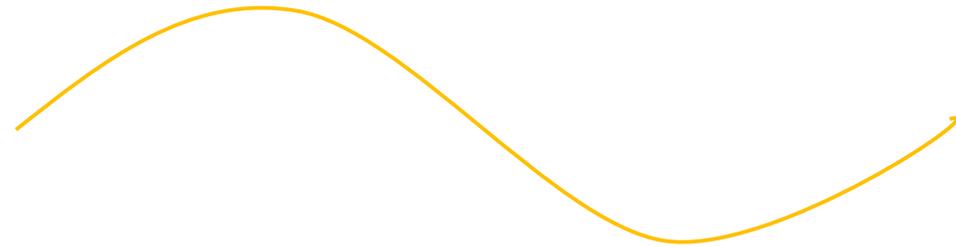


Sistemas Fotovoltaicos: Conceptos, Experiencias y Modelo de Negocios



Relator: **Boris Manzano Contreras**
Ingeniero Civil Eléctrico
boris.manzano@Outlook.com

Conceptos de Sistemas FV conectados a la Red



Sistema Fotovoltaico (SFV) conectado a la red:

- Forma parte un sistema eléctrico mayor: red de distribución, transmisión.
- Necesita a la red de energía eléctrica para su funcionamiento: no es un sistema de respaldo de energía.
- Se conecta a la red a través de un inversor que debe ajustarse a los requerimientos y parámetros de la red pública.
- Debe cumplir con el ordenamiento legal y normativo vigente.

Conceptos de Sistemas FV conectados a la Red



Se pueden clasificar de acuerdo a lo siguiente:

- Tecnología: cristalino, capa fina
- Tamaño: 100 Wp, 1 kWp, 100 kWp, 1 MWp
- Utilización de la energía: venta total, autoconsumo, venta de excedentes
- Tipo de montaje: suelo, techo (plano, inclinado), fachada
- Conexión: monofásica, trifásica (en baja o media tensión)

Conceptos de Sistemas FV conectados a la Red



Sistemas FV residenciales



Conceptos de Sistemas FV conectados a la Red



Sistemas FV en fachadas



Conceptos de Sistemas FV conectados a la Red



Sistemas FV integrados a techos

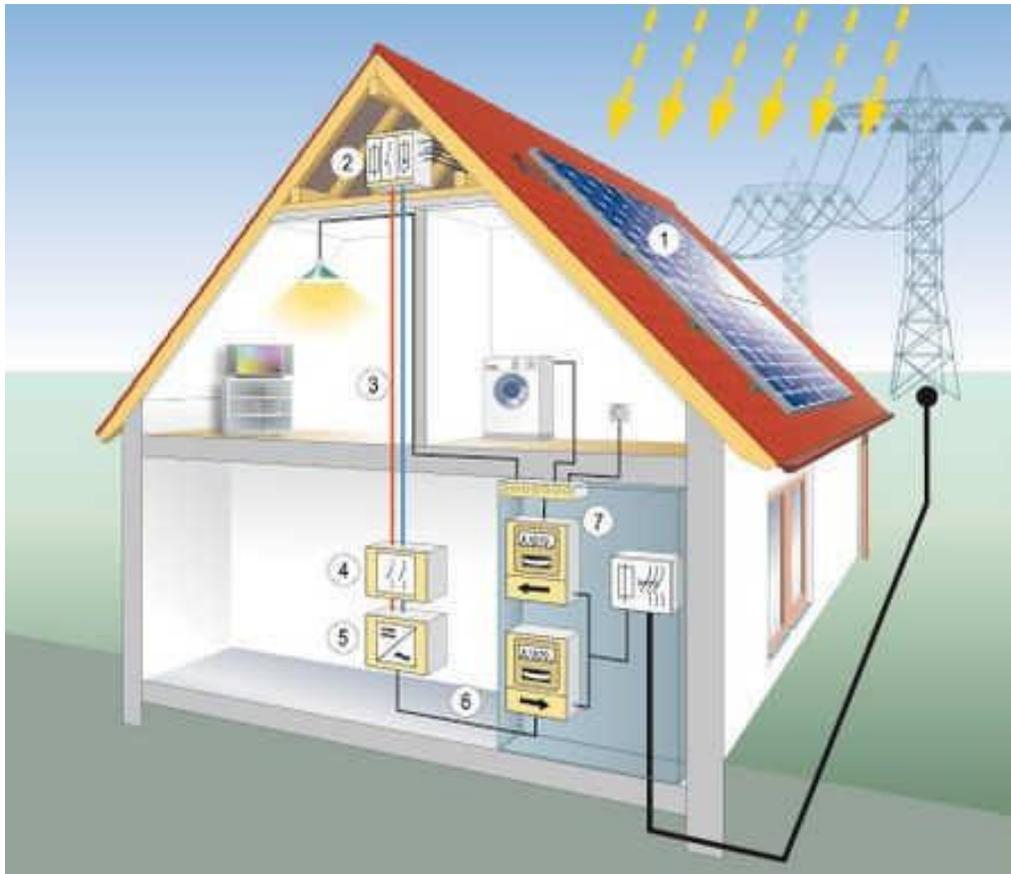
Conceptos de Sistemas FV conectados a la Red



