

## **POSIBLE APOORTE DE LA GENERACIÓN FOTOVOLTAICA AL PROBLEMA ENERGÉTICO EN COMUNIDADES AISADAS DE LA PATAGONIA CASO DE ESTUDIO: COMUNA DE TELSEN - CHUBUT**

**A. Kräutner, E. M. Godfrin, J.C. Durán**

Departamento Energía Solar, Centro Atómico Constituyentes, CNEA  
(B1650) San Martín, Provincia de Buenos Aires - Argentina  
+54 11 67727132 [duan@tandar.cnea.gov.ar](mailto:duan@tandar.cnea.gov.ar)

*Recibido 18/08/18, aceptado 27/09/18*

**RESUMEN:** La meseta central patagónica presenta numerosas poblaciones dispersas alejadas de las líneas eléctricas del sistema interconectado nacional y cuyo suministro eléctrico proviene de generadores diésel. Este trabajo muestra el potencial de la generación fotovoltaica para paliar el problema energético de dichas comunidades. A tal fin, se estimó la producción anual de una planta fotovoltaica de 100 kW en Telsen (Chubut), obteniéndose que la misma generaría aproximadamente el 5 % del consumo anual. La evaluación económico-financiera muestra que el período de retorno de la inversión resulta inferior a 5 años. Se concluye entonces que la introducción de la generación fotovoltaica en la matriz energética de las comunas aisladas contribuiría a aumentar la resiliencia del sistema eléctrico ante la escasez de combustible y a bajar los costos de generación. Ello permite afirmar que un proyecto como el propuesto es replicable en otras comunas de la Patagonia con importantes beneficios sociales y económicos.

**Palabras clave:** energía solar fotovoltaica, generación distribuida, sistemas híbridos, microrredes.

### **INTRODUCCIÓN**

En la meseta patagónica la energía solar fotovoltaica (FV) ha sido sistemáticamente relegada por la energía eólica sin considerar sus beneficios en términos de previsibilidad (Forbes et al., 2016) y la existencia en la región de recursos solares apropiados, comparables a los existentes en diferentes regiones de la Argentina ubicadas en la zona central o incluso en la zona norte del país.

La meseta central patagónica, contenida principalmente en las provincias de Chubut y Río Negro, presenta numerosas poblaciones dispersas, de entre 100 y 2000 habitantes, en condiciones de aislamiento respecto de las líneas eléctricas de media o alta tensión y carentes de rutas de acceso asfaltadas. En épocas invernales y estivales es común escuchar en “El Mensajero Rural”, programa radial chubutense, sobre el desabastecimiento del combustible necesario para el funcionamiento de los generadores que alimentan dichas poblaciones. La Figura 1 muestra el Sistema de Información Geográfica (SIG, 2018), donde se observa la existencia de amplias zonas de la provincia del Chubut alejadas de los puntos de generación y de las líneas de media y alta tensión.

Las usinas eléctricas de la provincia son operadas en su mayoría por cooperativas eléctricas. De las 31 cooperativas que nuclea la Federación de Cooperativas Eléctricas del Chubut, unas 18 corresponden a poblaciones aisladas, en las cuales habita aproximadamente el 2,6 % de la población de la provincia, sin considerar las numerosas aldeas escolares que disponen de grupos electrógenos cuyo funcionamiento se restringe a determinadas franjas horarias. Según datos aportados por la Dirección General de Servicios Públicos, las 18 usinas consideradas consumieron en el año 2017 un total de 10,6 millones de litros de diésel para generar unos 27.000 MWh de energía eléctrica. Considerando el precio del diésel en surtidor en Comodoro Rivadavia o Plaza Huinca más el transporte, resulta un costo de la energía eléctrica superior a 350 USD/MWh, valor muy por encima del costo medio de generación de la matriz eléctrica argentina, cercano a 70 USD/MWh (CAMESA, 2018).

