

# Barreras a superar en el intento de una intervención masiva de sistemas FV conectados a la red en el Perú

## Obstacles to overcome for the promotion of a massive introduction of photovoltaic systems connected to the peruvian national grid

Rafael Espinoza<sup>1</sup>, Carolina Luque<sup>1</sup>, Emilio Muñoz-Cerón<sup>2</sup>, Juan de la Casa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Energías Renovables y Uso Racional de la Energía. Universidad Nacional de Ingeniería de Lima.  
Av. Túpac Amaru 210. Office B1-260. Pabellón Central 2° Piso. Lima, Perú

<sup>2</sup>IDEA Investigación y Desarrollo en Energía solar y Automática  
Departamento de Ingeniería Eléctrica. Universidad de Jaén  
Campus las Lagunillas s/n. Building A3, Office 234. 23071 Jaén, Spain

<sup>3</sup>IDEA Investigación y Desarrollo en Energía solar y Automática  
Departamento de Ingeniería Electrónica y Automática, Universidad de Jaén.

Recibido : 06/06/2017 Aceptado: 19/07/2017

### RESUMEN

El consumo de la energía eléctrica en el Perú se incrementó 5,1% en promedio entre los años 2002 y 2011 mientras que la demanda creció desde 2 700MW hasta 4 800MW como consecuencia del incremento del PBI.

Por otro lado, el Perú ha aplicado la tecnología FV para generar electricidad instalando algunos miles de pequeños sistemas fotovoltaicos (SFD) en los últimos 25 años en programas de electrificación rural domiciliar que le ha permitido acumular notable experiencia que lo sitúa en condiciones expectantes para abordar la posibilidad de hacer instalaciones de mayor potencia FV con conexión a la red pública. Así mismo, en los últimos 5 años se han instalado plantas de generación de EE que la inyectan directamente a la red del SEIN sin intervención sustantiva de la ingeniería nacional, este escenario de avance tecnológico FV cubre los extremos de una escala de generación de EE que empieza con los "watts" y termina con los MW sin la existencia de potencias intermedias del orden de kW.

En este contexto, el presente trabajo intenta proponer la generación de un respaldo técnico y mínimas condiciones requeridas para promover y consolidar la introducción masiva de instalaciones FV de tamaño medio (100kW-1MW) bajo el esquema de la generación distribuida en el Perú en un plazo medio de los próximos 5 años, basada en el análisis de los siguientes aspectos: a) Evolución de la energía en el Perú desde 1995 hasta 2015 de acuerdo con particularidades de tipo geográfico con especial énfasis sectorial focalizado en perfiles de consumos residencial, comercial e industrial; b) Dinámica del crecimiento FV que ha devenido en instalaciones totales de 96MW interconectados y 2MW aislados, c) Dinámica del mercado de importaciones de módulos FV durante la última década, particularmente de los últimos 3 años que mantiene un crecimiento sostenido de 2,5MW/año y, d) Programas educacionales de entrenamiento de técnicos e ingenieros. Este intento cuenta con el soporte técnico de un equipo profesional formado por académicos de la Universidad de Jaén-España y de la Universidad Nacional de Ingeniería de Lima-Perú.

*Palabras Clave:* Países en desarrollo; diseminación; educación y entrenamiento; factores globales y políticas y estrategias.

### ABSTRACT

Electrical power consumption in Peru increased on average by 5.1% between 2002 and 2011, while demand increased from 2 700 MW to 4 800 MW as a consequence of the increase in GDP.

On the other side, photovoltaic (PV) technologies have been used in Peru for power generation in a few thousand small solar home systems (SHS) in the last 25 years, through various rural home electrification programs. This has permitted to accumulate a large amount of experience, which would open the possibility to consider the installation of larger PV systems with connection to the grid. Likewise, in the last five years, power generating plants have been installed to inject power directly in the National Power Grid (SEIN, from its Spanish acronym) without any substantial intervention of the national engineering community. One can see that in this scenario of technological evolution, PV technologies is present at both extremes of the power generation scale going from Watt to MegaWatt, without any intermediary power in the KiloWatt range.

