



Experiencias en Generación Solar Distribuida en San Juan

Análisis Económico y de Incentivos

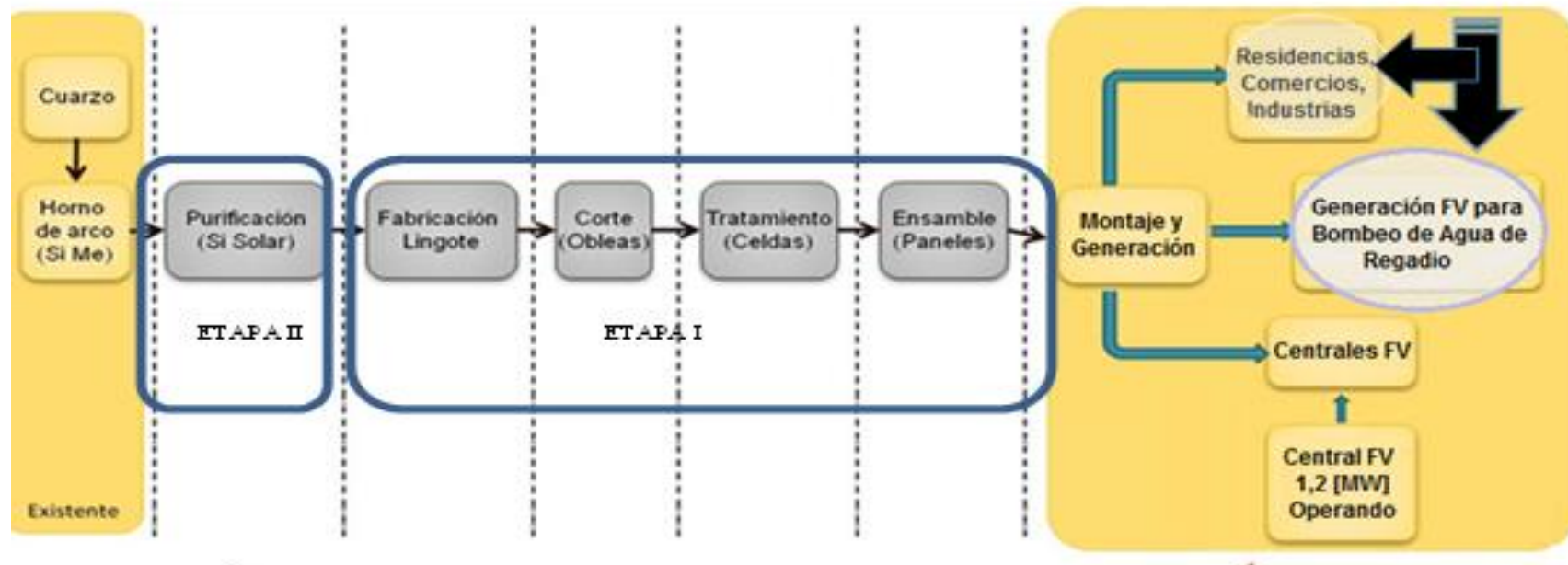
Experiencias en GD

INTRODUCCIÓN

- ✓ Los países industrializados generan electricidad en grandes instalaciones centralizadas: centrales de combustible fósil (carbón, gas natural, fuel oil), nuclear o hidroeléctricas.
- ✓ Estas centrales se ubican en función de factores económicos, de seguridad, logísticos o medioambientales, normalmente lejos del consumo.
- ✓ Se observa un acentuado interés en la incorporación de generación eléctrica a pequeña escala a nivel de distribución, lo más cerca posible al lugar de consumo, conocida como Generación Distribuida (GD).
- ✓ La GD, como la **Solar Fotovoltaica** conectada a red, ahorra energía, reduce costos e incrementa la usabilidad y transparencia, reduce emisiones de CO₂ y efecto invernadero y por ende el calentamiento global.
- ✓ En la medida que la GD aumenta, crea complejidades en su operación y coordinación de protecciones. Se implementan redes inteligentes con sistemas de seguridad y control eficientes.
- ✓ San Juan tiene condiciones climáticas, geográficas y de disponibilidad de recurso Solar. Con irradiación solar media anual entre 2.000 y 2.400 [kWh/m²]. Adecuado para generación FV.

Experiencias en GD

- Proyecto Solar San Juan (2008)