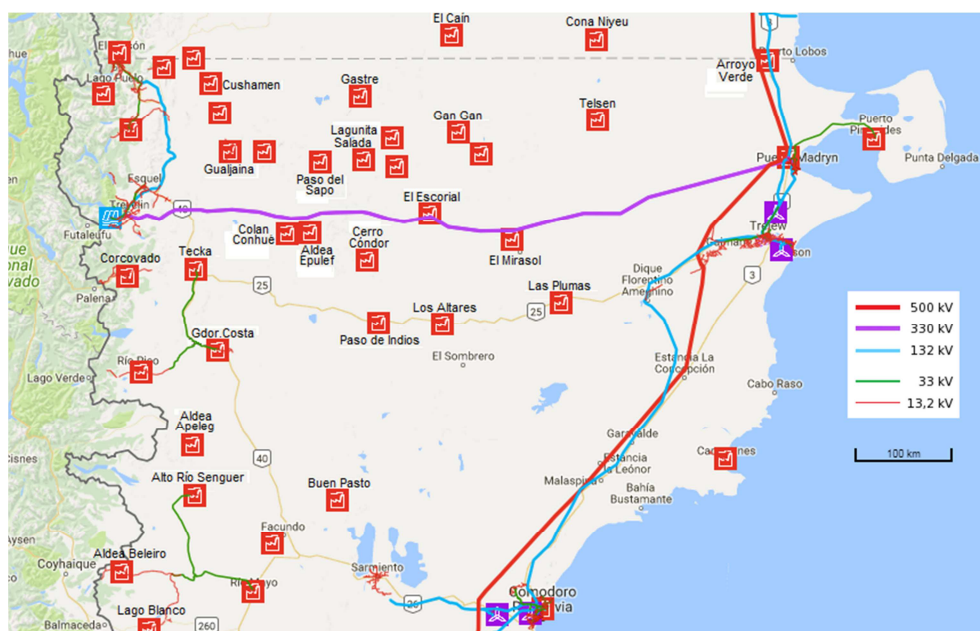


Figura 1: Puntos de generación y líneas de media y alta tensión en Chubut (SIG, 2018).

La Tabla 1 indica, para cada una de las 18 localidades, el Departamento al que pertenecen, la categoría de la localidad y la población. Por su parte, la Tabla 2 muestra la potencia de los generadores instalados, el consumo del año 2017 y el aprovechamiento de los generadores<sup>1</sup>.

Localidad	Departamento	Categoría	Población <sup>2</sup>		
			1991	2001	2010
Arroyo Verde	Biedma	Aldea	s/d	41	59
Cushmanen	Cushmanen	Comuna rural	405	580	740
Gualjaina	Cushmanen	Municipio	572	648	1183
Camarones	Florentino Ameghino	Municipio	828	1079	1296
Corcovado	Futaleufú	Municipio	1281	1644	1820
Gastre	Gastre	Comuna rural	440	557	602
Lagunita Salada	Gastre	Comuna rural	99	141	129
Aldea Epulef	Languiño	Comuna rural	153	150	247
Colan Conhué	Languiño	Comuna rural	224	212	262
Paso del Sapo	Languiño	Comuna rural	326	384	472
Las Plumas	Mártires	Comuna rural	343	605	480
Paso de Indios	Paso de Indios	Municipio	872	1087	1264
Los Altares	Paso de Indios	Comuna rural	107	123	230
Aldea Apeleg	Río Senguer	Comuna rural	95	119	126
Facundo	Río Senguer	Comuna rural	155	151	185
Buen Pasto	Sarmiento	Comuna rural	97	151	105
Gan Gan	Telsen	Comuna rural	480	587	661
Telsen	Telsen	Comuna rural	421	486	544

Tabla 1: Población de las localidades aisladas en la provincia del Chubut que cuentan con Cooperativas Eléctricas asistidas por la Dirección General de Servicios Públicos.

<sup>1</sup> Cociente entre la energía anual efectivamente generada y la máxima factible de generarse mediante uso continuo de los generadores (potencia instalada × 8760 horas/año).

<sup>2</sup> Según Censos Nacionales.

Otro aspecto a tener en cuenta al momento de analizar la problemática energética de las localidades aisladas es el alto costo del tendido de líneas de alta tensión (LAT). Según estimaciones de Transpa S.A. y de la Federación de Cooperativas del Chubut, una línea de 132 kV con una única terna tiene en la zona un costo aproximado de 150.000 USD/km, al cual debe sumarse el costo de la estación transformadora (ET) que ronda los 7 millones de dólares. En general, las localidades aisladas se encuentran alejadas de las LAT, como por ejemplo en el caso de Camarones que dista 80 km de una LAT de 132 kV sobre la Ruta Nacional 3.

