

# Tendencias actuales en la inversión en energía renovable. apuntes para una futura reforma de la industria eléctrica peruana

Carlos Enrique Gárate Salvatierra\*

Nataly Ana del Rosario Paredes Saavedra\*\*

Andrea Roxana Phillips Lescano\*\*\*

Renoir Katia Manrique Chávez\*\*\*\*

La industria eléctrica en el mundo se encuentra experimentando una serie de cambios que han ido de la mano con la introducción y desarrollo de nuevas tecnologías. Principalmente, la apuesta por las tecnologías limpias y renovables encabeza esta suerte de transformación del sector eléctrico. Sin embargo, aunque el contexto global avanza en este sentido, en el caso peruano esta evolución parece sernos ajena. Con algunas excepciones, como el fomento de proyectos de generación de energía renovable bajo el Decreto Legislativo N° 1002, en nuestro país esta industria aún requiere más atención y voluntad política. En efecto, es necesario apostar por una industria eléctrica peruana descentralizada y digitalizada, en la cual el desarrollo de este sector se sustente en un manejo sostenible de los recursos energéticos, el empleo de formas renovables de producción eléctrica y, sobretodo, el “empoderamiento” de los propios usuarios para que estos puedan jugar un “rol activo” en la industria mediante la autogeneración, autoconsumo, almacenamiento y venta distribuida de la energía que ellos mismos produzcan.

El Perú ha mantenido una tasa de crecimiento del 7% en el sector eléctrico durante los últimos 22 años. Esto ha significado también una evolución de los costos en la red del Perú, siendo el precio medio de \$50 en la venta de generador a distribuidor y con una energía solar cuyo costo varía entre \$ 23, 24 o 25 MWH. No obstante, aunque la industria eléctrica se ha tornado más competitiva, el acceso a la cobertura eléctrica y el acceso al servicio público de electricidad sigue siendo una materia pendiente, en la cual aún existe una

---

\* Bachiller en Derecho por la PUCP.

\*\* Bachiller en Derecho por la Universidad del Pacífico.

\*\*\* Egresada en Derecho por la Universidad del Pacífico.

\*\*\*\* Estudiante de pregrado en la Facultad de Derecho de la PUCP.

gran oportunidad para inversiones en proyectos renovables. Partiendo de este contexto, en el presente artículo discutiremos sobre la evolución tecnológica en la industria eléctrica y los pasos que debe seguir el Perú para ser parte de este progreso sostenible del sector eléctrico, advirtiendo para ello las oportunidades mediante las cuales puede lograrse dicha transformación en nuestro país. Con este propósito, primero describiremos los cambios que vienen suscitándose en la industria eléctrica de la mano del desarrollo de la generación distribuida y tecnologías aplicadas a los recursos energéticos renovables. A partir de ello analizaremos aquellas medidas regulatorias que hacen falta en nuestro país para hacer viable la apuesta por las energías renovables y, finalmente, identificaremos algunos ámbitos en los que su elección no sólo es viable sino imprescindible para reducir la pobreza energética e impulsar el desarrollo económico del Perú.

## **1. Autoconsumo y generación distribuida. La agenda pendiente**

El Perú es un país muy centralizado y, por lo tanto, el desabastecimiento eléctrico tiene lugar en las provincias al interior del país, lejos de la atención que recibe la capital y las principales ciudades de la costa. La realidad es que muchas regiones andinas y de la amazonía enfrentan actualmente problemas de desabastecimiento. Sin embargo, ese desabastecimiento debe ser visto como una oportunidad para apostar por un mayor uso de energías renovables. En efecto, el uso de energías renovables puede permitir el acceso a servicios en zonas alejadas. Por ejemplo, para interconectar Loreto e Iquitos se necesitaría una conexión desde Moyobamba, lo que involucraría grandes costos. Sin embargo, mediante el uso de micro redes y generación distribuida fotovoltaica, este suministro eléctrico podría ser posible sin la necesidad de invertir en costosas líneas de transmisión de alta tensión. Lamentablemente, en el Perú son pocas las empresas que se dedican al desarrollo de energías renovables. Esto conlleva a que se pierda una buena fuente para la generación de empleo directo e indirecto, pues el desarrollo de la tecnología involucra necesidad de conocimiento e innovación para su implementación. Actualmente, Iquitos depende totalmente de generación térmica y es igual al caso de San Lorenzo, provincia donde se ha extraído históricamente mucho petróleo, pero cuya población solo puede contar con ocho horas de luz al día.

