

Diciembre 2017

## Índice de Precios de Sistemas Fotovoltaicos (FV)

### Informe Final



Edición:

**Deutsche Gesellschaft für  
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH**  
Friedrich-Ebert-Allee 40  
53113 Bonn • Alemania  
Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5  
65760 Eschborn • Alemania

Nombre del proyecto:

**NAMA: Energías renovables para  
Autoconsumo en Chile**  
Marchant Pereira 150  
7500654 Providencia  
Santiago • Chile  
T +56 22 30 68 600  
I [www.giz.de](http://www.giz.de)

Responsable:

**Ana Almonacid/ Stephan Remler**

En coordinación:

**Ministerio de Energía de Chile**  
Alameda 1449, Pisos 13 y 14,  
Edificio Santiago Downtown II  
Santiago de Chile  
T +56 22 367 3000  
I [www.minenergia.cl](http://www.minenergia.cl)

Responsable:

**Alberto Ortega/ Marcel Silva**

Título:

**Elaboración de un Índice de Precios de  
Sistemas Fotovoltaicos (FV) conectados a la  
red de distribución comercializados en Chile**

Autor:

**RODA Energía**



#### **Aclaración**

Esta publicación ha sido preparada por encargo del proyecto “NAMA: Energías Renovables para Autoconsumo en Chile” implementado por el Ministerio de Energía y Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH en el marco de la cooperación intergubernamental entre Chile y Alemania. El proyecto se financia a través de la NAMA Facility del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Obras Públicas y Seguridad Nuclear (BMUB) de Alemania y el Departamento de Negocios, Energía y Estrategia Industrial (DBEIS) de Gran Bretaña. Sin perjuicio de ello, las conclusiones y opiniones de los autores no necesariamente reflejan la posición del Gobierno de Chile o de GIZ. Además, cualquier referencia a una empresa, producto, marca, fabricante u otro similar en ningún caso constituye una recomendación por parte del Gobierno de Chile o de GIZ.

## Resumen “Índice de Precios de sistemas FV”

### Contexto

En el marco del proyecto "NAMA Support Project de Energías Renovables para Autoconsumo en Chile" desarrollado por el Ministerio de Energía (MINENERGIA) y la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional, GIZ), se ha elaborado la sexta versión del estudio “Índice de Precios de Sistemas Fotovoltaicos (FV) conectado a la red de distribución comercializados en Chile”.

### Objetivos

El objetivo general es elaborar para el año 2017, un indicador de precios de sistemas fotovoltaicos actualmente comercializados en el mercado chileno, considerando costos por el concepto de diseño, equipamiento e instalación (llave en mano). Lo anterior se realizó a través de una encuesta dirigida a los proveedores que cuentan con experiencia en la instalación de sistemas FV:

- Conectados a la red de distribución mediante lo estipulado en la Ley de Generación Distribuida (Ley 20.571);
- Con una capacidad entre 100 [kWp] y 1.500 [kWp], Pequeños Medios de Generación Distribuidos (PMGD) conectados a la red de distribución, o bien, como sistemas FV sin inyección a la red, establecidos mediante la Norma Eléctrica 4 / 2003.

Los rangos de potencia de sistemas FV considerados son los siguientes:

- 1 – 5 [kWp]
- 5 – 10 [kWp]
- 10– 30 [kWp]
- 30– 100 [kWp]
- 100 – 500 [kWp]
- 500 – 1.500 [kWp]

Cabe mencionar que los rangos entre 100 [kWp] y 1.500 [kWp] no existían en las versiones anteriores del estudio.

### Metodología

A partir de las bases de proveedores de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), del Programa Techos Solares Públicos (PTSP) y de contactos identificados por la consultoría, el Ministerio de Energía y GIZ, se elaboró una base de 49 empresas que declararon haber realizado al menos un proyecto FV bajo los criterios detallados en las bases. En paralelo se diseñó una encuesta dinámica en la plataforma *Limesurvey*. Cada empresa fue contactada mediante correo electrónico y llamados telefónicos para solicitar su participación en la encuesta.

### Resultados

De las 49 empresas en la línea base, 27 entregaron información de costos en base a las especificaciones técnicas definidas, y 2 tenían sus precios publicados, por ende, se obtuvo una muestra de 29 empresas, llegando estadísticamente a un nivel de confianza de 90%, todo lo anterior para todo el rango de potencias estudiado.

## Análisis

Al comparar los distintos segmentos en la Ilustración 1, se observa una dispersión importante para sistemas menores de 100 [kWp], la cual se concentra en el cuartil superior, con esto, el precio promedio decrece con el aumento de la potencia. En los rangos de 100 - 500 [kW] y de 500 - 1.500 [kW], se observa una dispersión menor.

Al comparar el índice de precio chileno y el índice de precios alemán para los años 2017 y 2016, se obtiene la Ilustración 2 y la Tabla 1.

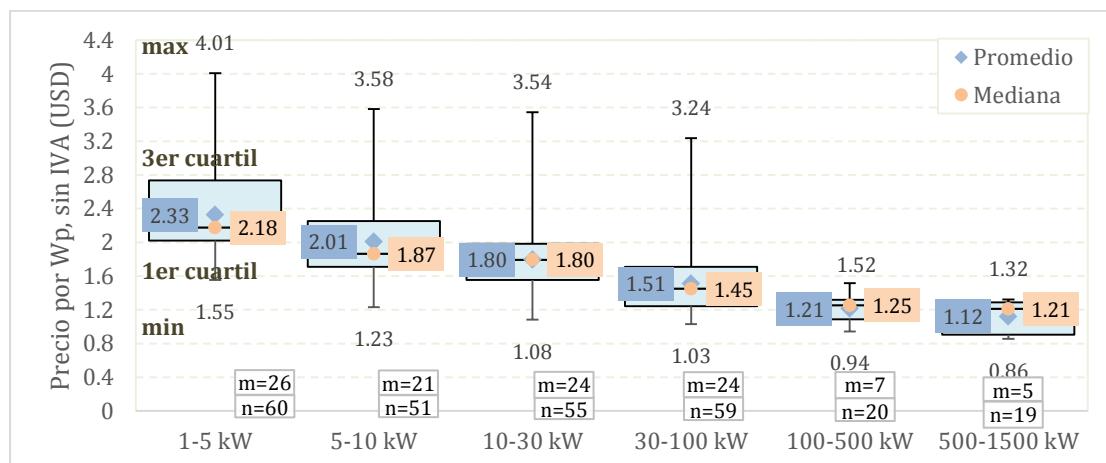


Ilustración 1. Análisis estadístico de precios de sistemas fotovoltaicos de 1 - 1.500 [kWp] en Chile. n son las cotizaciones por rango, m la cantidad de proveedores que cotizaron. Dólar: 643.23 CLP/USD.

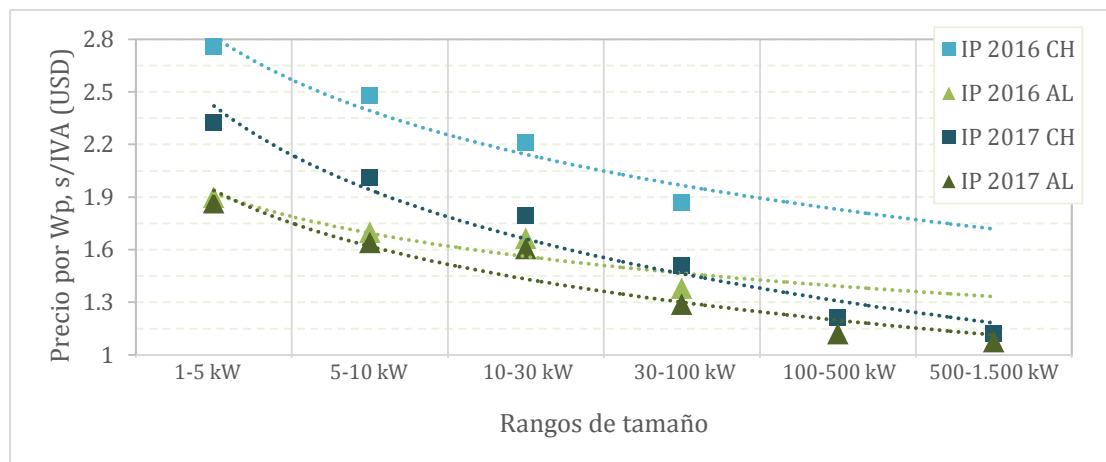


Ilustración 2. Comparación de precios según tamaño entre cotizaciones privadas, y el índice de precios alemán. Siglas IP para “Índice de Precios” para cada año y país (Chile, CH, y Alemania, AL). Valor de dólar pueden variar para cada caso, dependiendo de la fecha de la publicación.

| Potencia [kWp]                       | 1-5  | 5-10 | 10-30 | 30-100 | 100-500 | 500-1.500 |
|--------------------------------------|------|------|-------|--------|---------|-----------|
| <b>Promedio chileno VS alemán</b>    | +25% | +22% | +12%  | +17%   | +8%     | +4%       |
| <b>Promedio chileno 2017 VS 2016</b> | -16% | -19% | -19%  | -19    | -       | -         |
| <b>Promedio alemán 2017 VS 2016</b>  | -2%  | -3%  | -4%   | -7%    | -       | -         |

Tabla 1. Análisis comparativo de precios y evolución entre 2016 y 2017.

## Introducción

El presente informe final consiste en detallar la metodología utilizada para identificar los proveedores de sistemas fotovoltaicos “llave en mano” entre 1 [kWp] y 1.500 [kWp], realizar la encuesta y recopilar los datos. Además, se exponen los resultados estadísticos del año 2017 para los precios fotovoltaicos por rango de potencia y por región, a partir de los cuales se realiza una comparación con los resultados del año 2016, los precios correspondientes en Alemania y los precios en las licitaciones del Programa Techos Solares Públicos. Junto con lo anterior, se entrega una retroalimentación del proceso de encuesta desde RODA Energía para la próxima actualización del Índice de Precios Fotovoltaicos. Se adjunta la hoja acumulada de seguimiento de contactos y respuestas de todos los proveedores participantes, una copia de todas las encuestas y correos electrónicos recibidos y logos oficiales de los proveedores que manifestaron un interés en ser parte de la publicación.

