - Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética <sup>22</sup>***

Se trata de una norma de carácter administrativo que establece la instrumentación de los Certificados de Crédito Fiscal bajo la modalidad de bono electrónico, indicando la información a suministrar a AFIP por parte de la Subsecretaría para el otorgamiento de los mismos.

***Disposición 62/2019 - Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética <sup>23</sup>***

Se trata de una norma de carácter administrativo mediante la cual se aprueba el contrato para la constitución del fideicomiso público FODIS en el Banco de Inversión y Comercio Exterior (BICE). En el mismo se establecen los derechos y obligaciones de las partes, así como la finalidad de fomento del mismo.

***Resolución General 4511/2019 - Administración Federal de Ingresos Públicos <sup>24</sup>***

Se trata de una norma de carácter administrativo mediante la cual se establecen los requerimientos de información a suministrar por parte de la Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética a AFIP para la acreditación del beneficio. A su vez, se aclaran aspectos relativos a las consultas y utilización de los Certificados de Crédito Fiscal por parte de los beneficiarios.

***Disposición 83/2019, actualizada por Disposición 113/2019 - Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética <sup>25</sup>***

Establece disposiciones generales acerca de los requisitos y el procedimiento administrativo para el otorgamiento del beneficio promocional de Certificado de Crédito

---

<sup>21</sup> Disposición 28/2019 - Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética ([enlace](#))

<sup>22</sup> Disposición 48/2019 - Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética ([enlace](#))

<sup>23</sup> Disposición 62/2019 - Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética ([enlace](#))

<sup>24</sup> Resolución General 4511/2019 - Administración Federal de Ingresos Públicos ([enlace](#))

<sup>25</sup> Disposición 83/2019 - Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética ([enlace](#))



Fiscal. Se establece que las solicitudes deberán tramitarse a través de la plataforma de Trámites a Distancia (TAD), creando el trámite denominado "Solicitud de Certificado de Crédito Fiscal - Generación Distribuida". El citado trámite consiste de dos etapas, a saber: la reserva de cupo en instancia previa a la instalación, y la entrega de la documentación respaldatoria una vez que el sistema fuera instalado, para la obtención efectiva del beneficio.

A la vez, detalla los montos correspondientes al beneficio de Certificado de Crédito Fiscal. Se establece que los montos serán calculados en función a la potencia de generación o la potencia de acople a la red, la que resultare menor entre ambas, de acuerdo a lo que acredite el Certificado de Usuario-Generador. Por último, establece que el monto del Certificado de Crédito Fiscal será equivalente a treinta pesos por unidad de potencia expresada en vatios (30 \$/W). Este monto será otorgado hasta un máximo de dos millones de pesos.

### ***Resolución 111/2019 y Resolución 189/2019 - Ente Nacional Regulador de la Electricidad***<sup>26</sup>

Establece aspectos administrativos y económicos respecto a la inyección de energía por parte de los Usuarios-Generadores y el tratamiento de las solicitudes de autorización de conexión por parte de los usuarios asociados a los Distribuidores de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Edenor y Edesur.

Respecto de las solicitudes de los usuarios, establece los plazos máximos de respuesta por parte del Distribuidor y las correspondientes penalidades por demoras.

Respecto de las tarifas de inyección para usuarios-generadores se establece que serán equivalentes al precio de compra de la energía eléctrica (Precio Estabilizado de la Energía) por parte del Distribuidor, incluida la tarifa de transporte (Precio Estabilizado del Transporte), afectado por el porcentaje de pérdidas reconocidas en los respectivos contratos de concesión.

Finalmente, mediante la Resolución 189/2019<sup>27</sup>, se aprueban los montos de las tarifas de inyección vigentes para usuarios-generadores en cada una de las categorías tarifarias.

### ***Ley N° 6.165 - "Adhesión al Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable integrada a la Red Eléctrica" - Ciudad Autónoma de Buenos Aires***

Legisla la adhesión de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires al Régimen de la Ley Nacional N° 27.424, habilitando el acceso de sus ciudadanos a los incentivos establecidos en la misma.

Establece la exención del pago del Impuesto sobre los Ingresos Brutos a los ingresos obtenidos por la inyección de excedentes por parte de los usuarios-generadores. A su vez, exime del Impuesto de Sellos a los instrumentos que se suscriban para el desarrollo de la actividad de generación eléctrica renovable por parte de los usuarios-generadores. Finalmente, establece una reducción de un veinte por ciento (20%) en los Derechos de Delineación y Construcción.