Sin embargo, el verdadero reto para desarrollar proyectos de generación renovable ha sido impulsado por la necesidad de reducir la contaminación

en el medio ambiente y enfrentar el cambio climático. Estos factores han puesto sobre el tapete el reto de promover el autoconsumo y la generación distribuida. Este tipo de actividades pueden ser desarrolladas en cualquier lugar, principalmente a partir de recursos eólicos y sobre todo solares. La ventaja de no requerir uso de combustible, nos permitiría pensar en un tema de independencia energética. Existen barreras que quedan por vencer para la implementación de las energías renovables, pero se puede ser optimista en la idea de superarlas, ya que actualmente existen países y proyectos que han demostrado que se pueden superar esas barreras. Debemos reconocer el alto costo inicial, pero con financiamiento adecuado se puede llevar a cabo.

Para apostar y consolidar una industria descentralizada y con generación eléctrica distribuida es necesario, sin embargo, desmontar algunos mitos que existen en torno a las energías renovables y que vienen postergando hasta ahora la implementación de una política de Estado encaminada al desarrollo de estos mecanismos alternativos de producción eléctrica. Resaltan entre estos mitos: i) la idea de que la energía renovable es muy cara y puede perjudicar al usuario final; ii) la percepción de que la energía renovable no es confiable, debido a sus intermitencias; y, iii) el prejuizgamiento de que la energía renovable no puede cubrir todas las necesidades de los usuarios eléctricos, sin mayor sustento. En el caso particular de la industria eléctrica peruana, se suma a estos mitos la idea generalizada entre los agentes del sector de que vivimos actualmente una sobreoferta de energía. La realidad, desafortunadamente, es que tenemos un gran número de capacidad instalada, pero no sobreoferta de energía.

El autoconsumo es básicamente utilizar la energía que uno produce para abastecerse. La energía fotovoltaica ofrece una buena oportunidad para el autoconsumo. Actualmente, la energía fotovoltaica es muy competitiva para la generación de energía. Los últimos casos refieren a proyectos fotovoltaicos de gran escala, pero esto también puede ser aplicado para el autoconsumo. La industria apunta actualmente a permitir a los usuarios a contar con instalaciones de generación en sus viviendas, producir su propia electricidad, autoabastecerse y, de contar con excedentes, despacharlos a la red de distribución. El autoconsumo es una decisión del usuario, no requiere de participación estatal.

Sin embargo, cuando el autoconsumo evoluciona al punto de que el usuario es también capaz de vender sus excedentes de producción eléctrica, este escenario se convierte en uno denominado de “generación distribuida”. Es decir, generación que tiene lugar mediante pequeñas plantas de generación

eléctrica con recursos renovables cuyo despacho se da directamente a las redes de distribución. El generador distribuido puede ser el mismo usuario, a partir de las instalaciones de generación dispuestas en su vivienda, o puede ser una pequeña compañía dedicada a dicho negocio, e incluso la agrupación de varios pequeños productores distribuidos por medio de los denominados “*energy communities*”. En estos casos, la generación distribuida requiere de un marco complejo bajo el cual el productor pueda no sólo autogenerar su propia energía, sino también vender sus excedentes, y recibir un pago por ellos. A la fecha, no obstante, no existe una regulación que desarrolle en extenso la generación distribuida en el Perú. Esta es una tarea pendiente que debemos exigir a efectos de que se aprueben las disposiciones convenientes que sean necesarias.

## **2. Avances en *Energy Storage* y procesos de digitalización**

El avance en el uso de energías renovables ha sido entorpecido alegándose que la intermitencia de estas fuentes de generación no pueden abastecer plenamente los requerimientos de consumo de los usuarios eléctricos. Este cuestionamiento, sin embargo, ha sido superado con el gran desarrollo tecnológico experimentado en los últimos años en baterías para almacenar energía. Así pues, en días de baja radiación solar, las baterías pueden cubrir la baja producción eléctrica, facilitando el abastecimiento del usuario. Del mismo modo, en días de gran radiación, los excedentes de producción no requeridos por los usuarios, pueden ser almacenados para su uso en la noche o para despacharse y venderse en la red de distribución brindando balance al sistema, de ser necesario. En estos últimos casos, como puede advertirse, las baterías realizan una función equivalente a la generación eléctrica.