### INDICE

|  |           |
|--|-----------|
| Resumen  | 3         |
| <b>1. Actividades desarrolladas y recopilación de información</b>    | <b>9</b>  |
| 1.1. Línea base proveedores FV                                       | 9         |
| 1.2. Implementación de encuesta y seguimiento                        | 11        |
| <b>2. Resultados</b>   | <b>12</b> |
| 2.2. Casas matrices y sucursales                                     | 12        |
| 2.3. Regiones con actividad  | 12        |
| 2.4. Módulos   | 13        |
| 2.5. Inversores  | 14        |
| 2.6. Precios FV  | 15        |
| 2.7. Comparación de precios FV entre regiones                        | 16        |
| 2.8. Comparación índice de precios Chile-Alemania 2017               | 18        |
| 2.9. Comparación IP16 Chile, IP16 Alemania y PTSP 2016               | 19        |
| 2.10. Comparación IP17 Chile, IP17 Alemania y PTSP 2017              | 21        |
| 2.11. Comparación IP16 e IP17 de Chile                               | 23        |
| 2.12. Comparación IP16 e IP17 de Alemania                            | 23        |
| 2.13. Comparación de PTSP 2016 y PTSP 2017                           | 24        |
| 2.14. Comparación IP16 e IP17 de Chile y Alemania y PTSP 2016 y 2017 | 24        |
| <b>3. Conclusiones</b>   | <b>26</b> |
| <b>4. Índice de Anexos</b>   | <b>28</b> |

## Glosario

- **FV:** Fotovoltaico
- **GIZ:** Sociedad Alemana de Cooperación Internacional
- **IP15:** Proyecto de Índice de Precios 2015
- **IP16:** Proyecto de Índice de Precios 2016
- **IP17:** Presente proyecto de Índice de Precios 2017
- **IVA:** Impuesto sobre Valor Agregado
- **kWp:** *Kilowatt peak*, potencia del sistema según potencia de módulos fotovoltaicos en condiciones de prueba standard.
- **LB16:** Línea base de Índice de Precios 2016
- **LB17:** Línea base de Índice de Precios 2017
- **PMGD:** Pequeños Medios de Generación Distribuida
- **PTSP:** Proyecto Techos Solares Públicos
- **SEC:** Superintendencia de Electricidad y Combustibles
- **SI:** Lista SEC de Instaladores
- **SP:** Lista SEC de Proveedores
- **ICC:** Informe de Criterios de Conexión
- **CH:** Chile
- **AL:** Alemania

## Índice de ilustraciones

|   |    |
|---|----|
| Ilustración 1. Análisis estadístico de precios de sistemas fotovoltaicos de 1 - 1.500 [kWp] en Chile. n son las cotizaciones por rango, m la cantidad de proveedores que cotizaron. Dólar: 643.23 CLP/USD.....  | 4  |
| Ilustración 2. Comparación de precios según tamaño entre cotizaciones privadas, y el índice de precios alemán Siglas IP para “Índice de Precios” para cada año y país (Chile, CH, y Alemania, AL). Valor de dólar pueden variar para cada caso, dependiendo de la fecha de la publicación. .... | 4  |
| Ilustración 3: Cantidad de casas matrices y sucursales de proveedores de sistemas FV a lo largo de Chile.....   | 12 |
| Ilustración 4: Cantidad de proveedores con TE-4 y PMGD por región. ....   | 12 |
| Ilustración 5: Número de veces que la marca fue mencionada entre los proveedores. ....  | 13 |
| Ilustración 6: Número de veces que la marca fue mencionada entre los proveedores.....   | 14 |
| Ilustración 7: rango de precios considerando todas las cotizaciones en todas las regiones de Chile. ....  | 15 |
| Ilustración 8: Comparación de precios entre regiones de Chile para sistemas conectados a red menores a 101 [kWp]. ....  | 17 |
| Ilustración 9: Comparación de precios entre regiones de Chile para sistemas entre 100 - 1.500 [kWp].....  | 17 |
| Ilustración 10: Precio por [Wp] para cada rango en Chile (CH) y Alemania (AL), 2017. (Parte 1) .....  | 18 |
| Ilustración 11: Precio por [Wp] para cada rango en Chile (CH) y Alemania (AL), 2017. (Parte 2) .....  | 19 |
| Ilustración 12: Comparación entre IP16 de Chile y Alemania y PTSP 2016.....   | 20 |
| Ilustración 13: Comparación entre IP16 de Chile y Alemania y PTSP 2016, 1-100[kWp].....   | 20 |
| Ilustración 14: Comparación entre IP17 de Chile y Alemania y PTSP 2017.....   | 21 |
| Ilustración 15: Comparación entre IP17 de Chile y Alemania y PTSP 2017, 1-100[kWp].....   | 22 |
| Ilustración 16: Comparación de IP16 e IP17 de Chile. ....   | 23 |
| Ilustración 17: Comparación de IP 2016 e IP 2017 de Alemania.....   | 23 |
| Ilustración 18: Comparación de PTSP 2016 y PTSP 2016. ....  | 24 |
| Ilustración 19: Comparación de IP16 e IP17 de Chile y Alemania y PTSP 2017... <td>25</td>   | 25 |
| Ilustración 20: Comparación de IP16 e IP17 de Chile y Alemania y PTSP 2017,1-100[kWp].....  | 25 |

## Índice de tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Análisis comparativo de precios y evolución entre 2016 y 2017.....                       | 4  |
| Tabla 2: Longitud y proveedores agregados desde cada lista particular.....                        | 10 |
| Tabla 3: Tamaño de muestra según nivel de confianza para el universo de proveedores del IP17..... | 10 |

## Objetivos

Elaborar un indicador de precios de sistemas fotovoltaicos instalados, actualmente comercializados en el mercado chileno, considerando costos por el concepto de diseño, equipamiento e instalación. Lo anterior será logrado mediante una encuesta realizada a proveedores que cuentan con experiencia en la instalación de sistemas FV conectados a la red de distribución mediante lo estipulado en la Ley 20.571 para la Generación Distribuida y/o en sistemas mayores a 100 [kWp] conectados a red (PMGD) o aislados.

La potencia de los sistemas FV considerados para el estudio corresponde a los siguientes rangos:

- 1 – 5 [kWp]
- 5 – 10 [kWp]
- 10– 30 [kWp]
- 30– 100 [kWp]
- 100 – 500 [kWp]
- 500 – 1.500 [kWp]

Los costos de los sistemas FV serán comparados con el costo de sistemas equivalentes comercializados en Alemania, y con el costo de sistemas FV adjudicados mediante el Programa Techos Solares Públicos (PTSP) del Ministerio de Energía de Chile.

## 1. Actividades desarrolladas y recopilación de información

### 1.1. Línea base proveedores FV

La primera actividad del presente proyecto consistió en elaborar una línea base de proveedores en Chile que contaran con experiencia comprobada en la instalación de sistemas FV conectados a red de distribución con proyectos llave en mano entre 1 – 100 [kWp] y/o entre 100 – 1.500 [kWp]. Así, se utilizaron las siguientes fuentes de información, en orden correspondiente:

- **Línea Base 2016 (LB16)**, recurso del proyecto 2016 ejecutado por RODA Energía
- **Lista de proveedores de la SEC (SP)** desde la página web de la SEC, actualizada a agosto de 2017
- **Lista de instaladores de la SEC (SI)** desde la página web de la SEC, actualizada a agosto de 2017
- **Lista de proveedores participantes en PTSP (PTSP)**, facilitado por GIZ en agosto de 2017
- **Índice de Precios 2015 (IP15)** publicado en noviembre de 2015, recurso del Índice de Precios 2016 facilitado por GIZ.
- **Búsqueda por internet (O)**

En el Anexo A se usan las terminologías entre paréntesis. La longitud de cada lista y la cantidad de proveedores agregados luego de cada cruce se muestra en la Tabla 2.

| <b>Lista</b>           | <b>Longitud</b> | <b>Agregados</b> | <b>Sumados</b> |
|------------------------|-----------------|------------------|----------------|
| Línea Base 2016        | 48              | 48               | 48             |
| Proveedores SEC        | 98              | 55               | 103            |
| Instaladores SEC       | 229             | 9                | 112            |
| Lista PTSP             | 19              | 5                | 117            |
| Índice de Precios 2015 | 18              | 6                | 123            |
| Otros                  | 4               | 4                | 127            |
| <b>Total</b>           |                 | <b>127</b>       |                |

Tabla 2: Longitud y proveedores agregados desde cada lista particular

Luego, se procedió contactar a cada proveedor para verificar que realizan proyectos llave en mano según especificado anteriormente, para comentar sobre el proyecto de IP17 y, en caso de estar dentro del universo objetivo, preguntar por las comunas o regiones donde han ingresado el formulario TE-4 y/o donde han desarrollado sistemas PMGD entre 100 y 1.500 [kWp]. De esta forma, se redujo la lista a 53 proveedores.

Por otro lado, luego de la implementación de la encuesta (siguiente título), se identificaron cuatro empresas que declararon no sentirse identificadas con las preguntas. Estas fueron:

- Empresa 1: que la contraparte indica que “ya no realiza este tipo de proyectos” y ahora se dedica a distribuir inversores solares solamente.
- Empresa 2: la contraparte indica que “ya no realizamos este tipo de proyectos”, dedicándose a otros servicios de ingeniería eléctrica.
- Empresa 3: al iniciar la encuesta no se sintió identificado, realiza solo “off-grid pequeños”.
- Empresa 4: Desarrollan proyectos de riego solar. En una ocasión desarrollaron un proyecto FV junto a Prosolar en PTSP.