Sistemas FV instalaciones especiales



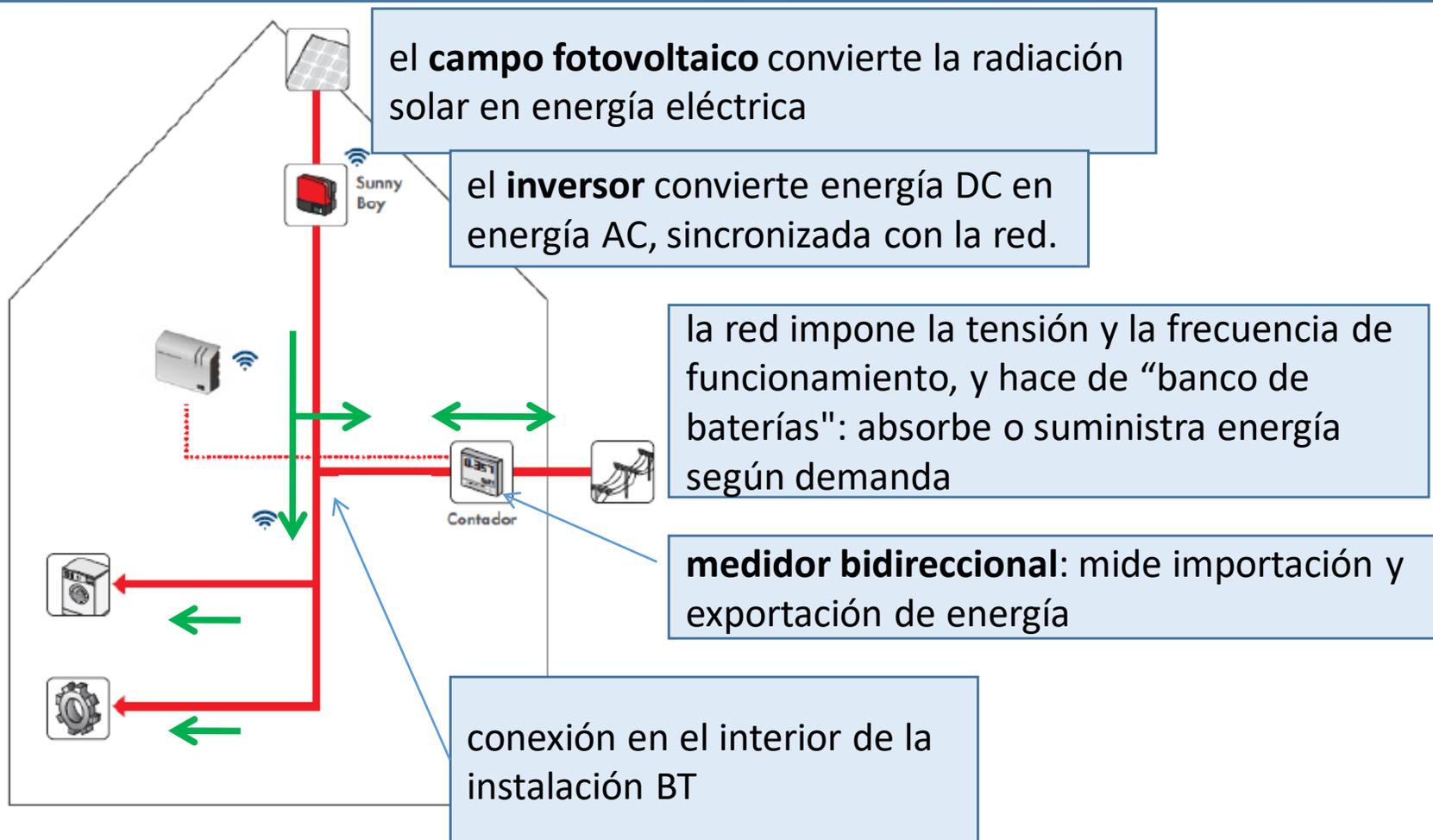
Conceptos de Sistemas FV conectados a la Red



Esquema Básico

- 1) Generador FV: varios módulos interconectados.
- 2) Protección de sobretensión.
- 3) Cableado y canalización de corriente continua.
- 4) Interruptor DC.
- 5) Inversor.
- 6) Cableado y canalización de corriente alterna.
- 7) Medidores de energía, interruptores AC.