Ahora bien, estas baterías también podrían funcionar como un activo de distribución y transmisión. De hecho, la batería podría ser vista como una opción en vez de construir una nueva línea de transmisión o instalar un transformador nuevo. La batería podría suplir la energía y dar el servicio a auxiliares, a los sistemas de distribución y transmisión. Se podría utilizar para la sobredemanda como una fuente de energía de reserva. Por ejemplo, cuando el transformador falle, la batería podría entrar como una forma de energía de reserva para darle poder a la zona por un par de horas. El almacenamiento da oportunidad de no tener que expandir una subestación o implementar una subestación nueva, el almacenamiento brinda otra alternativa, una forma más económica.

En conclusión, independientemente de cómo se use el almacenamiento (como un generador, alternativa a la distribución o transmisión), la implementación de baterías puede traer muchos beneficios al sistema eléctrico del Perú por las siguientes razones:

- Adiciona mejoras en la operación y confiabilidad de la red eléctrica.
- Facilita la penetración de fuentes de generación renovable, principalmente solar y eólica. El almacenamiento puede ir como un complemento.
- Es una alternativa a proyectos de transmisión y distribución. Si bien ahora se ve como una opción, cuando los precios de las baterías bajen más, será una gran alternativa para ciertos proyectos.
- Relativa facilidad de desarrollo.

Asimismo, para fortalecer el uso de las energías renovables, se ha desarrollado el concepto de digitalización de los sistemas eléctricos, que involucra la conexión con centros de comunicación, control de generación y consumo, y control de redes. No solo es tecnología *Smart Grids* de control de redes, sino también es la integración de *Smart Markets* que involucran la participación de la generación y la demanda. Es un tema que también ha visto una evolución positiva en sus costos en los últimos años y podrá contribuir en un futuro a consolidar una industria descentralizada y con un rol más activo por parte de los que actualmente son únicamente usuarios del servicio eléctrico.

### **3. Beneficios sociales de la producción de energía con fuentes renovables. El caso particular de la electrificación rural con sistemas fotovoltaicos domiciliarios**

La generación de energía eléctrica mediante fuentes renovables puede traer beneficios para el desarrollo sostenible e integral de la población. En efecto, estas fuentes de energía pueden ayudar a reducir los índices de pobreza energética o falta de acceso al suministro eléctrico. En el caso peruano, un claro ejemplo de este beneficio ha sido evidenciado por medio de la implementación del Proyecto de Mejoramiento de Electrificación Rural mediante Fondos Concursables (FONER).

El FONER es un emprendimiento por el cual se busca brindar el suministro de electricidad en las zonas rurales mediante la implementación de paneles solares

en coordinación con las empresas distribuidoras de la zona. Este proyecto se encuentra a cargo de la Dirección de Electrificación Rural del Ministerio de Energía y Minas, y el financiamiento es otorgado por el Banco Mundial. El principal objetivo de este proyecto es cerrar la brecha de electrificación rural, mediante generación convencional y con paneles solares en el territorio nacional. El proyecto presenta un esquema de intervención ágil, pues busca la participación de los gobiernos regionales y locales, junto con el liderazgo de la empresa distribuidora, y es canalizado a través de la dirección de fondos concursables del Ministerio de Energía y Minas, a efectos de que éste tenga el carácter de proyecto de inversión pública.

Antes del 2010, se instalaron sistemas fotovoltaicos en diversas partes del Perú, pero dejando en el usuario la operación y mantenimiento. En consecuencia, no se sabe la asistencia técnica que se les ha prestado a esos equipos, siendo que existen instalaciones abandonadas o mal utilizadas. Después del 2010, se realizaron esfuerzos conjuntos con el OSINERGMIN para sacar una tarifa especial denominada BT8, que cumple un fin de sostenibilidad técnica para el sistema, realizando coordinaciones con empresas de distribución como Electro Oriente, Electro Norte y Electro Sur Este, para realizar proyectos de inversión pública a zonas aisladas. Para estos suministros existe una tarifa especial, que cuenta con el subsidio del FOSE que cubre el 80% de la factura. A partir del 2012, se ha mejorado la intervención y se han utilizado las mejoras tecnológicas. Al principio solo se tenía pensado un tipo de panel para cualquier lugar, pero se ha ido variando la capacidad del panel dependiendo de la ubicación donde se instalará, mejorando las horas de servicio a los usuarios.