Así, el universo se reduce a 49 proveedores.

| <b>Universo</b> | <b>Nivel de confianza</b> | <b>Tamaño de la muestra</b> |
|-----------------|---------------------------|-----------------------------|
| 49              | 90%                       | 29                          |
| 49              | 95%                       | 43                          |

Tabla 3: Tamaño de muestra según nivel de confianza para el universo de proveedores del IP17.

## 1.2. Implementación de la encuesta y seguimiento

Una vez aprobada la LB17, se elaboró una encuesta en formato online para lo cual se utilizó la plataforma *Limesurvey*. La encuesta fue elaborada en base al documento “Especificación técnica sistemas FV” entregado por GIZ, además, en esa instancia, se elaboró el diseño de la invitación a participar del estudio (Anexo B), siendo validada en su momento por la contraparte técnica de GIZ.

Las invitaciones, junto con el link respectivo a la encuesta, se enviaron a todo el universo el día 20 de septiembre, luego, se comenzó un periodo de seguimiento telefónico periódico, cada 4 – 5 días hábiles, para verificar el recibo de la invitación, revisión de la encuesta y apoyo con dudas o problemas que presentaran.

La participación de las empresas consistió en levantar una cotización (sin IVA), que considerara diseño, equipamiento e instalación (llave en mano) para sistemas FV entre los rangos 1 – 5 [kWp], 5 – 10 [kWp], 10 – 30 [kWp], 30 – 100 [kWp], 100 – 500 [kWp] y 500 – 1.500 [kWp], indicando la marca de los módulos fotovoltaicos e inversor.

Una vez completada la cuarta semana (16 de octubre) desde que se enviaron las invitaciones a participar del estudio se dio por finalizado dicho periodo, en el cual se recibieron 24 respuestas válidas. A estas 24 respuestas se agregan dos de empresas que indican precios de proyectos llave en mano en sus páginas web, teniendo entonces información de precios para 26 proveedores. Por falta de respuestas para llegar al mínimo propuesto, se decidió extender el plazo de respuesta hasta el día 27 de octubre, dentro del cual se obtuvo tres respuestas adicionales, llegando al mínimo buscado de 29.

## 2. Resultados

### 2.2. Casas matrices y sucursales

En la Ilustración 3 se muestra la comparación entre número de casas matrices y sucursales de los proveedores que participaron en la encuesta. Se aprecia una clara tendencia a tener la casa matriz en la Región Metropolitana (RM), con el 78% del total. Por otro lado, se ve una distribución pareja de sucursales a lo largo del país, siendo la XII Región de Magallanes y Antártica Chilena la única sin dependencia.

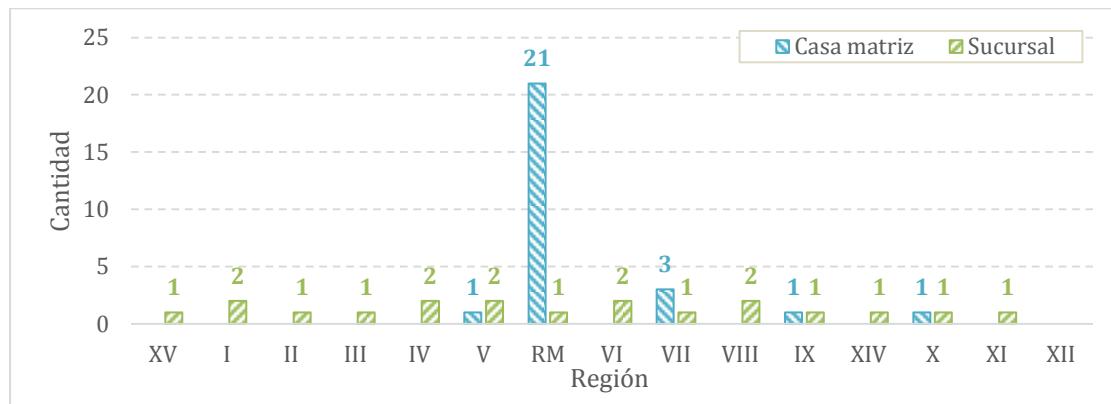


Ilustración 3: Cantidad de casas matrices y sucursales de proveedores de sistemas FV a lo largo de Chile.

### 2.3. Regiones con actividad

En la Ilustración 4 se compara la cantidad de empresas con trámite TE-4 y desarrollo de sistemas entre 100 [kWp] y 1.500 [kWp]. Dentro de estos datos se complementa la información recopilada durante la primera llamada a la LB17 y las respuestas obtenidas de la encuesta, por lo que el número de proveedores que respondieron esta información es de 40 para TE-4 y ocho para sistemas entre 100 y 1.500 [kWp]. Se desprende que la RM es la región con mayor cantidad de sistemas FV menores a 1.500, con el 22% del total.

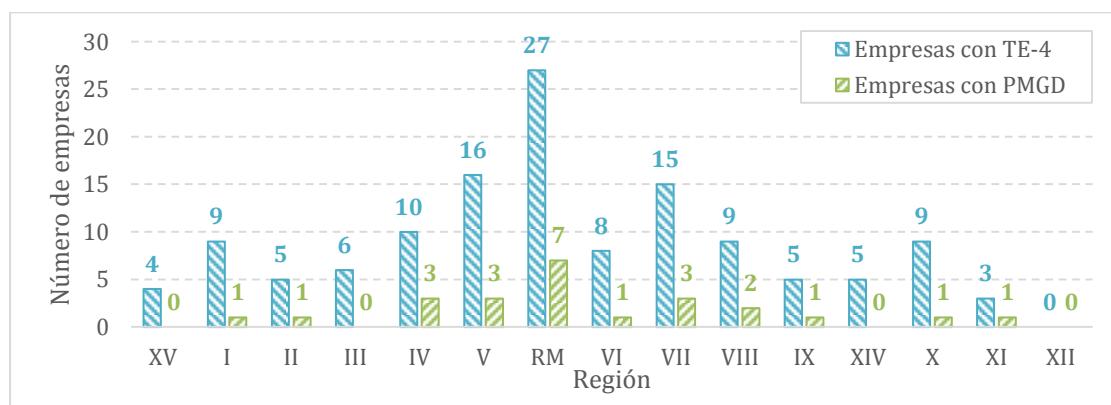


Ilustración 4: Cantidad de proveedores con TE-4 y PMGD por región.

## 2.4. Módulos

En la Ilustración 5 se indica la cantidad de proveedores que utilizan cada marca de módulos fotovoltaicos, tanto para sistemas menores a 100 [kWp] y entre 100 [kWp] y 1.500 [kWp]. Cabe mencionar que algunas respuestas señalan más de una marca, en cuyo caso de consideraron ambas para la estadística. Dicho esto, se puede apreciar que la marca más indicada es Canadian Solar, con el 17% de las menciones, seguida por Hanwha (13%), Jinko (9%) y Trina (9%).

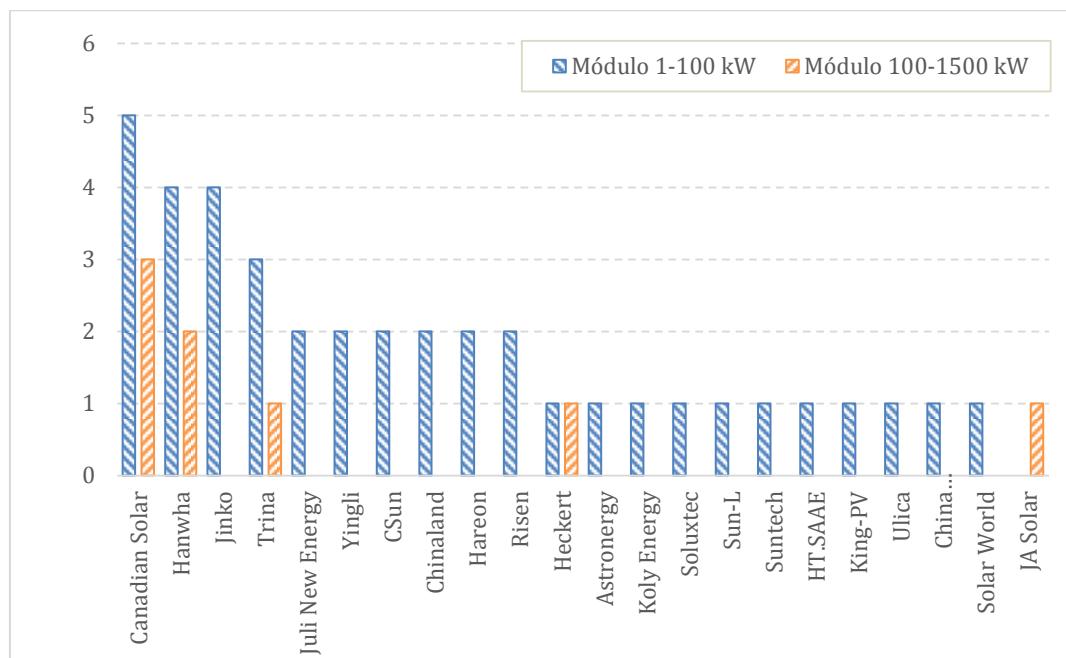


Ilustración 5: Número de veces que la marca fue mencionada entre los proveedores.

## 2.5. Inversores

En la Ilustración 6 se indica la cantidad de proveedores que utilizan cada marca de inversores, tanto para sistemas menores a 100 [kWp] y entre 100 [kWp] y 1.500 [kWp]. Del mismo modo que para los módulos fotovoltaicos, algunas respuestas señalan más de una marca, en cuyo caso se consideraron ambas para la estadística. Dicho esto, se puede apreciar que, por un amplio margen, la marca más nombrada es SMA con 46%, seguido por Fronius (15%) y ABB (11%). Por otro lado, se puede ver que la variedad de oferta en inversores es menor que para módulos fotovoltaicos, identificando nueve marcas para inversores, en contraste con 22 marcas de módulos.

