

Ciencia e Investigación

Primera revista argentina de información científica / Fundada en enero de 1945



**PRESENTE Y FUTURO DE LAS
ENERGÍAS RENOVABLES NO
CONVENCIONALES**

■ Jaime A. Moragues

**ENERGÍAS RENOVABLES,
BIOCOMBUSTIBLES Y
MICROALGAS MARINAS**

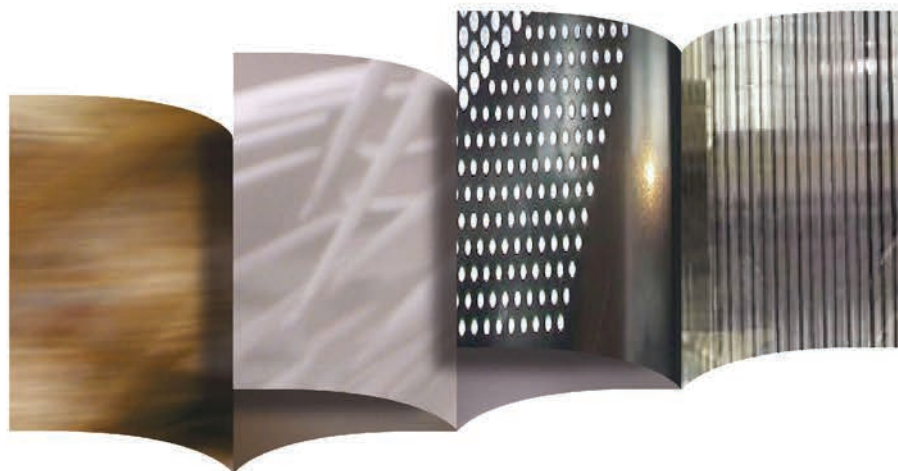
■ Viviana A. Alder

**PANORAMA ACTUAL Y GLOBAL
DE LA ENERGÍA EÓLICA Y SUS
RELACIONES AMBIENTALES Y SOCIALES**

■ Ricardo A. Bastianon

**ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA
GENERACIÓN DISTRIBUIDA CONECTADA A RED**

■ Juan Carlos Plá, Claudio Bolzi, Julio César Durán



Desarrollo y gestión de proyectos científicos y tecnológicos innovadores

FUNINTEC es una organización sin fines de lucro creada por la Universidad de San Martín cuyo objetivo es promover y alentar la investigación, el desarrollo tecnológico y la transferencia de conocimientos a los sectores público y privado, sus empresas y en particular a las PyMES.

Dentro de los alcances previstos por la Ley de Innovación Tecnológica, funciona como vínculo entre el sistema científico tecnológico y el sector productivo.

CONTACTO:
www.funintec.org.ar

Fundación
Innovación
y Tecnología

FUNINTEC

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN



EDITOR RESPONSABLE

Asociación Argentina para el
Progreso de las Ciencias (AAPC)

COMITÉ EDITORIAL

Editora

Dra. Nidia Basso

Editores asociados

Dr. Gerardo Castro

Dra. Lidia Herrera

Dr. Roberto Mercader

Dra. Alicia Sarce

Dr. Juan R. de Xammar Oro

Dr. Norberto Zwirner

CIENCIA E

INVESTIGACIÓN

Primera Revista Argentina
de información científica.

Fundada en Enero de 1945.

Es el órgano oficial de difusión de
La Asociación Argentina para el
Progreso de las Ciencias.

A partir de 2012 se publica en dos
series, Ciencia e Investigación
y Ciencia e Investigación Reseñas.

Av. Alvear 1711, 4° piso,
(C1014AAE) Ciudad Autónoma
de Buenos Aires, Argentina.
Teléfono: (+54) (11) 4811-2998
Registro Nacional de la
Propiedad Intelectual
N° 82.657. ISSN-0009-6733.

Lo expresado por los autores o
anunciantes, en los artículos o
en los avisos publicados es de
exclusiva responsabilidad de los
mismos.



SUMARIO

EDITORIAL

Jornada de puertas abiertas sobre Energías Renovables en
Argentina

Susana Hernández 3

ARTÍCULOS

Presente y futuro de las energías renovables no convencionales

Jaime A. Moragues 5

Energías renovables, biocombustibles y microalgas marinas

Viviana A. Alder 29

Panorama actual y global de la energía eólica y sus relaciones
ambientales y sociales

Ricardo A. Bastianon 43

Energía solar fotovoltaica generación distribuida conectada
a red

Juan Plá, Claudio Bolzi, Julio César Durán 51

INSTRUCCIONES PARA AUTORES 67

*... La revista aspira a ser un vínculo de unión entre
los trabajadores científicos que cultivan disciplinas
diversas y órgano de expresión de todos aquellos que
sientan la inquietud del progreso científico y de su
aplicación para el bien.*

Bernardo A. Houssay

Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias

COLEGIADO DIRECTIVO

Presidente
Dr. Miguel Ángel Blesa*

Vicepresidente
Dra. Susana Hernández

Secretaria
Dra. Alicia Sarce

Tesorero
Dra. Lidia Herrera

Protesorero
Dr. Gerardo Castro

Miembros Titulares
Ing. Juan Carlos Almagro
Dr. Alberto Baldi
Dra Nidia Basso
Dra. María Cristina Cambiaggio
Dr. Eduardo Hernán Charreau
Dra. Alicia Fernández Cirelli
Dr. Alberto Pochettino
Dr. Carlos Alberto Rinaldi
Dr. Marcelo Jorge Vernengo
Dr. Juan Roberto de Xammar Oro

Miembros Institucionales:
Sociedad Argentina de Farmacología Experimental:
Dra. Graciela Noemí Balerio.

Sociedad Argentina de Hipertensión Arterial:
Dra. Ana María Puyó

Sociedad Argentina de Investigaciones Bioquímicas:
Dr. Luis Alberto Quesada Allué

Sociedad Argentina de Microscopía:
Dr. Raúl Antonio Versaci

Unión Matemática Argentina:
Dra. Ursula María Molter

Miembros Fundadores

Dr. Bernardo A. Houssay – Dr. Juan Bacigalupo – Ing. Enrique Butty
Dr. Horacio Damianovich – Dr. Venancio Deulofeu – Dr. Pedro I. Elizalde
Ing. Lorenzo Parodi – Sr. Carlos A. Silva – Dr. Alfredo Sordelli – Dr. Juan C. Vignaux – Dr.
Adolfo T. Williams – Dr. Enrique V. Zappi

AAPC

Avenida Alvear 1711 – 4º Piso
(C1014AAE) Ciudad Autónoma de Buenos Aires – Argentina
www.aargentinapciencias.org

* En uso de licencia

JORNADA DE PUERTAS ABIERTAS SOBRE ENERGÍAS RENOVABLES EN ARGENTINA



Susana Hernández

Presidente AAPC

shernand@df.uba.ar

Durante 2017 el Encuentro Permanente de Asociaciones Científicas (EPAC) que promueve y coordina la Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias (AAPC) tomó a su cargo la organización de una Jornada de Puertas Abiertas destinada a la comunidad científica y al público en general, con el título **Argentina y su gente: energías renovables para y por argentinos**. En esta Jornada se ofrecieron conferencias plenarias a cargo de tres destacados especialistas. Jaime Moragues brindó una introducción a las energías renovables y su desarrollo en Argentina, Carlos Reboratti se refirió a los aspectos sociales del uso de la energía, sus escalas y problemas, y Viviana Alder detalló el Proyecto Pampa Azul que lleva adelante el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, con énfasis en sus implicaciones en el desarrollo de energías renovables. A continuación tuvo lugar un Panel sobre almacenamiento de energía en el cual Ernesto Calvo ilustró en profundidad el presente y futuro de las baterías de Litio, y Juan Carlos Bolcich presentó un detallado panorama sobre los antecedentes y perspectivas en Argentina del uso de hidrógeno y energías renovables. La Jornada finalizó con un Panel sobre desarrollos nacionales en energías renovables, en el cual Ricardo Bastianón ofreció un panorama actual y global de las tecnologías en energía eólica con las relaciones directas y posibles con lo ambiental y social; Julio Durán se refirió a la energía solar fotovoltaica y a su generación distribuida conectada a red en áreas urbanas; Diego Mathier presentó los aportes del módulo de bioenergía del Programa Nacional de Agroindustria y Agregado de Valor (PNAIyAV) de INTA para el agregado de

valor en origen de la biomasa y la bioenergía distribuida, y Selva Pereda describió el diseño de productos destinados a impulsar la producción de biocombustibles.

Debido al extraordinario volumen de las presentaciones y a la calidad de las mismas, hemos decidido publicar los trabajos suministrados por los conferencistas y panelistas en dos volúmenes de Ciencia e Investigación. Lamentamos no contar con la contribución de Carlos Reboratti, de modo que la presente edición consta de cuatro trabajos, y en breve publicaremos los cuatro restantes.