Los proyectos ejecutados durante la primera etapa son nueve y comprenden 7,062 conexiones domiciliarias. El costo total de los nueve proyectos ascendió a S/ 18, 154,705.00. En la segunda etapa se desarrollaron 7 proyectos con 12,313 paneles solares en total, y un costo total ascendente a S/ 39, 179,057.00. Los módulos han ido variando según las experiencias realizadas y las nuevas tecnologías, siendo que los expertos del Banco Mundial han supervisado que los equipos adquiridos sean los más idóneos para el desarrollo del proyecto, teniendo en cuenta la durabilidad del equipo. Los reguladores también han tenido mucha importancia, siendo que los últimos permiten conexión a wifi a efectos de poder recopilar información sobre su funcionamiento histórico. Asimismo, ha existido una evolución en las lámparas utilizadas, pues se ha pasado de los fluorescentes clásicos a lámparas de tecnología LED que han mejorado significativamente la iluminación y el consumo de energía.

La ejecución de estos proyectos ha sido acompañada de políticas operativas del Banco Mundial, como las relacionadas con protección ambiental, asentamiento involuntario y protección de pueblos indígenas. Esto permite que la implementación de los proyectos cuente con la mayor capacitación posible a fin de evitar impactos perjudiciales. Existe un desarrollo de las herramientas de gestión aplicadas a los proyectos, a efectos de no dejar en abandono los mismos. De tal manera, se realizó un trabajo coordinado con el OSINERGMIN para la implementación de la tarifa BT8. Además, se han realizado diversas labores de consultoría y asesoramiento a las empresas distribuidoras para la operación técnica y mantenimiento eficiente de los equipos instalados. Uno de los últimos avances ha sido la creación de una plataforma web para la sistematización y monitoreo en línea de la instalación y operación de los sistemas fotovoltaicos de la segunda etapa. Esta plataforma permite utilizar un sistema geo referencial para asegurar la localización del equipo y el oportuno mantenimiento por parte del personal encargado. De tal manera, se puede seguir la operación y mantenimiento.

En conclusión, este servicio ha cubierto parcialmente la necesidad de suministro en zonas alejadas. Sin embargo, se deben fortalecer la operación y mantenimiento que brindan las empresas distribuidoras para cubrir este tipo de instalaciones y otorgarle mayor respaldo financiero. A partir de la experiencia del FONER, podemos evidenciar nuevos espacios de desarrollo en los cuales la generación con paneles solares puede marcar la pauta para reducir el índice de pobreza energética en nuestro país.

#### **4. Estado de la cuestión en la operación de plantas solares en el Perú**

Las centrales solares en el año 2016 tuvieron un crecimiento de un 8.5%, debido a que determinadas empresas mineras solicitaron el servicio. El presente año, tendremos un crecimiento de 3% y las proyecciones realizadas por el COES, indican que no creceremos más de 4% en 10 años.

Las centrales solares se ubican en la zona sur del país, región que cuenta con un gran potencial de energía solar. Los proyectos que existen y están funcionando e inyectando energía al sistema son C.S. Majes, C.S. Repartición, C.S. Tacna Solar, C.S. Moquegua y C.S. Panamericana Solar. Además, los proyectos que recién han sido adjudicados, son el Proyecto Rubí a cargo de Enel Green Power Perú S.A. y el proyecto Intipampa a cargo de Engie.

La participación de la energía solar en la producción acumulada a mayo de 2017, no ha mejorado, debido a que sólo fue de 0.44%. En efecto, el agua es el componente que participa en mayor proporción en la generación de electricidad con un 62.15%. Luego, el gas natural con un 29.90%. La participación del carbón y el petróleo diésel en el país es muy pequeña. En términos de energías renovables, éstas tienen una participación en la generación de energía en nuestro país de un 5.14%. Las que producen más son las hidroeléctricas pequeñas, después las eólicas y en tercer lugar las energías solares. Las energías solares no tienen participación en la atención de la máxima demanda, a diferencia de las eólicas, hidroeléctricas y gas natural, las cuáles son las que realmente sustentan el sistema eléctrico peruano.

Actualmente, el Sistema Eléctrico Peruano soporta tranquilamente la capacidad normal de energía solar inyectada al sistema. En ese sentido, el sistema no tiene ningún problema de estabilidad debido a que la cantidad de inyección de energía solar es muy pequeña en proporción a la potencia total del sistema. La demanda del sistema peruano es de aproximadamente 6500 MW y la capacidad de energía solar no llega ni a 200 MW, por lo que todavía no representa ningún problema.