Conceptos de Sistemas FV conectados a la Red



Conceptos de Sistemas FV conectados a la Red

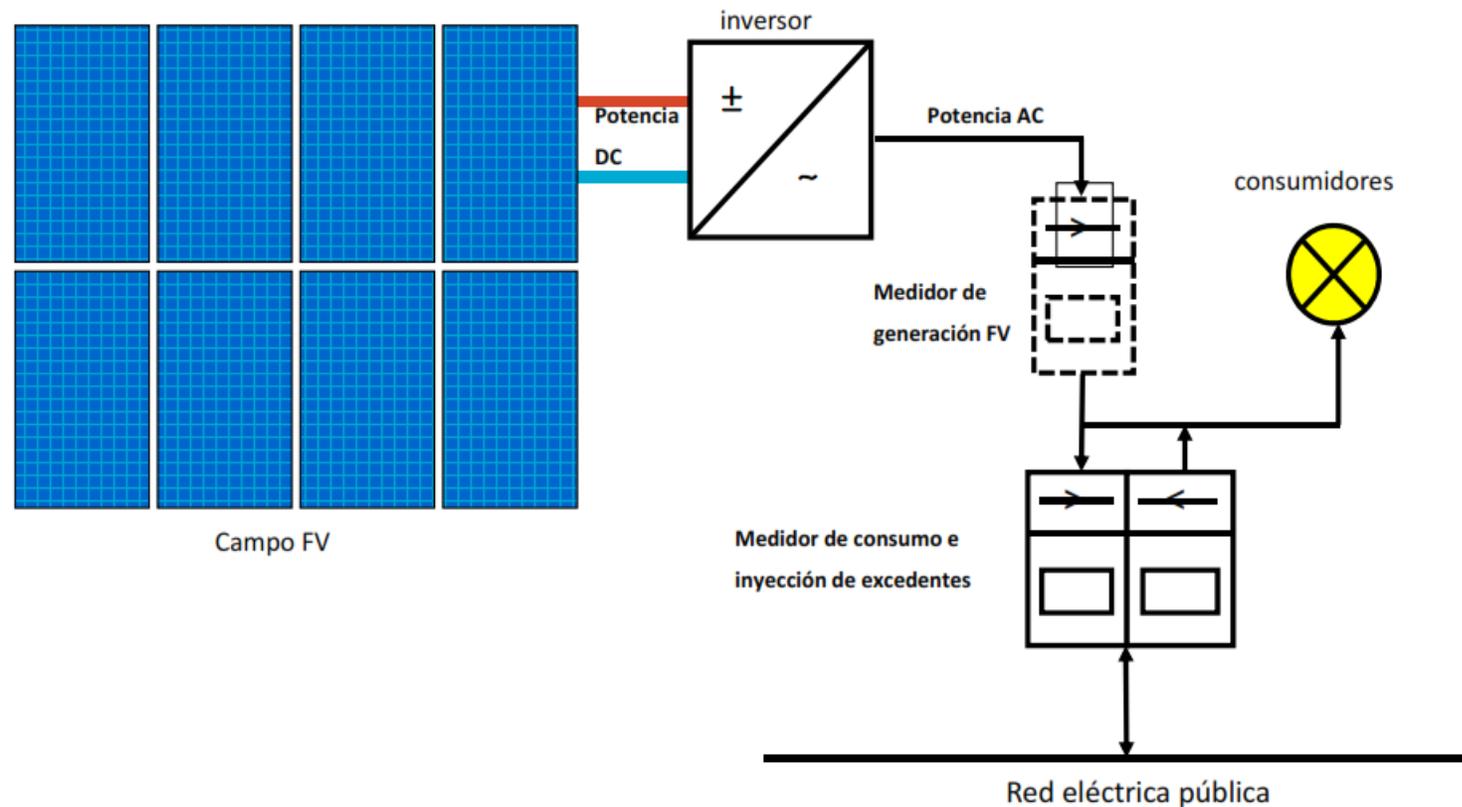


- El generador fotovoltaico se compone básicamente de módulos fotovoltaicos y convertidor de potencia
- La radiación solar se transforma en energía eléctrica
- El rendimiento energético global está sobre 10-18%



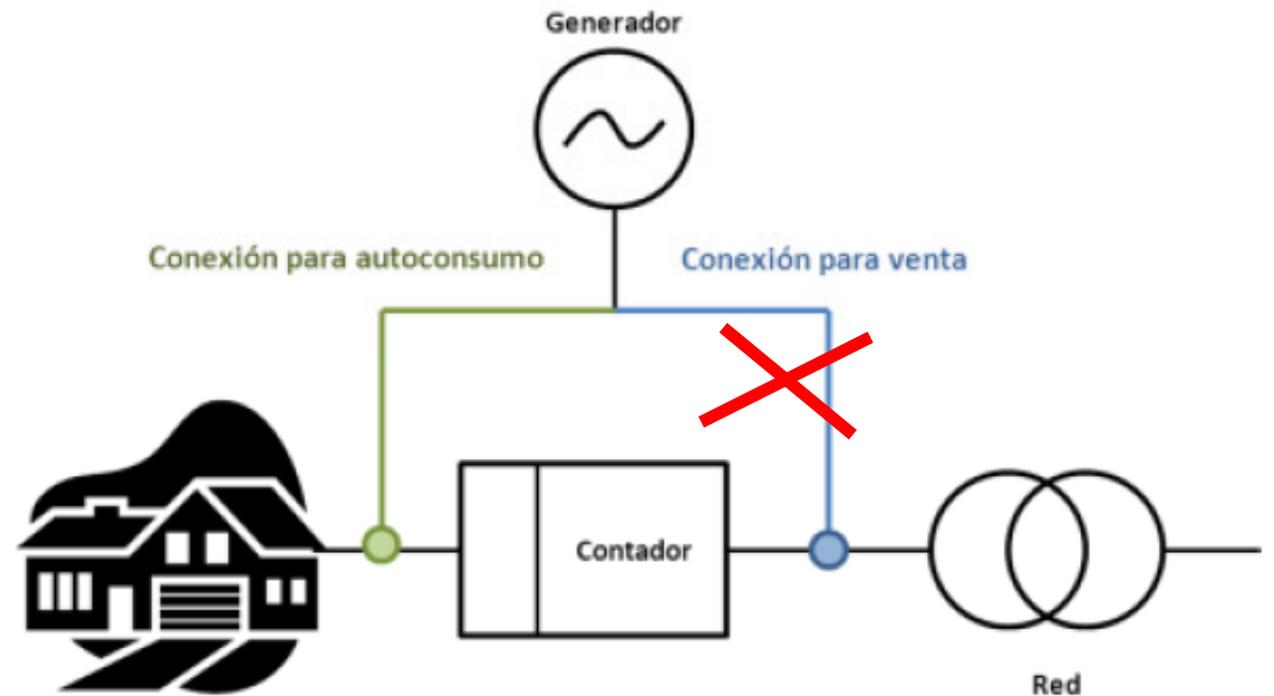
Conceptos de Sistemas FV conectados a la Red