In this context, the present work proposes the creation of technical backstopping and minimal conditions necessary to promote and consolidate a massive introduction of medium-size PV facilities (100 kW - 1 MW), in order to aim for a distributed power

Correspondencia:  
emunoz@ujaen.es

generation in Peru in the medium term of the next five years. This project is based on the analysis of the following points: a) The evolution of power generation in Peru between 1995 and 2015, considering the geographical peculiarities and with special emphasis on residential, commercial and industrial consumer profiles; b) The growth dynamics of the PV sector, which has resulted in 96 MW and 2 MW of connected and isolated power generation, respectively; c) The evolution of the import market of PV modules during the last ten years, and especially during the last three years, which has maintained a sustained growth of 2.5 MW/year; and d) Education programs for the training of technicians and engineers. The present work has counted with the technical support of a professional team from Universidad de Jaen (Spain) and Universidad Nacional de Ingeniería (Perú).

Keywords: developing countries; dissemination; education and training; global factors; policies and strategies

**I CONTEXTUALIZACIÓN**

A principios de 1993 el gobierno peruano impulsó la inversión privada mediante la promulgación de la ley Nro. 25844, a cerca de "Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento" la cual genero el surgimiento del Mercado Eléctrico asociado al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) para potencia del orden de MW. Es así que durante el periodo de 1995 a 2015 el Perú monitorea el comportamiento del SEIN mediante la observación de indicadores de desempeño como: Potencia Instalada, Máxima Demanda, Producción de Energía y Consume Per cápita de Energía.

Así mismo el Perú desde 1996 viene trabajando en el sector rural para su electrificación mediante sistemas fotovoltaicos domiciliarios en potencias de orden de Watts, con un resultado global de 2MWp instalados para 25 000 usuarios con un consumo anual de 18kWh-usuario.

No obstante existir regulación para potencias de orden MW y Watts está pendiente el marco regulatorio para potencias intermedias.

Acerca de los indicadores de desempeño del SEIN, en las figuras 1, 2 y 3 se aprecia la variación de los indicadores de desempeño antes mencionados para el periodo de 1995 a 2015.

**VARIACIÓN DE LA POTENCIA (MW) DEL SEIN entre los años 1990 - 2015**

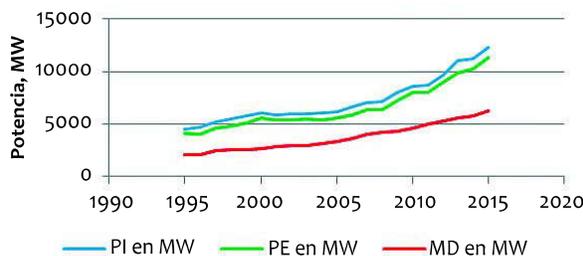


Figura 1. Potencia Instalada (PI), Potencia Efectiva (PE) y Máxima Demanda (MD) – SEIN [3]

**VARIACIÓN DE LA MÁXIMA DEMANDA Y LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL SEIN, años 1995 - 2015**

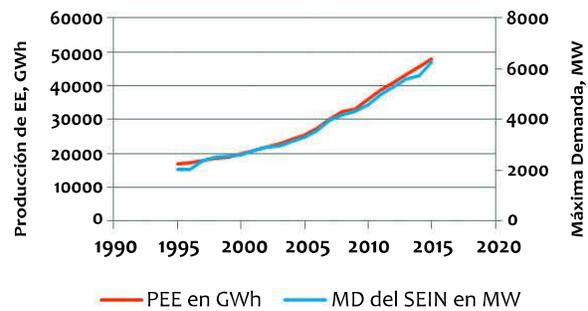


Figura 2. Máxima demanda (MD) – SEIN [3]

**VARIACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA (EE) en kWh/hab. para los años 1995 - 2015**

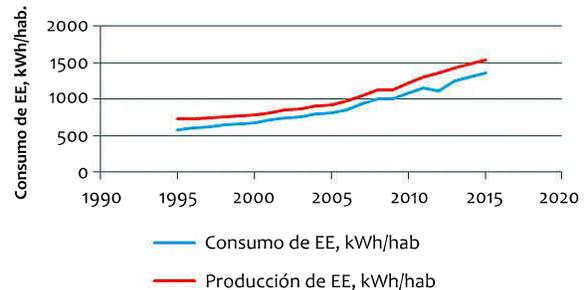
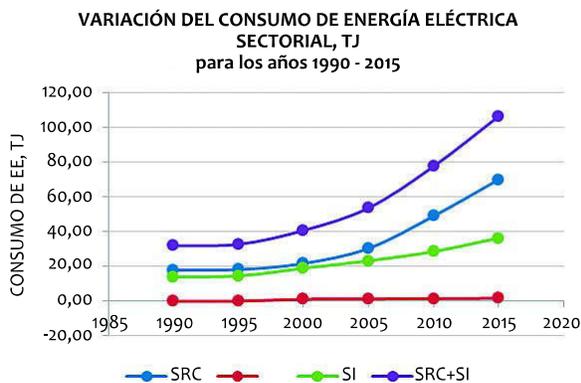


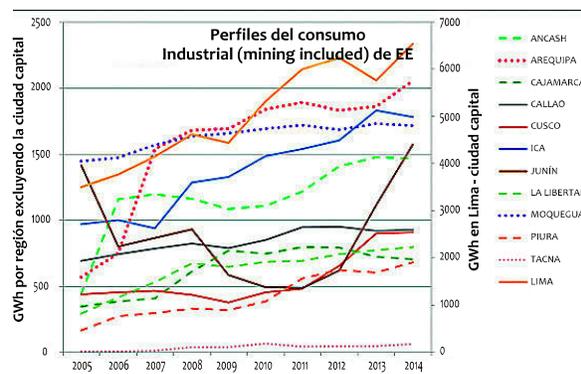
Figura 3. Producción y consumo de EE per cápita – SEIN [3]

Acerca de los perfiles de consumo sectorial: comercial-residencial e industrial (no incluye sector minero), en el escenario geográfico nacional el gráfico 4 nos muestra la variación del consumo sectorial.



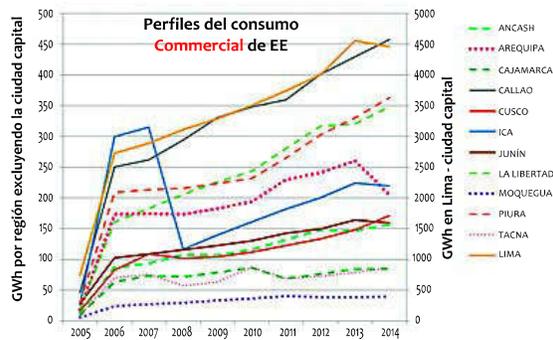
**Figura 4.** Variación histórica del consumo de EE en los sectores Residencial y Comercial (SRC), Público (SP) e Industrial (SI), más la suma de los sectores SRC y SI. Fuente, adaptación propia a partir de información del BNE-2013 [4]

Reforzando la referencia al incremento de la demanda de EE en el Perú, las Figuras 5 a 7 muestran la variación de los perfiles de demanda eléctrica a lo largo de 10 años (2005-2015) de las 10 regiones del Perú con mayor consumo.

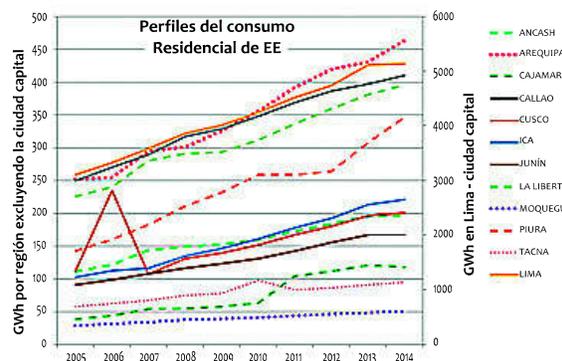


**Figura 5.** Perfiles de consumo del sector industrial, incluyendo la minería.

En la figura 5, se aprecia que el aumento del consumo de EE ha sido notable en 9 de las 10 regiones con mayor consumo en el Perú. Solo la región Junín escapa de esta tendencia.