Teniendo en cuenta:

- (a) que las comunas aisladas dependen exclusivamente de la disponibilidad de diésel para cubrir sus requerimientos de energía eléctrica,
- (b) las dificultades para abastecer de combustible a estas comunas en algunas épocas del año,
- (c) el elevado impacto ambiental del quemado de diésel,

resulta importante evaluar la posibilidad de diversificar las fuentes de energía, pasando de un sistema exclusivamente basado en el quemado de diésel a un sistema híbrido que aproveche dos recursos abundantes en la provincia: la energía eólica y la energía solar. Por el relativamente gran tamaño de estas comunidades aisladas, las mismas no son alcanzadas actualmente por el programa PERMER (PERMER, 2018).

Localidad	Generadores		Demanda 2017		Aprovechamiento de la $P_{instalada}$
	Cantidad	$P_{instalada}$ (kW)	$P_{max}$ (kW)	E (MWh)	
<b>Arroyo Verde</b>	2	62	28	110	20,3 %
<b>Cushamen</b>	3	840	320	1127	15,3 %
<b>Gualjaina</b>	3	1630	490	1912	13,4 %
<b>Camarones</b>	2	1500	600	2958	22,5 %
<b>Corcovado</b>	2	1768	720	3872	25,0 %
<b>Gastre</b>	2	950	480	1829	22,0 %
<b>Lagunita Salada</b>	2	500	157	722	16,5 %
<b>Aldea Epulef</b>	2	240	140	284	13,5 %
<b>Colan Conhué</b>	2	340	100	629	21,1 %
<b>Paso del Sapo</b>	2	1020	287	1.199	13,4 %
<b>Las Plumas</b>	3	1270	312	776	7,0 %
<b>Paso de Indios</b>	2	2200	694	4119	21,4 %
<b>Los Altares</b>	2	270	160	905	38,3 %
<b>Aldea Apeleg</b>	2	220	180	270	14,0 %
<b>Facundo</b>	3	380	100	419	12,6 %
<b>Buen Pasto</b>	3	300	70	299	11,4 %
<b>Gan Gan</b>	2	1040	414	2346	25,7 %
<b>Telsen</b>	2	1400	360	3171	25,8 %

*Tabla 2: Cantidad de generadores, potencia instalada, demanda de potencia y energía en 2017, y aprovechamiento de la potencia instalada, en las localidades aisladas de la provincia del Chubut.*

Si bien es sabido que los vientos patagónicos son de los mejores de mundo, posibilitando factores de capacidad que han superado ampliamente el 40 %, la energía solar no deja de ser atractiva en esta zona por ser más predecible que la energía eólica (Forbes y Zampelli, 2016) y por presentar valores de irradiación solar comparables o incluso mayores a los de otras regiones del país ubicadas más al norte. A título informativo, la Tabla 3 muestra la irradiación solar global anual sobre plano inclinado óptimo para diversas localidades de las provincias de Chubut, Buenos Aires, Córdoba, Formosa y La Rioja (Righini y Grossi Gallegos, 2011).

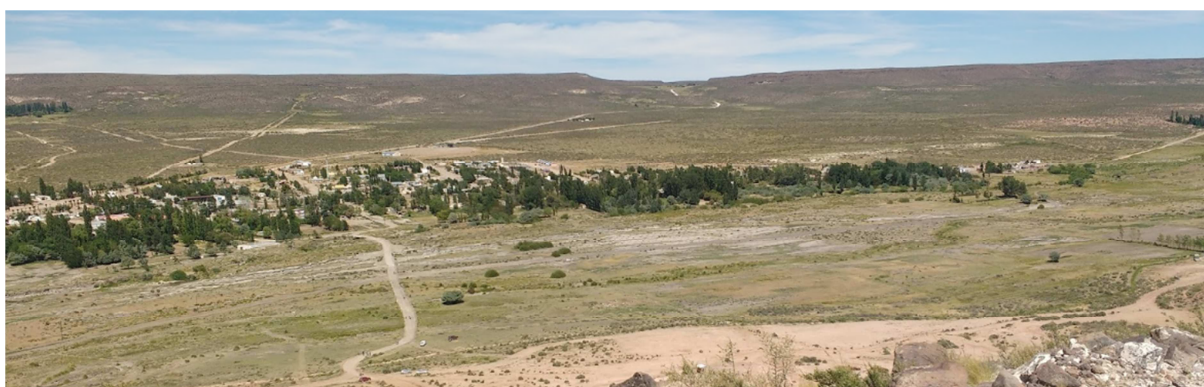
Asimismo, cabe mencionar que las menores temperaturas medias y los mayores vientos de la Patagonia son factores que contribuyen a aumentar la eficiencia de los sistemas de generación de electricidad a partir de la conversión fotovoltaica de la energía solar.