Sistema Fotovoltaico (SFV) conectado a la red: se netea consumo y generación



Conceptos de Sistemas FV conectados a la Red

- Las instalaciones de conexión a red en edificios son para AUTOABASTECERSE.
- La energía eléctrica producida la consume el propio productor.
- Puede existir un excedente que se vierta a la red.



Conceptos de Sistemas FV conectados a la Red



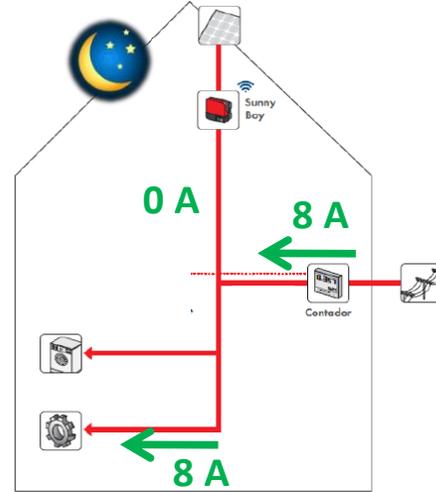
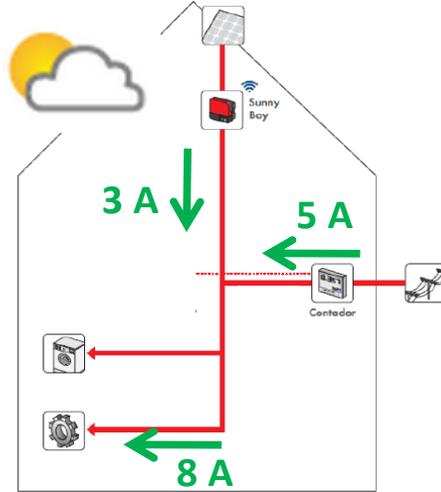
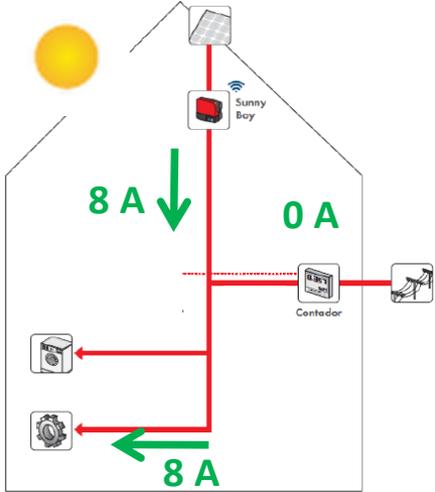
Condiciones de funcionamiento

- **Caso I.** El consumo es mayor que la generación de los paneles fotovoltaicos
toda la energía de los módulos va a los consumos y lo que falta es tomado de la red
- **Caso II.** El consumo es menor que la generación de los paneles fotovoltaicos
la energía proveniente de los módulos va hacia los consumos y lo que sobra es vertido en la red de distribución