**Figura 6.** Los perfiles de consumo correspondientes al sector comercial muestran su tendencia de crecimiento, salvo una caída en la región Ica del año 2007 - año 2008.



**Figura 7.** El sector residencial ha tenido un comportamiento análogo a los otros sectores de consumo en los años 2005 al 2015.

Por otro lado, el Perú ha promovido y ejecutado programas de electrificación rural desde 1996 con sistemas fotovoltaicos domiciliarios (SFD) de potencias entre 50 y 85 WP y algunos pocos sistemas fotovoltaicos comunales (SFC) de potencias entre 200 y 500 WP. El total de SFD borsea los 25 000 usuarios cada uno de los cuales goza de 8,4 kwh/mes, haciendo un total de 2 MWP de consumo.

De la experiencia en programas de electrificación rural producto de la participación del sector privado y público los resultados al 2014 son de 17197 SFD instalados, de los cuales 3997 fueron instalados por el sector privado (Acciona Microenergía), el detalle de resultados se muestra en la tabla 1.

**Tabla I:** cantidades de SFD instalados en el Perú entre 1998 y 2014, sujetos a la tarifa BT8 de OSINERGMIN [14]

Distribución Company	ELECTRO ORIENTE S.A.	ADNEL S.A.	ELECTRO NORTE S.A.	ELECTRO NOROESTE S.A.	ELECTRO SUR ESTE S.A.S.	ACCIONA MICRO-ENERGÍA PERÚ	TOTAL SHS
N° Users	746	6,238	1,549	2,102	2,585	3,977	17,197

Adicionalmente en el año 2015 el gobierno peruano aprobó un proyecto de energía para suministro, instalación y gestión de 150 000 SHS en áreas rurales,

sin embargo por diferencias formales entre el gobierno y la empresa adjudicada este proyecto está detenido.

Sobre la instalación de plantas de energía con fuentes renovables en el Perú se tiene una potencia instalada y conectada al SEIN de 96MW mediante el procedimiento de subastas públicas. Durante el periodo 2010 y 2015 el gobierno peruano adjudicó 7 proyectos de plantas fotovoltaicas, 5 de estas plantas están en operación (96MW total instalado) y 2 plantas (184.5 MW) está en proceso de implementación e interconexión con el SEIN.

**Tabla II:** Características principales de las 5 plantas FV conectadas al SEIN bajo la modalidad de subastas públicas [16].

Item	Solar Plant	Awarded company	Annual Energy (MWh)	Power (MW)	Price (Cvs. US\$/kWh)	Status
1	Panamericana Solar (Ilo)	Consorcio Panamericana	50,676	20	21.50	Connected
2	Majes Solar 20T (Arequipa)	Grupo T Solar Global S.A.	37,630	20	22.25	Connected
3	Repartición Solar 20T (Arequipa)	Grupo T Solar Global S.A.	37,440	20	22.30	Connected
4	Tacna Solar	Consorcio Tacna	47,196	20	22.50	Connected
5	Moquegua Solar (Mariscal Nieto)	Moquegua FV S.A.C.	43,000	16	11.99	Connected

**Tabla III:** Características de las futuras plantas de generación con energías renovables correspondientes a la cuarta subasta de energía, entre las que se distingue la solar FV [17].

Technology	Projects awarded	Total Power (MW)	Total Energy (GWh/año)	Price (USD/MWh)
Photovoltaic	2	184,5	523,4	48,09
Biomass	2	4,0	29,0	77,00
Wind power	3	162,0	738,6	37,79
Hidro	6	79,7	448,2	43,86

El escenario FV descrito para el Perú, revela una imagen tecnológica incompleta si recorremos la escala de potencia eléctrica desde los W (Watts) hasta los MW (mega Watts) puesto que comprobaremos que el rango correspondiente a los KW (kilo Watts) no es visible desde la óptica de algún tipo de programa promocional, lo que no significa que no existan instalaciones de generación FV en dicho rango de potencia, lo cierto es que no existe ningún marco regulatorio formal que promueva instalaciones de ese tipo.