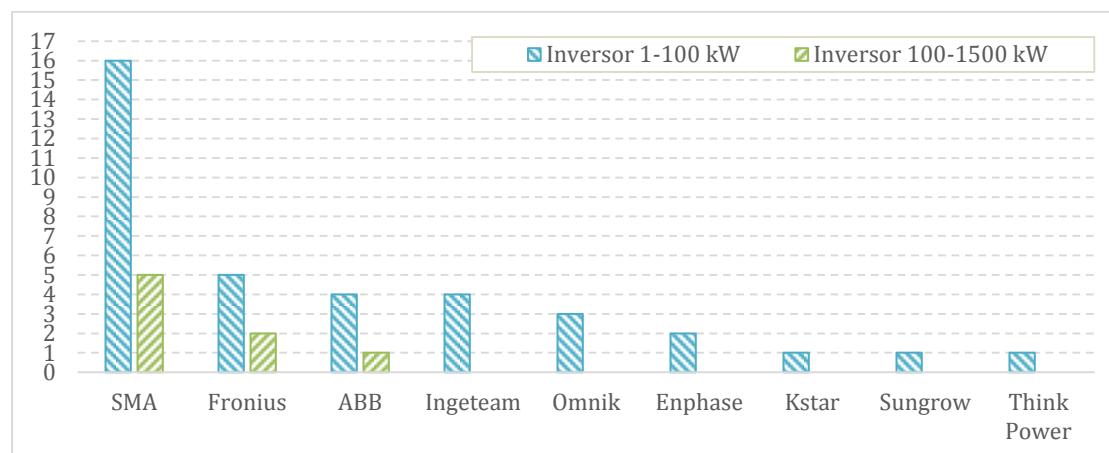


Ilustración 6: Número de veces que la marca fue mencionada entre los proveedores.

## 2.6. Precios FV

Si bien los precios fueron ingresados en pesos chilenos (CLP) por los proveedores, la estadística de estos se realizará en dólares, facilitando la comparación con informes anteriores y los precios de Alemania. Para este fin, se utilizó el valor promedio del dólar y euro para el tercer trimestre de 2017, sea 643,23 CLP/USD y 0,852 EUR/USD (Banco Central de Chile).

El primer análisis realizado es sobre el total nacional del presente estudio, resumido en la Ilustración 7, donde  $n$  es la cantidad de cotizaciones (muestra) y  $m$  la cantidad de empresas que cotizaron. De esta se aprecia que, al igual que en años anteriores, los costos por unidad de potencia disminuyen con el tamaño del sistema, con tendencia a estabilizarse con el aumento de potencia. Se nota también una mayor dispersión para el cuarto cuartil en los primeros rangos, es decir, los precios sobre el promedio se alejan más del mismo que los precios menores.

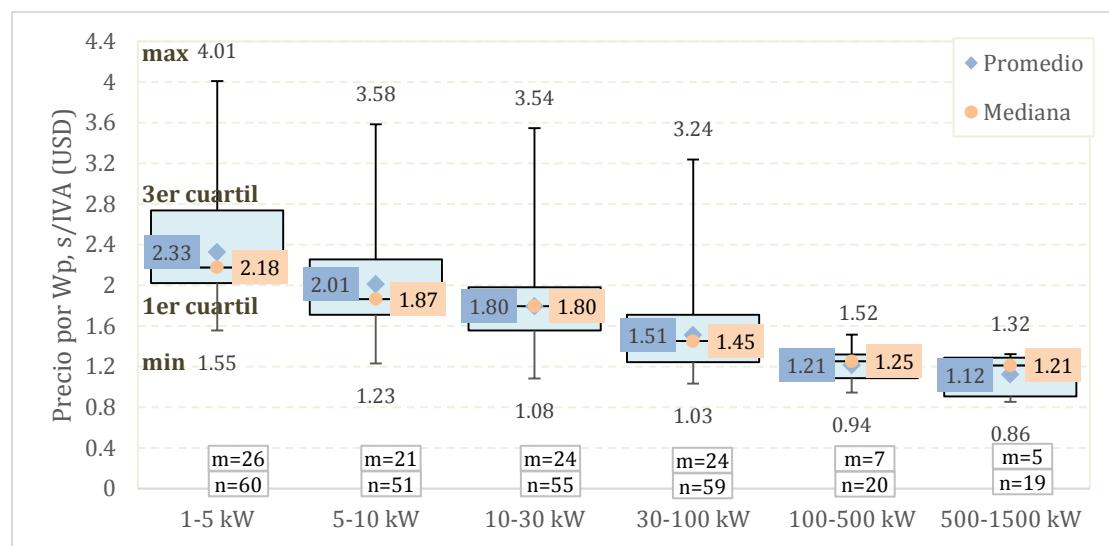


Ilustración 7: rango de precios considerando todas las cotizaciones en todas las regiones de Chile.

## 2.7. Comparación de precios FV entre regiones

Al comparar los precios entre regiones se muestran los precios en dólares por Watt peak (USD/Wp), esto para facilitar la incorporación del gráfico junto a la tabla de precios que se muestra en la Ilustración 8, donde  $n$  es la cantidad de cotizaciones (muestra) y  $m$  la cantidad de empresas que cotizaron. Se aprecia que, en promedio, los precios más bajos se encuentran la IV Región de Coquimbo, con 1,7 USD/Wp. Por otro lado, en la RM se concentra la mayor cantidad de cotizaciones con 71, es decir el 32%, donde además se encuentran los precios más bajos para todos los rangos menos para el primero, de 1 – 5 [kWp]. Así, la RM promedia un precio 2,19 USD/Wp, 1,75 USD/Wp, 1,57 USD/Wp y 1,38 USD/Wp para los rangos de 1-5 [kWp], 5-10 [kWp], 10-30 [kWp] y 30-100 [kWp], comparado con el promedio nacional de 2,33 USD/Wp, 2,01 USD/Wp, 1,80 USD/Wp y 1,51 USD/Wp respectivamente para cada rango. Del mismo modo, la mayor cantidad de cotizaciones se concentra en la zona centro del país, es decir, entre la V región de Valparaíso y VII Región del Maule (65%). Por otro lado, si bien los precios en la RM son menores en general, no se encuentra ninguna correlación entre la tendencia de precios por región y otras variables. Es decir, no existe correlación entre precios y oferta, demanda, distancia hasta RM, red de sucursales, población, PIB o Irradiación. En otras palabras, solo existen mayores precios fuera de la RM, pero no existe una variable en particular que permita explicar la diferencia de precios entre regiones. En este sentido, la única correlación que se encontró es entre población, PIB y número de proyectos (Anexo D2, pestaña *Correlaciones*). En pocas palabras, donde hay más población y mayor es el PIB, hay más proyectos.

En la Ilustración 9 se comparan los precios por región para sistemas entre 100 – 500 [kWp] y 500 – 1.500 [kWp]. Cabe mencionar que en esta ocasión se preguntó por precios de sistemas PMGD puros (solo inyección), PMGD en instalaciones compartidas (inyección y autoconsumo) y sistemas de autoconsumo puro (sin inyección). Se observa que, siguiendo la tendencia para sistemas menores a 100 [kWp], la mayor cantidad de cotizaciones son en la RM, con el 59% del total, con un precio promedio de 1,19 y 1,07 USD/Wp para los rangos de 100 – 500 [kWp] y 500 – 1.500 [kWp], respectivamente, contra los promedios nacionales de 1,2 USD/Wp y 1,12 USD/Wp. Se nota además que la cantidad de cotizaciones para sistemas mayores a 100 kW es solo el 15% del total, con siete proveedores declarando haber desarrollado alguno de estos proyectos e ingresando precios.

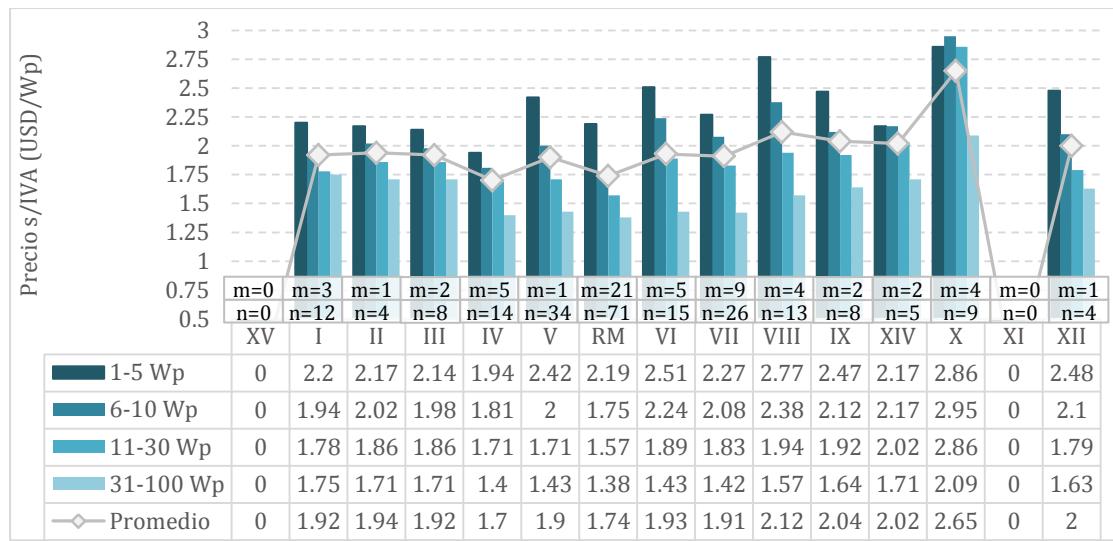


Ilustración 8: Comparación de precios entre regiones de Chile para sistemas conectados a red menores a 101 [kWp].