¿Qué posibilidades existen en el Perú, para nuevas instalaciones de centrales eléctricas y otras tecnologías? El COES ha realizado proyecciones sobre la base de la construcción o no del Proyecto Gasoducto Sur Peruano. Con la puesta en operación del Gasoducto, al 2024 las plantas del nodo energético que están trabajando con diésel se convertirán a gas natural. Es en este escenario donde se ha proyectado un crecimiento hasta el 2028 de 4%. Para realizar esta proyección, se analizó una proyección de la demanda y la información sobre posibles grandes proyectos mineros o industriales que se vayan a realizar en los próximos años. Sin embargo, no hay indicios de que estos proyectos se concreten en el presente. Actualmente, tenemos capacidad suficiente para atender todo el sistema con energía barata y gas; por lo que, aun si se lograra realizar la electrificación rural, no variaría la proyección por los siguientes motivos:

- La electrificación rural necesita de mucha inversión por parte del Estado, y el Estado no tiene la capacidad económica suficiente para invertir en un corto plazo, por lo tanto, la electrificación rural no va a ser un pico de crecimiento rápido.
- La población que se beneficiará con el servicio eléctrico, utilizará la energía solo para iluminación y no le dará otros usos. Asimismo, la población rural

es de bajos recursos económicos y sus consumos específicos son muy pequeños, encontrándose por debajo de los 50 kW dólar al mes.

En consecuencia, ni por proyectos de inversión, ni por electrificación rural va a existir alguna posibilidad de que la demanda crezca más allá de lo previsto y es en ese escenario donde el sistema no va a requerir de nueva capacidad de energía renovable, ni convencional por los siguientes 5 años.

Por su parte, en el escenario que no se llegara a construir el Gasoducto Sur Peruano, para fines del año 2024, se acabará el recurso del gas natural y tendríamos que utilizar la generación instalada con diésel. Este es el escenario que representa una oportunidad interesante para las energías renovables, en especial de las que más rápido se instalan. Es en ese momento, cuando existirá una alta probabilidad del desarrollo del potencial solar que tenemos en el país. El funcionamiento normal del sistema sería atender al país con energías renovables, pero igual en horas punta se tendría que utilizar máquinas térmicas convencionales, porque la energía solar deja de producirse a esas horas. En este escenario, las baterías todavía no son una opción para el Estado porque tienen un costo elevado.

Sobre la base de lo expuesto y teniendo en cuenta que el desarrollo del Gasoducto Sur Peruano puede quedar truncado, es probable que en los próximos años seamos testigos de un mayor desarrollo de la industria renovable en nuestro país. Será cuestión y labor del Estado aprobar las medidas regulatorias que hagan viable ese desarrollo y aprovechen adecuadamente dicho escenario.

## **5. Industria solar y minería.**

La energía solar y el almacenamiento energético son activos económicos que aportan valor a la explotación, operación y cierre minero. Tradicionalmente, se ha definido a los pasivos mineros como aquellas instalaciones, efluentes, emisiones, restos o depósitos de residuos producidos por operaciones mineras, que están abandonados o inactivos y que constituyen un riesgo para la salud de la población, el ecosistema y la propiedad. Es justamente frente a la referida definición, que se propone una puesta en valor de aquellas instalaciones mineras, a través de su uso como paneles de captación de energía solar. En nuestro país existen más de 892 ex unidades mineras y dos normas vigentes que tienen como objetivo rehabilitar el área perturbada por la explotación minera, para mantener el ecosistema antes existente y darle una preservación

paisajista al área afectada. Dichas normas son la Ley N° 28090 de 2003 y su Reglamento aprobado por el Decreto Supremo N° 033-2005-EM.

La importancia del cierre minero radica en su objetivo de remediación ambiental, a través de evitar la erosión y sedimentación de los suelos, la eliminación de las aguas ácidas contaminantes y el evitar posibles sanciones por parte de las autoridades competentes. Siendo esto así, sería posible la recuperación del uso del suelo para generar un clima de credibilidad y confianza en la población, en torno a una actividad tan controvertida como la minería. En ese sentido, el cierre minero pasaría a ser una oportunidad de negocio, gracias al potencial del Perú como país con amplios recursos energéticos, entre los que destacan la producción de energía solar y eólica. Además de lo anterior, se debe tener en cuenta que no solo hay una amplia oferta de recursos naturales aprovechables, sino que además el Perú cuenta con una demanda energética creciente y gran capacidad de mano de obra en las comunidades donde están situados los pasivos mineros. El objetivo es darle sostenibilidad más allá de la vida útil de la mina a los yacimientos explotados.