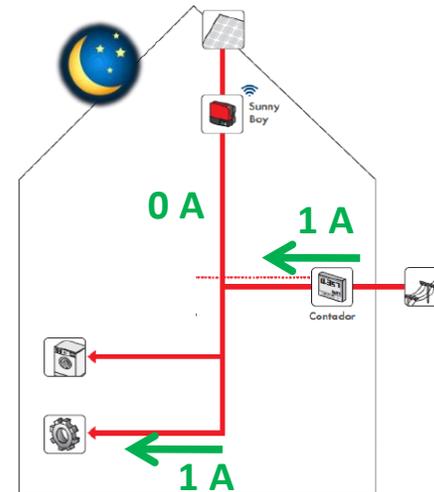
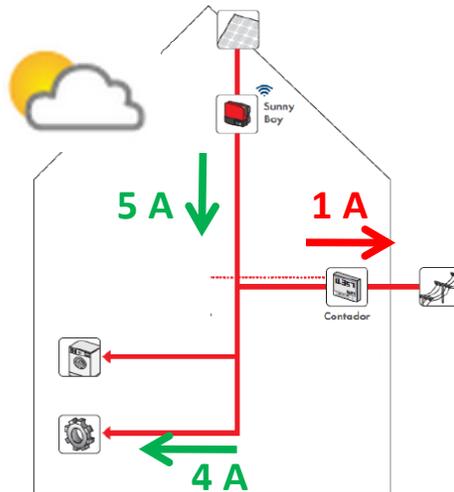
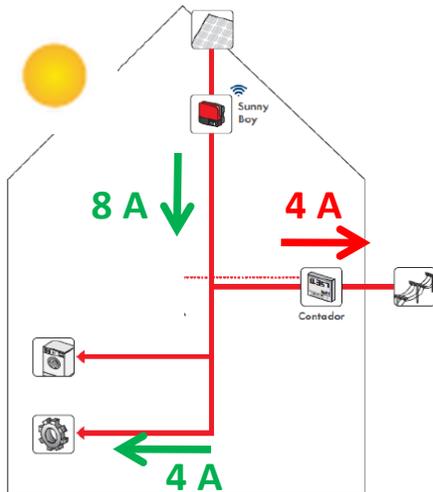
Conceptos de Sistemas FV conectados a la Red



CONSUMO ELEVADO



CONSUMO REDUCIDO



Conceptos de Sistemas FV conectados a la Red



- El funcionamiento del GFV en paralelo con la red a nivel técnico no tiene ningún inconveniente.
- La red actúa como banco de baterías: absorbe el excedente de producción FV y complementa aportando los kWh necesarios.
- Administrativamente, es necesario regular cómo se valora la inyección a la red. Hay diferentes opciones:
 - **net-billing**: opción en Chile
 - net-metering o balance neto
 - **autoconsumo instantáneo**: opción en Chile
 - venta de energía: PMGD

Net Billing



- La conexión del GFV es en la instalación interior.
- Los kWh fotovoltaicos consumidos instantáneamente no pasan por el medidor: administrativamente no se computan.
- Visto por la Cía. Eléctrica, el titular del GFV reduce su consumo, le compra menos energía durante el día. **Aquí está el ahorro principal.**
- La energía producida por encima del consumo es inyectada a la red a través del medidor bidireccional y se computa como energía **vendida** a la red a un cierto precio.
- En Chile, el precio de venta está definido por la Ley 20.571, que indica que será el precio de nudo más un diferencial debido a las reducidas pérdidas de transporte .

Normativa en Chile: Ley 20.571 “Ley de Generación Distribuida”

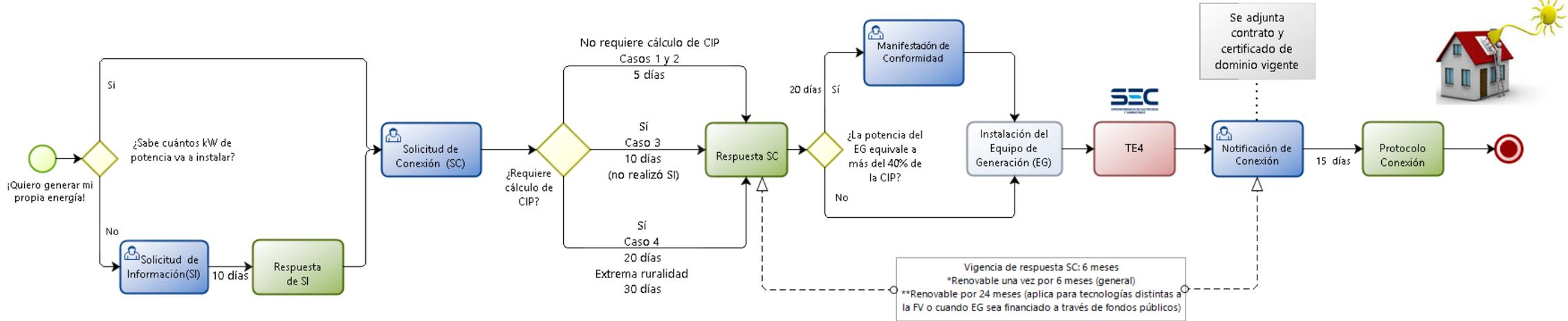
- Regula el pago de excedentes inyectados a la red por plantas ERNC y de cogeneración eficiente conectadas al SIC y al SING.
- Objetivos:
 - Derecho a generar su propia energía
 - A autoconsumirla
 - A venderla
- Entrada en vigencia: 22 de Octubre de 2014
- Empresas distribuidoras no pueden rechazar una solicitud de conexión.
- Instaladores eléctricos autorizados: Clase A o B.

