

Encuentro Latinoamericano de Uso Racional y Eficiente de la Energía – ELUREE 2013
Buenos Aires, Argentina – 25, 26 y 27 de Septiembre de 2013

PROYECTO IRESUD: "INTERCONEXIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS A LA RED ELÉCTRICA EN AMBIENTES URBANOS"

R. Eyras¹, J.C. Durán^{1,2}

¹ Escuela de Ciencia y Tecnología – Universidad Nacional de San Martín
 Campus Miguelete – 25 de Mayo y Francia – B1650KNA San Martín – Provincia de Buenos Aires – Argentina
² Departamento Energía Solar – Gerencia Investigación y Aplicaciones – CAC – CNEA
 Av. General Paz 1499 – B1650KNA San Martín – Provincia de Buenos Aires – Argentina
 Tel. 011-67727132, e-mail: ramon.eyras@hotmail.es , duran@tandar.cnea.gov.ar

RESUMEN: Se presenta el estado de avance del proyecto "Interconexión de Sistemas Fotovoltaicos a la Red Eléctrica en Ambientes Urbanos", parcialmente financiado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva a través del Fondo de Innovación Tecnológica Sectorial (FITS) Energía Solar (FITS Energía N° 0008/2010). Para su ejecución, se conformó el Convenio Asociativo Público-Privado IRESUD conformado por dos organismos públicos, la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM), y 5 empresas privadas. El proyecto tiene por objeto introducir en el país tecnologías asociadas con la interconexión a la red eléctrica, en áreas urbanas, de sistemas solares fotovoltaicos (FV) distribuidos. En el presente trabajo, se describen los avances realizados en los diferentes aspectos del proyecto, presentando además las principales barreras encontradas para alcanzar plenamente los objetivos propuestos.

Palabras clave: sistemas fotovoltaicos, interconexión a red, ambiente urbano, marco regulatorio.

INTRODUCCIÓN

La Figura 1 muestra la contribución de las diferentes fuentes de energía a la matriz eléctrica de la República Argentina entre los años 1992 y 2011. Se observa claramente la fuerte dependencia con la generación térmica basada en combustibles fósiles, cuya contribución relativa se ha incrementado considerablemente desde el año 2003. Por el contrario, la contribución de las energías renovables ha sido insignificante. Resulta, en consecuencia, imprescindible promover la diversificación de la matriz energética, en particular mediante la introducción gradual de las fuentes renovables de energía.

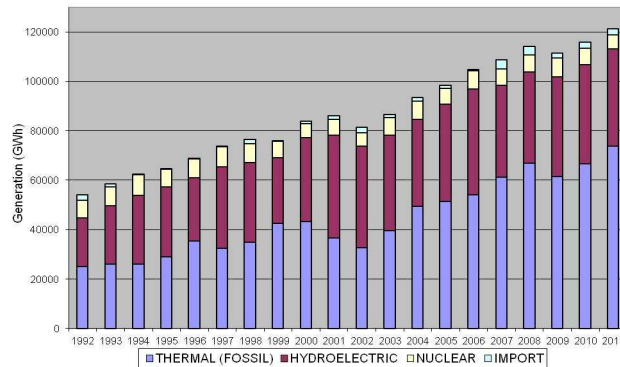


Figura 1: Generación eléctrica desde 1992 hasta 2011 (Informe Anual Mercado Eléctrico Mayorista, CAMMESA 2011).

Hasta el año 2009, la capacidad fotovoltaica (FV) instalada en la Argentina estaba mayormente ubicada en áreas rurales dispersas y alejadas de las redes eléctricas de distribución. A partir del año 2010 y como consecuencia de una serie de políticas nacionales (Ley 26.190, Programa GENREN, Resolución de Secretaría de Energía N° 108/11) y provinciales (en especial de la provincia de San Juan) de promoción que favorecieron fundamentalmente la instalación de centrales de potencia basadas en fuentes renovables, la capacidad fotovoltaica instalada en la Argentina ha crecido sustancialmente. El primer hito en esta dirección fue la puesta en operación de la planta FV de 1,2 MW en la localidad de Ullúm, provincia de San Juan, en el año 2010. En abril de 2012, la empresa constructora de centrales fotovoltaicas 360 Energy inauguró la primera planta solar de 5 MW en Cañada Honda, San Juan, y un año después entró en operación otra planta de 2 MW en un predio contiguo. Este parque solar se construyó en el marco de un acuerdo de compra de energía del programa GENREN y tiene una capacidad final prevista de 20 MW.