En cuanto a los programas educacionales, desde 1981 existen esfuerzos aislados de parte de universidades públicas en temas de formación profesional en energías renovables. Recientemente en el 2015 el gobierno aprobó y publicó el Plan Nacional de educación ambiental, que continúe un lineamiento de "Fomento del uso de tecnologías limpias en la actividad minero energética para minimizar riesgos e impactos ambientales". Así mismo desde el 2014 los programas de educación de dos institutos técnicos incluyen líneas de capacitación en energías renovables.

En cuanto a los programas educacionales, desde 1981 existen esfuerzos aislados de parte de universidades públicas en temas de formación profesional en energías renovables. Recientemente en el 2015 el gobierno aprobó y publicó el Plan Nacional de educación ambiental, que continúe un lineamiento de "Fomento del uso de tecnologías limpias en la actividad minero energética para minimizar riesgos e impactos ambientales".

Es también importante mencionar las actividades a cargo de grupos académicos instalados en universidades públicas y privadas del Perú que, de un lado, promueven efectivamente el uso de las tecnologías de fuentes de energía renovables y de otro contribuyen en algo con la educación e instrucción en dicha temática a través del dictado ocasional de cursos de capacitación y actualización profesional; los de mayor actividad son el CER de la UNI y el GRUPO de la PUCP. Así mismo, organizaciones privadas sin fines de lucro como son *Soluciones Prácticas (antes ITDG)*, *el Centro de Capacitación para el Desarrollo (CECADE-Cusco)*, *la Asociación Peruana de Energía Solar y del Ambiente (APES)* que desde 1981 promueve la organización de un *Simposio Peruano de Energía Solar*, que marcan el paso del desarrollo de las energías renovables y sus tecnologías en el Perú.

## II BARRERAS

Lo expuesto en la sección anterior sugiere que el Perú tendría que vencer barreras para alcanzar condiciones que permitan la masificación de sistemas fotovoltaicos conectados a la red. Principalmente como: a) inexistencia de un marco regulatorio promotor de la tecnología FV conectada a la red, b) escases de masa crítica de profesionales especializados en temas FV, c) escases de oferta empresarial local en el sector FV y, d) la condición Socio-Cultural poblacional del Perú.

En relación con la inexistencia de marco regulatorio promotor de la tecnología FV conectada a la red, actualmente existen 5 decretos ley (DL N° 25844-1993, DL N° 28546-2005, DL N° 28832-2006, DL1002-2008, DL1221-2015) que promueven la expansión de las energías renovables y no convencionales pero ninguna promueve la masificación de instalaciones de generación eléctrica con tecnología fotovoltaica, aisladas o conectadas a la red, que no sean para electrificación rural ni producto de subastas de energía.

No solo hace falta la existencia de un marco regulatorio de carácter político como el Decreto legislativo 1221 promulgado en setiembre de 2015 a través del cual se autoriza la instalación de tecnologías renovables de generación eléctrica para autoconsumo y venta de los excedentes a las EEDD de EE, pero que no está reglamentado a la fecha y no es efectivo. También hace falta disposiciones precisas en el campo económico financiero que hagan más atractiva y faciliten la opción de invertir en generación de EE con tecnología FV.

En relación a la escases de masa crítica de profesionales especializados en temas FV, en Perú sólo dos institutos técnicos tienen un curso en energía renovable dentro de una Carrera técnica (Tepsup-Lima-2014, SENATI-Lima-2014). Dos universidades tienen un programa de especialización en Energía Solar (UNSA-Arequipa-2014 y UNI-Lima-1981). Otras dos universidades tiene una carrera profesional que aborda temas de las energías renovables (UNS-Ancash-2005 y UNJ-Puno-2014). Existe una Maestría en Energía Renovable (UNI-Lima-2012) y un Doctorado en Medio Ambiente y Energías Renovables (UNSA-Arequipa-2013). Siendo estos programas insuficientes para la potencial masa de estudiantes egresados de nivel secundaria en Perú que alcanzan los 2.5 millones de personas por año.