<sup>26</sup> Resolución 111/2019 - Ente Nacional Regulador de la Electricidad ([enlace](#))

<sup>27</sup> Resolución 189/2019 - Ente Nacional Regulador de la Electricidad ([enlace](#))

## Anexo III - Listado de proveedores de sistemas solares fotovoltaicos en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires

En la tabla a continuación se incluyen proveedores de sistemas solares fotovoltaicos distribuidos con domicilio en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, junto con los indicadores de interés por parte de APrA, los cuales fueron considerados en el relevamiento de mercado.

Empresa	Dirección	Sitio web	Contacto
<b>Aldar S.A.</b>	Pje. Mariano Boedo, 2150. Río Cuarto, Córdoba.	<a href="http://aldar.com.ar">aldar.com.ar</a>	+54 (358) 465-3580 <a href="mailto:aldar-info@aldar.com.ar">aldar-info@aldar.com.ar</a>
<b>Efergia</b>	Mariscal Antonio José de Sucre 942. CABA.	<a href="http://efergia.com.ar">efergia.com.ar</a>	+54 (11) 4706-1748 <a href="mailto:info@efergia.com.ar">info@efergia.com.ar</a>
<b>Energe</b>	Av. San Martín 7188. CABA.	<a href="http://energe.com.ar">energe.com.ar</a>	+54 (11) 4502-0413 <a href="mailto:contacto.ba@energe.com.ar">contacto.ba@energe.com.ar</a>
<b>Energy Mercosur</b>	Av. Libertador 222, Oficina 9A. CABA.	<a href="http://energymercosur.com">energymercosur.com</a>	+54 (11) 4328-3557 <a href="mailto:info@energymercosur.com">info@energymercosur.com</a>
<b>Exo</b>	Av. Chiclana 3444. CABA.	<a href="http://exoenergy.com.ar">exoenergy.com.ar</a>	0810-1222-396 <a href="mailto:exoenergy@exo.com.ar">exoenergy@exo.com.ar</a>
<b>Flex</b>	Montevideo 1537. CABA.	<a href="http://flex.com.ar">flex.com.ar</a>	+549 (11) 3845-8488 <a href="mailto:info@flex.com.ar">info@flex.com.ar</a>
<b>Intermepro</b>	Bonpland 1281. CABA.	<a href="http://intermepro.com">intermepro.com</a>	+54 (11) 5219-2213 <a href="mailto:info@intermepro.com">info@intermepro.com</a>
<b>ROCSA</b>	White 948. CABA.	<a href="http://rocsa.com.ar">rocsa.com.ar</a>	+54 (11) 4684-1037 <a href="mailto:info@rocsa.com.ar">info@rocsa.com.ar</a>
<b>SolarLatam</b>	Av. Luis María Campos 877, Oficina 41. CABA.	<a href="http://solarlatam.com">solarlatam.com</a>	+54 (11) 5365-6934 <a href="mailto:info@solarlatam.com">info@solarlatam.com</a>
<b>Solarpower</b>	Av. Federico Lacroze 3765, Oficina 9D. CABA.	<a href="http://solarpower.com.ar">solarpower.com.ar</a>	+54 (11) 4552-9903 <a href="mailto:info@solarpower.com.ar">info@solarpower.com.ar</a>
<b>Sustentator</b>	Tapalqué 6260. CABA.	<a href="http://sustentator.com">sustentator.com</a>	+54 (11) 5217-6527 <a href="mailto:info@sustentator.com">info@sustentator.com</a>

## Anexo IV - Encuesta Relevamiento de Proveedores

*Respuestas confidenciales, a ser analizadas y reportadas de manera agregada, sin identificación particular del proveedor.*

### \* Requerido

1. Nombre de la Empresa \*: \_\_\_\_\_
2. Antigüedad en el mercado de generación distribuida (años) \*: \_\_\_\_\_
3. Cantidad total de Empleados en relación con generación distribuida \*: \_\_\_\_\_
4. Instalaciones generación solar distribuida Total País (en kW) \*: \_\_\_\_\_  
*Total de instalaciones de sistemas conectados a red. No incluye MaTer, Renovar ni Off-Grid.*
5. Instalaciones generación solar distribuida Total País (en cantidad) \*: \_\_\_\_\_  
*Total de instalaciones de sistemas conectados a red. No incluye MaTer, Renovar ni Off-Grid.*
6. Instalaciones generación solar distribuida en CABA (en kW) \*: \_\_\_\_\_  
*Total de instalaciones de sistemas conectados a red. No incluye MaTer, Renovar ni Off-Grid.*
7. Instalaciones generación solar distribuida en CABA (en cantidad) \*: \_\_\_\_\_  
*Total de instalaciones de sistemas conectados a red. No incluye MaTer, Renovar ni Off-Grid.*
8. Distribución aproximada de clientes generación distribuida por segmento (según cantidad) \*:
  - Residencial (0%-100%): \_\_\_\_\_
  - Comercial (0%-100%): \_\_\_\_\_
  - Industrial (0%-100%): \_\_\_\_\_