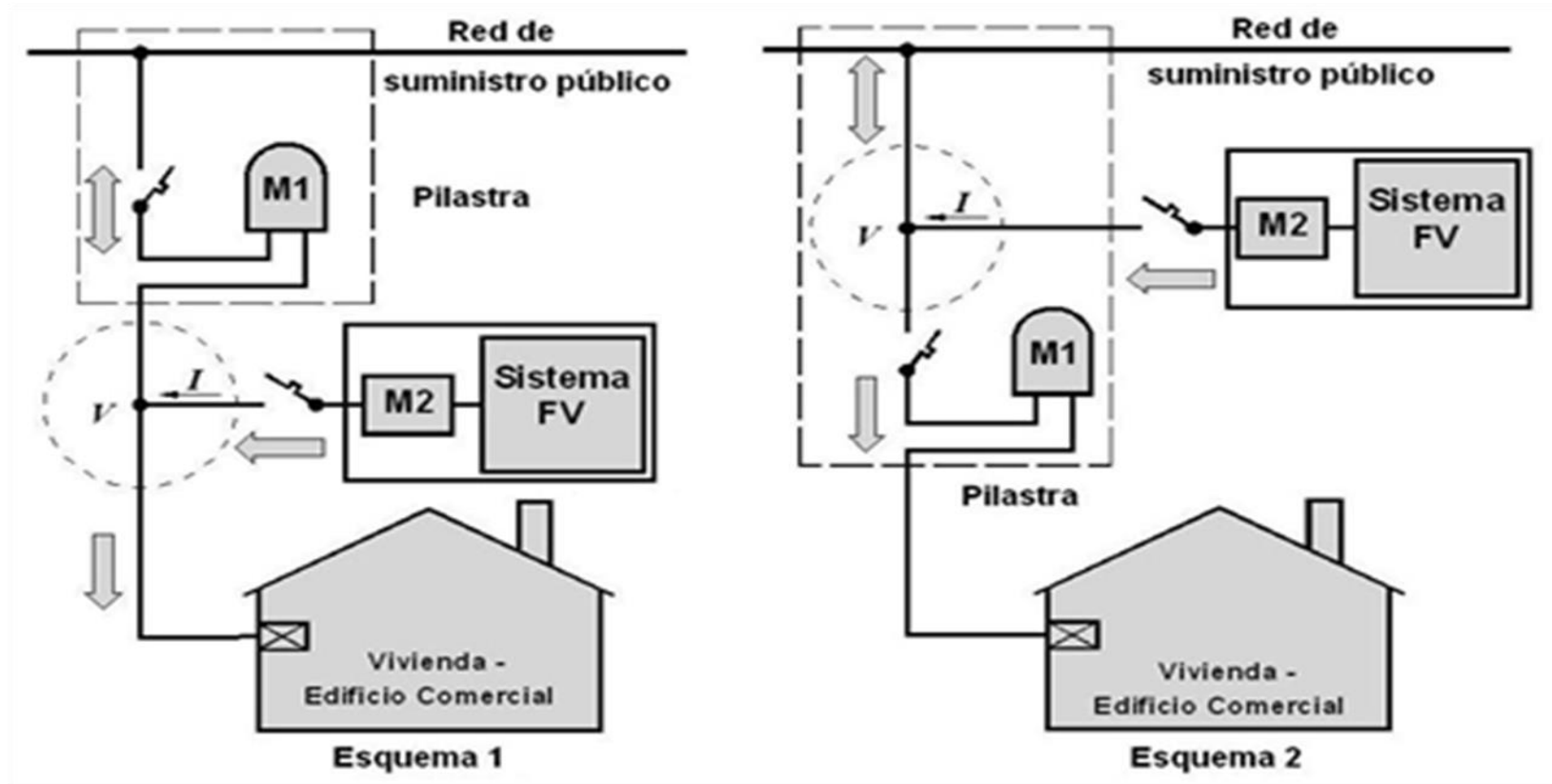
- ✓ En edificios: En el 2012, el IEE-UNSJ-CONICET con el apoyo de Organismos Provinciales; DRE- Ministerio de Infraestructura, EPSE y DECSA y Nacionales como FONCYT, se concretó la instalación de cinco sistemas FV (residencial, comercial y organismos de gobierno)
- ✓ Bombeo solar: Desde 2015, IEE-UNSJ-CONICET, SECITI (IDeA), Fundación Banco San Juan, DRE, EPSE y DECSA. Proyecto de investigación con sistemas FV de bombeo

Experiencias en GD

- ✓ En edificios: Se han instalado cinco sistemas FV en tres viviendas residenciales, un organismo de gobierno (Estación Terminal de Ómnibus de Caucete –ETOC) y una empresa (DECSA), con sistemas monofásicos.
- ✓ En las viviendas (3 sistemas entre 1,6 y 2,95 kWp) se tuvo en cuenta el consumo promedio de los usuarios del sector residencial en sus distintas bandas definidas en el cuadro tarifario de la distribuidora, la ubicación espacial, la zona de los alimentadores, la superficie disponible en techo de las mismas, posibles sombras de elementos circundantes, y la aceptación de la distribuidora y de los usuarios. Además las condiciones atmosféricas y climáticas de la Ciudad de Caucete. Con un ángulo fijo de inclinación de 30°.
- ✓ Para los sistemas en ETOC y en DECSA, se instalaron potencias de 3.5 kWp. En el caso de DECSA los módulos se ubicaron sobre el techo de la empresa y en la ETOC los módulos se ubicaron en parasoles de la playa de estacionamiento vehicular. Con posibilidad de variar en tres ángulos de inclinación al año (5°, 30° y 45°).
- ✓ Para el sistema T1R1 (< 220 kWh bim) módulos de 235 Wp, para sistemas T1R2 (entre 220 kWh y 580 kWh bim) y T1R3 (> 580 kWh bim) módulos de 295 Wp.