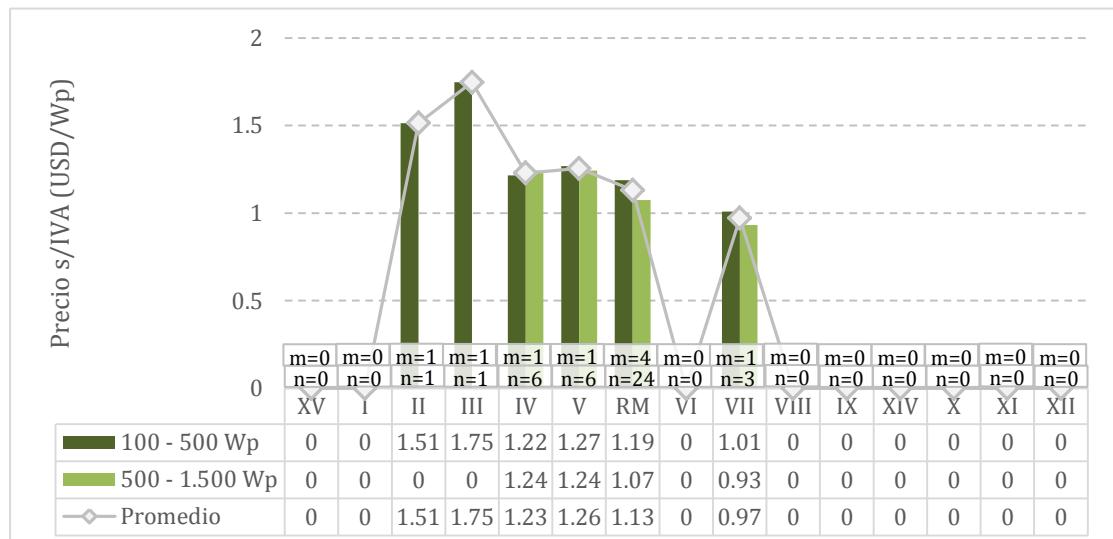


Ilustración 9: Comparación de precios entre regiones de Chile para sistemas entre 100 - 1.500 [kWp].

## 2.8. Comparación Índice de Precios Chile – Alemania 2017

En la Ilustración 10 e Ilustración 11 se comparan los precios de sistemas FV para los índices de Alemania (agosto 2017) y Chile (septiembre - octubre 2017). En estas figuras se puede ver que, en promedio, los precios en Chile varían entre 2.326 USD/kWp y 1.122 USD/kWp, mientras que en Alemania varían desde 1.867 USD/kWp a 1.075 USD/kWp. Del mismo modo, se observa que en todos los rangos los precios chilenos son mayores, siendo en particular un 25%, 22%, 12%, 17%, 8% y 4% más altos que los alemanes, respectivamente para cada intervalo. Lo anterior supone un rápido acercamiento del mercado chileno al alemán, según los promedios publicados en el IP16, donde las diferencias fueron de 52%, 52%, 39% y 42% en los primeros cuatro rangos. En cuanto a las medianas se observa que para IP17, los valores en Chile son en un 19%, 15%, 14%, 18%, 12% y 15% superiores a los alemanes, respectivamente en cada intervalo. Este indicador también supone un rápido acercamiento del mercado chileno al alemán, donde las diferencias, respecto a la publicación del IP16, fueron de 44%, 41%, 32% y 31%<sup>1</sup> para los primero cuatro rangos.

Se aprecia además que existe mayor dispersión en los precios obtenidos en Chile, es decir, mayor diferencia entre los mínimos y máximos en cada rango y, por lo tanto, las medias y medianas se ajustan mejor en los precios alemanes que en los chilenos.

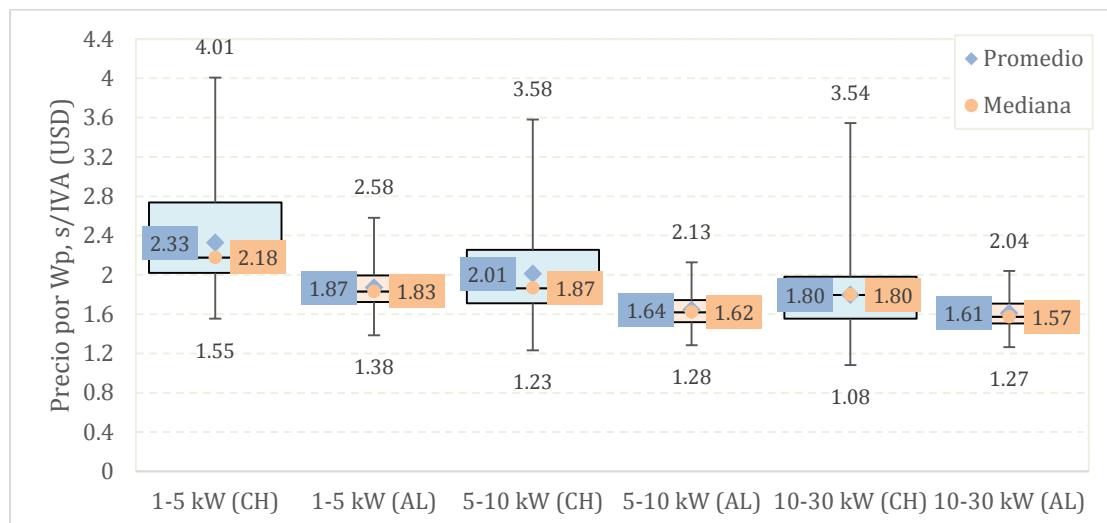


Ilustración 10: Precio por [Wp] para cada rango en Chile (CH) y Alemania (AL), 2017. (Parte 1)

<sup>1</sup> Porcentajes calculados utilizando los valores exactos publicados en el IP16 y sin realizar ajustes por diferencias en tipo de cambio, tanto para promedios como para medianas.

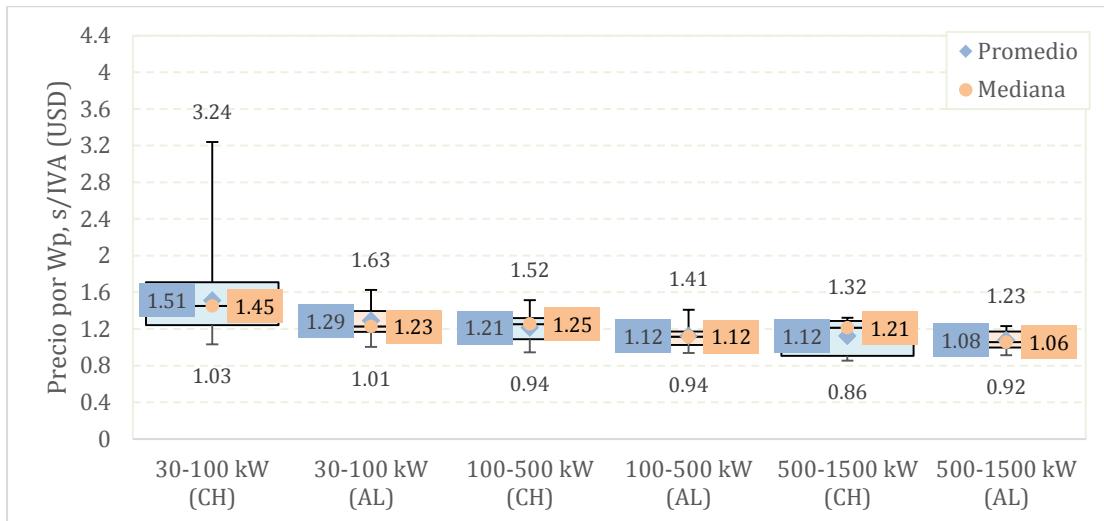


Ilustración 11: Precio por [Wp] para cada rango en Chile (CH) y Alemania (AL), 2017. (Parte 2)

## 2.9. Comparación IP16 Chile, IP16 Alemania y PTSP 2016.

En la Ilustración 12 se comparan los precios por rango de IP16 de Chile, IP16 Alemania y las adjudicaciones de PTSP 2016. Se aprecia que los precios chilenos son en promedio superiores para todos los tamaños en comparación a los precios alemanes en un 52%, 52%, 39% y 42% para plantas con rangos de 1-5 [kWp], 5-10 [kWp], 10-30 [kWp] y 30-100 [kWp] respectivamente. En contraste, en las licitaciones de PTSP 2016 los precios son mayores a los precios de IP16 de Chile en un 16% y un 11% para los rangos de 10-30 [kWp] y 30-100 [kWp]. De lo anterior, se desprende entonces que los precios de PTSP 2016 tienden a acercarse a los precios del IP16 de Alemania. Cabe destacar que para la siguiente ilustración los triángulos representan valores promedios de rangos y se deben leer en el eje horizontal superior, mientras que los puntos son valores discretos y se deben leer en el eje horizontal inferior, esto es válido para todas las ilustraciones de este tipo.