Provincia	Localidad	Energía Anual (MWh/m <sup>2</sup> )	Ángulo Óptimo (°)
Chubut	Trelew	1,77	35,06
Chubut	Camarones	1,59	34,73
Chubut	Comodoro Rivadavia	1,67	37,33
Córdoba	Córdoba	1,76	26,67
Córdoba	Río Cuarto	1,81	27,65
Córdoba	Marcos Juárez	1,75	26,06
Buenos Aires	San Miguel	1,68	26,98
Buenos Aires	Balcarce	1,69	29,28
La Rioja	La Rioja	1,67	26,24
Formosa	Formosa	1,79	21,13

*Tabla 3: Irradiación solar global anual sobre plano inclinado óptimo en diversas localidades del país (Righini y Grossi Gallegos, 2011).*

### COMUNA RURAL DE TELSEN

En el presente trabajo se aborda la problemática de energía eléctrica de Telsen, comuna rural de aproximadamente 750 habitantes, cabecera del departamento homónimo. Está ubicada sobre la Ruta Provincial 4 a la vera del Río Telsen, a 165 km del pavimento más próximo (Ruta Nacional 3), a 179 km de Puerto Madryn, a 185 km de Trelew (por Ruta Provincial 8) y a 205 km de Rawson, capital provincial. Sus coordenadas geográficas son 42,44°S (latitud) y 66,95°O (longitud), y su altura es de 358 msnm. El Río Telsen tiene una longitud de 125 km y una cuenca de 3500 km<sup>2</sup>. La Figura 2 muestra una imagen de la comuna de Telsen.



*Figura 2: Imagen pública de la comuna rural de Telsen.*

La zona tiene un microclima benigno, con manantiales de agua y vegetación diferenciada que le dan características de oasis. Telsen cuenta con los siguientes servicios e infraestructura:

- Agua potable: proviene de un manantial próximo al pueblo.
- Electricidad: una usina termoeléctrica (dos generadores trifásicos con motores Volvo) administrada por una Cooperativa Eléctrica que abastece a la red domiciliaria y de alumbrado público. La LAT con ET más cercana se encuentra a 165 km, sobre RN3, mientras que la LAT Futaleufú-Madryn, sin ET, se halla a 80 km.

- No hay red de gas natural, el gasoducto pasa a 140 km. Se utilizan garrafas. Acceder a información respecto a las necesidades energéticas en estos parajes es complejo debido a la falta de registros electrónicos. Afortunadamente, la Dirección General de Servicios Públicos exige a las cooperativas eléctricas completar en forma manuscrita el “Parte Diario de Explotación”, planillas en las cuales se refleja cada hora la potencia demandada (carga puntual) y diariamente el conteo acumulado de energía activa y reactiva y el consumo de combustible y aceite. La usina eléctrica de Telsen cuenta con dos motores Volvo TWD1643 acoplados a sendos generadores trifásicos de 700 kVA en 380-400V (ver Figura 3).



Figura 3: Usina eléctrica de Telsen, gentileza de la Sra. Mariela Curaqueo.

Para una primera estimación del potencial de la energía solar en estas latitudes se evaluó técnica y económicamente una planta solar fotovoltaica de 100 kW. En las siguientes secciones se muestran los resultados obtenidos.

#### RECURSO SOLAR Y DATOS METEOROLÓGICOS

En la Tabla 4 se presentan los valores medios mensuales de temperatura, provistos por el Servicio Meteorológico Nacional para la localidad de Paso de Indios, y de la radiación solar global sobre plano horizontal (kWh/m<sup>2</sup>/día) obtenidos a partir de:

- GERSOLAR (Grossi Gallegos y Righini, 2007), Irradiación Solar Global de Paso de Indios, Chubut;
- NASA (NASA, 2008), "Global Horizontal Irradiance, NASA Surface meteorology and Solar Energy (SSE)"; Release 6.0 Data Set (Jan 2008), 22-year Monthly & Annual Average (July 1983 - June 2005),
- METEONORM (METEONORM, 2012), “Global Meteorological Database”, V7.1. (2012), <http://meteonorm.com/>.