Experiencias en GD

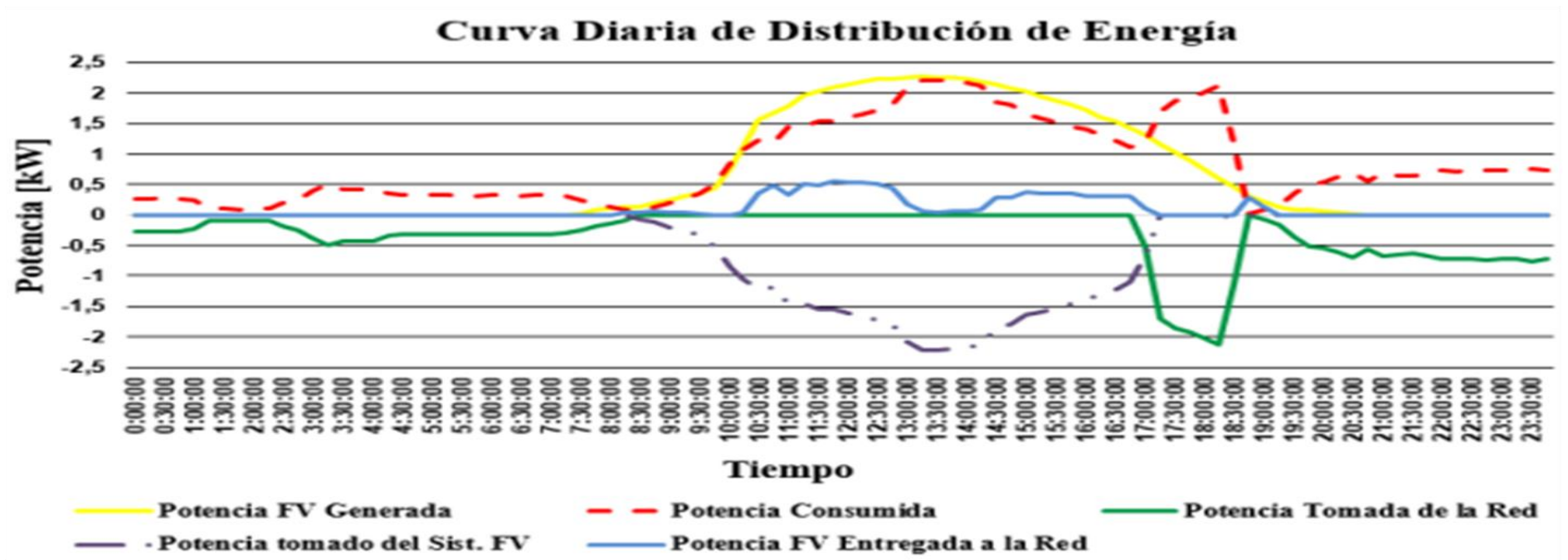
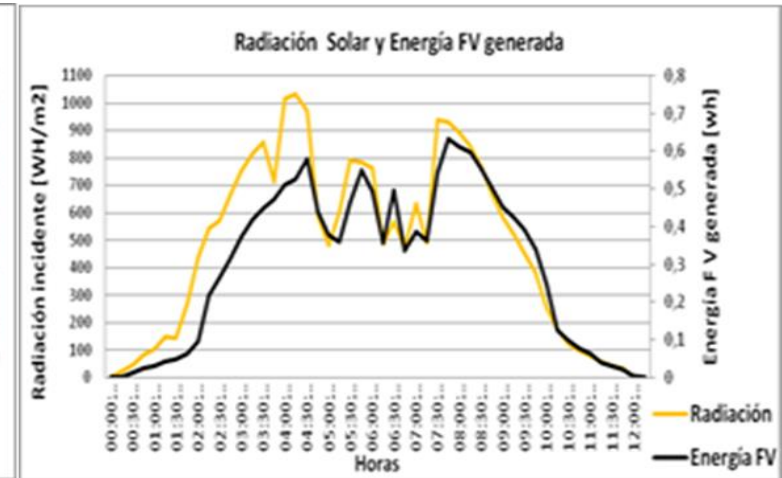
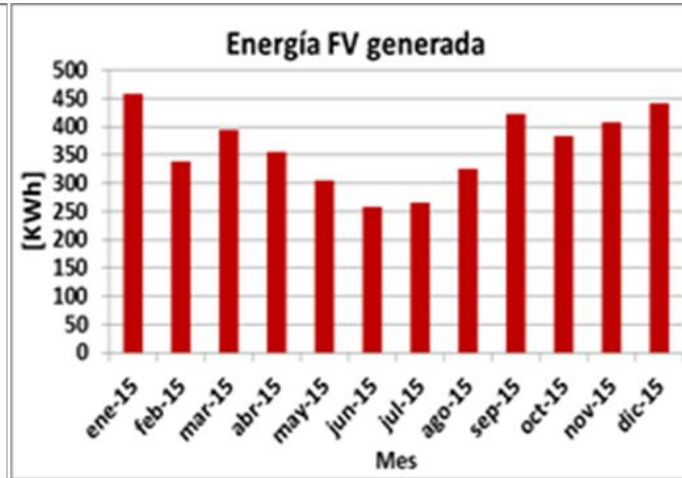
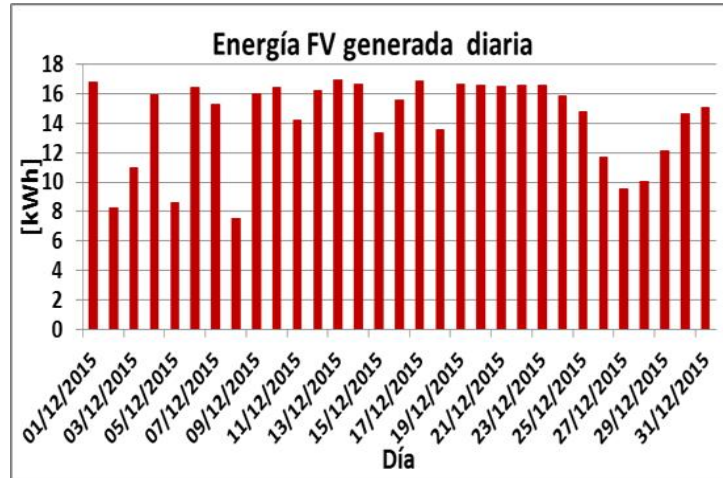
Conexión del sistema FV a la red



Experiencias en GD



Experiencias en GD



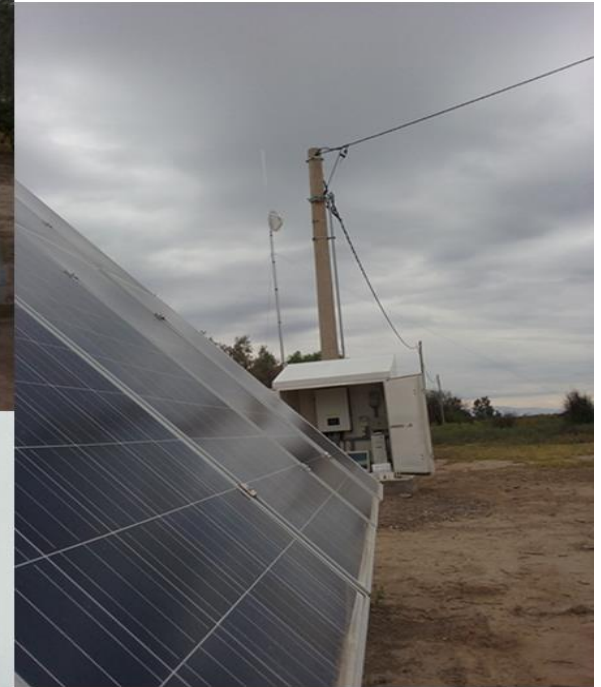
Experiencias en GD - *INSTALACIÓN PILOTO PARA RIEGO AGRÍCOLA*