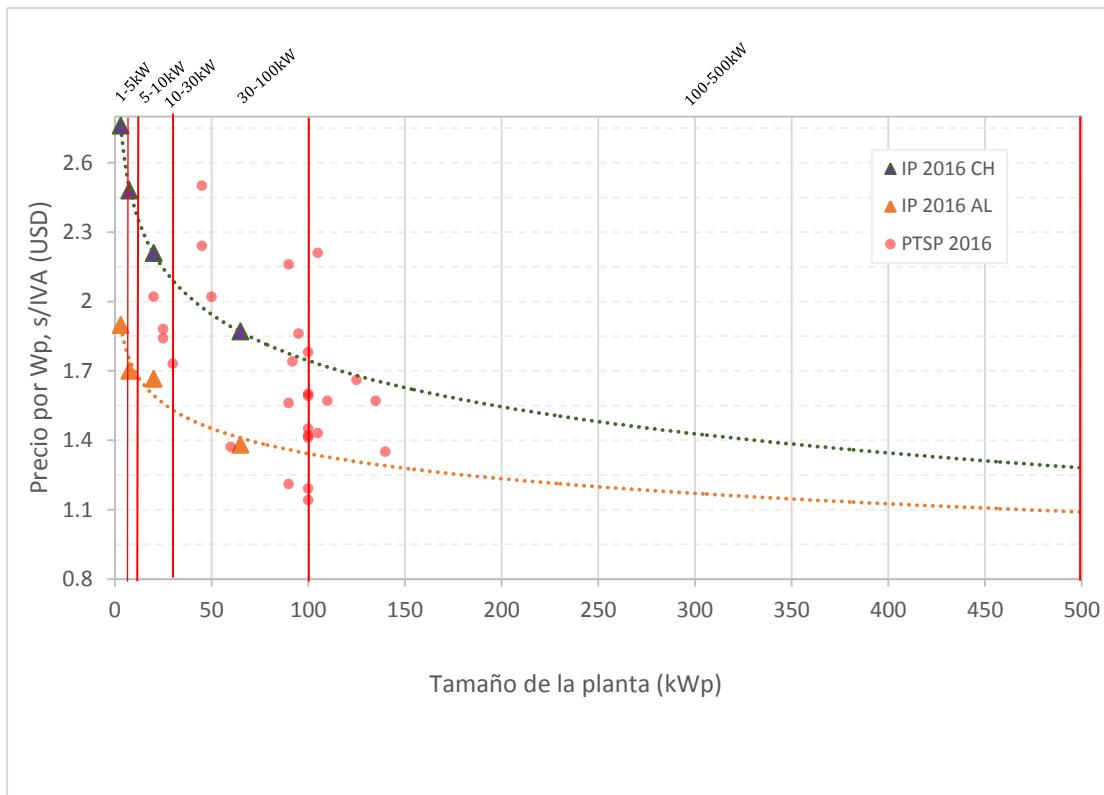


Ilustración 12: Comparación entre IP16 de Chile y Alemania y PTSP 2016.

Debido a la escala en la Ilustración 12, se agrega un gráfico adicional, cuya escala va desde 1 [kWp] a 100 [kWp], de manera de poder visualizar mejor los resultados en estas magnitudes.

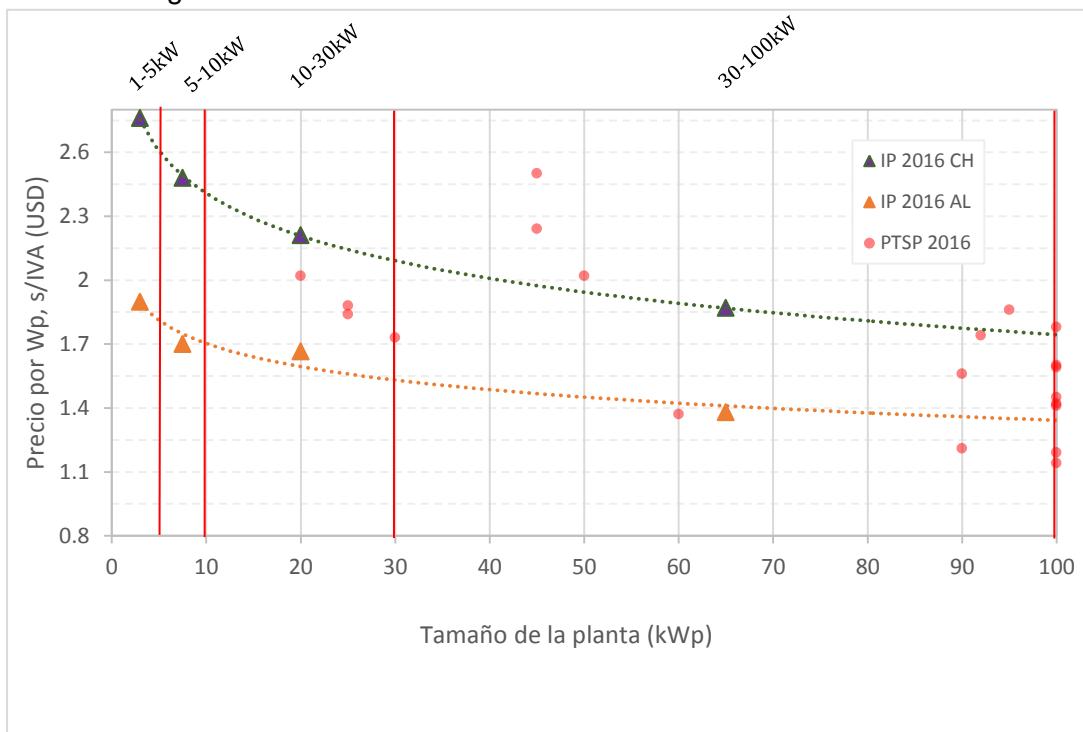


Ilustración 13: Comparación entre IP16 de Chile y Alemania y PTSP 2016, 1-100[kWp].

## 2.10. Comparación IP17 Chile, IP17 Alemania y PTSP 2017.

En la Ilustración 14 se comparan los precios IP17 de Chile, IP17 de Alemania y los precios de PTSP 2017, en donde este último se muestra también en base al tamaño del sistema. Se observa que en IP17 de Chile los precios son en promedio mayores que los precios en Alemania en un 25%, 22%, 12%, 17%, 8% y 4% para 1-5 [kWp], 5-10 [kWp], 10-30 [kWp], 30-100 [kWp], 100-500 [kWp] y 500-1.500 [kWp] respectivamente. Los precios de PTSP 2017 son en promedio menores que los precios IP17 de Chile en 5%, 5% y 6% para los rangos 10-30 [kWp], 30-100 [kWp] y 100-500 [kWp] respectivamente. A modo de referencia, se explicitan los valores de los promedios de precios para el PTSP 2017, los valores son: 1,71 USD/Wp, 1,44 USD/Wp, y 1,49 USD/Wp para los rangos 10-30 [kWp], 30-100 [kWp] y 100-500 [kWp] respectivamente.

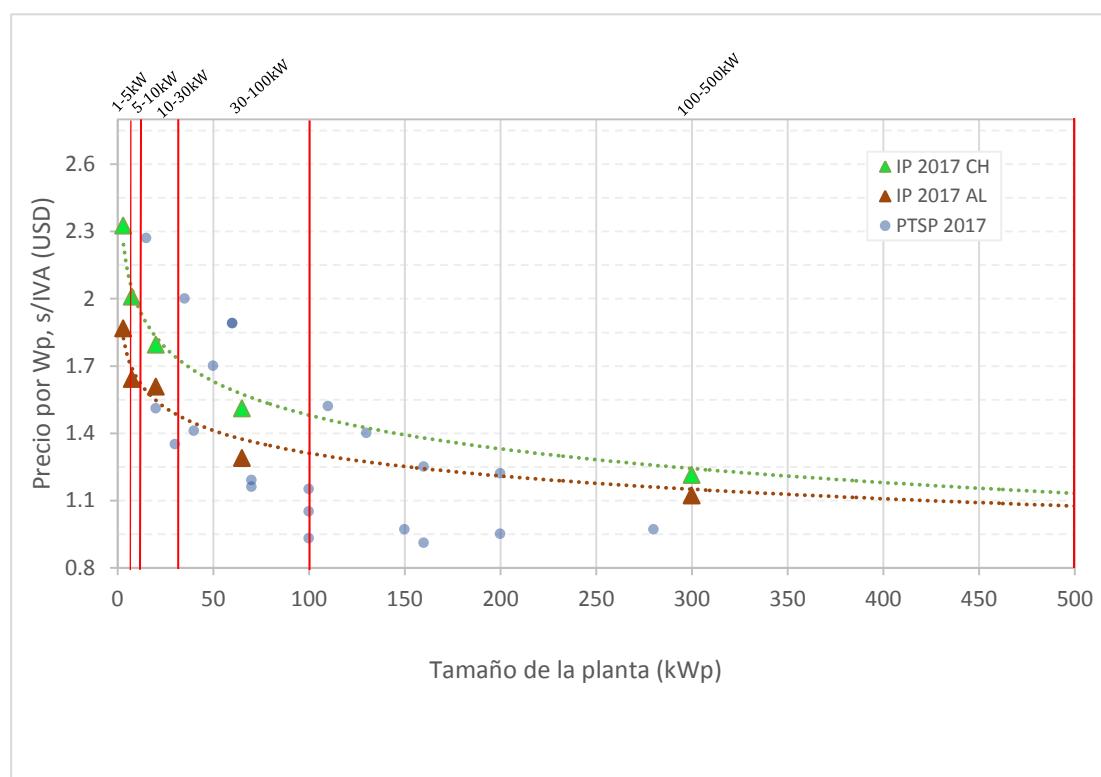
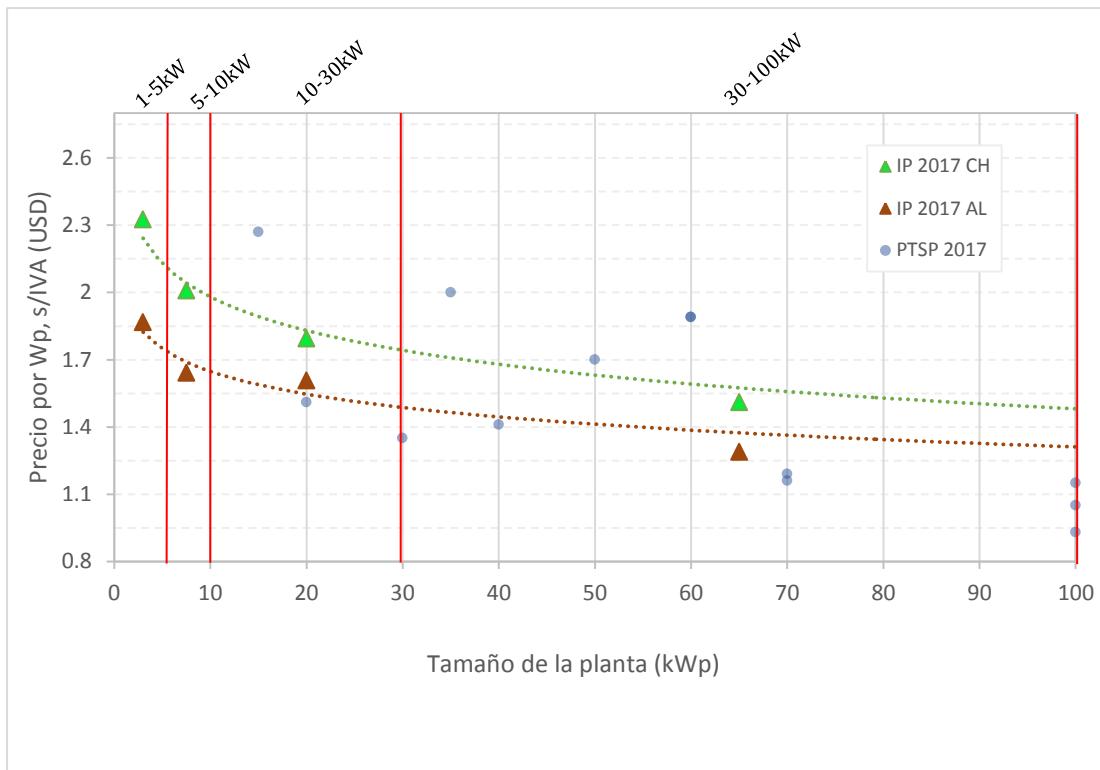