Mes	GERSOLAR	NASA	METEONORM	Temperatura (°C)
Enero	7,4	7,4	6,0	19,1
Febrero	6,3	6,3	5,9	18,3
Marzo	4,6	4,7	4,3	15,1
Abril	3	3,2	3,1	11,0
Mayo	1,7	2,0	1,7	7,2
Junio	1,3	1,5	1,4	4,3
Julio	1,6	1,7	1,5	3,4
Agosto	2,6	2,6	2,5	5,4
Septiembre	3,9	3,9	3,7	8,3
Octubre	5,5	5,3	4,7	11,3
Noviembre	6,6	6,8	5,8	15,2
Diciembre	7,4	7,4	6,4	17,7
<b>Anual</b>	<b>4,3</b>	<b>4,4</b>	<b>3,9</b>	<b>11,4</b>

Tabla 4: Valores medios mensuales de irradiación solar global sobre plano horizontal (en kWh/m<sup>2</sup>/día) y de temperatura ambiente.

Las simulaciones del funcionamiento de los diferentes sistemas fotovoltaicos propuestos, presentadas en la siguiente sección, se realizaron utilizando valores medios mensuales de irradiación solar global correspondientes a la localidad de Paso de Indios extraídos de GERSOLAR. Se ha preferido utilizar estos valores debido a que están basados en mediciones terrestres mientras que los de NASA y METEONORM están modelados utilizando datos satelitales.

### **SIMULACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA DE 100 kW EN TELSEN**

Se utilizó el código de cálculo PVSyst V6.6.7 (PVSyst, 2017) para simular el funcionamiento de una planta FV con la siguiente configuración.

- **Generador FV**
  - Módulos FV de Si policristalino Modelo CS3U 325P, Fabricante Canadian Solar Inc., con 72 celdas solares en serie y una potencia nominal de  $325 W_p^3$
  - 18 módulos en serie en cada cadena y 18 cadenas en paralelo (total 324 módulos FV)
  - Potencia global nominal del generador  $105,3 kW_p$
  - Características de funcionamiento del generador ( $50^\circ C$ ):  $V_{pmp} = 610 V$   $I_{pmp} = 156 A$ , donde  $V_{pmp}$  e  $I_{pmp}$  son la tensión y corriente en el punto de máxima potencia respectivamente
- **Inversor FV**
  - Modelo TRIO-TM-50\_0-TL-OUTD-400, Fabricante ABB
  - Tensión de funcionamiento 300-950 V
  - Potencia nominal de  $50 kW_{ac}$  y 3 seguidores del punto de máxima potencia cada uno
  - 2 inversores con una potencia total  $100 kW_{ac}$

Se consideraron 3 alternativas para la inclinación de los módulos FV con respecto a la horizontal:

- a) inclinación óptima ( $35^\circ$ ), que maximiza la generación anual;
- b) inclinación para priorizar el invierno ( $60^\circ$ );
- c) inclinación con ajuste estacional ( $24^\circ$ , octubre a marzo) y ( $60^\circ$ , abril a septiembre).

Se analizaron las alternativas b) y c) que maximizan la generación en la época invernal, época en que se incrementan las dificultades para el transporte de combustible hasta la comuna.

En la Tabla 5 se resumen los resultados obtenidos.

Inclinación ( $^\circ$ )	Producción Específica Anual ( $kWh/kW_p/año$ )	Energía Producida ( $MWh/año$ )
35	1621	171
60	1532	161
24 y 60	1682	177

*Tabla 5: Producción anual estimada de la planta FV de  $105,3 kW_p$  para los 3 casos estudiados.*

A partir del consumo de la comuna de Telsen en el año 2017 (ver Tabla 2), se concluye que una planta FV de 100 kW aportaría anualmente alrededor del 5 % del consumo anual, reduciendo en la misma proporción el quemado de combustible. Utilizando los mismos componentes (módulos FV e inversores) que los considerados en este trabajo, se puede incrementar la potencia de la

<sup>3</sup> Watt pico ( $W_p$ ): potencia de un módulo FV (o una celda solar o un sistema completo) medida en condiciones estándar de operación (AM1.5,  $1 kW/m^2$ ,  $25^\circ C$ ).

planta en bloques de 50 kW. Sin embargo, se debe tener en cuenta que cuando la generación de la planta exceda el consumo de la comuna, el excedente de energía se perdería. En consecuencia, para poder aumentar significativamente la potencia solar instalada sería necesario agregar a la red eléctrica de Telsen un sistema de acumulación, como por ejemplo con baterías de Li-ion, que permita gestionar la inyección de energía eléctrica de origen solar a la red.