- ✓ Se plantea el estudio, análisis, ensayos, pruebas y mediciones en la temática de extracción de agua para riego agrícola utilizando energía solar FV.
- ✓ Se ajustan a la curva de demanda de la electricidad, ya que el periodo de mayor generación en los módulos corresponde a un horario de demanda media de los usuarios y la mayor demanda de riego (primavera y verano) coincide con la mayor radiación solar.
- ✓ Se analiza la interacción entre ambos sistemas (bombeo FV–red eléctrica de distribución) y se generan elementos base para la futura regulación del funcionamiento conjunto de los mismos.
- ✓ La tarifa de riego agrícola en la provincia contiene importantes subsidios los cuales, a partir de la introducción de generación FV, podrán analizarse y redirigirse.
- ✓ El empleo de sistemas solares FV para el bombeo de agua, combinando los avances técnicos asociados (bombas eléctricas eficientes, riego presurizado, almacenamiento de agua) junto con lo atractivo de contar con una fuente de energía autóctona y renovable es una buena alternativa.

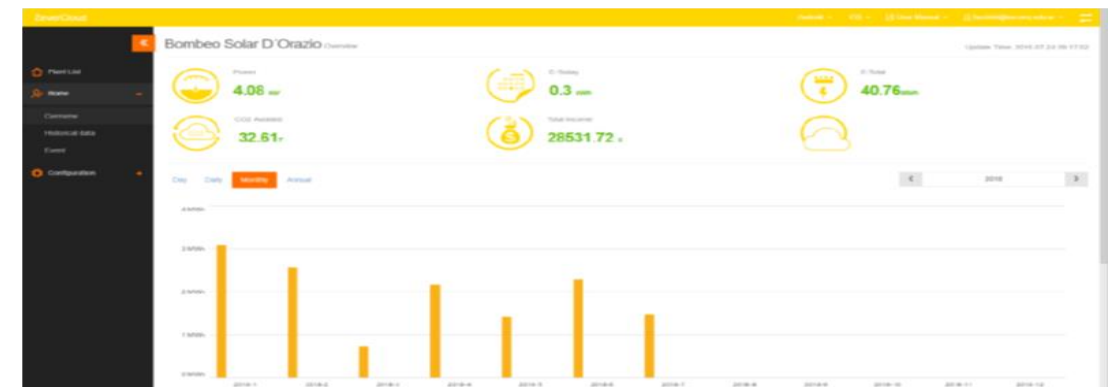
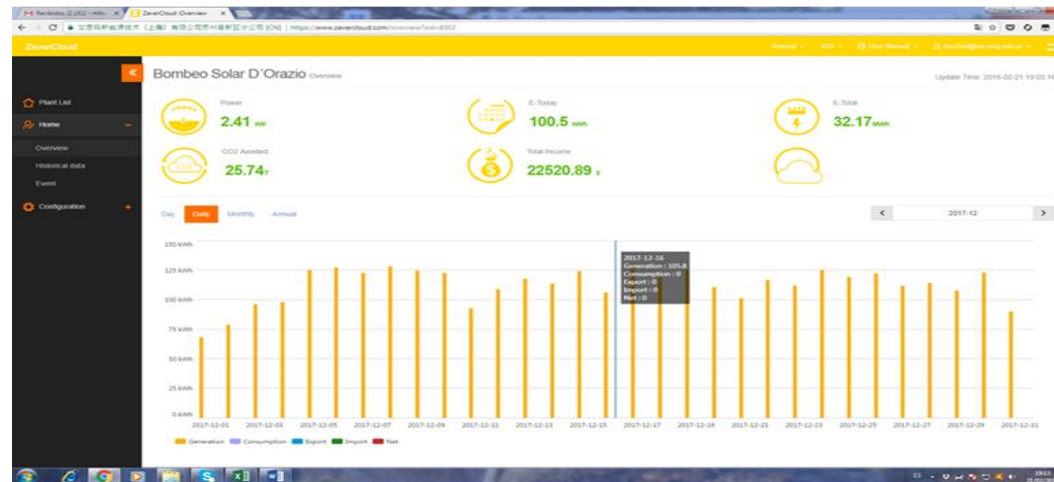


Se instalaron 62 módulos de 290 Wp y un inversor trifásico de 17 kWp en 4 strings