Ilustración 14: Comparación entre IP17 de Chile y Alemania y PTSP 2017.

Debido a la escala en la Ilustración 14, se agrega un gráfico adicional, cuya escala va desde 1 [kWp] a 100 [kWp], de manera de poder visualizar mejor los resultados en estas magnitudes.



*Ilustración 15: Comparación entre IP17 de Chile y Alemania y PTSP 2017, 1-100[kWp].*

Tanto en la Ilustración 14 como en la Ilustración 15, se agregan los precios discretos del PTSP 2017 como promedio para cada potencia licitada, de manera de desagregar los rangos, evitando confusiones en los precios de la potencia instalada [Wp].

## 2.11. Comparación IP16 e IP17 de Chile.

En la Ilustración 16 se comparan los precios de IP16 e IP17 de Chile. De esta forma se puede verificar que, en un plazo de un año, los precios disminuyeron en un 16%, 19%, 19% y 19% para 1-5 [kWp], 5-10 [kWp], 10-30 [kWp], 30-100 [kWp], respectivamente. Del mismo modo, la línea de tendencia para IP17 se mantiene debajo de la línea de tendencia de IP16, reduciendo la diferencia con el aumento del tamaño de planta.

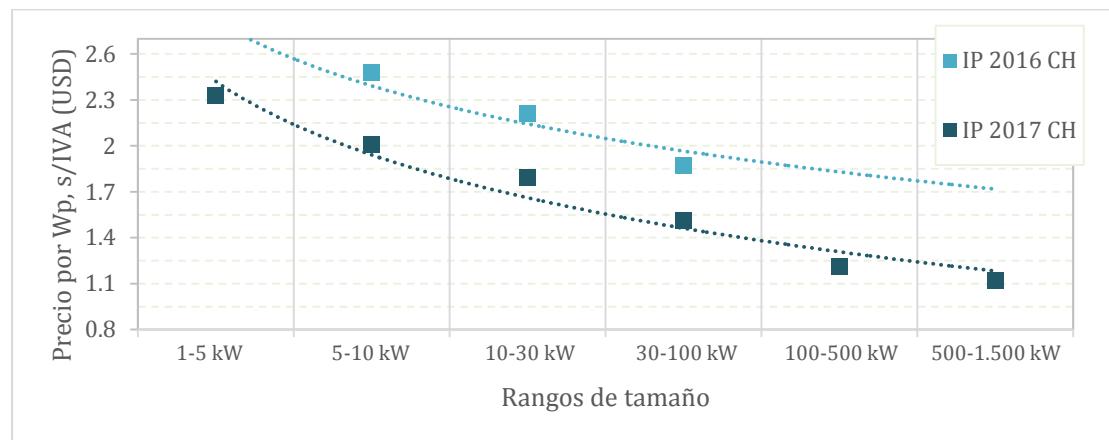


Ilustración 16: Comparación de IP16 e IP17 de Chile.

## 2.12. Comparación IP16 e IP17 de Alemania.

En la Ilustración 17 se comparan los precios de IP16 e IP17 de Alemania. De esta se puede verificar que, en un plazo de un año, los precios disminuyeron en un 2%, 3%, 4% y 7% para 1-5 [kWp], 5-10 [kWp], 10-30 [kWp] y 30-100 [kWp].

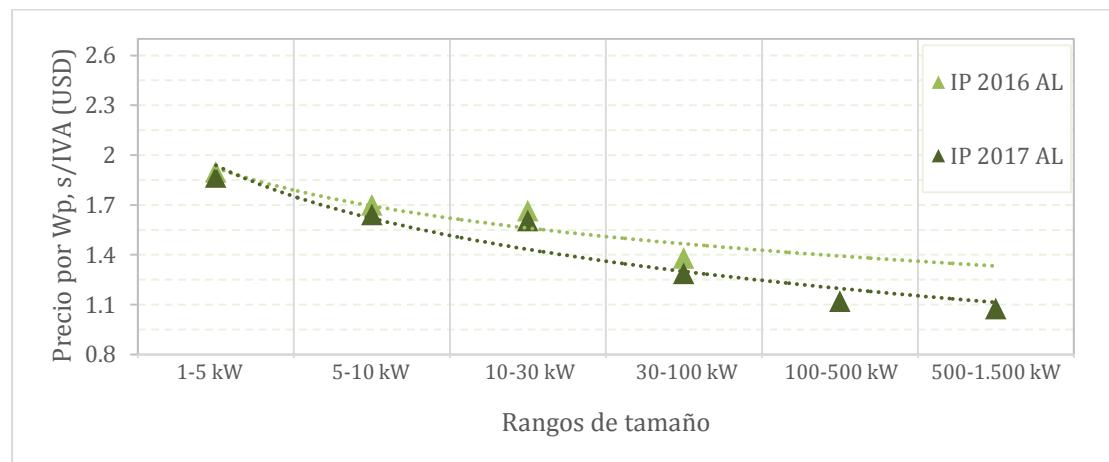


Ilustración 17: Comparación de IP 2016 e IP 2017 de Alemania.

## 2.13. Comparación de PTSP 2016 y PTSP 2017.

En la Ilustración 18, se comparan los precios de las adjudicaciones en PTSP 2016 y PTSP 2017. En esta oportunidad se muestran los precios por tamaño y por rango.

Se evidencia que, en promedio, existe una disminución de los precios, con un mínimo de 0.91 USD/Wp (Talca) en 2017. Además que la dispersión de precios se debe a la dispersión geográfica de los proyectos, siendo los 5 proyectos más caros en el norte con 2 USD/Wp (Vicuña), 2,21 USD/Wp (Antofagasta), 2,24 (Vallenar), 2,27 USD/Wp (Tocopilla) y 2,5 USD/Wp (Diego de Almagro).

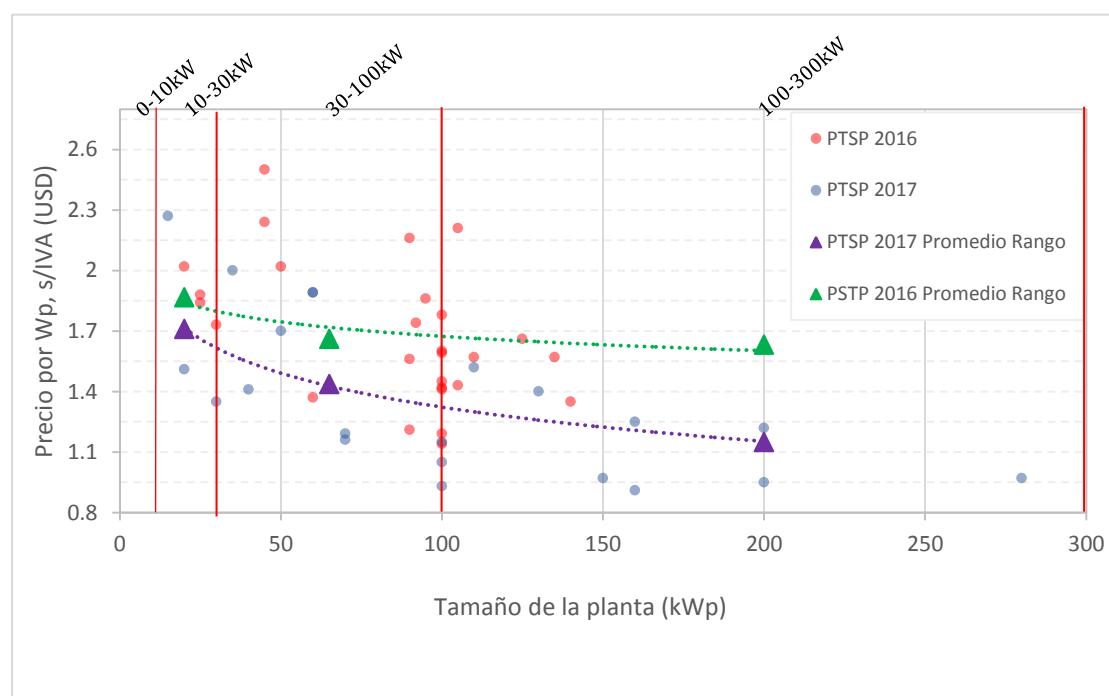


Ilustración 18: Comparación de PTSP 2016 y PTSP 2016.