### COMBUSTIBLE Y EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Según datos facilitados por la Dirección General de Servicios Públicos, el rendimiento aproximado de la usina es de 0,324 m<sup>3</sup>/MWh. Considerando el valor de emisiones equivalentes para el gasoil de 3,11 t<sub>eq</sub>CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> especificado por la Secretaría de Energía en el Cálculo del Factor de Emisión de CO<sub>2</sub> de la Red Argentina de Energía Eléctrica 2015 (Secretaría de Energía, 2015), resulta un ahorro aproximado de 1 t<sub>eq</sub>CO<sub>2</sub>/MWh.

Teniendo en cuenta que la producción de energía eléctrica de la planta fotovoltaica propuesta sería de alrededor de 170 MWh/año, anualmente se ahorrarían 55.000 litros de combustible diésel y se reducirían las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalentes en aproximadamente 170 toneladas (t<sub>eq</sub>CO<sub>2</sub>).

### ANÁLISIS ECONÓMICO-FINANCIERO

Se realizó una evaluación económico-financiera preliminar del proyecto a fin de estimar el Período de Recuperación de la Inversión (PRI), parámetro que probablemente resulte de interés para los organismos gubernamentales que administran los fondos nacionales y/o provinciales con los que se cubren los costos de operación y mantenimiento de los generadores instalados en las comunas aisladas. A nivel informativo, se determina también la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN), parámetros de mayor interés en el sector privado. Por simplicidad, no se han considerado otros factores tales como amortizaciones, impuestos, aranceles, exenciones, apalancamientos.

La evaluación económico-financiera se realizó a precios constantes, en dólares estadounidenses (USD), con los parámetros que se enumeran a continuación.

- Ingreso = ahorro del costo actual de la energía = 350 USD/MWh (incluyendo sólo el costo del combustible).
- Potencia pico de la planta FV = 105,3 kW<sub>p</sub>.
- Producción anual de energía a comienzo de vida:
  - a) 171 MWh
  - b) 161 MWh
  - c) 177 MWh
- Degradación anual de los módulos FV = 0,8 %/año, lineal.
- Costo de instalación de la planta “llave en mano” = 2000 USD/ kW<sub>p</sub> + IVA (REDAR, 2018).
- Costo de operación y mantenimiento marginal despreciable (se lo considera incluido en costo de mantenimiento de los generadores diésel actuales).
- Vida útil de la planta = 25 años.
- Tasa de descuento = 5 % en USD (Wasilevsky, 2017).

La Tabla 6 muestra los resultados obtenidos.

Inclinación (°)	PRI (años)	TIR (%)	VAN (× 1000 USD)
35	4,6	24,8	579
60	4,9	22,8	533
24 y 60	4,4	25,2	610

Tabla 6: Valores de PRI, TIR y VAN obtenidos para las 3 inclinaciones propuestas.

## CONCLUSIONES

A fin de evaluar el posible aporte de la generación fotovoltaica al problema energético en comunidades aisladas de la Patagonia, se consideró el caso de la comuna de Telsen en la provincia del Chubut. En particular, se analizó el funcionamiento de una planta fotovoltaica de 100 kW de potencia nominal en corriente alterna. Las simulaciones realizadas muestran que esta planta generaría aproximadamente 170 MWh/año, con una producción específica anual superior a 1600 kWh/kW<sub>p</sub>, valor comparable al que se obtiene en plantas fotovoltaicas en otras regiones ubicadas en la zona central del país o incluso en el norte. Dicho aporte representa alrededor del 5 % del consumo anual de Telsen. Considerando que el costo actual de la energía eléctrica generada mediante generadores diésel es de aproximadamente 350 USD/MWh (excluyendo el costo de operación y mantenimiento de los generadores) y un costo de instalación de la planta FV “llave en mano” de 2000 USD/kW<sub>p</sub> + IVA (21 %), la evaluación económico-financiera del proyecto muestra un período de retorno de la inversión inferior a 5 años y una tasa interna de retorno superior a 20 %.