Normativa en Chile: Ley 20.571 “Ley de Generación Distribuida”

- Costos asociados:
 - Costos de Conexión
 - Costos por obras adicionales
- Requiere cambio de medidor:
 - Bidireccional, autorizados por SEC
- Energía de venta a la red: valorizada al precio que los concesionarios de servicio público de distribución traspasan a sus clientes regulados.
- El monto se descuenta en la factura del mismo mes. En caso de existir remanentes, se descontarán en las facturas subsiguientes.
- Contrato entre la distribuidora y el generador: potencia instalada, propiedad del medidor, formas de pago, etc.

Normativa en Chile: Ley 20.571 “Ley de Generación Distribuida”

- Resumen:
 1. Participación en el sector eléctrico
 2. Se promueve el autoconsumo
 3. Pago de excedentes a menor precio que la energía consumida (BT1)
 4. Se favorece la construcción de plantas pequeñas
 5. Crea las bases para el desarrollo de los sistemas de generación fotovoltaica.



 Solicitud realizada por el Usuario

 Respuesta de la Empresa Eléctrica

 Declaración realizada por un instalador autorizado ante la SEC

No requieren cálculo de Capacidad Instalada Permitida (CIP):
(Plazo máximo de respuesta de 5 días hábiles)

Caso 1:
Aplica para sistemas fotovoltaicos (FV), cuando la potencia del Equipo de Generación (EG) es menor a 10 kW y la suma de las potencias de los Equipos de Generación conectados al transformador de distribución no supera el 10% de la potencia nominal de dicho transformador. (Artículo 10, Artículo 27 bis y Artículo segundo transitorio).

Caso 2:
Aplica cuando el usuario cuenta con la "Respuesta de Solicitud de Información (SI)" y además, la potencia del Equipo de Generación (EG) es menor tanto a la CIP informada en dicha respuesta como a la capacidad del empalme. (Artículo 10).

Requieren cálculo de Capacidad Instalada Permitida (CIP):

Caso 3:
Aplica cuando el usuario **no** cuenta con la "Respuesta de Solicitud de Información (SI)" y la potencia del Equipo de Generación (EG) es menor a la CIP y a la capacidad del empalme. En este caso el plazo es de 10 días hábiles. (Artículo 10).

Caso 4:
Aplica cuando la capacidad instalada del EG sea mayor a la CIP o a la capacidad del empalme. En este caso el plazo es de 20 días hábiles. Para proyectos emplazados en zonas rurales extremas el plazo es de 30 días hábiles. (Artículo 10)

Normativa en Chile: Ley 20.571 “Ley de Generación Distribuida”

Modificaciones a la Ley 20.571 de Generación Distribuida

1. Subir el límite de capacidad instalada de los generadores desde 100 kW a 300 kW, para apoyar el desarrollo de proyectos de autoconsumo mayores, que benefician principalmente a actividades productivas.
2. Reforzar que la Ley tiene por objetivo el fomento al autoconsumo y no la comercialización de la energía, la que tiene otro marco regulatorio (PMGD). Para ello se establece que los excedentes que, eventualmente, después de un tiempo prolongado, por ejemplo uno o más años, no pudiesen descontarse de la cuenta de electricidad del establecimiento en el que está instalado el sistema de generación, puedan descontarse de cuentas de suministro eléctrico de otros establecimientos del mismo propietario (mismo RUT) y para la misma empresa distribuidora.

Normativa en Chile: Ley 20.571 “Ley de Generación Distribuida”

Oportunidades para Chile

- Elevada radiación solar y precios de electricidad altos.
- Edificios representan un 31% del consumo eléctrico en Chile (residencial, comercial y público)
- Los sistemas FV se pueden utilizar en cualquier tipo de construcción.
- Existe paridad de precios de electricidad (Alemania: 2017)
- Parámetros para identificar proyectos potencialmente atractivos
 - Tarifas altas
 - Consumo en el día
 - Techos soleados con orientación norte
 - Propiedades compartidas
 - Demanda de potencia en el día

Normativa en Chile: Ley 20.571 “Ley de Generación Distribuida”

Segmentos prometedores

- Edificios residenciales
- Hoteles
- Centros de bodegaje
- Comercio e industria
- Agricultura
- Edificios de oficinas

Normativa en Chile: Ley 20.571 “Ley de Generación Distribuida”

Desafíos

- Crear confianza
- Capacitación
- Simplificar los procesos
- Mayores y/o mejores incentivos
- Financiamiento