Este número de Ciencia e Investigación abre con la muy completa presentación de Jaime Moragues sobre el presente y futuro de las energías renovables no convencionales en el país y en el mundo, enriquecido por abundantes referencias cuantitativas sobre evolución y costos, así como aspectos legales, sociales y ambientales. Viviana Alder nos conduce por una fascinante recorrida del mundo de los biocombustibles derivados de la biomasa, deteniéndose especialmente en las microalgas marinas como opción de energía renovable en desarrollo. En efecto, el biodiesel derivado de los lípidos contenidos en las microalgas cobra especial interés, según la autora, por tratarse del biocombustible más parecido al petróleo. Ricardo Bastianón nos ofrece un amplio panorama de las energías eólicas, cuyo desarrollo en Argentina comienza en 1980 con el diseño y construcción de la Turbina Eólica Argentina, que comenzó en la Facultad de Ingeniería de la UBA, fue instalada en Vicente López en Octubre de 1983 y es la turbina más grande y de mayor potencia construida en Sudamérica. Diego Mathier nos explica en detalle el desarrollo de la bioenergía en Argentina, en sus Formas: bioetanol, biodiesel y biogas, y nos hace conocer casos relevados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) que ilustran de qué manera los emprendimientos locales que hacen uso de la bioenergía mejoran la calidad de vida de una región y facilitan su desarrollo estratégico, transformando un pasivo ambiental en un activo económico y haciendo posible el agregado de valor a la producción agropecuaria.

Fieles al estilo de Ciencia e Investigación, no dudamos de que el presente volumen acaparará el interés de nuestros lectores, a quienes agradecemos su contribución para la difusión del mismo.

ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA. GENERACIÓN DISTRIBUIDA CONECTADA A RED.

Palabras clave: Energía Solar Fotovoltaica, Generación Distribuida, Modelos Tarifarios, Regulación.
Key words: Photovoltaic Solar Energy, Distributed Generation, Tariff Models, Regulation.

En los últimos años las Energías Renovables (ER) han tenido un progresivo protagonismo en la generación de electricidad en diversas partes del mundo, el cual ha sido motivado esencialmente por la creciente conciencia sobre la irreversibilidad del cambio climático producido por las emisiones de gases de efecto invernadero por la combustión de combustibles fósiles. Entre las tecnologías de generación mediante fuentes renovables, la Energía Solar Fotovoltaica (FV) se destaca a nivel global por su rápido crecimiento, como consecuencia de las políticas de promoción de algunos estados nacionales y su abaratamiento producto de la economía de escala, en un marco de continuo crecimiento tarifario en el sector eléctrico que vuelve aún más competitiva su implementación.

En el presente artículo se pasa revista al estado actual del desarrollo de la energía solar FV en el contexto de las ER, tanto a nivel global como local, se consideran las estrategias de generación centralizada y distribuida y, asimismo, se comentan los proyectos desarrollados por la CNEA para la instalación de sistemas piloto conectados a la red para la generación distribuida. Finalmente, se resumen los distintos modelos tarifarios, así como los aspectos legales y normativos vigentes en el país.

In recent years, Renewable Energies (RE) have had a progressive role in the electricity generation around the world, motivated essentially on an increasing awareness about the irreversibility of climate change produced by greenhouse gas emissions associated with the burning of fossil fuels. Among renewable generation technologies, Photovoltaic Solar Energy (PV) emerges at global level due to its rapid growth, as a consequence of promotion of national policies in several countries as well as the continuous reduction of costs in PV industry due to scale economy, within the framework of increasingly tariffs in the electricity sector that make PV implementation even more competitive.

In this article, the state of the art of PV development in the frame of the RE, at global and local level, is reviewed, strategies of centralized and distributed generation are considered, and also projects developed by CNEA for grid connected pilot systems installation for distributed generation are presented. Finally, the different tariff models are reviewed, as well as the legal and regulation aspects applicable in the country.

■ INTRODUCCIÓN

La energía solar es una fuente de energía abundante, no contaminante y se encuentra disponible, en mayor o menor medida, en cualquier parte del planeta, pudiendo ser colectada y transformada en energía térmica o eléctrica en el lugar de utilización.

La conversión directa de energía solar en electricidad se obtiene mediante la utilización de dispositivos electrónicos, denominados celdas solares o fotovoltaicas (FV). El dispositivo fotovoltaico por excelencia es la celda solar de silicio cristalino (material semiconductor), consistente esencialmente en un diodo que transforma la radiación solar en co-

riente continua.

Las celdas solares se conectan, a su vez, en serie para dar lugar al componente básico de un sistema fotovoltaico, el módulo fotovoltaico o panel solar, con una potencia pico que puede variar entre unos pocos W_p y $350 W_p$ ¹. Los paneles solares de mayor potencia están formados

■ **Juan Plá*, Claudio Bolzi,
Julio César Durán**

Departamento Energía Solar, Gerencia Investigación y Aplicaciones, CAC-CNEA
*CONICET

E-mail: jduran@asades.org.ar

por una cadena de 72 celdas solares de silicio monocristalino conectadas en serie, trabajando a tensiones cercanas a 40 V.

El sistema fotovoltaico se completa con el denominado 'Balance del Sistema' (BOS, por *Balance of System*), que incluye, según la aplicación, algunos de los siguientes componentes: inversores de corriente continua a corriente alterna, acumuladores (baterías), transformadores, cables, equipo de monitoreo y componentes estructurales para la instalación de los módulos. Éstos pueden montarse sobre el piso (caso típico de las centrales de potencia) o en edificios (en terrazas, tejados, fachadas, casos representativos de generación distribuida). Asimismo, las instalaciones pueden ser fijas o contar con un sistema de seguimiento del Sol.

Existen, además, diversas tecnologías fotovoltaicas alternativas con diferente grado de madurez, entre las que cabe mencionar:

- películas delgadas (*Thin Film*, TF), principalmente telururo de cadmio (CdTe), seleniuro de cobre-indio-galio (CIGS) y silicio amorfo (a-Si);
- dispositivos multijuntura basados en semiconductores III-V como el arseniuro de galio (GaAs), de uso habitual en aplicaciones espaciales, pero que han comenzado a utilizarse en los últimos años en usos terrestres en combinación con sistemas ópticos de concentración de la radiación solar (CPV, *Concentrating Photovoltaics*);
- tecnologías emergentes, tales como celdas solares basadas en perovskitas, sensibilizadas por colorante, y de materiales orgánicos.

Desde 1958 y hasta la primera crisis del petróleo en 1973, los sistemas FV tuvieron principalmente aplicación en los campos espacial, de las telecomunicaciones y militar. Las crisis del petróleo durante la década del 70 impulsaron el desarrollo de la tecnología fotovoltaica para usos terrestres. Desde mediados de la década del 90 las actividades en el campo FV recibieron un renovado impulso, esta vez gracias a la creciente presión ecologista de la sociedad y a la implementación de políticas de promoción a nivel estados nacionales. Más recientemente, la fuerte reducción de costos de los paneles solares y de los sistemas fotovoltaicos en su conjunto, ha dado lugar a que en varios países se haya alcanzado un costo de generación con energía solar FV comparable al costo de generación con fuentes convencionales.

Los sistemas fotovoltaicos pueden clasificarse básicamente en dos categorías: (i) sistemas aislados, típicamente ubicados en áreas rurales sin acceso al servicio eléctrico de red, y (ii) sistemas conectados a la red eléctrica. A pesar de que los sistemas aislados son competitivos desde hace años en la mayoría de los casos, su tasa de crecimiento anual durante los últimos tiempos en el mundo ha sido sustancialmente menor que la correspondiente a los sistemas FV conectados a la red. Entre estos últimos, se destacan los sistemas integrados a edificios (*Building-Integrated Photovoltaics*, BIPV), que tienen el atractivo de la posibilidad de disminución de costos mediante el reemplazo de partes funcionales del edificio por módulos FV, minimizando además las pérdidas asociadas a la distribución al acercar la generación al punto de consumo.

■ LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL CONTEXTO DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La demanda global de energía renovable continúa creciendo, habiendo llegado en 2015 a satisfacer el 19,3% del consumo total de energía, correspondiendo 9,1% a la biomasa tradicional, 4,2% a tecnologías modernas para la obtención de calor (biomasa, geotermia, solar térmica), 3,6% a energía hidroeléctrica, 1,6% a energía eléctrica provista por fuentes renovables (eólica, solar fotovoltaica, biomasa y geotermia), y finalmente, 0,8% correspondiente a la utilización de biocombustibles en el transporte [1]. Del restante, 78,4% se satisface mediante combustibles fósiles y 2,3% a través de la generación eléctrica de origen nuclear [1].

Por otra parte, cabe destacar que las emisiones globales de carbono asociadas con el consumo de energía permanecen estables desde 2014 al mismo tiempo que la economía global creció: mientras que las anteriores disminuciones en las emisiones estuvieron relacionadas con la desaceleración económica global, la actual estabilización está asociada al simultáneo aumento de la penetración de las energías renovables, la disminución del uso del carbón, y las mejoras en la eficiencia energética [1].

Respecto a su participación en la matriz eléctrica, a fin de 2016, la potencia eléctrica total de origen renovable instalada en el mundo alcanzó los 2017 GW, un 9% más que en 2015, correspondiendo 1096 GW a la hidroelectricidad, con un crecimiento del 2,3% con respecto a 2015, y 921 GW al resto de las fuentes renovables, con un crecimiento del 17,3% respecto del mismo año. En este marco, la energía eólica y la solar fotovoltaica aportaron el 95% de la nueva capacidad de origen

renovable no hidráulica instalada en 2016. En este contexto, solar FV representó el 47% de la nueva capacidad instalada, mientras que eólica y la hidroeléctrica dieron cuenta de la mayor parte del restante con una contribución del 34% y 15,6% respectivamente. Cabe destacar asimismo que el crecimiento interanual de la potencia instalada de solar FV fue del 32,9%, en tanto que el correspondiente a eólica fue del 12,5%.