En relaciona a la escases de oferta empresarial local en sector FV, es relevante mencionar que las empresas que han ganado la aprobación de implementación de proyectos FV para plantas de generación eléctrica (96MW), son empresas extranjeras con escasa intervención local en instalación e integración de sistemas FV; la ingeniería nacional solo responde por una potencia total aproximada de 18.65MW en los últimos 10 años. Otros factores como escasos y complicados medios de acceso a financiamiento, tanto como el desconocimiento de la tecnología por los financistas y de parte del usuario final sobre los beneficios de los sistemas FV, hacen esta barrera más resistente.

Referente a la barrera Socio-Cultural, al realizar la recopilación de información para el presente trabajo, ha sido posible percibir en distintos sectores socio-culturales marcada distorsión conceptual sobre ventajas y beneficios del uso los sistemas FV, así como la falta de hábitos de eficiencia energética en los estilos de vida de la población, lo cual es también una barrera para la deseada masificación de sistemas FV en el Perú

### III EL PROYECTO “EMERGIENDO CON EL SOL”

Con la intención de iniciar acciones que permitan superar algunas de las barreras mencionadas, profesores de la Universidad de Jaén-España y de la UNI de Lima-Perú, vienen desarrollando un proyecto de cooperación internacional cuyas principales características son resumidas en las líneas siguientes de este trabajo.

#### 3.1 Objetivo General:

Fomentar la generación, difusión y transferencia de conocimientos y tecnología para plantear soluciones a problemas críticos del desarrollo humano, social y económico en Perú.

#### 3.2 Objetivo Específico:

Reforzar capacidad tecnológica, docente e investigadora en el campo de la generación de energía

eléctrica convencional en base a tecnología fotovoltaica mediante un apoyo científico-material y transferencia de experiencias-conocimiento por parte de la Universidad de Jaén a la Universidad Nacional de Ingeniería de Lima (UNI) y su Centro de Energías Renovables, CER-UNI.

### 3.3 Actividades Realizadas en el marco del Proyecto

1.- Instalación de cuatro sistemas FV de 3kWp conectados a la red para ensayo y capacitación de ingenieros locales. Estos SFCR están localizados en tres ciudades diferentes (Arequipa, Tacna y Lima) y se han empleado dos tecnologías diferentes de superficie FV, silicio cristalino y película delgada; las Figuras 8 a 11 siguientes muestran estos sistemas.



Figura 8. SFCR de 3kW<sub>p</sub>, hecho con módulos FV de silicio cristalino e inversor Steca (Ubicación: Lima)



Figura 9. SFCR de 3kW<sub>p</sub>, hecho con módulos FV de silicio cristalino e inversor Steca (Ubicación: Arequipa)



Figura 10. SFCR de 3kW<sub>p</sub>, hecho con módulos FV de silicio cristalino e inversor Steca (Ubicación: Tacna)



Figura 11. SFCR de 3,5kW<sub>p</sub> hecho con módulos FV de película delgada ( $\alpha$ Si/ $\mu$ Si) e inversor SMA (Ubicación: Lima, LES-CER)

2. Montaje de instalaciones orientadas a la investigación en el futuro Laboratorio nacional de Energías renovables LANER (actual LES-CER)

3. Participación de investigadores FV de la UJA en las maestrías, cursos de posgrado y grado de la UNI.

4. Realización y participación activa de investigadores FV de la UJA en seminarios técnicos, cursos de capacitación y jornadas de difusión de la tecnología renovable dirigidos a estudiantes, empresas locales, organismos de la administración pública entre otros.

5. Apoyo científico técnico a nuevas universidades nacionales peruanas que muestren su interés por unirse a la red e incorporar la tecnología a sus actividades.



Figura 12. Sistema experimental de monitoreo de la calidad de módulos FV.

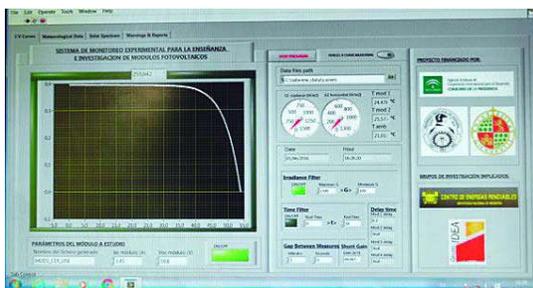


Figura 13. Imagen en pantalla del software desarrollado para el monitoreo de módulos FV.