## 2.14. Comparación IP16 e IP17 de Chile y Alemania y PTSP 2016 y 2017.

Finalmente, en la Ilustración 18, se realiza una comparación a modo de resumen de todos los índices comparados anteriormente y también se muestran los precios de PTSP 2017 por separado. Como observación general se destaca que, a medida que aumenta la capacidad instalada del sistema, los precios disminuyen y, del mismo modo, los índices de precio reducen su diferencia con el tiempo.

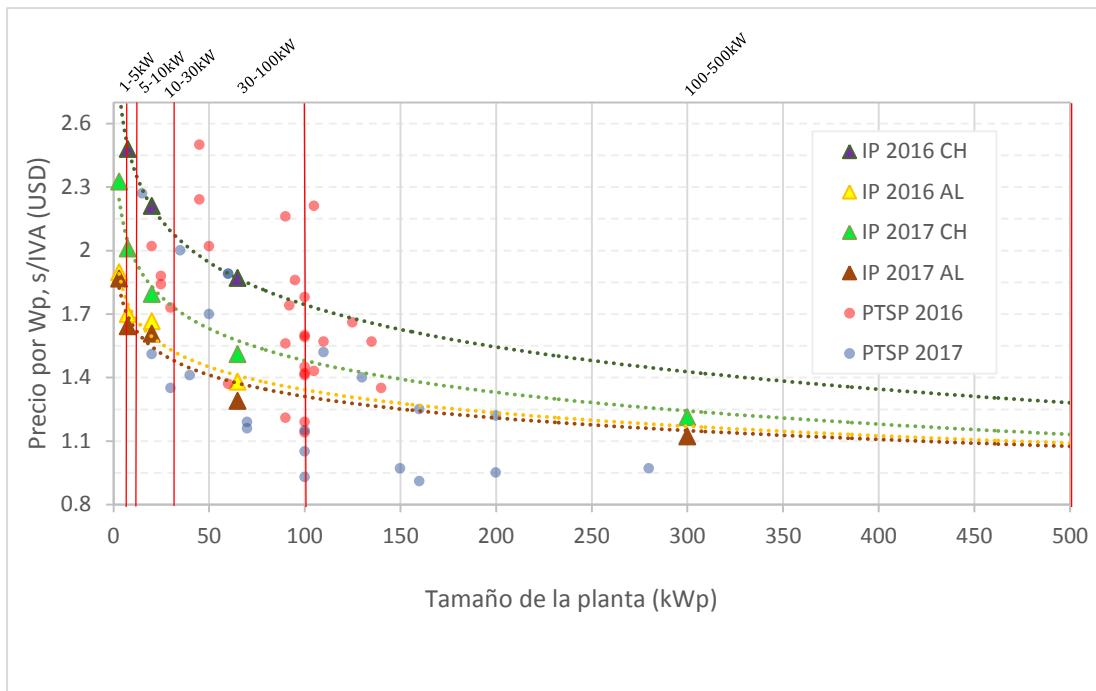


Ilustración 19: Comparación de IP16 e IP17 de Chile y Alemania y PTSP 2017

Debido a la escala en la Ilustración 19, se agrega un gráfico adicional, cuya escala va desde 1 [kWp] a 100 [kWp], de manera de poder visualizar mejor los resultados en estas magnitudes.

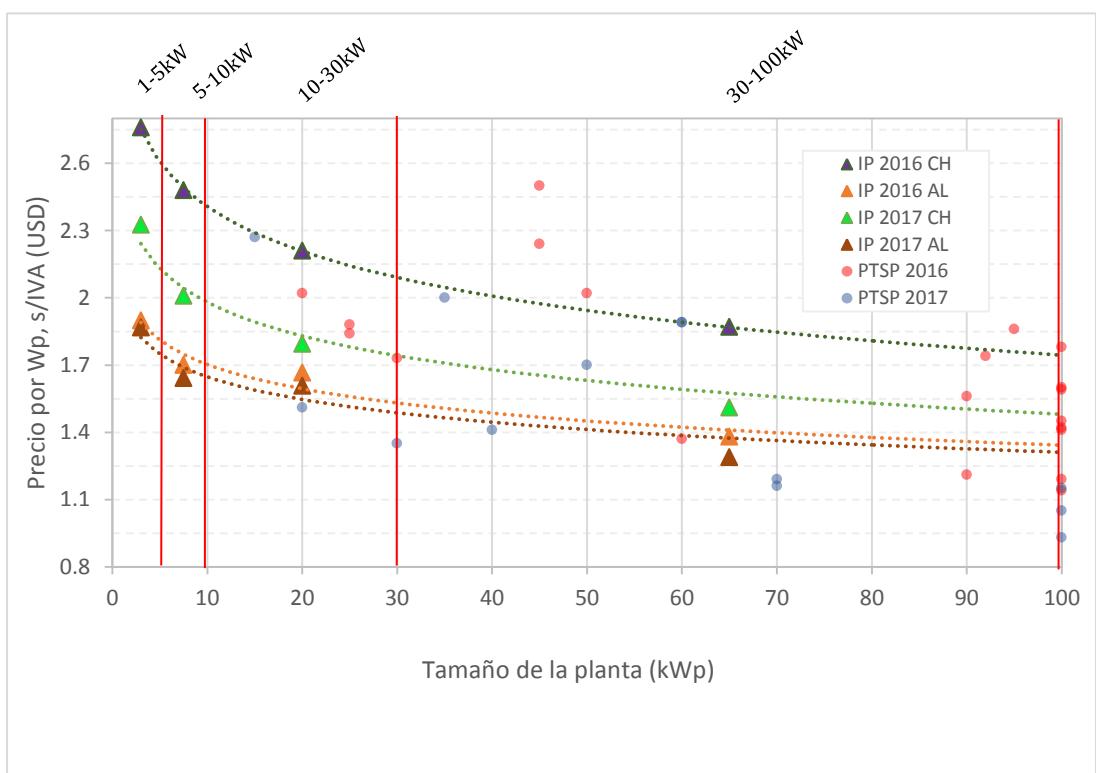


Ilustración 20: Comparación de IP16 e IP17 de Chile y Alemania y PTSP 2017, 1-100[kWp].

### 3. Conclusiones

Del universo de 49 empresas en la línea base de IP17, 27 respondieron la encuesta indicando precios para sistemas fotovoltaicos entre 1 [kWp] y 1.500 [kWp] a lo largo de Chile, mientras dos indican los precios en sus páginas web. Así, se logra un 90% de confianza según la muestra obtenida en todo el rango de potencias analizado.

Se documenta que, de los proveedores que respondieron, el 78% tiene su casa matriz en la RM, con una distribución homogénea de sucursales a lo largo del país, misma observación realizada en IP16, siendo la XII Región de Magallanes y Antártica Chilena la única sin sucursal. Así mismo, la RM posee la mayor cantidad de declaraciones TE-4 con el 21% del total, seguida de la V Región de Valparaíso (12%) y la VII Región del Maule (12%), nuevamente siguiendo a la tendencia de IP16.

Se aprecia que, en términos de equipos fotovoltaicos, existe una amplia gama de oferta de marcas, tanto para módulos como para inversores. En total, se registraron 22 marcas diferentes de paneles solares, siendo la de mayor participación Canadian Solar con 17%, seguida de Hanwha (13%) y de Jinko y Trina (9% c/u). Para los inversores se registraron 10 marcas, siendo la más común SMA con un 46%, seguida de Fronius (15%) y ABB (11%).

Al comparar los precios entre regiones de sistemas menores a 100 [kWp], se observa que, en promedio, la IV Región de Coquimbo tiene los menores precios, pero en general, la RM presenta los costos más bajos. Así, la RM promedia un precio 2,19 USD/Wp, 1,75 USD/Wp, 1,57 USD/Wp y 1,38 USD/Wp para los rangos de 1-5 [kWp], 5-10 [kWp], 10-30 [kWp] y 30-100 [kWp], comparado con el promedio nacional de 2,33 USD/Wp, 2,01 USD/Wp, 1,80 USD/Wp y 1,51 USD/Wp respectivamente para cada rango. Del mismo modo, para sistemas mayores a 100 [kWp], la RM obtiene los menores precios promedio con 1,19 y 1,07 USD/Wp para los rangos de 100 – 500 [kWp] y 500 – 1.500 [kWp], respectivamente, contra los promedios nacionales de 1,2 USD/Wp y 1,12 USD/Wp. Se observa, además, una amplia concentración de proyectos y proveedores en la zona centro del país y en particular en la RM, consecuencia de la centralización poblacional del Chile.

Al comparar los precios ofertados por [kWp] en el mercado chileno y alemán (IP17 de cada país), se observa que existe un mayor precio promedio en el mercado chileno de un 25%, 22%, 12%, 17%, 8% y 4% para los rangos 1 – 5 [kWp], 5 – 10 [kWp], 10 – 30 [kWp], 30 – 100 [kWp], 100 – 500 [kWp] y 500 – 1.500 [kWp] respectivamente. A su vez, al comparar los resultados obtenidos entre el levantamiento de precios realizado en esta consultoría y el público (PTSP 2017), se aprecia un menor precio promedio en el estudio público, con una diferencia de 5%, 5% y 6% para los rangos 10-30 [kWp], 30-100 [kWp] y 100-500 [kWp] respectivamente. Finalmente, como tendencia general, los precios en IP17 y PTSP tienden a acercarse, y a la vez, los precios chilenos tienden a acercarse a los precios alemanes cada año.

Finalmente, se destaca que existe una baja constante de precios, tanto para el Índice de Precios como para las licitaciones del Programa de Techos Solares Públicos. De este último, se observa también un aumento en la cantidad de participantes y adjudicados en las licitaciones, demostrando un mayor interés de parte de los proveedores para participar del programa.

#### **4. Anexos**

Anexo A: Línea base de proveedores FV

Anexo B: Carta de invitación a participar

Anexo C: Carta de agradecimiento para participantes

Anexo D1: Respuestas sin procesar

Anexo D2: Respuestas procesadas

Anexo E: Logos recibidos de empresas participantes

Anexo F: Correos electrónicos de respaldo