En términos generales, las energías renovables aportaron alrededor del 62% de la nueva potencia eléctrica instalada en 2016, entregando un total del 24,5% de la electricidad a nivel global, de los cuales 16,6% corresponde a hidroelectricidad (ver Fig. 1) [1].

Puede verse entonces que, aunque con un aporte todavía pequeño en lo referido a la demanda global de energía, las energías renovables modernas crecen a un ritmo sostenido y se encuentran aún ante un enorme potencial.

En algunos países, la generación por ER alcanzó importantes niveles de penetración. En Latinoamérica, la participación de las ER en la matriz eléctrica superaba largamente el 50% en diversos países ya en el año 2015 [3]: Costa Rica (99%), Uruguay (94,5%), Brasil (73,5%), Guatemala (53,5%), Colombia (67,9%). En 2016, según datos proporcionados por instituciones nacionales oficiales, la generación eólica satisfizo el 37,6% de la demanda eléctrica en Dinamarca, el 27% en Irlanda, el 24% en Portugal, el 19,7% en Chipre y el 10,5 % en Costa Rica, mientras que la generación solar FV dio cuenta del 9,8% de la demanda en Honduras, 7,3% en Italia, 7,2% en Grecia, y 6,4% en Alemania [1].

Una forma alternativa de evaluar la penetración de la generación FV

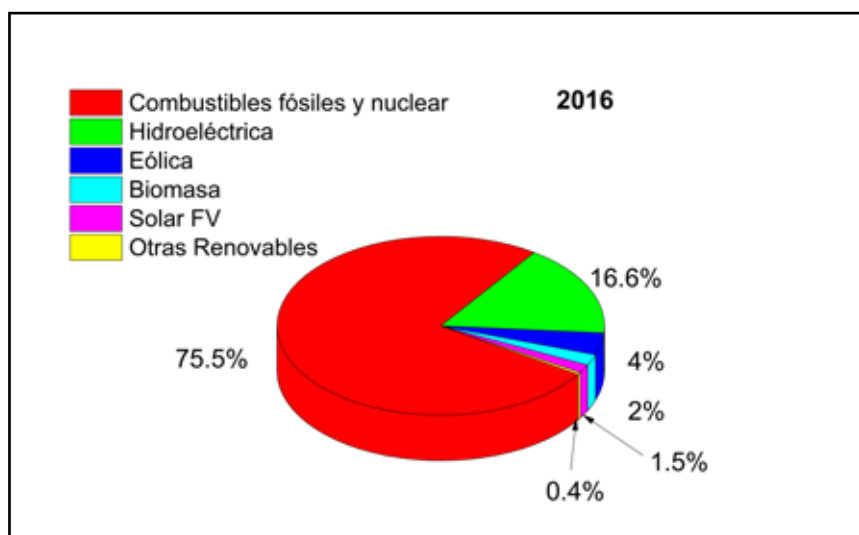


Figura 1: Participación en la matriz de generación eléctrica de las distintas tecnologías en el año 2016. Por Biomasa se entiende la generación a partir de combustibles de ese origen, según la descripción que puede verse en [2].

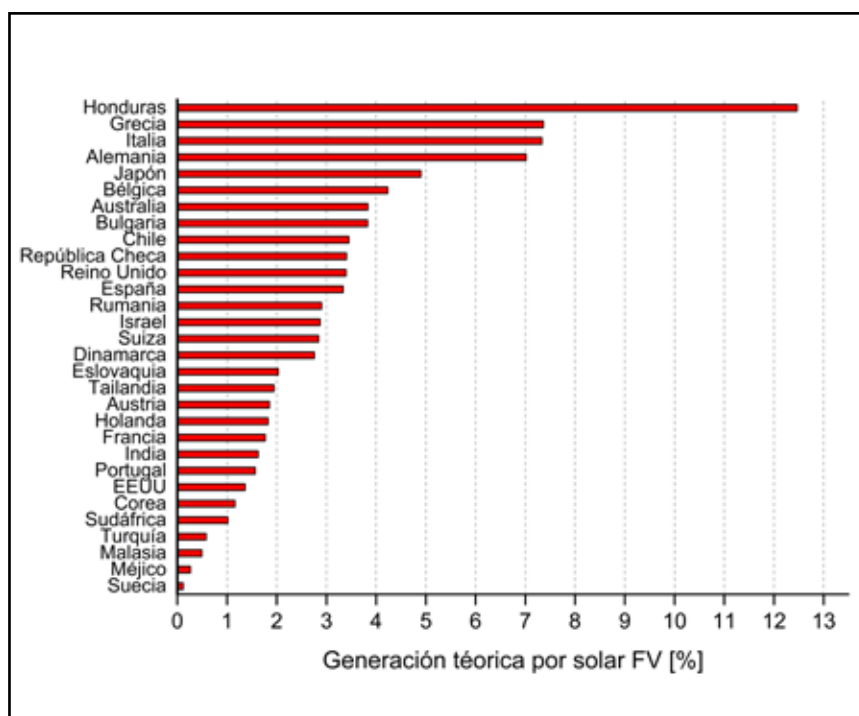


Figura 2: Estimación teórica de la producción eléctrica mediante energía solar FV basada en la capacidad total instalada a fines de 2016. La misma está expresada como porcentaje de la demanda de electricidad a nivel nacional. Fuente: [4].

en el mercado eléctrico en numerosos países es la presentada por la IEA (*International Energy Agency*) en [4], donde se hace una estimación de la generación teórica de acuerdo con la capacidad instalada y valores

medios anuales de la energía solar disponible. Los resultados se muestran en la Figura 2.

Este impulso expansivo del mercado FV se debe a la continua dis-

minución en los precios de los componentes involucrados que llevaron a una creciente competitividad con respecto a otras fuentes de generación, el aumento de la demanda de electricidad, y la potencialidad de solar FV para reducir la emisión de gases de efecto invernadero [1].

■ EL MERCADO FOTOVOLTAICO

A fines de 2016 se registró un total de capacidad instalada de solar FV a nivel global de 303 GW, con un incremento del 48% con respecto a 2015. La evolución de dicha capacidad instalada, desde 1994 hasta 2016, puede verse en la Figura 3.

Por cuarto año consecutivo, el mercado asiático dominó el mercado global, confirmando la tendencia registrada a partir de la aparición de China como el principal mercado FV. Un análisis más detallado de la evolución del mercado según países y regiones en los últimos años puede encontrarse en [5].

La Figura 4 muestra la potencia instalada para los primeros 10 países al año 2016, junto con el detalle de la potencia adicionada durante el último año. De la misma resulta claro el predominio del mercado en países asiáticos, principalmente China, seguida por Japón aunque en declive, mientras los países europeos continúan disminuyendo su participación relativa (con la excepción del Reino Unido), y los mercados emergentes de EEUU e India ratifican su crecimiento.

En los últimos años, Latinoamérica ha incrementado significativamente su participación en el mercado fotovoltaico global [6] a través, esencialmente, de la instalación de centrales de potencia. Los precios de la energía solar FV en la región continúan reduciéndose en forma sostenida, habiendo alcanzado un

valor récord de 29 U\$/MWh en una licitación realizada en Chile durante la segunda mitad de 2016. Chile continúa liderando la región en cuanto a la potencia FV total instalada, habiendo superado los 1800 MW. Por su parte, México ejecuta durante 2017 las primeras etapas de un ambicioso programa cuyo objetivo es instalar un total de 4,2 GW FV durante los próximos años.

La generación distribuida² mediante energía solar fotovoltaica está en alza en algunos mercados tales como México y Brasil, aunque aún su participación en el mercado FV de la región es baja comparada con otros mercados como, por ejemplo, el europeo. Según la Agencia Nacional de Energía Eléctrica (ANEEL), Brasil tiene cerca de 130 MW en sistemas FV distribuidos de baja potencia, en su gran mayoría en instalaciones residenciales, la mayoría de ellas instaladas entre 2016 y 2017. Por su parte, las instalaciones solares de generación distribuida

podrían triplicarse durante 2017 en México, por medio de la instalación de aproximadamente 50.000 sistemas fotovoltaicos en el país, incremento impulsado en gran parte por la nueva regulación.

En lo referido a la distribución del mercado según tecnologías, el mismo es históricamente dominado por el Si cristalino (en sus formas mono y policristalina), habiéndose reforzado en los últimos años la tendencia a utilizar Si policristalino dado su menor costo. A 2016, el Si cristalino da cuenta del 94% del mercado, del cual aproximadamente el 70% corresponde al Si policristalino, mientras que la participación de las distintas tecnologías de película delgada llega al 6%. La evolución de la participación de cada tecnología entre 1980 y 2016 se detalla en la Figura 5.

