

ESTRATEGIAS PARA COMERCIALIZAR ENERGÍAS RENOVABLES EN EL MERCADO ELÉCTRICO PERUANO

STRATEGIES FOR THE MARKETING OF RENEWABLE ENERGIES IN THE PERUVIAN ELECTRIC MARKET

Margarita Murillo Manrique*

RECEPCIÓN: JUNIO DE 2017

ACEPTACIÓN: JULIO DE 2017

RESUMEN

El presente artículo es una investigación descriptivo-explicativa que tiene como principal objetivo dar a conocer las estrategias para comercializar energías renovables en el mercado eléctrico peruano. El análisis se llevará a cabo considerando el desarrollo energético respecto a la demanda y la oferta de potencia y energía en términos económicos, y teniendo en cuenta, además, que se está hablando de una mercancía susceptible de ser comprada, vendida y comercializada. Para describir las estrategias de comercialización de las energías renovables, se han analizado los niveles de potencia de generación renovable que ya están implementados en nuestro país en tecnología tanto solar como eólica. Esto ayudará a reducir los altos costos de energía por los peajes que se pagan a lo largo de los sistemas de transmisión y distribución.

Con los datos recabados respecto a los mega watts (MW) entregados a los sistemas aislados en las zonas rurales, se ha determinado la demanda de energía *in situ* y se ha comparado los costos generados de la implementación con la tarifa actual respecto a los clientes básicamente regulados, que son los mayores aportantes al mercado eléctrico. Esto nos ha permitido explicar que la producción de energía renovable deberá ser inyectada al sistema interconectado nacional (SEIN), lo que propiciará, a través de políticas de Estado, el uso de energías limpias para bajar el consumo de las energías fósiles que se usan en la actualidad y, de manera urgente, para regular de los criterios técnicos económicos en el código nacional de electricidad (CNE). Los resultados obtenidos muestran que se contará con una mayor oferta de energía, situación que supondrá un aporte en términos de ahorro energético y menores costos de demanda en este sector.

Palabras clave: Energías renovables, oferta, demanda, potencia, energía, sistemas aislados, tarifa eléctrica.

ABSTRACT

The article corresponds to an explanatory descriptive research as it has as an object to describe the strategies to commercialize renewable energies in the Peruvian Electricity Market considering the energy development regarding the demand and the supply of power and energy in economic terms, analyzed from the point of view of A good that can be bought, sold and marketed; To describe the strategies of commercialization of renewable energy, we have analyzed the levels of renewable power generation that are already implemented in our country in both solar and wind technology versus the high energy costs due to tolls that are paid at Transmission and distribution systems; With data collected on megawatts (MW) delivered to isolated systems in rural areas, the demand for energy *in situ* has been determined and the costs generated from the implementation have been compared with the current rate with respect to customers basically Regulated major contributors to the electricity market; This has allowed us to explain that the production of renewable energy must be injected into the national interconnected system (SEIN) by generalizing through state policies the use of clean energy to reduce the consumption of fossil fuels that are currently being used and on an urgent regular basis The technical economic criteria in the national electricity code (CNE), and the results obtained show that there is a greater supply of energy, contributing in terms of energy savings and lower demand costs in this sector.

Keywords: Renewable energy, supply, demand, power, energy, isolated systems, electricity tariff

* Docente de la FI-URP; <m.murillo @urp.edu.pe>

Introducción

El sector eléctrico peruano se viene desarrollando en un contexto competitivo en cuanto a la *generación*, y en un contexto regulado con características monopólicas en cuanto a la *transmisión y distribución*. De este modo, el marco regulatorio en el sector eléctrico ha evolucionado para hacer frente a los desafíos económicos, sociales y ambientales. En ese sentido, el Perú se ha convertido en uno de los países emergentes que mayor crecimiento económico ha conseguido en Latinoamérica después de la crisis financiera internacional. Su PBI se incrementó y, en vista de este repunte económico, la demanda por energía eléctrica del aparato productivo local alcanzó niveles importantes e incrementó las necesidades de nuevas inversiones y de una gestión eficiente por parte de las empresas eléctricas en relación con la transmisión y distribución y, particularmente, con la generación, lo que ha producido una innovación de las energías solar y eólica.