Experiencias en GD - INSTALACIÓN PILOTO PARA RIEGO AGRÍCOLA



Experiencias en GD - INSTALACIÓN PILOTO PARA RIEGO AGRÍCOLA



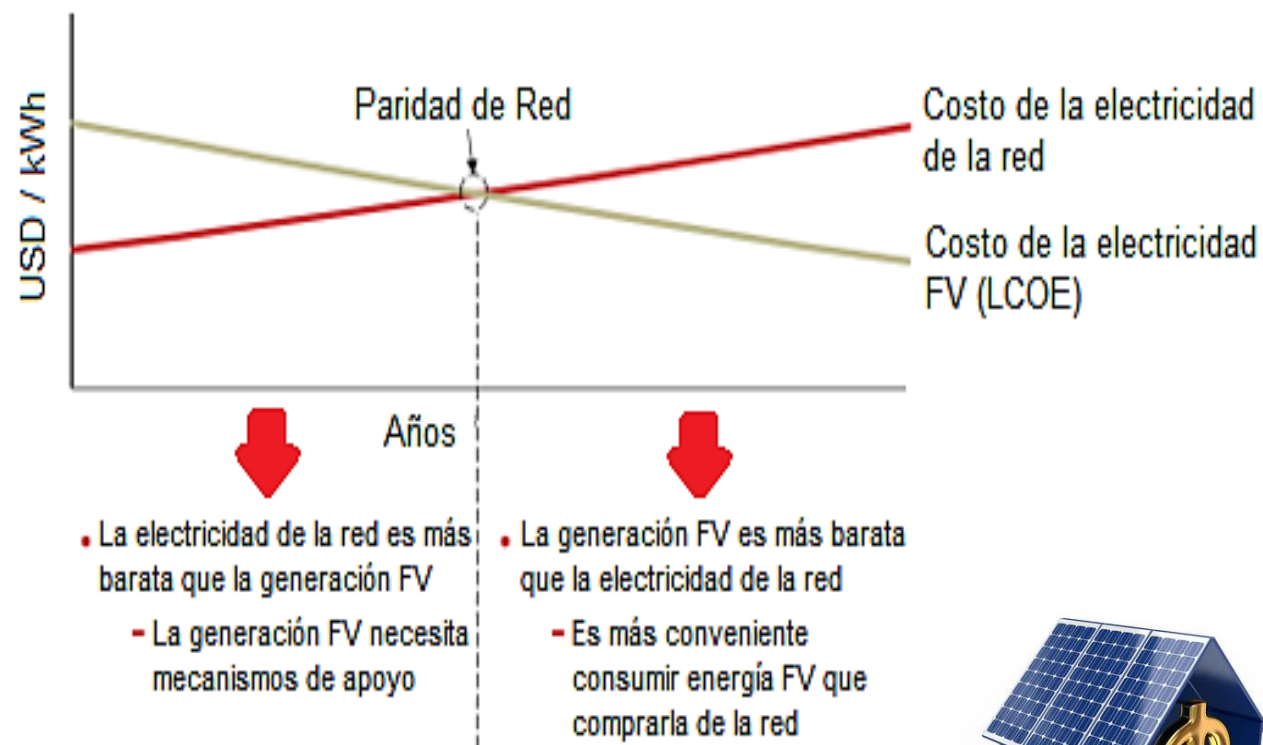
Análisis Económico

Para evaluar la competitividad de la **generación distribuida renovable (GDR)** se suele utilizar concepto de **paridad de red**; que se puede definir como momento en el cual su *costo nivelado unitario de electricidad (LCOE)* es competitivo respecto a los precios de electricidad de la red

En Dic-2017 se aprobó **Ley 27.424**, programa de promoción a GDR en base a un esquema “Net Billing”

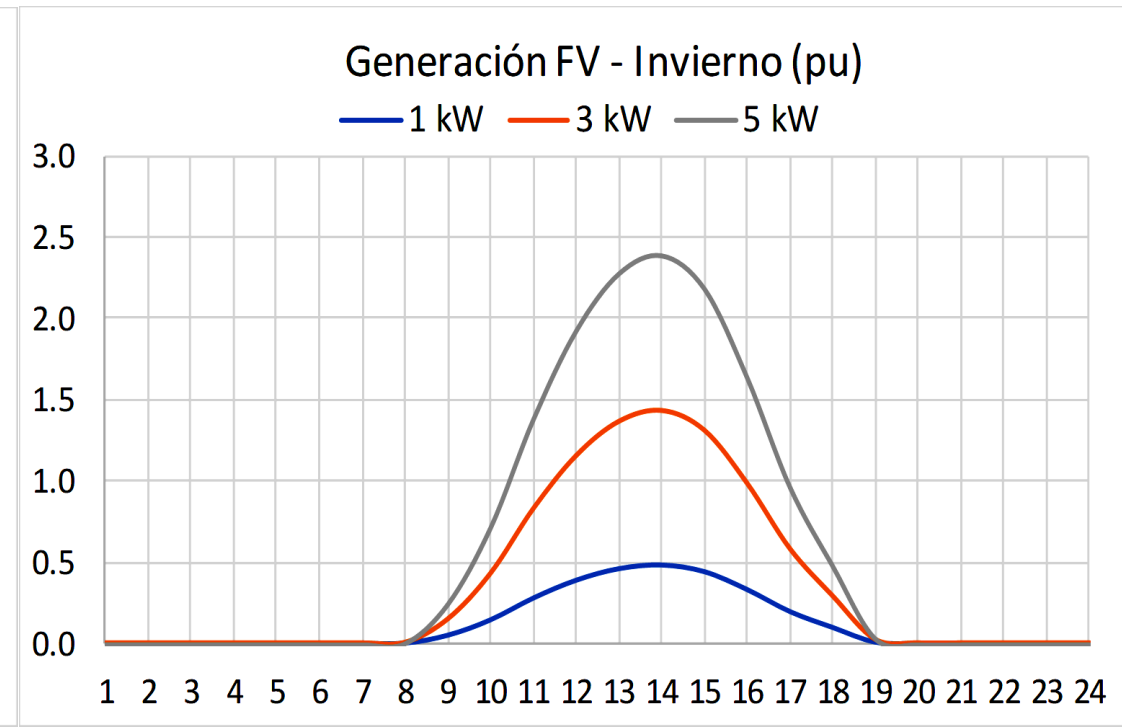
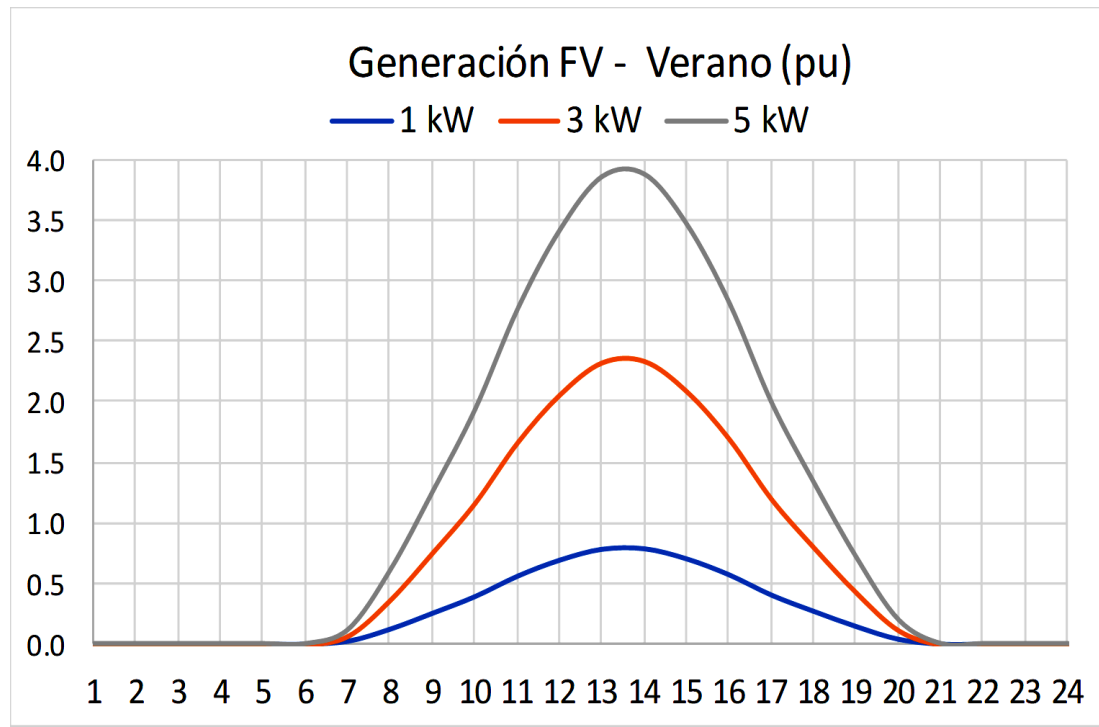
Antes de esta Ley ya varias provincias contaban con normativas para GDR-FV, como ser Santa Fe, Mendoza, Salta, Río Negro, Tucumán y Entre Ríos