Por el contrario, no existen en el país regulaciones técnicas ni políticas de promoción que permitan e impulsen la instalación de sistemas fotovoltaicos distribuidos conectados a las redes de baja tensión. El proyecto "Interconexión de Sistemas

Fotovoltaicos a la Red Eléctrica en Ambientes Urbanos", pretende paliar este déficit a través de la realización de acciones que contribuyan al desarrollo e instalación en la Argentina de estos sistemas.

A fines de 2011, en el marco de la convocatoria FITS ENERGIA 2010 (Fondos Argentinos Sectoriales, FONARSEC) del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, se conformó un Convenio Público-Privado – IRESUD (Interconexión a Red de Energía Solar Urbana Distribuida) – entre la CNEA, la UNSAM y 5 empresas privadas: Aldar S.A., Edenor S.A., Eurotec S.R.L., Qmax S.R.L. y Tyco Argentina, para la ejecución del proyecto mencionado en el párrafo precedente. Su principal objetivo es introducir en el país tecnologías asociadas con la interconexión a la red eléctrica de sistemas FV distribuidos, contemplando para ello cuestiones técnicas, económicas y regulatorias. A tal fin, se propuso, entre otras actividades, impulsar el establecimiento de instrumentos de promoción, y diseñar, instalar y operar sistemas FV en viviendas y edificios públicos y privados, conectados a la red eléctrica de baja tensión.

ASPECTOS INSTITUCIONALES

La principal herramienta que se planteó utilizar en el proyecto para difundir la tecnología fue realizar instalaciones piloto, con el máximo grado de visibilidad, en diferentes organismos e instituciones públicas.

Se adoptaron dos estrategias:

- a) involucrar a otras universidades para la formación de profesionales y técnicos en el tema, aprovechando asimismo las capacidades existentes en distintos grupos de investigación para la adquisición y evaluación de datos, que permitan obtener lecciones de los sistemas instalados;
- b) interactuar con distintos organismos oficiales del sector (Entes Reguladores, Secretarías de Energía y otros) y empresas distribuidoras, a fin de recabar opiniones y obtener apoyo para desarrollar las reglamentaciones técnicas, administrativas y financieras necesarias para el desarrollo del mercado de generación distribuida en el país.

En la Tabla 1 se enumeran los sistemas piloto instalados o a instalar en los organismos de ciencia y técnica (CNEA, Universidades, Institutos), indicándose en cada caso la potencia del sistema FV, la potencia del inversor y el grado de avance de la instalación. Por su parte, en la Tabla 2 se presentan los sistemas piloto instalados o programados en organismos públicos del sector y en entidades privadas. La Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Corrientes, coordina la instalación de los sistemas piloto en las Universidades del Norte Argentino (Universidades Nacionales de Catamarca, Misiones, Santiago del Estero, Tucumán y Nordeste-Resistencia) y en las Secretarías de Energía de las provincias de Corrientes y Entre Ríos.