Ejemplos claros de la aplicación energética de los pasivos mineros son el Proyecto Solar Avalón de la Minera Asarco. Proyecto con una producción de 35 MW, ubicado en el desierto de Arizona. Otro ejemplo es el Proyecto San Xavier, de la misma compañía minera, con una producción de 100 MW. Proyectos similares se pueden replicar en nuestro país, debiendo mencionarse el Complejo Yanacocha y el Tajo Raúl Rojas-Cerro.

Con todo esto, la energía solar y el almacenamiento energético son activos (económicos, ambientales, sociales y financieros) que aportan valor a la exploración, planificación, operación y cierre minero. Un pasivo minero debe convertirse en un activo social y ambiental (energético, cultural y/o turístico). A partir de esto, debe tomarse en cuenta que el desarrollo de activos renovables incrementa el valor de la mina, de la empresa minera y del entorno. Se reduce la huella de carbono, se genera trabajo y eleva el valor de una empresa que se muestra socialmente responsable. Por tanto, la minería y la generación sostenible de energía eléctrica son actividad que actualmente pueden ir de la mano y, teniendo en cuenta la riqueza minera de nuestro país y los proyectos existentes, ésta puede ser otra oportunidad de desarrollo para la industria renovable en el Perú.

## **6. Posibilidad de utilizar energía solar por parte de las empresas distribuidoras de electricidad**

La aplicación de la tecnología de los sistemas fotovoltaicos ha probado que funciona, por lo que siguen instalándose esos sistemas que permiten transformar la radiación solar en energía eléctrica. Esto permite que las personas mejoren su calidad de vida haciendo uso de electrodomésticos. Pero esta energía no solamente está siendo utilizada para el funcionamiento de electrodomésticos, sino que está empezando a ser usada de manera creativa, un ejemplo de ello es el caso del poblado de Jiracamarca ubicado a 4500 msnm ubicado en Puno. Este poblado ha desarrollado la rueca eléctrica, que funciona gracias a la energía que proveen los sistemas fotovoltaicos también llamados paneles solares, este aparato permite hilar las fibras de la lana pero de manera más rápida y eficiente que la rueca tradicional. Esto permite que los pobladores puedan obtener mayor materia prima en menor tiempo y por tanto aumentar la producción y las ganancias.

En ese sentido, la energía solar que proviene de los paneles solares no solo debe ser usada para la iluminación, sino que debe aprovecharse al máximo su uso, innovando y mejorar la calidad de vida. En este caso de Puno, la distribuidora Electro Puno espera poder instalar los cerca de 16 mil paneles solares faltantes para cubrir cerca del 100% de población, se espera alcanzar esta cifra en el 2019. El sistema de Electro Puno es prácticamente radial, con subestaciones y líneas de estación muy largas. Hay dos problemas principales: el primero es que constantemente se dan cortes de energía, especialmente en la época de lluvias; y el segundo problema es que la regulación del nivel de tensión son bajos.

Una forma de solucionar este problema es instalar pequeñas centrales solares de generación de hasta 500 kW, que estarían compuestas por paneles solares. Actualmente estos sistemas existen, pero para que esto sea más común en el Perú se debe primero partir de un análisis netamente económico y de un análisis de cuál puede ser el uso y beneficios que se le brinda a esta infraestructura para mejorar la calidad y la confiabilidad de los servicios.

Existen múltiples beneficios en la instalación de pequeñas centrales, algunas de las cuales son las siguientes:

- A pesar que haya un corte eléctrico, los usuarios que se encuentren cerca a estas pequeñas centrales solares seguirían contando con energía.

- Se mejorarían los niveles de tensión en las colas y se evitarían inversiones en el reforzamiento de cambio de diámetro de los conductores.
- Permitirá mantener la calidad de servicio por un buen número de años en altos niveles de confiabilidad y calidad.

Respecto al almacenamiento de energía, se desea implementar sistemas para mantener el agua a una temperatura adecuada y apta para el consumo, sobretodo en horas de la noche que suelen ser muy frías en la sierra.