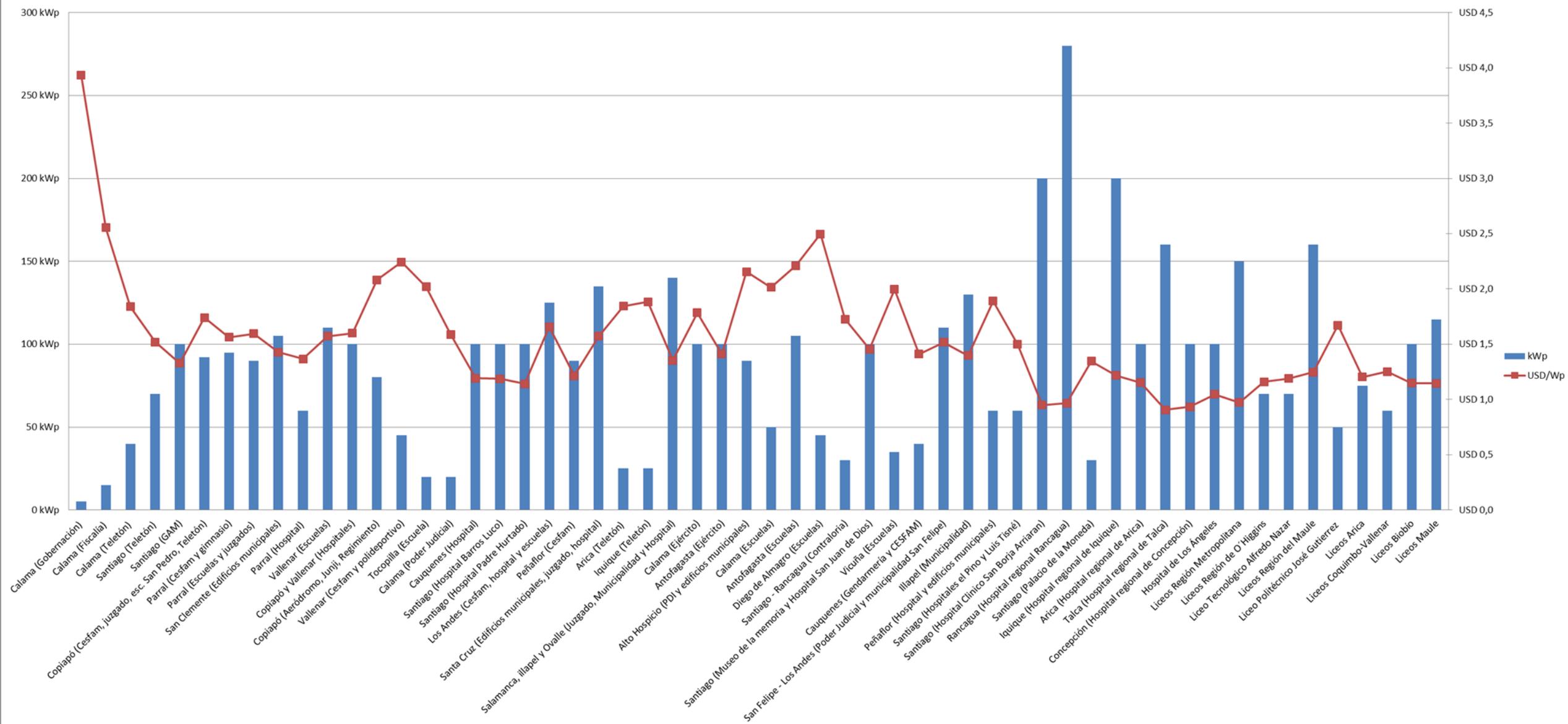
Ejemplo Piloto FV Casa La Serena



- La casa piloto consume 3.600 kWh anuales (300 kWh/mes, promedio) y dispondrá de un GFV de 2 kW, monofásico, en La Serena. Su tarifa es de \$115/kWh.
- La instalación produce 2.371 kWh al año.
- De éstos, autoconsume 800 kWh (el 33,7 %), los cuales representan el 22,2% del consumo eléctrico y un **ahorro en la factura de \$92.000 anuales**.
- El resto se ha producido en momentos que no estaba consumiendo! inyecta a red: 1.571 kWh, y la **cobra** a la tarifa de \$76,59/kWh, o sea, ingresa **\$120.322**, al año.
- El grado de autosuficiencia es del 22,2%, el resto de la energía la **paga** a la cía: 2.800 kWh x \$115/kWh = **\$322.000** anuales.
- El balance con cía. es pago menos cobro: \$201.678, a favor de cía.
- El beneficio económico total del GFV es el ahorro más la venta: \$212.322
- Antes pagaba de electricidad: $3.600 * 115 = \$414.000$