Organismo	Ubicación	Potencia FV (kW _p)	Potencia Inversor/es (kW)	Estado
Centro Atómico Constituyentes, CNEA	Buenos Aires	5,0	4,6	Instalada
Centro Atómico Constituyentes, CNEA	Buenos Aires	4,8	5,0	En construcción
Universidad Nacional de Catamarca	Catamarca	2,9	2,8	En construcción
Universidad Nacional de La Plata	Buenos Aires	16,9	16,6	En construcción
Universidad Nacional de Luján	Buenos Aires	2,9	2,8	Definiendo lugar
Universidad Nacional de Mar del Plata	Buenos Aires	5,7	4,5	En construcción
Universidad Nacional de Misiones	Misiones	2,9	2,8	Definiendo lugar
Universidad Nacional de Neuquén	Neuquén	2,9	2,8	Pendiente de firma *
Universidad Nacional de San Martín	Buenos Aires	5,0	4,6	Definiendo lugar
Universidad Nacional de Santiago del Estero	Santiago del Estero	4,8	4,6	En construcción
Universidad Nacional de Tucumán	Tucumán	2,9	2,8	En construcción
Universidad Nacional del Nordeste	Chaco	2,9	2,8	En construcción
Universidad Nacional del Nordeste	Corrientes	6,7	6,1	Definiendo lugar
UTN Regional Buenos Aires	Buenos Aires	2,9	2,8	Pendiente de firma *
UTN Regional Mendoza	Mendoza	2,9	2,8	Definiendo lugar
UTN Regional San Francisco	Córdoba	2,9	2,8	Pendiente de firma *
Instituto de Física Rosario, CONICET	Santa Fe	1,7	1,5	Pendiente de firma *

* La firma del Acuerdo correspondiente se encuentra en trámite.

Tabla 1: Sistemas piloto en organismos de ciencia y técnica.

Organismo	Ubicación	Potencia FV (kW _p)	Potencia Inversor/es (kW)	Estado
Secretaría de Energía de la Nación	Buenos Aires	1,7	1,5	Pendiente de firma *
Ente Nacional Regulador de la Electricidad	Buenos Aires	4,8	4,6	Pendiente de firma *
Secretaría de Energía de Corrientes	Corrientes	2,9	2,8	Definiendo lugar
Secretaría de Energía de Entre Ríos	Entre Ríos	2,9	2,8	En construcción
Secretaría de Energía de Santa Fe	Granadero Baigorria	2,9	2,8	En construcción
Secretaría de Energía de Santa Fe	Rosario	2,9	2,8	En construcción
Edenor – Sede San Isidro	Buenos Aires	2,9	2,8	Definiendo lugar
Coop. Luz y Fuerza, Rojas	Buenos Aires	2,9	2,8	En construcción
Observatorio de Buenos Aires (AAAA [†])	Buenos Aires	1,9	1,5	Instalada

Tabla 2: Instalaciones piloto en organismos públicos y entidades privadas.

ASPECTOS REGULATORIOS Y DE PROMOCIÓN

Con el fin de desarrollar una reglamentación que regule la conexión a la red de baja tensión de sistemas fotovoltaicos para generación distribuida, la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA) creó, en el año 2011, un grupo de trabajo denominado GT-10H. Este grupo está conformado por representantes de diversos organismos públicos y empresas privadas (entre ellas, las compañías distribuidoras EDENOR y EDESUR) y cuenta con una activa participación de miembros de IRESUD.

Tomando como base la norma IEC 60364-7-712 "Solar photovoltaic (PV) power supply systems", de la Comisión Electrotécnica Internacional, se trabajó en la redacción de la reglamentación AEA 90364 ("Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles) - Parte 7 ("Reglas Particulares para las Instalaciones en Lugares y Locales Especiales") - Sección 712: "Sistemas de Suministro de energía mediante paneles solares fotovoltaicos". Los puntos clave de esta reglamentación radican en los sistemas de protección, seccionamiento, aislación y puesta a tierra requeridos, tanto del lado de corriente continua de la instalación como del de corriente alterna. Se espera emitir la versión final de dicha reglamentación antes de fin del corriente año.

Por su parte, el desarrollo de herramientas de promoción (tarifa diferencial de la energía eléctrica generada con sistemas FV, subsidios, exenciones impositivas, etc.) son temas claramente más complejos y requieren la participación de diferentes actores tales como el Congreso de la Nación y la Secretaría de Energía. IRESUD ha participado activamente en diversas reuniones con legisladores o asesores, y con autoridades de la SE y del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, en las cuales se han analizado diferentes alternativas para la promoción de la generación FV distribuida. Se continúa trabajando en el tema.