En este sentido, se realizó un trabajo en el IEE, analizando la paridad de red de GDR solar FV en San Juan, desde perspectiva de usuarios residenciales, sin y con esquemas de incentivos

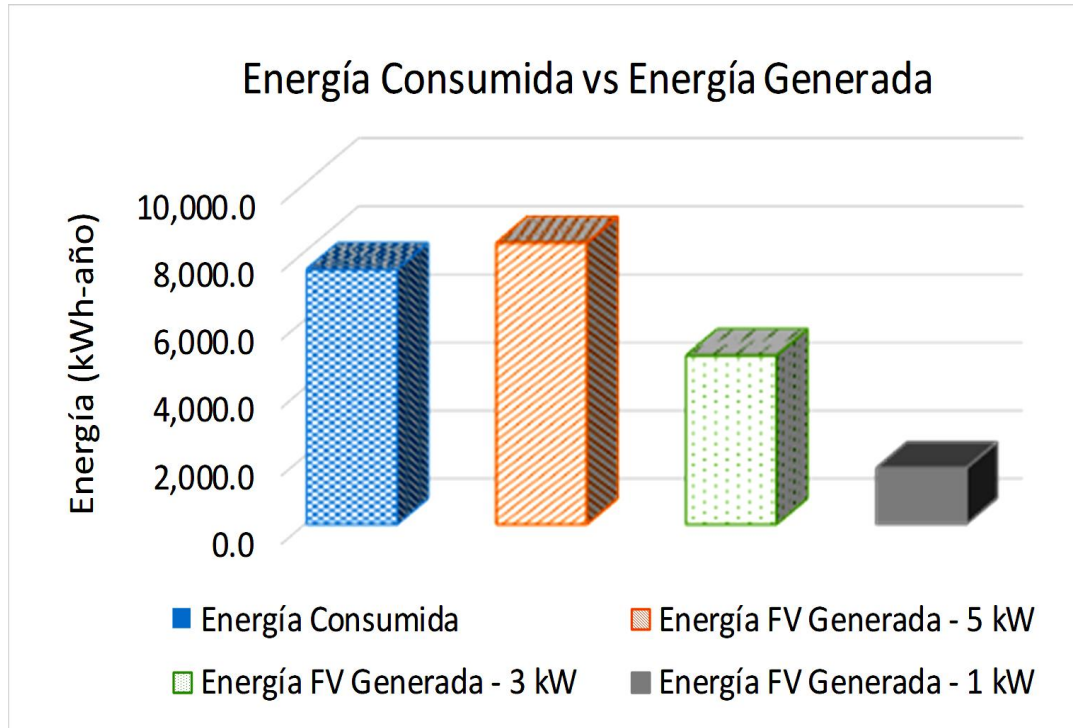


Caso de Estudio: San Juan

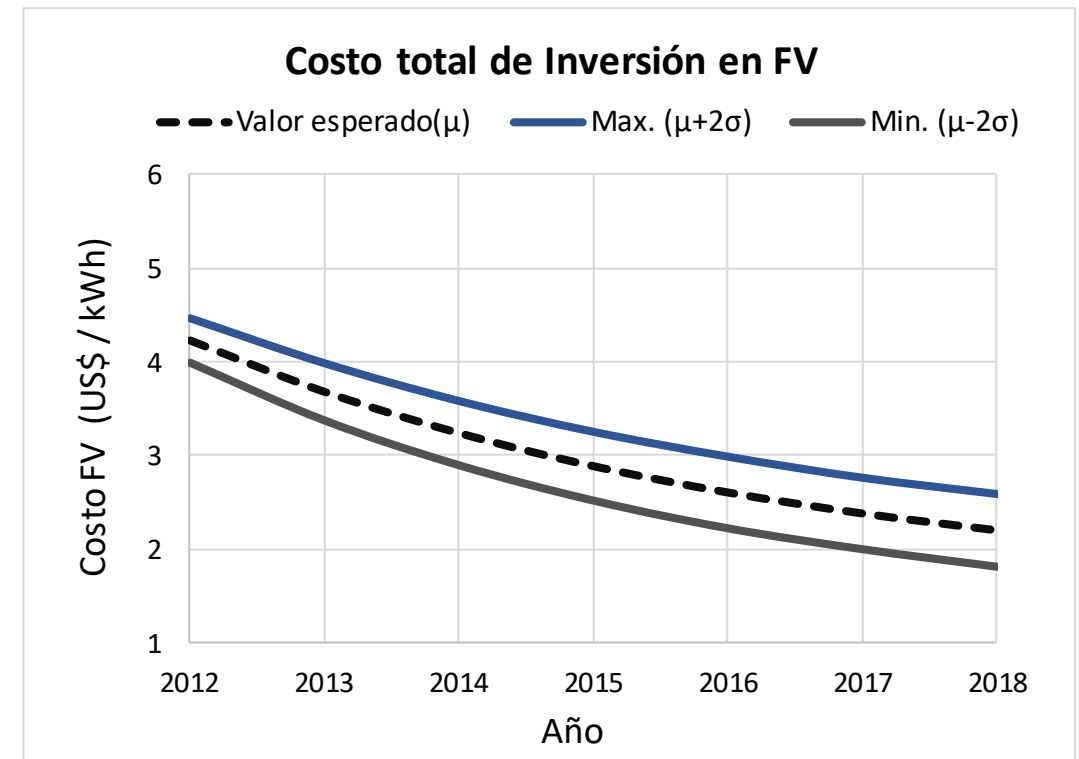
- Caso de estudio en San Juan para un usuario residencial típico, con un *consumo mensual medio de 624 kWh*, analizando que instala en su hogar un sistema solar FV
- Se analizan **tres casos de GDR-FV: 1 kW, 3 kW y 5 kW**; en base a la información disponible de varios sistemas FV residenciales reales instalados en la provincia
- *La energía eléctrica generada por los sistemas FV para cada una de las potencias fue estimada mediante un modelo estocástico que tiene en cuenta la incertidumbre del recurso solar*



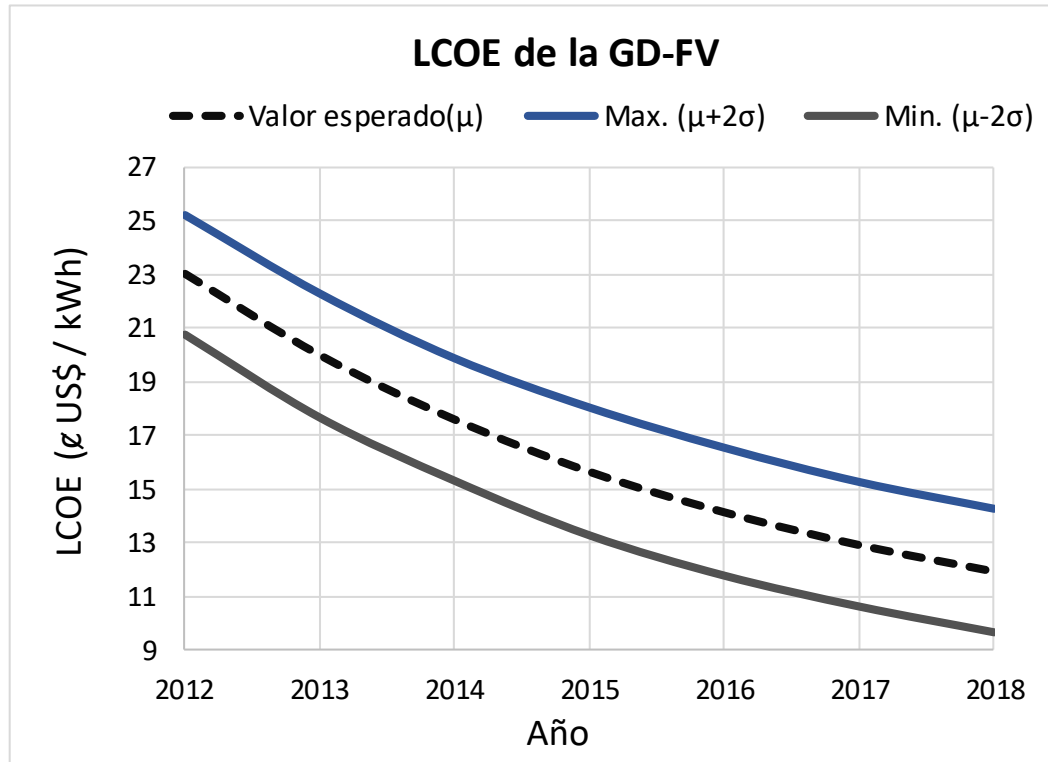
Caso de Estudio: San Juan



Octubre-2018 en Argentina, el valor medio del costo total de inversión en un sistema FV de pequeña escala ronda los **2,2 USD/W** (en un rango entre 1,8 y 2,6 USD/W)