La tecnología CPV, que utiliza concentración óptica de la radiación solar directa, posee ya produc-

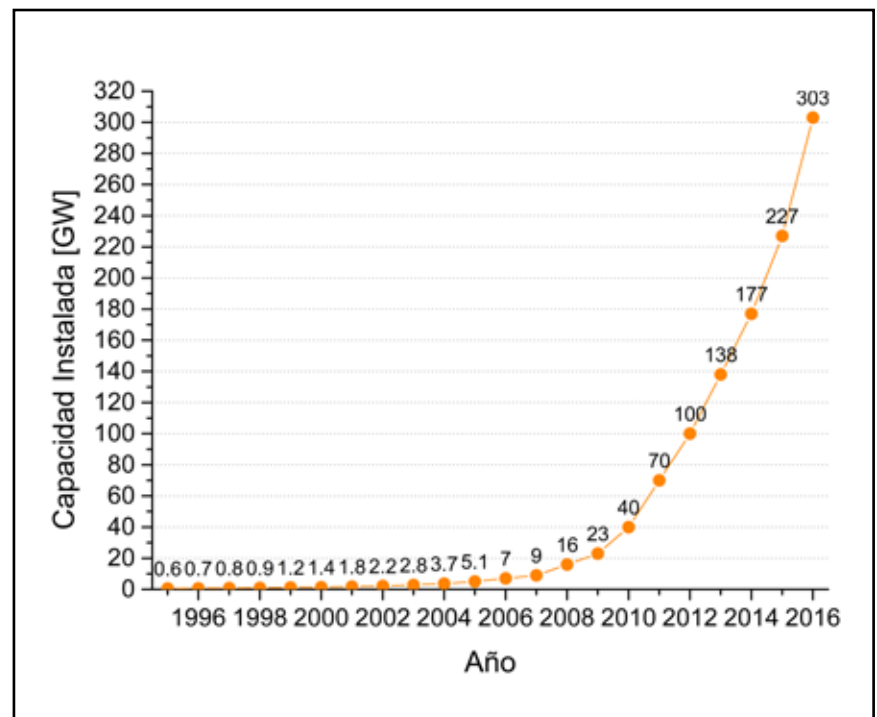


Figura 3: Evolución de la capacidad instalada acumulada de energía solar FV a nivel global (1995-2016). Fuente: Ren21 [1,5].

tos comerciales, pero ha encontrado dificultades para penetrar en el mercado FV. Con 370 MW de capacidad instalada a nivel global [8], resulta aún marginal entre las tecnologías ya establecidas. Entre otras razones, esto se debe a su reciente ingreso al mercado FV (alrededor de 2005), con la consecuente falta de experiencia y datos concretos acerca de confiabilidad de los sistemas, así como al continuo decrecimiento de los precios de la tecnología basada en el Si cristalino. Esto dificulta el cambio de escala y la estandarización de componentes de su industria.

Entre las tecnologías emergentes, las celdas solares basadas en perovskitas resultan de sencilla manufactura y se espera que sean relativamente poco costosas de producir. Asimismo, han experimentado un pronunciado salto en la eficiencia de conversión y avances en su estabilización a nivel laboratorio en años recientes [1]. Estos hechos la hacen una posibilidad atractiva, al punto que ya se ha planteado la apertura de una planta piloto de producción [9].

En lo referido a la distribución según segmento de aplicación, se han verificado cambios en los últimos años relacionados con la evolución del mercado FV y con las políticas nacionales de intervención en el mismo. Desde su inicio como fuente de energía hasta mediados de la década de 1990, solar FV se estableció como alternativa tecnológica confiable y económicamente competitiva en sistemas autónomos para proveer electricidad a sitios alejados de la red eléctrica, básicamente la electrificación de áreas rurales. Luego, al establecerse políticas nacionales activas para la promoción de la generación solar FV, a través

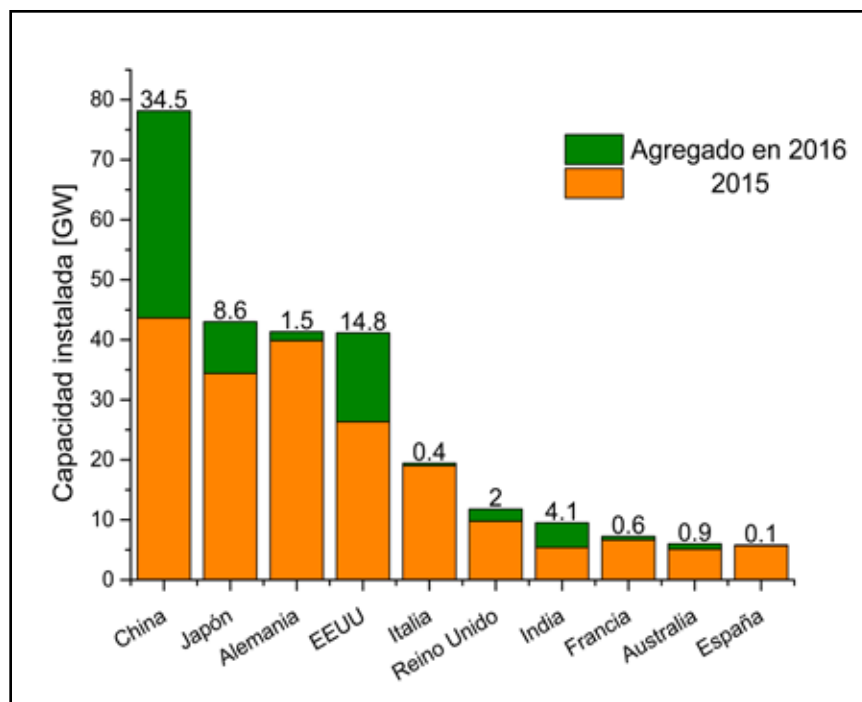


Figura 4: Capacidad total instalada de solar FV en los 10 primeros países al año 2016. Se indica en forma diferenciada la capacidad agregada en el último año. Fuente: [1]

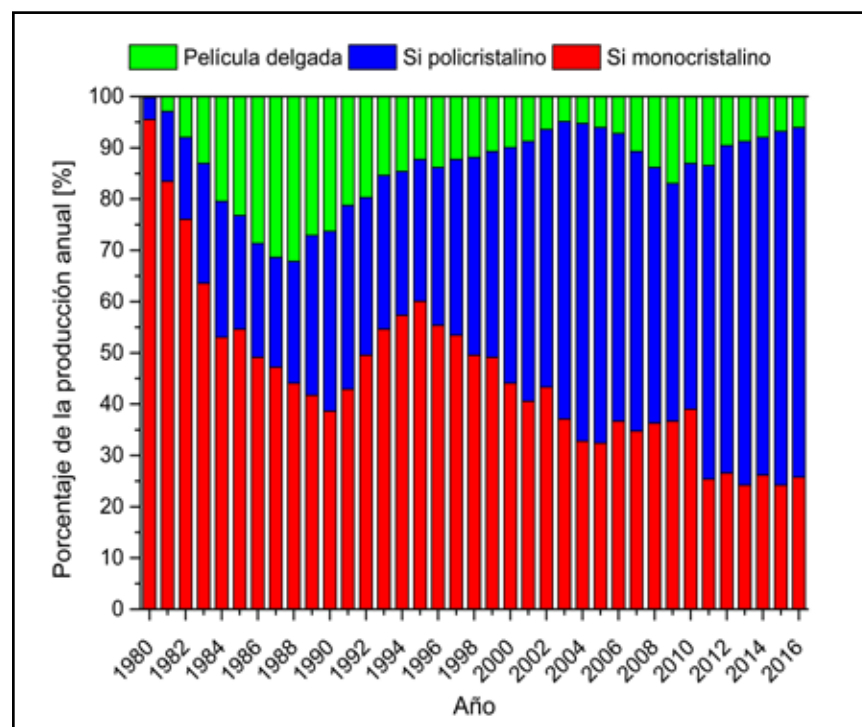


Figura 5: Distribución de la participación de cada tecnología según el año. Fuente: [7].

de subsidios aplicados a la instalación de sistemas o bien a la tarifa a la que se vende la energía generada, comenzaron a crecer mercados y la industria asociada a los mismos para satisfacer la demanda de, ahora, sistemas conectados a la red eléctrica en forma distribuida en las ciudades.

La última fase de desarrollo se experimenta en los últimos años, donde en cada vez más mercados solar FV resulta competitiva con las tecnologías convencionales de generación eléctrica. Mientras los subsidios disminuyen al obtenerse valores de generación más y más competitivos, el modelo de negocio va virando hacia esquemas tipo PPA (*Power Purchase Agreement*) que estimulan la instalación de grandes plantas FV para la obtención de mejores parámetros económicos asociados con la escala. En la Figura 6 puede verse la evolución de la participación en el mercado FV según el segmento de aplicación, en la cual se aprecia claramente la última tendencia mencionada.

■ MATRIZ ELÉCTRICA ARGENTINA

La matriz eléctrica argentina, como puede verse en la Figura 7, es fuertemente dependiente de los combustibles fósiles (65,44%), seguido por la producción hidroeléctrica (27,53%) y en menor medida la nuclear (5,56%). Se observa que la energía eólica y la energía solar fotovoltaica han tenido un aporte mínimo ya que sumadas alcanzaron apenas el 0,41% de la matriz [10].