ASPECTOS TÉCNICOS

Las instalaciones piloto que se proponen tienen potencias del lado de corriente alterna de 1,5, 2,8 y 4,6 kW, que corresponden a las potencias de los inversores adquiridos con fondos del subsidio. Las instalaciones más grandes utilizan combinaciones de estos inversores. A modo de ejemplo, se presenta en la Figura 2 el esquema unifilar de un sistema de 4,6 kW.

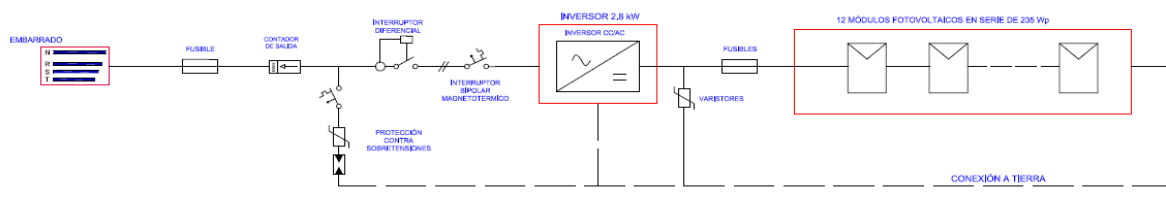


Figura 2: Esquema unifilar de una instalación de 4,6 kW.

* La firma del Acuerdo correspondiente se encuentra en trámite.

† Asociación Argentina Amigos de la Astronomía.

La integración arquitectónica de los sistemas en los edificios, siempre que sea posible, es uno de los puntos de gran interés con el objetivo de conseguir el mayor impacto estético que ayude a la difusión de la tecnología. Como ejemplo de ello presentamos a continuación algunos proyectos desarrollados.

Sistema FV en el Centro Atómico Constituyentes - CNEA

Se ha diseñado e instalado una pérgola de aproximadamente 5 kW_p (ver Figuras 3 y 4), en el tercer piso del Edificio TANDAR del Centro Atómico Constituyentes. Este sistema está compuesto por 23 paneles solares de silicio policristalino y Tedlar transparente, marca Brandoni de 215 W_p cada uno, inclinados 34° con respecto a la horizontal y con orientación 20° al Este del Norte (aproximadamente NNE). El inversor a utilizar será de 4,6 kW, marca AEG modelos Protect PV 4600.

La pérgola el asoleamiento directo del interior durante el periodo estival, disminuyendo la carga térmica del edificio, consiguiendo un beneficio adicional a la producción de electricidad.



Figura 3: Esquema de asoleamiento durante el solsticio de verano al mediodía.

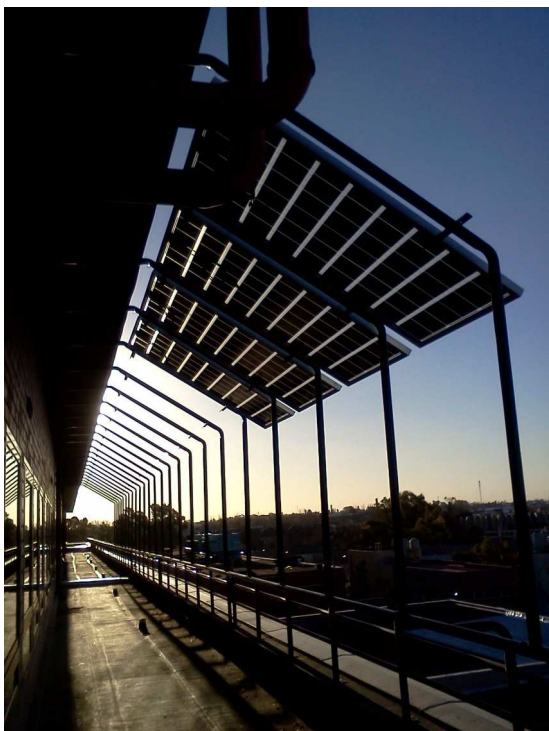


Figura 4: Evolución de la instalación de módulos fotovoltaicos en el edificio TANDAR del Centro Atómico Constituyentes.