Ante esta situación, el presente artículo propone estrategias orientadas a incrementar la generación de energías renovables y considerarlas en las políticas de Estado, de tal manera que el mercado eléctrico efectuó las *compras* a través de ofertas de compra; y las *ventas*, a través de ofertas de venta y operaciones a corto plazo. Para ello, es necesario aplicar los principios de la oferta y la demanda con el fin de fijar el precio en la generación de energías limpias.

Para hacer un correcto análisis respecto a las estrategias de comercialización de energías renovables en el mercado eléctrico, se describen las nuevas fuentes de generación que significan un valioso aporte a la industria eléctrica dentro de un nuevo diseño del mercado cuyos principios contemplan integrar los sistemas eléctricos aislados al SEIN. De esta manera, las tarifas se verán reducidas respecto a los precios que se suele cobrar por la energía. Asimismo, se presenta una visión del mercado eléctrico en generación eólica y solar y su comparación respecto a América Latina y el Caribe y las nuevas perspectivas de las redes inteligentes en el mundo.

En este contexto, pretendemos se tomen decisiones en el corto plazo para incentivar el desarrollo de las nuevas formas de generación de energía, no solo desde el punto de vista económico –en beneficio del cliente–, sino también considerando la importancia de la sostenibilidad del medio ambiente, reestructurando las áreas de la electricidad, transporte y concesiones, así como la infraestructura de servicios energéticos. Por ello, es necesario fortalecer las capacidades humanas aprovechando la gestión del conocimiento, las experiencias exitosas y el avance tecnológico. Esto ayudará a profundizar los conocimientos en materia comercial, pues es allí donde están los agentes del mercado eléctrico.

Material y métodos

En el negocio de la energía eléctrica, los agentes del mercado están incentivando cada vez más al sector privado a la generación de nuevas energías debido a los altos costos iniciales que esto trae consigo y a que el Estado, a la fecha, no aplica las políticas de inversión en este rubro. Es en este sentido que, en el artículo, mostramos que la inversión inicial, en este tipo de infraestructura, se recupera en el corto plazo. Para ello, desarrollamos los siguientes aspectos.

1. La industria eléctrica en el Perú-entorno energético

La estructura de producción eléctrica peruana se concentra en centrales hidroeléctricas (50.14%) y termoeléctricas (49.14%). Con respecto a estas últimas, se muestra una creciente participación (44% el 2012 y 46% el 2013), efecto de su mayor atractivo en costos como consecuencia de la puesta en marcha en el 2004 del proyecto de Camisea. Asimismo, con la culminación del Gasoducto del Sur

Peruano, que tiene plazo de finalización hasta el 2019, se podrá transportar gas natural de Camisea a la zona sur del Perú, por lo que se espera aumenten los proyectos de centrales termoeléctricas en esta zona. De este modo, se logrará descentralizar, en parte, la concentración de producción de electricidad de la zona centro, causada, fundamentalmente, por dificultades de transporte.

Por otro lado, el consumo de energía se encuentra muy ligado al desarrollo de la economía y, en el caso peruano, en mayor medida, a la producción de las empresas mineras e industriales de hierro y acero. Al tercer trimestre del 2014, la energía consumida fue 31,888 GWh mayor en 5.38% respecto al mismo periodo en el 2013. En esos mismos meses, el PBI creció 2.80%. Además, PRC espera que, para los años 2015 y 2017, la generación de energía crezca a un nivel mayor, dado los nuevos proyectos de extracción minera (Constancia, Toromocho y Cerro Verde) y las mejores perspectivas para la economía peruana (5.5% para el 2015 y 6.3% para el 2016, según el BCRP).

La Ley de Concesiones Eléctricas (LCE) y su Reglamento (Ley 25844, y D.S. 009-93-EM), vigente a partir de 1992, establece como principio general la división de las actividades que conforman el sector eléctrico en tres pilares básicos: generación, transmisión y distribución. De esta manera, una misma empresa no puede desarrollar más de una actividad. Asimismo, esta ley establece un régimen de libertad de precios para aquellos suministros que pueden desarrollarse de forma competitiva y un sistema de precios regulados para los suministros que, por su naturaleza, lo requieran.

En diciembre 2004, el Congreso aprobó las modificaciones a la LCE, entre las que destacan la periodicidad anual –antes, semestral– y el horizonte temporal utilizados en la fijación de las tarifas de proyección de dos años para la oferta y demanda –antes 4 años.