Para dar cumplimiento a los compromisos contraídos respecto a la reducción de gases de efecto invernadero, diversificar la matriz de generación eléctrica, y cumplir con la ley 27191/15 (modificatoria de la ley 26190/06), se prevé la incorporación de energías renovables³ en

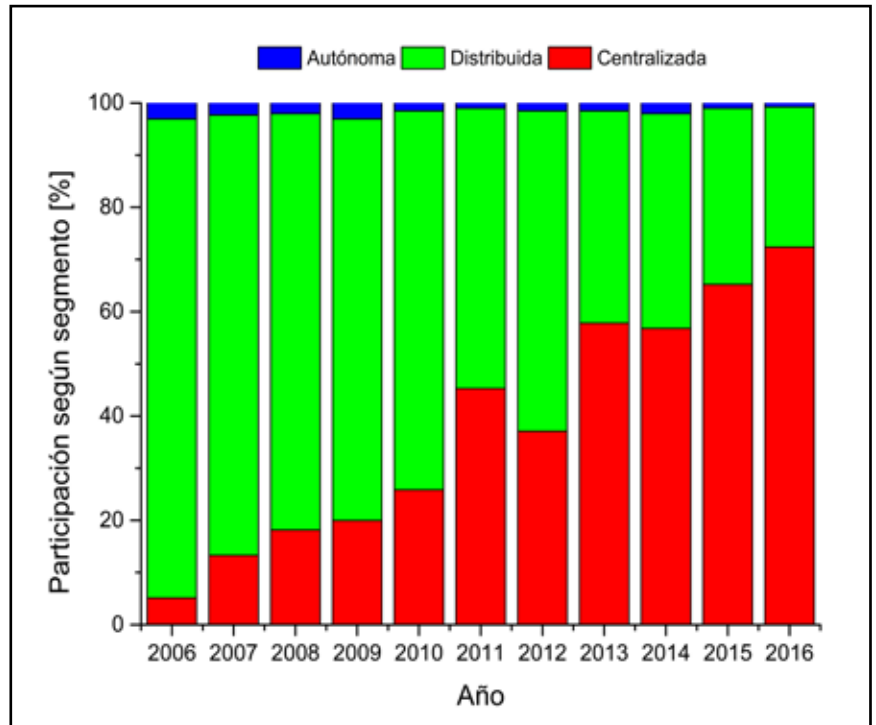


Figura 6: Participación de cada segmento de aplicación en el mercado FV en el período 2006-2016. Fuente: [1].

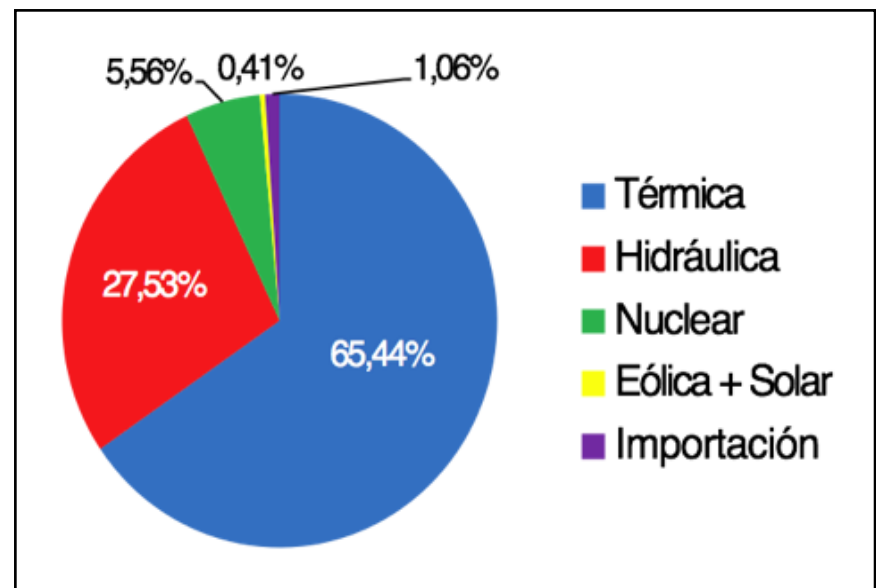


Figura 7: Generación por tipo de tecnología en la matriz eléctrica argentina 2016. Fuente: [10]

la producción de energía eléctrica, para llegar como objetivo a un 20% para el año 2025. Los objetivos de penetración de las energías renovables en la matriz eléctrica nacional, fijados por la ley 27191, pueden

verse en la Figura 8. El 2% indicado para el año 2016 corresponde a la suma de las contribuciones de eólica y solar, biocombustibles y pequeñas centrales hidroeléctricas (≤ 50 MW).

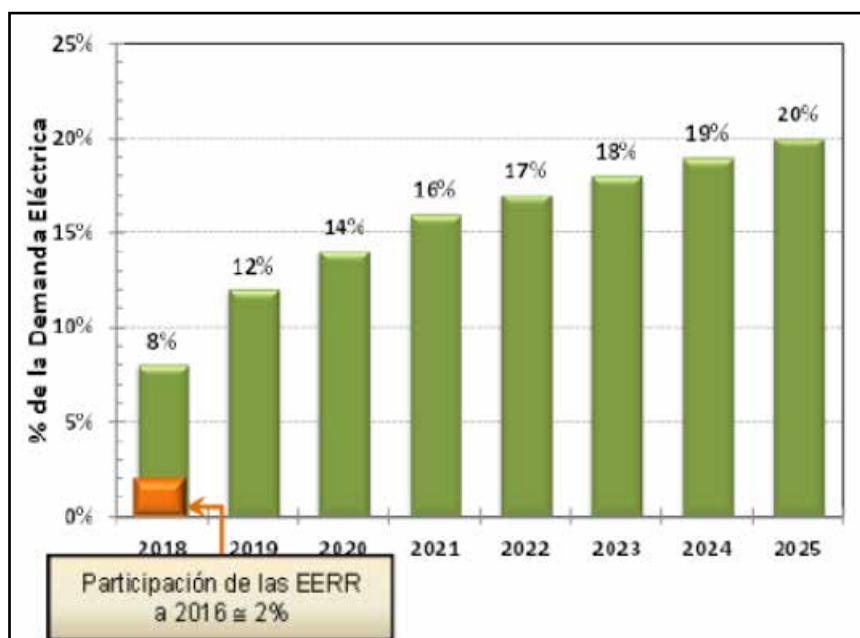


Figura 8: Participación de las energías renovables en la matriz eléctrica Argentina de acuerdo con lo especificado por la ley 27.191.

Sin embargo, hasta fines del 2016 la situación respecto a la generación de energía eléctrica a partir de conversión fotovoltaica, tal cual se mostró en la figura 8, no cumplió con las expectativas a pesar de las políticas planteadas oportunamente según lo descrito en la siguiente sección.

■ MERCADO FOTOVOLTAICO ARGENTINO

Hasta el año 2009, la capacidad 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 26190/06, Programa GENREN, Res. Secretaría de Energía N° 108/11) y provinciales de promoción que favorecieron fundamentalmente la instalación de centrales de potencia basadas en fuentes renovables, la capacidad FV instalada en la Argentina ha crecido sustancialmente.

El primer hito en dicha dirección

fue la puesta en operación de la planta FV de 1,2 MW en la localidad de Ullúm, San Juan, en el año 2010. En abril de 2012, la empresa 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. Actualmente, se encuentra en construcción otra planta de 5 MW en el mismo predio. Este parque solar se construye en el marco de un acuerdo de compra de energía del programa GENREN.

Entre las iniciativas provinciales se destaca el Programa Provincial de Incentivos a la Generación de Energía Distribuida (PROINGED, <http://www.proinged.org.ar/>), de la provincia de Buenos Aires. Como parte de este programa, se han instalado seis plantas fotovoltaicas en puntos críticos de la red de distribución eléctrica de la provincia, con una potencia total de 2,3 MW. Estas plantas inyectan en líneas de media tensión y permiten mejorar la calidad del servicio en lugares críticos donde el déficit energético suele compensarse con motores de generación diesel (caros

y altamente contaminantes) conectados a la red.

Sin embargo, no existían a nivel nacional regulaciones técnicas ni políticas de promoción que permitieran e impulsaran la instalación de sistemas FV conectados a las redes de baja tensión. El proyecto «Interconexión de sistemas fotovoltaicos a la red eléctrica en ambientes urbanos» [11], (iniciado a través de un proyecto ANPCyT-Fonarssec 2011 financiado por el MINCyT) descrito en la siguiente sección, pretendió paliar este déficit a través de la realización de acciones que contribuirían a la introducción en el país de las tecnologías asociadas con la interconexión a la red eléctrica de sistemas solares FV distribuidos.

En 2016, a partir de la vigencia de la ley 27191/15 y con la intención de cumplir con el 8% de generación a partir de energías renovables, se realizaron llamados a licitación para cubrir dicha demanda en el marco del programa Renovar. En la Ronda 1, donde se buscaba adjudicar 1000 MW con renovables y se recibieron 123 ofertas por un total de 6366 MW [12], de los cuales 3468,7 MW fueron con generación eólica y 2813,1 MW con solar fotovoltaica.

A partir de esta gran cantidad de ofertas se permitió a quienes no fueron adjudicados en la Ronda 1 ofertar nuevamente con un límite superior en cuanto a precio de la energía, en la denominada Ronda 1.5. En esta etapa se recibieron 47 ofertas por un total de 2486 MW con generación eólica y solar fotovoltaica (1561,3 MW con Eólica y 925,1 MW con Solar), con un precio medio de aproximadamente 54 U\$/MWh.

En total, luego de estas dos rondas, se adjudicaron aproximada-

mente 2400 MW entre generación eólica y solar fotovoltaica como se desprende de la Información volcada en las Tablas 1 y 2 [12].

Durante el segundo semestre de 2017 se realizó la Ronda 2 del programa Renovar, donde se licitaron 1200 MW, habiéndose recibido 228 ofertas por un total de 9401,7 MW [12]. La mayoría de las ofertas recibidas, al igual que en los llamados anteriores, corresponden a eólica (58 proyectos, 3816,9 MW) y solar fotovoltaica (99 proyectos, 5291,5 MW), donde puede observarse un notable cambio respecto a la relación de ofertas entre eólica y solar comparado con las rondas 1 y 1.5.