### Relevamiento de Calidad y Seguridad

#### 9. Marcas de Paneles Solares ofrecidos \*

- ☐ Amerisolar
- ☐ Canadian Solar
- ☐ First Solar
- ☐ GCL-SI
- ☐ Hanwha Q-CELLS
- ☐ JA Solar
- ☐ JinkoSolar
- ☐ LONGi Solar
- ☐ LV Energy
- ☐ Risen Energy
- ☐ Solartec
- ☐ Talesun
- ☐ Trina Solar
- Otros: \_\_\_\_\_

#### 10. Modelos de paneles solares ofrecidos \*: \_\_\_\_\_

#### 11. Marcas de Inversores ofrecidos \*

- ☐ Chint Power Systems
- ☐ Fimer

- ☐ Fronius
- ☐ Ginlong Solis
- ☐ GoodWe
- ☐ Growatt
- ☐ Huawei
- ☐ Ingeteam
- ☐ KSTAR
- ☐ Power Electronics
- ☐ QMAX
- ☐ Sineng
- ☐ SMA
- ☐ SolarEdge
- ☐ Sungrow
- ☐ TBEA Sunoasis
- ☐ TMEIC

Otros: \_\_\_\_\_

**12. Modelos de Inversores ofrecidos actualmente\*:**

\_\_\_\_\_

**13. Marcas de estructuras ofrecidas \*:** \_\_\_\_\_

**14. Instalador(es) Calificado(s) (título académico) \***

- ☐ Técnico en Electricidad
- ☐ Ingeniero en Electricidad
- ☐ Técnico Electromecánico
- ☐ Ingeniero Electromecánico
- ☐ Técnico Electrónico
- ☐ Ingeniero Electrónico
- ☐ Ingeniero Industrial
- ☐ Instalador de Sistemas Eléctricos de Energías Renovables

Otros: \_\_\_\_\_

**15. Instalador Calificado Planta Permanente o Tercerizado? \***

- ☐ Contrato permanente
- ☐ Subcontrato por proyecto
- ☐ Ambos

## Encuesta Confidencial de Precios

**16. Precio Final Llave en Mano - Sistema FV Residencial 3 kWp en CABA (SIN IVA) \*:** \_\_\_\_\_  
*Indicar precio final al público, materiales e instalación llave en mano en CABA, ARS o USD, SIN IVA*

**17. Precio Final Llave en Mano - Sistema FV Comercial 10 kWp en CABA (SIN IVA) \*:** \_\_\_\_\_  
*Indicar precio final al público, materiales e instalación llave en mano en CABA, ARS o USD, SIN IVA*

**18. Precio Final Llave en Mano - Sistema FV Industrial 50 kWp en CABA (SIN IVA) \*:** \_\_\_\_\_  
*Indicar precio final al público, materiales e instalación llave en mano en CABA, ARS o USD, SIN IVA*

**19.** Precio Servicio de Instalación - Sistema FV Residencial 3 kWp en CABA (SIN IVA): \_\_\_\_\_

*Indicar precio final al público, del servicio de instalación en CABA, ARS o USD, SIN IVA*

**20.** Precio Servicio de Instalación - Sistema FV Comercial 10 kWp (SIN IVA): \_\_\_\_\_

*Indicar precio final al público, del servicio de instalación en CABA, ARS o USD, SIN IVA*

**21.** Precio Servicio de Instalación - Sistema FV Industrial 50 kWp en CABA (SIN IVA): \_\_\_\_\_

*Indicar precio final al público, del servicio de instalación en CABA, ARS o USD, SIN IVA*

### **Estimación de Descuento por Compra en Cantidad**

**22.** Descuento en precio final llave en mano por compra conjunta \*

100 sistemas FV residenciales de 3 kW, total 300 kW (0% - 50%): \_\_\_\_\_

30 sistemas FV comerciales de 10 kW, total 300 kW (0% - 50%): \_\_\_\_\_

6 sistemas FV industriales de 50 kW, total 300 kW (0% - 50%): \_\_\_\_\_

**23.** (OPCIONAL) Comentarios o

sugerencias: \_\_\_\_\_



***Consultores:***

*MSc. Ing. Ignacio Romero & Ing. María Paz Cristófalo*  
*mail@iromero.net - mpcristofalo@gmail.com*