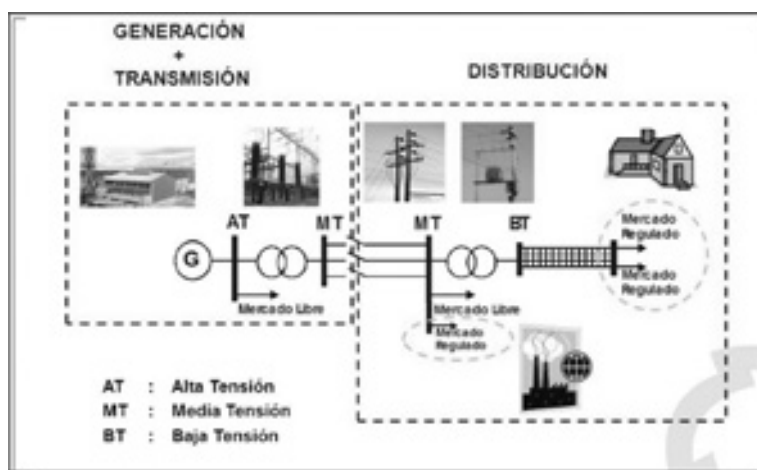


Fig. 1. Mercado eléctrico.

Fuente: PRC (2016) Mercado eléctrico.

Con respecto a los fondos gubernamentales, hay que mencionar que el Estado peruano realiza esfuerzos con el objetivo de incrementar el grado de electrificación rural del país mediante la ejecución de proyectos y mecanismos de subsidio para proyectos de electrificación rural. Entre las iniciativas destaca el Fondo de Compensación Social Eléctrica (FOSE), creado en el año 2001 mediante la Ley N° 27510, el cual establece subsidios cruzados sobre las tarifas para el consumo mensual de ciertos usuarios, subsidios que, dado su diseño, no afectan los ingresos de las empresas prestadoras de los servicios. Otra iniciativa fue la creación de la Unidad de Gerencia del Proyecto FONER, que otorga subsidios directos a los costos de inversión en proyectos de electrificación rural, con participación de empresas de distribución, Gobiernos regionales y locales, y el sector privado. Por otro lado, se ha

hecho énfasis en la promoción de la inversión privada en electrificación rural, resaltando los esfuerzos de ProInversión y Gobiernos regionales. En este sentido, la Dirección General de Electricidad del MINEM otorga concesiones eléctricas rurales brindando prioridad a proyectos que requieran un menor porcentaje de subsidios del Estado, mayor compromiso de inversiones y menor tarifa eléctrica. Finalmente, cabe mencionar el Fondo de Inclusión Social Energético (FISE), creado con la Ley N° 29852 en abril 2012, con el propósito de proporcionar energía menos contaminante a poblaciones vulnerables [1].

2. Estructura del sector

El sistema verticalmente integrado con el que contaba el sector antes de la década de los 90, que se caracterizaba por insuficientes inversiones, bajo coeficiente de electrificación, cortes, y racionamiento, se cambió por una nueva estructura, la cual, mediante la separación de la cadena productiva, la apertura del mercado a la competencia y la introducción de la inversión privada, entre otros, logró un desarrollo significativo del sector. Actualmente, el mercado eléctrico peruano está compuesto por entidades normativas, reguladoras y promotoras, tres subsistemas (generación, transmisión, y distribución), y consumidores finales (libres y regulados) [2].

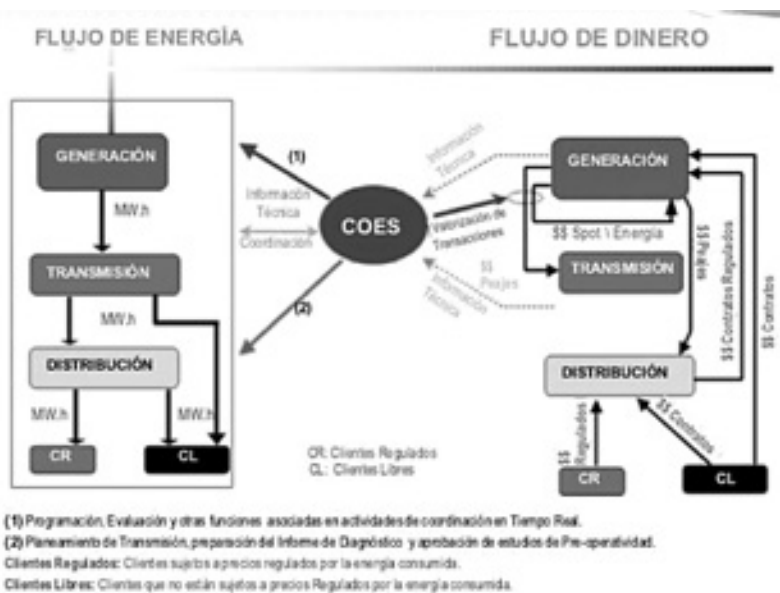


Fig. 2. Estructura del mercado eléctrico.