Asimismo, el desarrollo de un mejor sistema eléctrico es indispensable para impulsar la producción de productos lácteos a través de la energía trifásica, pues en muchas zonas las líneas son monofásicas, siendo insuficiente la cantidad de energía. La industria láctea no solo necesita energía para la producción, puesto que también se necesita energía para refrigerarlos y procesar el alimento para el ganado, si bien ello es posible, es limitado debido a los sistemas monofásicos que hay en la zona. Esta situación resulta nuevamente en una oportunidad para la generación con energía solar. Así pues, se podrían instalar centrales solares y mejorar la economía de esta zona, completando los consumos eléctricos que son necesarios para fortalecer y hacer más rentable la industria local. Esto se traduciría en mejoras en la economía y competitividad de los negocios locales, y mayores puestos de trabajo.

## **7. Otras oportunidades para la inversión en energía renovable en el Perú**

Es necesario un cambio en las condiciones actuales que permita que la generación renovable pueda tener una mayor penetración en el mercado peruano y pueda, a la vez, convivir con la matriz energética con la que contamos en la actualidad. Engie ha asumido un papel activo en el mundo de las energías renovables, destacando en primer lugar el Proyecto Solar Intipampa (40MW y 108GWh/año), adjudicado en la 4ta Subasta para Suministro de Energía con Recursos Renovables organizada por OSINERGMIN, cuya puesta en operación comercial está proyectada para enero de 2018. La central solar se encuentra ubicada a 9km de la ciudad de Moquegua y contribuirá con la reducción de emisiones de gas de efecto invernadero (aprox. 79,000 ton CO<sub>2</sub>/año.). Asimismo, se ha desarrollado el Proyecto "Solar Rooftop" (31kWp), que consiste en la implementación de paneles en las oficinas de Engie en San Isidro (Lima) para su consumo interno, cuya puesta en operación fue en febrero de

2017. Finalmente, el Proyecto de Micro-generación Solar (1kWp), ubicado en el Parque de la Felicidad en San Borja (Lima), permite cargar hasta 24 teléfonos celulares en simultáneo, así como inflar llantas de bicicleta a través de una compresora.

La situación actual del mercado eléctrico nos muestra un escenario de sobreoferta de generación que está generando que existan megavatios sin ser utilizados, ello a raíz de que la demanda eléctrica no creció como se esperaba que creciera hace varios años atrás cuando se dieron diversas decisiones, especialmente la demanda de los sectores mineros, varios de cuyos proyectos se han visto estancados o han sido cancelados en los últimos años. En este sentido, esta brecha importante que hoy existe entre la demanda y la oferta se debe a que tanto el sector privado como el OSINERGMIN, el COES, entre otros, coincidían en sus proyecciones respecto al crecimiento del sector minero. De acuerdo a proyecciones de Engie, el sistema seguiría teniendo sobrecapacidad en el mediano plazo, generando un margen de reserva de potencia efectiva de generación superior a 35% hasta el año 2025.

Por otro lado, respecto al sector rural, durante el 2015, cerca del 70% de la producción de energía eléctrica en los sistemas que se encuentran aislados del SEIN se realizó con Diesel frente a un 31.5% realizado con generación hidroeléctrica. La generación térmica con Diesel es altamente contaminante, por lo que hace falta que se promuevan licitaciones RER en estas zonas. La inserción de generación RER se vuelve aún más relevante tomando en consideración la brecha importante que existe entre electrificación rural y nacional, y que de acuerdo al Banco Interamericano de Desarrollo (BID) aún existen más de 3 millones de habitantes en el Perú que no cuentan con acceso al suministro de electricidad.

Asimismo, es importante resaltar la importancia de la “firmeza”, lo cual se encuentra asociado a la seguridad de suministro de energía que las generadoras deben proporcionar al sistema y que se expresa en la “potencia firme” de las distintas unidades de generación. El mencionado concepto no responde a un concepto que pueda ser objeto de discrecionalidad de las centrales, sino más bien se trata de un concepto técnico que dependerá de las propias características de la tecnología que se utilice para la generación de energía.