Sistema FV en la Facultad de Informática de la UNLP

En la Facultad de Informática de la UNLP se instalará una pérgola en la terraza del edificio (ver Figura 5), que proyectará sombra en verano a un lucernario visible desde las cuatro plantas del edificio, y que permitirá el paso de los rayos solares durante el invierno. La instalación estará compuesta por 72 paneles solares que cubrirán todo el largo de la pérgola. Los paneles solares serán de silicio policristalino y Tedlar transparente, de 235 W_p, totalizando una potencia FV de casi 17 kW_p, conectados a 4 inversores (3 de 4,6 kW y 1 de 2,8 kW), según el esquema unifilar de la Figura 6.



Figura 5: Asoleamiento en el solsticio de verano al mediodía.

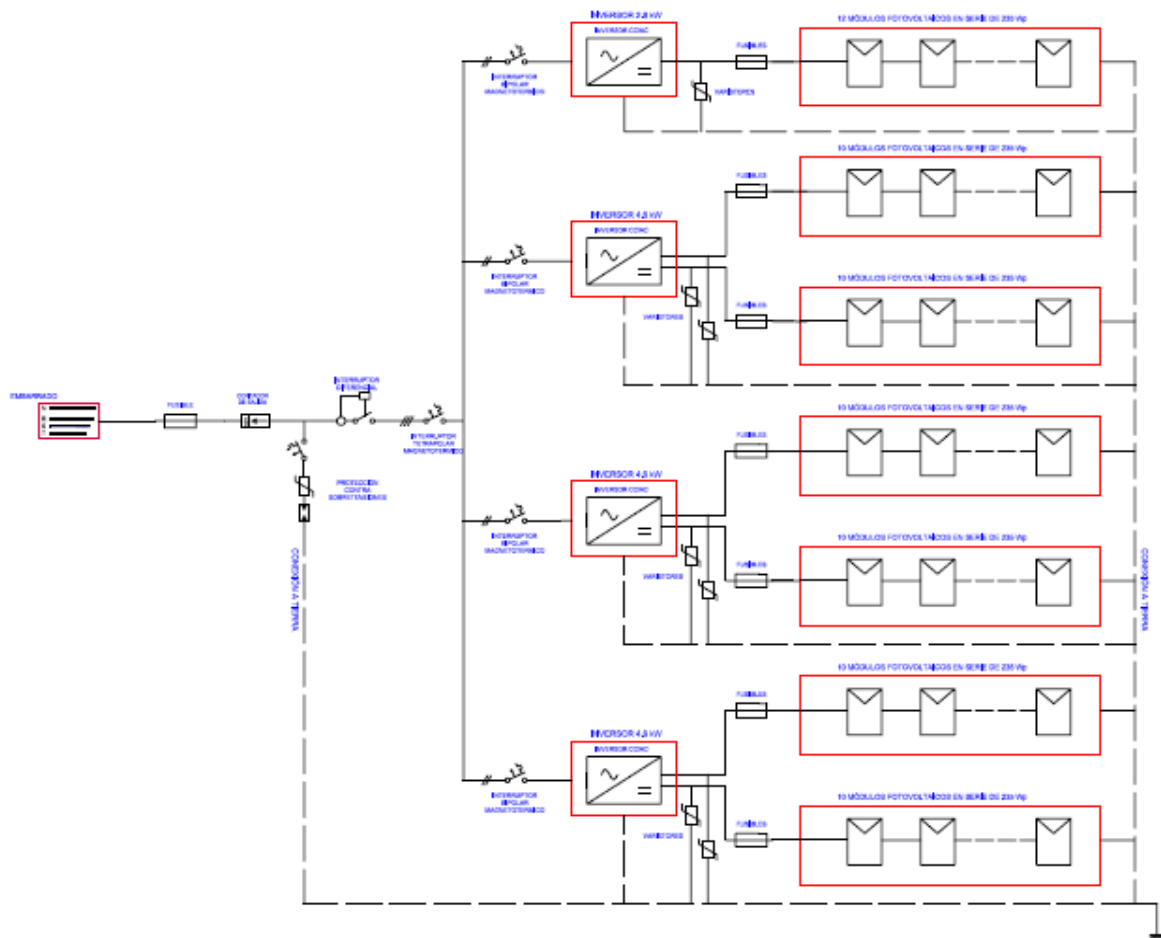


Figura.6: Diagrama unifilar del Sistema FV de la Universidad Nacional de La Plata.