Como referencia de precios de la energía en el mercado internacional, la Figura 9 muestra la evolución de las tarifas de los contratos de venta de energía eléctrica de plantas eólicas y solares FV en diferentes partes del mundo, en el período 2013-2016 [13]. Se observa claramente que en el año 2016 los precios para ambas fuentes fueron prácticamente iguales, cuando en 2013 los precios asociados a la generación FV eran alrededor de 50% superiores a la generación eólica.

■ GENERACIÓN FOTOVOLTAICA DISTRIBUIDA

Se denomina generación eléctrica distribuida a la generación de electricidad cerca del punto de consumo, conectada a la red de distribución de media o baja tensión y ubicada del lado del consumidor (o sea, conectada a la red interna), o conectada directamente a la red pública de distribución [14]. La generación distribuida con renovables tiene numerosos beneficios entre los que cabe mencionar que baja los requerimientos de transporte, disminuye las pérdidas por transporte y distribución, contribuye a regular

Tecnología	Proyectos	MW	Energía Anual GWh/año	Provincias
Eólica	12	707	2.882	Buenos Aires, Chubut, Río Negro, Santa Cruz, Neuquén y La Rioja
Solar	4	400	918	Salta y Jujuy
Biogás	6	9	70	Santa Fe, San Luis y Córdoba
Biomasa	2	15	122	Corrientes y Misiones
PAH	5	11	68	Río Negro y Mendoza
Totales	29	1.142	4.060	14 Provincias

Tecnología	Proyectos	MW	Energía Anual GWh/año	Provincias
Eólica	10	765,4	3.037	Buenos Aires, Chubut, Río Negro, Santa Cruz, Córdoba, La Pampa y La Rioja
Solar	20	516,2	1.274	Catamarca, Salta, La Rioja, Mendoza, San Juan y San Luis
Totales	29	1.142	4.311	12 Provincias

tensión (por ejemplo, en extremos de línea), y reduce el quemado de combustibles fósiles y, en consecuencia, la fuga de divisas asociada a la importación de estos últimos. Por otra parte, los sistemas FV son los de mayor aplicación en áreas urbanas y más específicamente en la construcción, debido a su modularidad, su eficiencia no dependiente

de la escala y la facilidad de integración arquitectónica ya sea en reemplazo de elementos de construcción o ubicando los módulos FV sobre cubiertas o fachadas existentes.

Ante la ausencia de regulación y con el objeto de promover la introducción en el país de tecnologías asociadas con la utilización de siste-

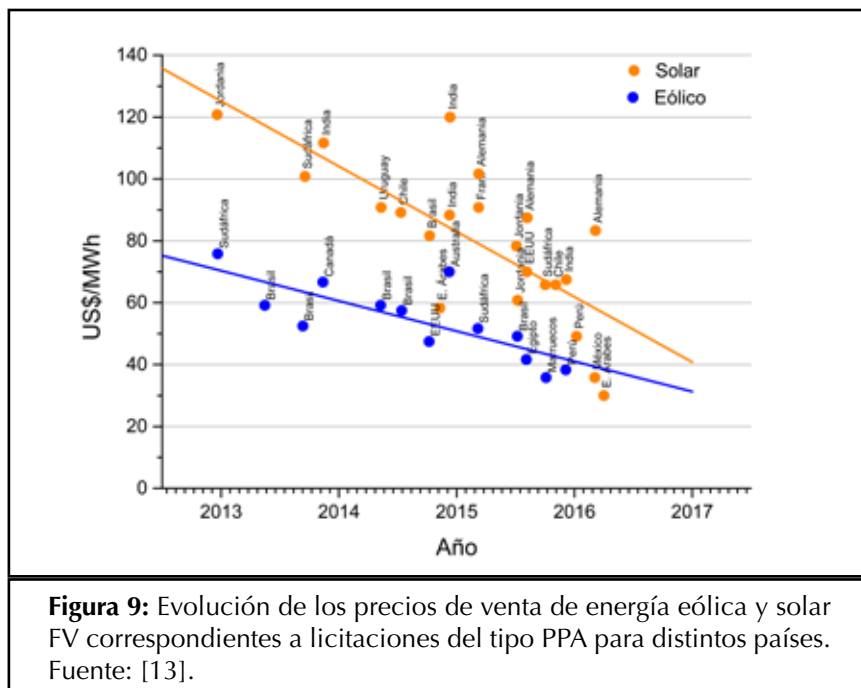


Figura 9: Evolución de los precios de venta de energía eólica y solar FV correspondientes a licitaciones del tipo PPA para distintos países. Fuente: [13].

mas de generación fotovoltaica distribuida conectados a la red de distribución eléctrica, la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM) propusieron la realización del proyecto “Interconexión de sistemas fotovoltaicos a la red eléctrica en ambientes urbanos” (en adelante, proyecto IRESUD), el cual fue aprobado y parcialmente financiado mediante Fondos Sectoriales de Energía del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (MINTeC) de la Nación, en la convocatoria FITS 2010 – Energía. Este proyecto fue ejecutado desde abril de 2012 hasta abril de 2016 a través del Consorcio IRESUD (Interconexión a Red de Energía Solar Urbana Distribuida) conformado por dos organismos públicos, la CNEA y la UNSAM, y 5 empresas privadas: Aldar S.A., Edenor S.A., Eurotec S.R.L., Q-Max S.R.L. y Tyco S.A..

Impulsada por dicho proyecto, se desarrolló la reglamentación técnica AEA 90364-7-712 en el marco de la Asociación Electrotécnica Argentina (AEA) para la conexión de sistemas FV a la red en inmuebles, en base

a la norma IEC 60364-7-712 “Solar photovoltaic (PV) power supply systems”, de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC).

Uno de los principales objetivos del proyecto fue impulsar el desarrollo de legislación, regulación y herramientas de promoción de la generación distribuida con renovables, tanto a nivel nacional cuanto provincial. A tal fin, se participó (y aún hoy se continúa participando) en reuniones de trabajo, seminarios,

congresos, etc., con la mayoría de los actores del sector eléctrico del país: Congreso de la Nación, ex-Secretaría de Energía de la Nación, Subsecretaría de Energías Renovables, Entes Nacional y Provinciales de Regulación de la Electricidad, algunas Secretarías de Energía Provinciales, CAMMESA, ENARSA, empresas distribuidoras (EDENOR, EDESUR, distribuidoras provinciales). La mayoría de estos organismos públicos y empresas privadas están prestando un apoyo significativo al desarrollo de la generación distribuida en el país.

■ SISTEMAS FV PILOTO

En el marco del proyecto IRESUD se instalaron más de 50 sistemas FV [15], con una potencia total superior a 150 kW_p, en diferentes partes del país (Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 15 provincias y Base Marambio, en la Antártida Argentina) con el objeto de difundir y promover el uso de la tecnología FV conectada a red en áreas urbanas, capacitar recursos humanos, y establecer en las diferentes regiones el contacto con la distribuidoras o cooperativas locales. En una primera etapa, la mayoría de las instalaciones fueron conectadas a la red interna de



Figura 10: Sistemas FV instalados en el edificio TANDAR (CAC): (i) pérgola FV con 23 módulos de 215 W_p, ubicada en el tercer piso del edificio (izquierda); (ii) 20 módulos FV de 240 W_p, ubicados en la terraza (derecha).

los respectivos edificios, habiéndose sumado luego instalaciones conectadas directamente a la red pública.

Entre las distintas instalaciones se pueden mencionar 2 sistemas FV de aproximadamente 5 kW_p cada uno (Figura 10), ubicados en el edificio TANDAR del Centro Atómico Constituyentes (CAC). Uno de ellos es una pérgola en forma de alero y consta de 23 módulos FV de silicio policristalino y Tedlar transparente, configurados en 2 cadenas de 11 y 12 módulos respectivamente, conectados a un inversor de 4,6 kW.

Otra de las instalaciones, la de

mayor envergadura del proyecto, se encuentra ubicada en la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de La Plata (Figura 11). Tiene una potencia instalada de aproximadamente 17 kW_p (72 módulos FV de 240 W_p cada uno), con 4 inversores (3 de 4,6 kW y 1 de 2,8 kW), y provee alrededor de 22000 kWh/año, lo cual representa aproximadamente el 5% del consumo de dicha Facultad.

Se presentan a continuación algunas imágenes de otras instalaciones llevadas a cabo en el marco de este proyecto (Figuras 12, 13 y 14).

■ MODELOS TARIFARIOS

Los países que han sido pioneros en el desarrollo del mercado de la generación FV distribuida conectada a la red eléctrica pública, fundamentalmente Alemania, España e Italia, en Europa, y Japón, adoptaron en su momento un modelo tarifario basado en el pago de una tarifa diferencial, conocida como *Feed-In-Tariff* (FIT), para la energía eléctrica de origen renovable. Este modelo se ha empleado bajo distintas modalidades, pagando por ejemplo tarifas diferentes en función del tamaño o tipología de los sistemas, y decrecientes en función del tiempo, de



Figura 11: Pérgola FV de 17 kW_p en la Facultad de Informática de la UNLP.



Figura 12: Sistema FV de 1,92 kW_p instalado en la Universidad Nacional de Luján.



Figura 13: Sistema FV de 2,88 kW_p instalado en el EPEN (Ente Provincial de Energía de Neuquén (izquierda), y sistema en mobiliario urbano en Granadero Baigorria, Provincia de Santa Fe (derecha).