De esta manera, las centrales deben estar presentes en el Periodo de Horas Punta del Sistema con un determinado nivel de confianza, la que se determinará en función a la tecnología de generación empleada. Por ejemplo,

para el caso de las hidroeléctricas, el nivel de confianza se determina con el 95% de excedencia de los caudales mensuales en el año; a diferencia de las centrales termoeléctricas a gas natural, cuyo nivel de confianza es de casi el 100%, puesto que están obligadas a contratar el transporte y distribución de gas en servicio firme. Así como existe una manera de determinar el nivel de confianza al cual operarán las centrales de generación convencional, se propone que para los casos de las centrales eólicas y fotovoltaicas deberían adoptarse criterios similares a las de estas otras tecnologías.

Sin embargo, se debe tomar en consideración que las centrales eólicas y fotovoltaicas en el SEIN presentan una alta variabilidad en la producción de energía, incluso de un día para otro. Esta variabilidad dificulta la predicción de la producción, con lo cual debería ser respaldada con generación convencional. Ahora, si bien la variabilidad intrínseca de la generación RER podría ser respaldada en principio con generación convencional, existen dos potenciales problemas que se podrían presentar como consecuencia de las inflexibilidades operativas de las centrales térmicas a diésel y a gas natural. Por un lado, debido a que las centrales térmicas tienen un tiempo mínimo de operación (30 horas aprox.) y que por lo tanto no podrán parar antes que culmine dicho tiempo, existirá un periodo en el cual la producción de las centrales solares generada durante el día no podría entregarse al sistema siendo que la central térmica de respaldo sigue en operación. Por otro lado, puesto que las centrales térmicas poseen un tiempo mínimo entre parada y arranque y que por lo tanto estas no podrán arrancar antes de cumplido este tiempo, existirá un periodo de déficit de generación, en el cual no operarán ni la central solar (por ser de noche), ni la central térmica hasta que culmine el tiempo mínimo requerido para el nuevo arranque.

Adicionalmente a estos problemas operativos del sistema, la incorporación de más generación RER podría ocasionar costos adicionales al sistema que se reflejarían en incrementos de las tarifas de los usuarios, tales como:

- Un mayor costo de reserva rotante para regulación de frecuencia.
- Requerimiento de mayor capacidad de generación adicional gestionable (hidroeléctrica, térmica, etc.).
- Mayor costo de arranques y paradas de unidades termoeléctricas.
- Incremento de operación en cargas parciales o en mínimo técnico de las termoeléctricas.

- Mayor costo de compensación reactiva.
- Mayor costo de operación y mantenimiento de unidades termoeléctricas.

De la misma manera, si se incrementara la participación RER, se incrementaría la participación en capacidad en 40%, con los siguientes costos adicionales:

- Costos fijos de gas natural: En los momentos que la generación RER no produzca (por su variabilidad) otras unidades de gas natural deberían operar para atender la demanda. Para ello se necesitarán contratos de transporte y distribución de gas natural con “take or pay” elevados.
- Costos de mayor “Ciclaje”: Debido a la variabilidad de las RER, hay mayor frecuencia de rampas de bajada y de subida de potencia de las centrales térmicas. Esta mayor frecuencia de ciclaje origina costos adicionales de mantenimiento y de operación en baja eficiencia y mínimo técnico operativo.

A modo de conclusión, se debe tener en cuenta que si bien existe una serie de retos tecnológicos que deben ser tomados en cuenta en la legislación con el fin de que se asigne el pago de los costos adecuadamente, es cierto que las RER son cruciales si se quiere, por un lado, aumentar el coeficiente de electrificación rural, interconectando con generación RER las zonas rurales lejanas de la red, y por otro, disminuir las emisiones contaminantes, reemplazando la generación eléctrica con combustibles fósiles por RER en sistemas aislados.

Finalmente, se debe considerar que los subsidios, tales como las subastas con primas garantizadas, ya no son necesarios para el desarrollo de tecnologías RER, debido a que los precios de éstas han disminuido notablemente. De este modo, la generación RER ya podría participar en un mercado competitivo para venta de electricidad mediante contratos, sin necesidad de cambiar el marco regulatorio vigentes, recibiendo el mismo trato que los generadores convencionales, sin ventajas ni desventajas. Incluso, propone, las generadoras RER podrían aprovechar la sobrecapacidad existente para comprar potencia firme en el mercado y comercializarla. En este sentido, se considera que en caso el gobierno decidiera implementar mecanismos de promoción de generación RER, éstos no deberían afectar el sector generando distorsión de las señales de precios del mercado; por el contrario, se debería asignar explícitamente los mayores costos operacionales que se originen por una mayor participación RER en el sistema.