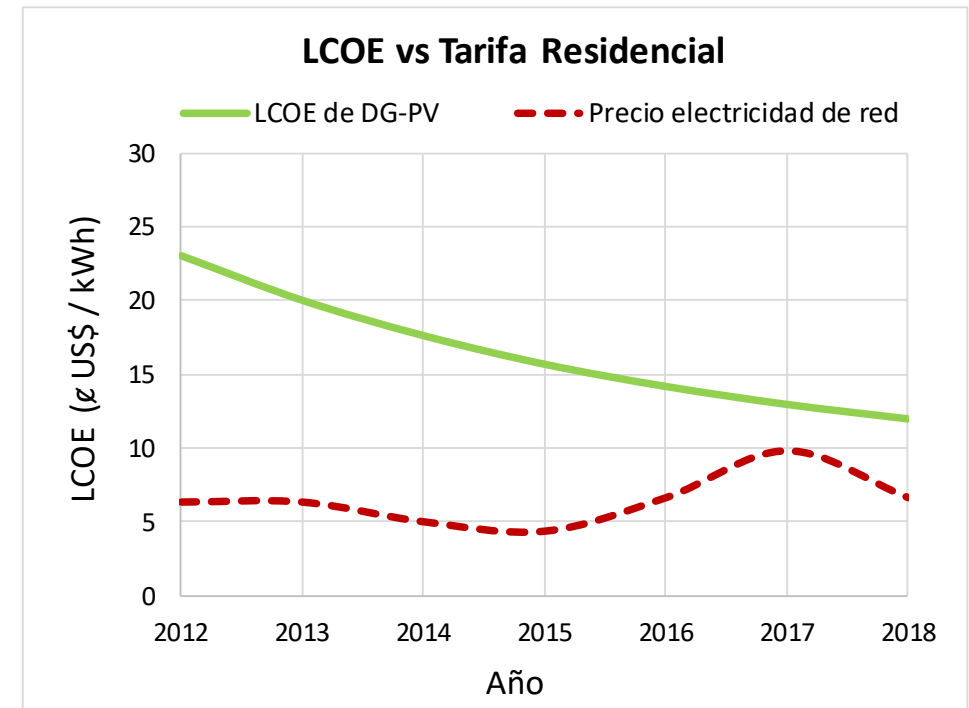
Caso de Estudio: San Juan...



Tarifa residencial T1-R3, precio electricidad de la red c/impuestos ronda **6,6 ¢ USD/kWh** (aprox. 55% del LCOE de GDR-FV)

Octubre-2018, valor medio de **12 ¢ USD/kWh** del costo de generación solar FV, con *costo máximo* **14,2 ¢ USD/kWh** y *mínimo* **9,7 ¢ USD/kWh**

La tasa de interés o descuento en Dólares para calcular el LCOE entre 4% y 8%, valor medio 6%



Análisis considerando Mecanismos de Incentivos...

Mecanismo NBi (USD-año)

	Pago de Consumo Energía sin FV	Pago de Consumo Energía con FV	Costo total generación solar FV	Costo total suministro eléctrico	Diferencial respecto sin GD-FV
5 kW	498,7	294,9	624,6	919,4	84%
3 kW	498,7	312,8	345,6	658,5	32%
1 kW	498,7	399,0	97,9	496,9	0%

Nota: costo total generación FV considera el costo de producción al LCOE y energía media anual generada, descontando ingresos por venta de energía al MEM y ahorros de compra a distribuidora en esquema nacional de NBi

Mecanismo NBi (USD-año) considerando paridad de red

Nota: para alcanzar la paridad de red a corto plazo se debería instrumentar algún mecanismo de promoción como ser una línea de préstamos blandos y/o un subsidio sobre la inversión

	5 kW		3 kW		1 kW	
Tasa de Descuento	2%	6%	2%	6%	2%	6%
Subsidio a la Inversión	26%	43%	3%	27%	0%	0%

Conclusiones

- ✓ El funcionamiento de los sistemas FV instalados interactuando con los consumos de los usuarios y la conexión con la red eléctrica es satisfactorio, intercambiando energía con la red sin introducir perturbaciones al usuario ni a la red.
- ✓ Los índices de comportamiento son muy buenos, con excelentes rendimientos de los sist. FV en relación a otras partes del mundo.
- ✓ Las experiencias obtenidas permiten recolectar información a fin de elaborar recomendaciones de mantenimiento, dimensionamiento del sistema, normativas técnicas de conexión, etc.
- ✓ Se considera muy positiva esta experiencia para sentar bases para elaborar normativas técnicas y definir políticas tarifarias adecuadas que permitan la difusión de sistemas de generación distribuida.
- ✓ Acorde resultados obtenidos en este estudio se determinó que en San Juan al año 2018 aún no se ha alcanzado la paridad de red de la generación solar FV a nivel residencial.
- ✓ Se estima que se pueda alcanzar en un futuro cercano con algún mecanismo de incentivo para la inversión en GDR-FV, o bien si los costos de inversión continúan disminuyendo.
- ✓ Con NBI se obtiene un ahorro extra en el pago de impuestos, al disminuir el consumo de energía de la red (es decir, al autoconsumir la generación GDR-FV).

$$LCOE = \frac{C_{inv} - B_0 + \sum_{t=1}^N \frac{AC_t - B_t}{(1+r)^t} - \frac{R_N}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^N \frac{E_t}{(1+r)^t}} + AC_{O\&M}$$

- $LCOE$: costo nivelado de energía (USD/kWh)
- C_{inv} : costo total de inversión del generador solar FV, incluidos impuestos y tarifas de conexión (USD)
- AC_t : costos fijos anuales, como ser impuestos, tarifas de inspección, costos fijos de operación y mantenimiento, entre otros (USD)
- B_0 : beneficio económico inicial, si lo hubiere (USD)
- B_t : beneficio o incentivo económico en el año t (USD)
- R_N : valor residual en el enésimo año (USD), generalmente igual a cero si N es la vida útil del generador
- E_t : energía eléctrica producida en el año t (kWh)
- $AC_{O\&M}$: costos anuales variables de operación y mantenimiento, típicamente igual a cero para generador fotovoltaico (USD/kWh)
- r : tasa de interés (o tasa de descuento)
- t : año de operación bajo análisis
- N : período de análisis, usualmente igual al tiempo de vida del generador FV

E.g. considerando una tasa interés del 2% y un subsidio del 26% de la inversión en GDR-FV se alcanzaría la paridad de red, s/este estudio

	Pago de Consumo Energía sin FV	Pago de Consumo Energía con FV	Costo total generación solar FV	Costo total suministro eléctrico	Diferencial respecto sin GD-FV
5 kW	498,7	294,9	185,7	480,5	-4%
3 kW	498,7	321,8	82,3	395,1	-21%
1 kW	498,7	399,0	10,1	409,1	-18%