### 3.4 Comportamiento de los SFCR

Una síntesis del comportamiento de los SFCR instalados en Lima, Arequipa y Tacna se muestra en la

siguiente Tabla

Parameter	Arequipa	Tacna	Lima
Eficiencia Global del Sistema FV	12-14%	11-14%	9-12%
Relación de performance	75-89%	70-89%	75-98%
Productividad de referencia.	3-7 kWh/kW	3.7-6.3 kWh/kW	0.95-5.8 kWh/kW
Productividad final	2.6-6 kWh/kW	2.6-5.6 kWh/kW	0.7-4.6 kWh/kW

### 3.5 Beneficios finales esperados

- Reducir el tiempo de “apropiación de la tecnología FV”
- Reforzar la calidad del CER-UNI como referente nacional en investigación, ingeniería y difusión de la tecnología de la generación de energía eléctrica convencional a partir de sistemas fotovoltaicos.
- Con respecto al país: creación en Perú de una masa crítica de ingenieros y técnicos locales conocedores de la tecnología y que sean capaces de liderar el desarrollo de la misma.
- Con respecto a AACID-CEAEMA-IDEA-UJA: aumentar la visibilidad en Iberoamérica en el campo de la generación de energía eléctrica en base a tecnología FV.

## IV CONCLUSIONES Y ACCIONES FUTURAS

Se puede concluir a partir del análisis hecho en este trabajo que las barreras principales para la penetración masiva de la generación distribuida con SFCR en el Perú, son: falta de un marco regulatorio promotor de la tecnología de los SFCR, escasa cantidad de profesionales especializados en temas FV, reducido número de empresas comprometidas con el suministro de componentes FV, y una condición socio-cultural con conceptos deformados o inexistentes respecto de las ventajas de la tecnología FV respecto a otras tradicionales o situación de inexistencia y desconocimiento de los beneficios correspondientes.

De acuerdo con el análisis hecho en este trabajo, se sugieren las siguientes medidas cuya aplicación racional podría contribuir con acciones mayores tendientes a superar una o más de estas barreras.

### Marco regulatorio

A pesar de la existencia de un marco formal y jurídico que apoya e impulsa el uso de las tecnologías de las energías renovables, este es incompleto en relación con una escala referencial de potencia eléctrica que va desde los Watts hasta los MW puesto que solo están regulados los extremos, es decir, SFA de no más de 100W<sub>p</sub> y centrales de generación que inyectan su producción eléctrica al SEIN. Instalaciones de potencias intermedias no cuentan con respaldo regulatorio.

Es deseable que el marco regulatorio que debe generarse alcance también los incentivos tributarios. En este contexto, el DL N° 1221 promulgado en setiembre de 2015, abre las puertas para la Generación distribuida con FRE, más, falta su reglamentación que se la espera para el presente año.

### Oferta empresarial

Es importante que la reactivación económica nacional que ya se percibe, sea fortificada y consolidada por el próximo gobierno nacional que se inicia el 28 de julio de 2016 de modo que la demanda eléctrica se vea presionada, se recupere su contracción y se provoque el crecimiento de la oferta empresarial instalando potencia desconcentrada pequeña y mediana, con GD por ejemplo, que logre liberar potencia grande que pueda satisfacer requerimientos de grandes proyectos.

El escenario anterior solo será posible si se promulga un marco regulatorio apropiado para tal esquema.

Es alentador que los consumos sectoriales residencial y público e industrial tengan un crecimiento acelerado en los últimos años (ver figura 5, 6 y 7) pues la demanda eléctrica asociada podría ser satisfecha con generación desconcentrada también.

### Masa crítica (programas educacionales)

Hace falta dinamizar el desarrollo de tecnologías de FRE sobre la base del mejoramiento de capacidades y habilidades profesionales con dominio técnico para la sostenibilidad.

Es de vital importancia pensar en la necesidad de fomentar la generación de una masa crítica de profesionales especializados en las FRE y sus tecnologías con profundo conocimiento y compromiso social y ambiental.