Dentro del segmento de generación eléctrica, existen diversas tecnologías para abastecer energía, cuya eficiencia depende del tamaño de la demanda. Para el caso de la producción hidráulica, esta requiere de una gran inversión. No obstante, sus costos operativos son bajos, por lo que es adecuado utilizar este tipo de centrales para abastecer una alta demanda de energía. La generación a base de combustibles como diesel, petróleo y gas natural tiene menores costos de inversión. Sin embargo, presentan altos costos variables, por lo que es más eficiente utilizar este tipo de generación para cantidades menores. Esta característica de la generación conlleva una combinación de tecnologías con el fin de optimizar costos.

Es necesario mencionar que el objetivo del COES, conformado por todos los agentes del SEIN –generadores, transmisores, distribuidores, y usuarios libres–, es, principalmente, la minimización de costos, por lo cual se encarga de coordinar la demanda y la oferta. El comité llama a producir a las generadoras en orden de prioridad según sus costos, empezando por aquellas que presenten los más bajos hasta cubrir la demanda en cada momento del día. De lo anterior, se infiere que los generadores no deciden cuándo ni cuánta energía producir, dado que deben recibir indicaciones del COES para el despacho de la misma. Luego de esta indicación, la producción ingresa en un *pool* de energía con el fin de ser entregada a distribuidores y clientes libres, por lo que se infiere también que las empresas generadoras no tienen conocimiento a qué distribuidor o cliente va dirigida la energía que produjeron, mientras que las distribuidoras tampoco tienen conocimiento de la potencia recibida ni del proveedor de energía [3].

Independientemente de lo que ocurra en el mercado físico, los compromisos de pago pactados deben cumplirse en cada uno de los tipos de contratos que se indican en la figura 3.

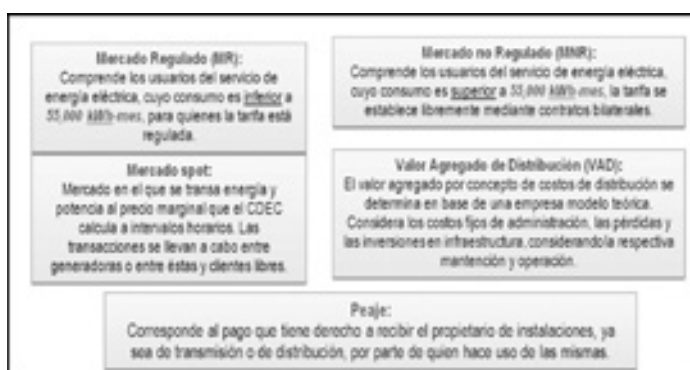


Fig. 3. Tipos de mercado.

Fuente: elaboración propia.

¿Cómo funciona el mercado eléctrico?

Las empresas generadoras de electricidad ofrecen determinadas cantidades de energía a determinado precio para cada una de las horas del día. Al mismo tiempo, los comercializadores y los consumidores directos en el mercado establecen las demandas. De este modo, la suma de las ofertas de compra configura una curva de demanda. Para cubrirla, se eligen las ofertas de venta más baratas hasta satisfacer toda la demanda: el precio de la electricidad será el de la última oferta. Posteriormente, se realiza un ajuste por restricciones técnicas, que asegura que el resultado económico del mercado sea técnicamente viable. Para tal efecto, existen las denominadas *reglas del mercado* que regulan con detalle el funcionamiento del mercado mayorista eléctrico.

¿Cómo se construyen los precios finales en el mercado de la electricidad?

El precio de la electricidad se construye, básicamente, mediante lo que se llama la casación de la oferta y la demanda. Pero también tiene otros componentes que se añaden al precio básico para formar el precio final por el que pagan los consumidores. Por ejemplo, están los pagos por reserva de capacidad para retribuir la garantía de suministro por las centrales que están en servicio y, también, para sustituir a las instalaciones de generación con energías renovables, en el caso de que estas, por falta de viento, de agua o de sol, comiencen a sufrir desperfectos.