Sistema FV en la Universidad Nacional de Mar del Plata

En la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata se instalará, sobre la fachada principal, un sistema FV de 5,7 kW_p (20 paneles solares de 235 W_p cada uno) en forma de parasol, conectados a 3 inversores de 1,5 kW. La Figura 7 muestra un esquema de la instalación y el asoleamiento durante el solsticio de verano al mediodía solar.

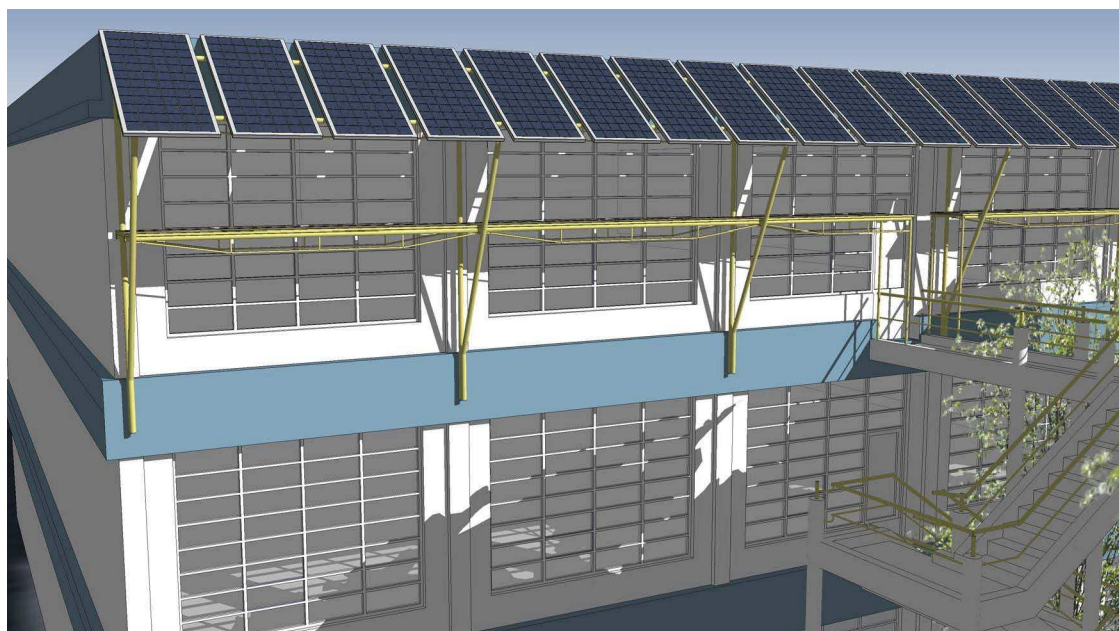


Figura 7: Asoleamiento durante el solsticio de verano al mediodía, para la instalación en la UNMDP.

ASPECTOS FINANCIEROS

Uno de los principales objetivos del proyecto para el desarrollo del mercado de los sistemas de energía solar distribuida, es estudiar y proponer un modelo financiero que resulte atractivo para los potenciales usuarios, estimulándolos a invertir mediante algún esquema que permita una recuperación de la inversión en plazos razonables.

En general, en los países que han sido pioneros en el desarrollo de estos mercados, fundamentalmente Alemania, España e Italia en Europa y Japón, el mecanismo adoptado ha sido el pago de una tarifa diferencial conocido como FIT ("Feed In Tariff"). Se ha empleado bajo distintas modalidades, por ejemplo pagando una tarifa distinta en función del tamaño o tipología de los sistemas, primando en el último caso las instalaciones realizadas en edificios o sobre tejados, o incluso disminuyendo la tarifa en sucesivos años en función de la disminución de costos esperables por el crecimiento y madurez del mercado. Este modelo, largamente utilizado en Europa, ha permitido un crecimiento exponencial del mercado, no exento en muchos casos de problemas derivados de este crecimiento, que aunados a la crisis económica han resultado incluso nocivos para las industrias nacionales. Se puede mencionar a España o Italia como referencia de estos problemas.