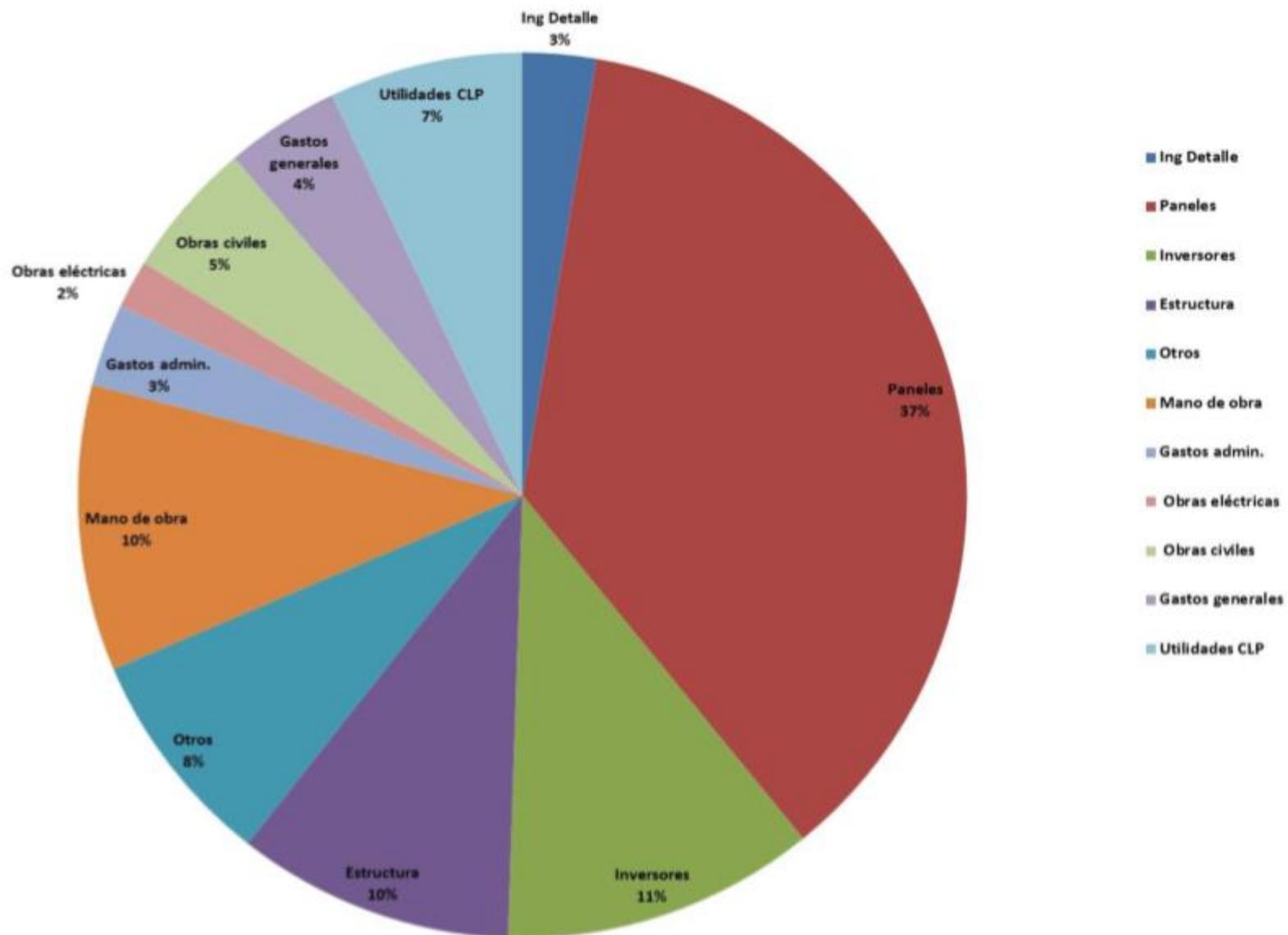
QwUQ&XwWiEhqsZCdUSgm(

Costo US\$/Wp por licitación



Fuente: Ministerio de Energía/Programa de Techos Públicos

PROPORCIÓN COSTOS POR kWp



Fuente: Ministerio de Energía/Programa de Techos Públicos

Modelos de Negocio



Venta Directa:

- Se paga el costo total de la planta de una sola vez.
- Los ahorros son del cliente en forma inmediata al momento de la entrada en operación.
- El pay back es de entre 8 – 12 años, dependiendo del tamaño de la planta, tarifa eléctrica y ubicación geográfica.
- Líneas de financiamiento: bancos

Leasing:

- Funciona mediante un arrendamiento operativo.
- Plazos: 36 meses (S-Save)
- Pago cuota inicial y final: 30% de total, cada una.

Modelos de Negocio



Venta de Energía (PPA: Power Purchase Agreement):

- La planta es de propiedad de un tercero.
- Nula o baja inversión inicial por parte de cliente.
- Se paga una tarifa sólo por la cantidad de energía que produce el sistema solar.
- La tarifa a pagar es inferior a la que cobra la empresa distribuidora local (5% - 10%, en general)
- Los contratos de venta de energía pueden ser de 10, 15, 20 años.
- Externalización de la operación y mantenimiento del sistema FV.

ESCO:

- Nula o baja inversión inicial por parte de cliente.
- El sistema se va pagando mes a mes, con la producción de la planta.
- El sistema FV se paga total o parcialmente con los ahorros generados en la cuenta eléctrica.
- Externalización de la operación y mantenimiento del sistema FV.

Ejemplos de éxito

Viña Miguel Torres: Modelo PPA, 175 kW



Fuente: www.efesolar.cl

Ejemplos de éxito

Mostos del Pacífico: ESCO, 140 kW



Fuente: www.cintac.cl

Ejemplos de éxito

Museo de la Memoria: Venta Directa, 70 kW



Fuente: <http://www.minenergia.cl/techossolares/?proyecto=museo-de-la-memoria>

Muchas gracias por su atención

¿Consultas y/o dudas?