Se concluye entonces que la introducción de la energía solar FV en la matriz energética de las comunas aisladas de la provincia del Chubut contribuiría a aumentar la resiliencia del sistema eléctrico ante la escasez de combustible y a bajar los costos de generación, teniendo a su vez un período de retorno de la inversión corto comparado con la vida útil del sistema FV. Ello permite afirmar que un proyecto como el propuesto es replicable en otras comunas de la Patagonia con importantes beneficios sociales y económicos.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración de Jorge Feller y Eduardo Seba de la Dirección General de Servicios Públicos de la Provincia del Chubut, y de Juan Muriete y Mariela Curaqueo de la Cooperativa Eléctrica Telsen. Asimismo, agradecen la colaboración de la Subgerencia Regional Patagonia de la CNEA.

## REFERENCIAS

- CAMMESA (2018). Programación Estacional Provisoria, Noviembre 2018 – Abril 2019. <http://portalweb.cammesa.com/MEMNet1/Pages/Informes%20por%20Categor%C3%ADa%20Publico/Programaci%C3%B3n/estacional.aspx>, visitado el 04/10/2018.
- Forbes K. y Zampelli E. (2016). The Accuracy of Wind and Solar Energy Forecasts and the Prospects for Improvement. Mannheim Energy Conference, Mannheim, Alemania. <https://www.researchgate.net/publication/303692879>.
- Grossi Gallegos H. y Righini R. (2007). Valores medios de radiación solar utilizados para la elaboración del Atlas de Energía Solar de la Rep. Argentina, 1ra Edición, ISBN: 978-987-9285-36-7, SECyT. [http://www.gersol.unlu.edu.ar/Atlas\\_Solar/valores-medios.html](http://www.gersol.unlu.edu.ar/Atlas_Solar/valores-medios.html).
- METEONORM (2012). “Global Meteorological Database”, V7.1., <http://meteonorm.com/>.
- NASA, 2008. "Global Horizontal Irradiance, NASA Surface meteorology and Solar Energy (SSE)", Release 6.0 Data Set (Jan 2008), 22-year Monthly & Annual Average (July 1983 - June 2005).
- PERMER, 2018. Proyecto de Energías Renovables en Mercados Rurales. <https://permer.minem.gob.ar/>.
- PVSyst (2017). PVSyst Photovoltaic Software, V6.52, <http://www.pvsyst.com/en/>.
- REDAR (2018). Presupuesto preliminar provisto por la empresa RED AR (<http://www.redar.com.ar/>), octubre 2018.
- Righini R. y Grossi Gallegos H. (2011). Actas del Cuarto Congreso Nacional – Tercer Congreso Iberoamericano Hidrógeno y Fuentes Sustentables de Energía – HYFUSEN 2011, 11-161.
- Secretaría de Energía (2015). Cálculo del Factor de Emisión de CO<sub>2</sub> de la Red Argentina de Energía Eléctrica. <https://www.minem.gob.ar/www/830/25597/calculo-del-factor-de-emision-de-co2-de-la-red-argentina-de-energia-electrica> consultado el 04/10/2018.



SIG (2018). Sistema de Información Geográfica de la Secretaría (ex-Ministerio) de Energía.

<http://sig.se.gob.ar>.

Wasilevsky I. (2017). Evaluación de proyectos – Análisis económico y financiero, Fondos de Innovación Tecnológica Sectoriales (FITS), Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

**ABSTRACT:** The Patagonian central plateau presents several dispersed populations far from the electrical lines of the national interconnected system and whose electrical supply comes from diesel generators. This work shows the potential of photovoltaic generation to mitigate the energy problem of these communities. To this end, the annual production of a 100 kW photovoltaic plant in Telsen (Chubut) was estimated, obtaining that it would generate approximately 5 % of the annual consumption. The economic-financial evaluation shows that the payback period is less than 5 years. It is concluded that the introduction of photovoltaic generation in the energy matrix of the isolated communes would contribute to increase the resilience of the electrical system in case of fuel shortages and to reduce generation costs. This allows to claim that a project like the one proposed is replicable in other Patagonian communities with important social and economic benefits.

**Keywords:** photovoltaic solar energy, distributed generation, hybrid systems