Figura 14: Sistema FV de 1,92 kW_p instalado en la Asociación Argentina Amigos de la Astronomía (izquierda), y de 1,92 kW_p en la base Marambio, Antártida Argentina (derecha).

manera de reflejar la disminución de costos esperables por el crecimiento y madurez del mercado. Asimismo, en diversos países se han dado mayores incentivos a las instalaciones realizadas en edificios o sobre techos. El modelo de FIT ha permitido un crecimiento exponencial del mercado, aunque en algunos casos (España e Italia, por ejemplo) ha traído aparejados problemas derivados de un crecimiento explosivo y no sostenible que, sumado a la crisis financiera global de los últimos años, ha resultado nocivo para las industrias y las empresas de servicios nacionales [11].

Otro modelo utilizado es el de conteo neto de energía eléctrica (también conocido como *Net Metering*, NM), consistente en medir la energía neta consumida de la red eléctrica, definida como la diferencia entre la energía consumida y la energía generada por el sistema. Este sistema se utiliza en algunos países de la región, como Brasil, Uruguay, Chile y México, con escasos resultados en sus comienzos pero que parece estar dando lugar al desarrollo del mercado de generación distribuida en casos como Brasil y México. Es interesante notar que en la mayoría de estos países las tarifas

que abonan los usuarios no tienen mayores subsidios y reflejan, por lo tanto, mayormente los costos de generación.

Existe un tercer modelo, denominado de facturación neta (*Net Billing*, NB), en el cual el generador distribuido recibe por la energía inyectada a la red la tarifa mayorista que la compañía distribuidora paga por la energía al mercado eléctrico mayorista. Este modelo es aún más desfavorable para el usuario-generador dado que vende la energía generada a precio mayorista y compra la consumida a precio minorista, sig-

nificativamente más alto en el caso de usuarios residenciales. El modelo de facturación neta es el preferido por las empresas distribuidoras y las cooperativas dado que no modifica su modelo de negocios.

En la Argentina, diversos estudios muestran que la implementación de un modelo tarifario de medición neta o, peor aún, de facturación neta, como se están proponiendo en diversas provincias y en el proyecto de ley de generación distribuida que se está tratando en el Congreso Nacional, no resultaría un incentivo para la instalación de sistemas FV conectados a las redes de baja tensión, dado que las tarifas de la energía eléctrica convencional continúan estando subsidiadas [16] y los costos de instalación de los sistemas FV siguen siendo elevados en relación con los estándares internacionales. Es de destacar que la ley fomento de la generación distribuida mediante renovables promulgada en diciembre de 2017 (ver siguiente sección) prevé la implementación de instrumentos de promoción que contrarresten este contexto desfavorable para el desarrollo de la generación distribuida.

En otras palabras, la utilización de un modelo tarifario de medición o facturación neta implicaría hacer competir a la generación FV, sin subsidio, con energía eléctrica convencional comercializada por CAMMESA y las Empresas Distribuidoras, a precios muy inferiores a su costo de generación. Esto dificultaría la adopción, por parte del sector privado de tecnologías más limpias, sostenibles, previsible y económicas.

Una tarifa diferencial que promueva el desarrollo del mercado sin crear una expansión descontrolada y que disminuya progresivamente ha demostrado ser muy útil y eficaz. El caso alemán es el paradigma don-

de reflejarse, teniendo en cuenta las características locales del mercado y del desarrollo tecnológico. Éste debería ser el camino a transitar para conseguir el objetivo de masificar el uso de los sistemas fotovoltaicos en los ambientes urbanos y suburbanos de nuestro país.

■ LEGISLACIÓN Y REGULACIÓN

La Argentina tiene la mayor parte de su consumo eléctrico concentrado en los centros urbanos (el Área Metropolitana Buenos Aires, por ejemplo, consumió en 2016 el 39% de la demanda eléctrica del país [10]), junto con una gran extensión territorial. Dadas estas características, la utilización masiva de generación FV distribuida ubicada en áreas urbanas y periurbanas contribuiría al uso eficiente de la energía por reducción de las pérdidas por transporte, y a la disminución de la emisión de gases de efecto invernadero. A tal fin, resulta fundamental implementar políticas de promoción de este tipo de instalaciones. La formulación de un marco regulatorio técnico, comercial, económico, fiscal y administrativo eficiente, es clave para optimizar el proceso de adopción tecnológico. Errores en cualquiera de esos aspectos retrasarían innecesariamente el proceso, como sucedió en España (sobre-estimulación de precios), Canadá (en los comienzos, proceso de habilitación de instalaciones complejo y burocrático), o EE.UU. (en algunos Estados se requieren protecciones redundantes que encarecen innecesariamente el costo del sistema) [11].

Las siguientes provincias cuentan con legislación y/o resoluciones sobre generación distribuida mediante fuentes renovables, aunque no todas ellas se encuentran operativas:

- Santa Fe: Res. EPE 442/10/2013

- Salta: Ley 7824/14 – Res. 1315/14
- Mendoza: Ley 7549/2006, Res. EPRE 019/2015
- San Luis: Ley IX-0921-2014
- Neuquén: Ley 9412/2016
- Misiones: Ley XVI-Nº118
- Tucumán: P.L. 93/2016
- Río Negro: Res. EPE /2017

Cabe mencionar que en las provincias de Santa Fe y Salta se ha establecido un modelo FIT para los primeros 8 años desde la puesta en marcha del sistema (para Santa Fe) y para los 2 primeros años (Salta). Aún en estas condiciones y con una tarifa diferencial elevada que permite en el caso de Santa Fe recuperar la inversión inicial en un plazo razonable, la cantidad de instalaciones realizadas hasta el presente es escasa.

A nivel nacional, la Ley Nº 27.424 "Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica Pública" fue promulgada el 20 de diciembre de 2017 mediante el Decreto 1075/2017 del Poder Ejecutivo Nacional [17]. Dicho régimen está orientado esencialmente a la generación distribuida mediante renovables para autoconsumo de usuarios (clientes) del servicio eléctrico prestado por las compañías distribuidoras. La ley crea un fondo fiduciario (FODIS) para la financiación de los beneficios promocionales (bonificación sobre el costo de capital, tarifa adicional de incentivo, crédito fiscal), y también un régimen de fomento a la fabricación nacional de sistemas, equipos e insumos.

■ CONCLUSIONES

El quemado de combustibles de origen fósil (petróleo, gas y carbón) está siendo seriamente cuestionado por sus consecuencias contaminantes, tanto a nivel local (formación de "smog") cuanto regional (producción de lluvia ácida) y global (incremento del efecto invernadero). El reemplazo paulatino de estas fuentes de energía por energías limpias (solar, eólica, etc.), contribuirá a atenuar la contaminación, muy especialmente la asociada a la emisión de gases de efecto invernadero.

Estudios recientes sobre el cambio climático confirman las previsiones más extremas sobre el calentamiento global y algunos de sus impactos. Desde la publicación del Cuarto Informe del Grupo Intergubernamental sobre Cambio Climático, varios trabajos muestran que resulta imprescindible mantener el sistema climático dentro de límites tolerables, realizando para ello el mayor esfuerzo de reducción de las emisiones globales de gases de efecto invernadero en las próximas décadas, de modo tal que la transición a un sistema energético libre de combustibles fósiles se alcance, en lo esencial, antes de la mitad del corriente siglo.

La generación eléctrica en base a fuentes renovables, centralizada o distribuida, interconectada a la red eléctrica pública es, sin dudas, una alternativa con gran potencial para contribuir en el mediano y largo plazo con la transición mencionada en el párrafo precedente. Entre dichas fuentes, la energía solar tendrá ciertamente un papel fundamental.

Países con estructuras económicas y tecnológicas diferentes, como pueden ser Alemania y China, han desarrollado tecnologías de paneles FV que permitieron bajar sensible-

mente los costos de fabricación, encontrándose actualmente en el mercado internacional precios de paneles solares por debajo de 0,3 U\$/W_p. La drástica caída en los costos de generación de electricidad mediante energía solar FV ha permitido alcanzar en diversos países costos competitivos con la energía eléctrica convencional, habiendo dado lugar a la firma de contratos de venta de energía con valores que, en algunos casos, han estado por debajo de 30 U\$/MWh.

Alemania, China, Japón, Estados Unidos, Francia, Italia y Gran Bretaña, entre otros, han realizado un significativo esfuerzo para que los usuarios se vuelquen a la utilización de sistemas FV, contribuyendo no sólo a la mitigación de las emisiones, sino también a la creación de empleo, el fortalecimiento de esta industria y el cambio de escala del mercado con la consecuente disminución de costos. Varios países Latinoamericanos han empezado a recorrer también el camino hacia una matriz eléctrica con una participación creciente de las energías renovables.

Las numerosas ventajas de las energías renovables, entre las que cabe destacar el aumento de la seguridad energética, la disminución de costos de generación, el ahorro de divisas, el desarrollo de industria nacional, la generación de empleo y la mitigación del cambio climático, demuestran claramente la necesidad de definir políticas de estado que impulsen el desarrollo y la utilización en la Argentina de este tipo de fuentes. Las condiciones están dadas para dar un salto de calidad en esta dirección, que excede el tema energético por sus implicancias en el cuidado del medio ambiente y en el desarrollo económico y social del país.