### Socio cultural

El conocimiento generalizado de las opciones tecnológicas de las energías renovables y sus utilidades sean ampliamente conocidas por los principales actores de un supuesto sistema de desarrollo de las TER y sus TT, actores como funcionarios que toman decisiones en empresas públicas y privadas, funcionarios que toman decisiones en organismos financieros, funcionarios que toman decisiones en ámbitos políticos, de la ciencia y la tecnología y, finalmente, los usuarios finales que generarían crecimiento de la demanda, razón por la cual es imperioso generar actividades que les permita tomar precisa conciencia de la utilidad de las FRE y la importancia de sostenerla.

La integración de las FER y la eficiencia energética permitiría también avanzar en su disseminación, pues aún existe desconocimiento casi fundamental que el solo hecho de utilizar FRE es una buena práctica de aplicación de eficiencia energética.

Asimismo, la integración energética latinoamericana impulsará el desarrollo de las FER cuando los gobernantes decidan políticamente que aquellas son la primera opción para un desarrollo energético regional limpio, sostenible y seguro.

La autosuficiencia y la seguridad energética son pilares fundamentales del desarrollo sostenible. La actitud política de los gobernantes será fundamental, en la historia del Perú solo se ha dado este fenómeno una sola vez por algo mas que un año.

## V AGRADECIMIENTOS

Este trabajo cuenta con el respaldo de la Agencia Andaluza de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AACID) en el marco del desarrollo del Proyecto "Emergiendo con el sol. Apoyo institucional al centro de energías renovables de la Universidad Nacional de Ingeniería en el campo de la generación de energía eléctrica empleando tecnología fotovoltaica".

## VI REFERENCIAS

- [1] Ministry of Energy and Mining, "Anuario Estadístico de Electricidad 1998," March 1999.
- [2] Ministry of Energy and Mining, "Anuario estadístico de electricidad 1999," March 2000.
- [3] Ministry of Energy and Mining, "Indicadores de sector eléctrico peruano 1995 - 2015," March 2016.
- [4] Ministry of Energy and Mining, "Balance Eléctrico Nacional 2013," March 2014.
- [5] Ministry of Energy and Mining, "Anuario Estadístico de Electricidad 2005," March 2006.
- [6] Ministry of Energy and Mining, "Anuario Estadístico de Electricidad 2006," March 2007.
- [7] Ministry of Energy and Mining, "Anuario Estadístico de Electricidad 2007," March 2008.
- [8] Ministry of Energy and Mining, "Anuario Estadístico de Electricidad 2008," March 2009.
- [9] Ministry of Energy and Mining, "Anuario Estadístico de Electricidad 2009," March 2010.
- [10] Ministry of Energy and Mining, "Anuario Estadístico de Electricidad 2010," March 2011.
- [11] Ministry of Energy and Mining, "Anuario Estadístico de Electricidad 2011," March 2012.
- [12] Ministry of Energy and Mining, "Anuario Estadístico de Electricidad 2012," March 2013.
- [13] Ministry of Energy and Mining, "Anuario Estadístico de Electricidad 2013," March 2014.
- [14] Ministry of Energy and Mining, "Anuario Estadístico de Electricidad 2014," March 2015.
- [15] Ministry of Energy and Mining, "Folleto de electrificación rural con energías renovables", May, 2013.
- [16] Peruvian Supervising Organism for the Investment in Energy and Mining - OSINERMIN, "Centrales de generación eléctrica con recursos energéticos renovables," Boletín OSINERMIN, May 2014.
- [17] Peruvian Supervising Organism for the Investment in Energy and Mining - OSINERMIN, "Centrales de generación eléctrica con recursos energéticos renovables," Boletín OSINERMIN, May 2015.
- [18] A. Yadoo and H. Cruickshank, "The role for low carbon electrification technologies in poverty reduction and climate changes strategies: A focus on renewable energy mini-grid with case studies in Nepal, Peru and Kenya," Energy Policy 42, pp. 591-602, 2012.
- [19] L. Narvarte and E. Lorenzo, "Review of barriers to the dissemination of decentralized renewable energy systems," Renewable and Sustainable Energy Reviews 58, pp. 477-490, 2016.