El otro modelo utilizado es el del conteo neto (NM, "Net Metering"), consistente en balancear la energía consumida con la energía producida, permitiendo compensar el exceso producido en determinadas horas y circunstancias por el sistema fotovoltaico con el consumo realizado en otros períodos. Este sistema ha comenzado a ser regulado en algunos países de Latinoamérica, como Uruguay, Chile o México, aunque hasta el momento no se observa un desarrollo del mercado de generación distribuida. La Tabla 3 muestra datos de algunos países europeos y otros de la región.

País	Sistema	Fecha	Instalación				Industrial US\$/MWh
			Tipo	Tarifa	Tipo	Tarifa	
Argentina	?	¿1/2014?					39,5
Brasil	NM	17/04/2012	< 100 kW		>0.1 <1MW		143,4
México	NM	jul-07	< 10 KW	Residencial	< 30 kW	Comercial	
Uruguay	NM	28/07/2010	<100 kW	230(I) V	<150 kW	400(III) V	139,5
Chile	NM	20/12/2012	<100 kW				123,3
Ecuador	FIT	14/04/2011	<1MW	410	<50 MW	440	60,8
Panamá	NM	25/03/2009	< 10 kW				
España	FIT	23/11/2012	T<20 kW	29,02	T> 20 kW	20,31	Suelo 13,45
Alemania	FIT	2011	T<30 kW	36,01	T>1000 kW	27,03	Suelo 26,16
Italia	FIT	2009	1-3 kWp	48,02	>20 kWp	39,2	Suelo >20kWp 35,28
	NM:	Net Metering		US\$/MWh			
	FIT:	Feed In Tariff		cEuro/kWh			
					Fuente tarifas: http://www.ceoforum.com.ar		
						05/07/2012	

Tabla 3: Tarifas en países con reglamentación para generación distribuida con sistemas FV.

Como puede observarse, los países de nuestro entorno están optando por el sistema de conteo neto. En el caso de la Argentina, este sistema cuenta con el inconveniente que la tarifa que pagan los consumidores es mucho más baja que la de los países vecinos. Como ejemplo, puede observarse la tarifa industrial que se presenta en la última columna de la tabla 3, que resulta muy significativa a la hora de calcular la amortización de la inversión en función del ahorro de energía que supone el sistema de energía solar en formato "Net Metering".

Por todo ello, una política de tarifa diferencial resultaría mucho más efectiva para el desarrollo del mercado. Si tenemos en cuenta que esta metodología ya se utiliza para las plantas de generación a partir de fuentes renovables que se acogen a la resolución N° 108/2011 de la Secretaría de Energía, este debería ser el camino a transitar para conseguir el objetivo de masificar el uso de los sistemas fotovoltaicos en ambientes urbanos. Una tarifa diferencial que disminuya progresivamente y que esté calculada en base a no distorsionar el mercado ni crear una expansión descontrolada ha demostrado ser muy útil y eficaz. El caso alemán es el paradigma donde reflejarse, teniendo en cuenta las características locales del mercado y del desarrollo tecnológico

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo es financiado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, la Comisión Nacional de Energía Atómica, la Universidad Nacional de San Martín y las 5 empresas integrantes del Convenio Asociativo IRESUD.

Los autores agradecen el apoyo y la colaboración de los socios del Convenio Asociativo IRESUD, de las Universidades y demás organismos asociados, y muy especialmente de Francisco Parisi, Ismael Eyra y Gabriela Durán. Agradecen asimismo a los integrantes del Departamento Energía Solar de la CNEA que participaron en el montaje de las instalaciones en el Centro Atómico Constituyentes y del Observatorio.

REFERENCIAS

CAMMESA (2011), Informe Anual Mercado Eléctrico Mayorista. <http://www.cammesa.com/inicio.nsf/marcomemnet>