■ REFERENCIAS

1. Renewables 2017 - Global Status Report. Informe generado por REN21 – Renewable Energy Policy Network for the 21st Century. <http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report/>
2. <https://www.c2es.org/technology/factsheet/Biopower> <http://www.renewableenergyworld.com/bioenergy/tech/biopower.html>
3. Latinoamérica y España: caminos opuestos en el fomento de las energías renovables, Universidad Internacional de Valencia. https://www.enernews.com/media/briefs/informe-renovables-en-america-latina-viu_2253.pdf
4. http://www.iea-pvps.org/fileadmin/dam/public/report/statistics/IEA-PVPS_-_A_Snapshot_of_Global_PV_-_1992-2016__1_.pdf
5. J. Plá, M.D. Perez, J.C. Durán, "Energía solar fotovoltaica", Capítulo 1 del libro Energía Solar, editado por M.A. Laborde y R.J.J. Williams, 1ª edición especial Ciudad Autónoma de Buenos Aires, ANCEFN (Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales), 2016. http://www.ancefn.org.ar/biblioteca/libros_ancefn.html
6. Latin America PV Playbook, Q2 2017 Market Update, May 2017, GTM Research.
7. "Photovoltaics Report", informe generado por el Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems (ISE), 17/07/2017. <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Photovoltaics-Report.pdf>

8. M. Wiesenfarth, S.P. Philipps, A.W. Bett, K. Horowitz, S. Kurtz, "Current Status of Concentrator Photovoltaic (CPV) Technology", Version 1.3, April 2017. Informe generado por el *Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems* (ISE) de Freiburg, Alemania, y el *National Renewable Energy Laboratory* (NREL) de Golden, Colorado, EEUU. <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/cpv-report-ise-nrel.pdf>
 9. I. Clover, "Oxford PV to open perovskite fab in Germany", PV Magazine, November 11, 2016. https://www.pv-magazine.com/2016/11/11/oxford-pv-to-open-perovskite-fab-in-germany_100026876/
 10. CAMMESA. Mercado Eléctrico Mayorista, Informe Anual 2016. [http://www.cammesa.com/info-pub.nsf/navegadores/\\$first?open](http://www.cammesa.com/info-pub.nsf/navegadores/$first?open)
 11. R. Eyra et al, 2013. Encuentro Latinoamericano de Uso Racional y Eficiente de la Energía - ELUREE2013, Proyecto IRESUD: "Interconexión de sistemas fotovoltaicos a la red eléctrica en ambientes urbanos". <http://www.cricyt.edu.ar/asades/modulos/averma/trabajos/2013/2013-t013-a017.pdf>
 12. Ministerio de Energía y Minería. <https://www.minem.gob.ar/www/833/25897/proyectos-adjudicados-del-programa-renovar>
 13. Global Market Outlook for Solar Power / 2016 – 2020, informe generado por Solar Power Europe. <http://www.solarpowereurope.org/insights/global-market-outlook/>
 14. "Distributed Generation: A Definition", T. Ackermann et al., Electric Power Systems Research 57, 194 (2001).
 15. <http://www.iresud.com.ar>
 16. Ministerio de Energía y Minería de la Nación, Secretaría de Energía Eléctrica, Res. 256-E/2017.
 17. <http://www.senado.gov.ar/parlamentario/parlamentaria/verExp/parla/CD-39.17-PL>
- **NOTAS**
- 1 Se entiende por W_p watt pico, la potencia que entrega un módulo FV en condiciones estándar, 1 kW/m² de irradiancia bajo el espectro solar AM1.5G y una temperatura de operación de 25°C.
 - 2 Se denomina generación eléctrica distribuida a la generación cercana al punto de consumo.
 - 3 Si bien claramente la energía hidráulica es una fuente de generación renovable, la ley 27191 fija un límite máximo de potencia de 50 MW para los proyectos de centrales hidroeléctricas alcanzados por la ley.

¡¡Oferta!!
Pipetas y
Artículos
Plásticos



ThermoForma

ThermoLabsystems



Nikon



ThermoSorvall



ThermoSorvall



Para encontrar todas las soluciones
en instrumental, no hace falta investigar.

 **microlat**
instrumental científico

Carlos Pellegrini 755 - Piso 9 - Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Tel/Fax 4326 5205 - 4322 6341 - www.microlat.com.ar



Thermo

TMC



FOTODYNE

convion

HITACHI

TELEDYNE 9300
A Thermo Technology Company



Molecular Devices

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES

Revista CIENCIA E INVESTIGACION

Ciencia e Investigación, órgano de difusión de la Asociación Argentina para el Progreso de las Ciencias (AAPC), es una revista de divulgación científica y tecnológica destinada a educadores, estudiantes universitarios, profesionales y público en general. La temática abarcada por sus artículos es amplia y va desde temas básicos hasta bibliográficos: actividades desarrolladas por científicos y tecnólogos, entrevistas, historia de las ciencias, crónicas de actualidad, biografías, obituarios y comentarios bibliográficos. Desde el año 2009 la revista tiene difusión en versión on line (www.aargentinapciencias.org)

PRESENTACIÓN DEL MANUSCRITO

El artículo podrá presentarse vía correo electrónico, como documento adjunto, escrito con procesador de texto word (extensión «doc») en castellano, en hoja tamaño A4, a doble espacio, con márgenes de por lo menos 2,5 cm en cada lado, letra Time New Roman tamaño 12. Las páginas deben numerarse (arriba a la derecha) en forma corrida, incluyendo el texto, glosario, bibliografía y las leyendas de las figuras. Colocar las ilustraciones (figuras y tablas) al final en página sin numerar. Por tratarse de artículos de divulgación científica aconsejamos acompañar el trabajo con un glosario de los términos que puedan resultar desconocidos para los lectores no especialistas en el tema.

La primera página deberá contener: Título del trabajo, nombre de los autores, institución a la que pertenecen y lugar de trabajo, correo electrónico de uno solo de los autores (con asterisco en el nombre del autor a quién pertenece), al menos 3 palabras claves en castellano y su correspondiente traducción en inglés. La segunda página incluirá un resumen o referencia sobre el trabajo, en castellano y en inglés, con un máximo de 250 palabras para cada idioma. El texto del trabajo comenzará en la tercera página y finalizará con el posible glosario, la bibliografía y las leyendas de las figuras. La extensión de los artículos que traten temas básicos no excederá las 10.000 palabras, (incluyendo título, autores, resumen, glosario, bibliografía y leyendas). Otros artículos relacionados con actividades científicas, bibliografías, historia de la ciencia, crónicas o notas de actualidad, etc. no deberán excederse de 6.000 palabras.

El material gráfico se presentará como: a) figuras (dibujos e imágenes en formato JPG) y se numerarán correlativamente (Ej. Figura 1) y b) tablas numeradas en forma correlativa independiente de las figuras (Ej. Tabla 1). En el caso de las ilustraciones que no sean originales, éstas deberán citarse en la leyenda correspondiente (cita bibliográfica o de página web). En el texto del trabajo se indicará el lugar donde el autor ubica cada figura y cada tabla (poniendo en la parte media de un renglón Figura... o Tabla..., en negrita y tamaño de letra 14). Es importante que las figuras y cualquier tipo de ilustración sean de buena calidad. La lista de trabajos citados en el texto o lecturas recomendadas, deberá ordenarse alfabéticamente de acuerdo con el apellido del primer autor, seguido por las iniciales de los nombres, año de publicación entre paréntesis, título completo de la misma, título completo de la revista o libro donde fue publicado, volumen y página. Ej. Benin L.W., Hurste J.A., Eigenel P. (2008) The non Lineal Hypercycle. Nature 277, 108 – 115.

Se deberá acompañar con una carta dirigida al Director del Comité Editorial de la revista Ciencia e Investigación solicitando su posible publicación (conteniendo correo electrónico y teléfono) y remitirse a cualquiera de los siguientes miembros del Colegiado Directivo de la AAPC: abaladi@dna.uba.ar - nidiabasso@yahoo.com - miguelblesa@yahoo.es – xammar@argentina.com - sarce@cnea.gov.ar y con copia a secretaria@aargentinapciencias.org

Quienes recepcionen el trabajo acusarán recibo del mismo y lo elevarán al Comité Editorial. Todos los artículos serán arbitrados. Una vez aprobados para su publicación, la versión corregida (con las críticas y sugerencias de los árbitros) deberá ser nuevamente enviada por los autores.



**34 CENTROS DE INVESTIGACIÓN PROPIOS, ASOCIADOS,
VINCULADOS O EN RED**

INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

- CARRERA DEL INVESTIGADOR CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO**
- CARRERA DEL PERSONAL DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**
- PROGRAMA DE BECAS**
 - Becas de entrenamiento para alumnos universitarios
 - Becas de estudio
 - Becas de perfeccionamiento
- SUBSIDIOS**
 - Para la Realización de Reuniones Científicas y Tecnológicas y Asistencia a Reuniones
 - Para Publicaciones Científicas y Tecnológicas
 - Para Proyectos de Investigación de Interés Provincial

**INNOVACIÓN, TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y CULTURA
EMPREDEDORA**

- PROGRAMA DE MODERNIZACIÓN TECNOLÓGICA**
- PROGRAMA EMPRECIC**
- CRÉDITO FISCAL**
- PROGRAMA DE FORMACIÓN DE FORMADORES EN
EMPREDEDORISMO**

Ciencia Tecnología Innovación

 *comisioendeinvestigaciones.
cientificas*

www.cic.gba.gov.ar