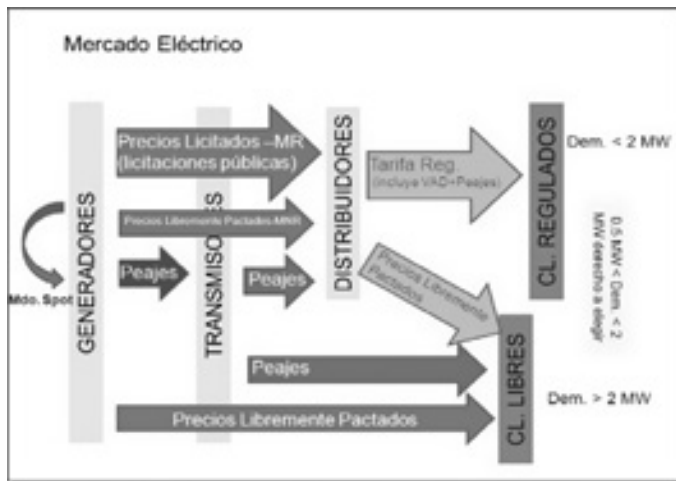


Fig. 4. Transacciones en el mercado eléctrico.

Fuente: PRC (2016) Mercado eléctrico.

Al igual que los pagos por reserva de capacidad, los precios finales también consideran los costes del servicio de gestión de la demanda que aportan los consumidores interrumpibles por renunciar a parte de su demanda por necesidades del sistema eléctrico. El mercado eléctrico peruano analiza la evolución de la oferta y la demanda y de los agentes que las componen. De este modo, se nota con claridad cómo han ido cambiando las tecnologías de generación eléctrica en el Perú y el rol preponderante que tuvo y que sigue teniendo el gas de Camisea en el abastecimiento energético del país.

3. La oferta

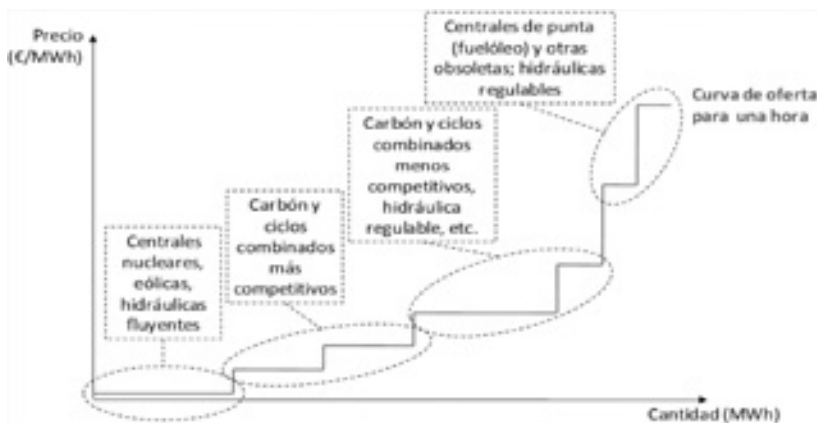


Fig. 5. Curva de la oferta en la generación.

Fuente: PRC (2016) Mercado eléctrico.

Hasta hace una década, las fuentes principales de energía eléctrica provenían de recursos hídricos y de petróleo. Tanto la estacionalidad de los recursos hídricos como el encarecimiento del barril de petróleo, junto a la probada existencia de amplios recursos inexplorados de gas natural, resaltaron la importancia de desarrollar una adecuada diversificación de las fuentes energéticas, pues claramente esto contribuiría con la sostenibilidad del crecimiento económico del país. En este contexto, diferentes

Gobiernos promovieron el desarrollo del gas de Camisea, el cual jugó un papel crucial en el desarrollo de energía generada con hidrocarburos y de aquella que, actualmente, usa el gas natural.

Entre 2005 y 2011, la potencia efectiva de generación eléctrica proveniente de recursos térmicos creció mucho más rápidamente que aquella proveniente de recursos hídricos. La primera creció a un promedio anual de 11.4% mientras que la segunda lo hizo a una tasa anual de 1.7%. Este crecimiento reflejó el impacto que tuvo la llegada del gas natural a la costa, donde se construyeron las nuevas centrales térmicas del país.

4. La demanda

El alto crecimiento económico por el que viene atravesando el Perú se traduce, también, en un aumento dinámico en la demanda energética. El BCRP y el MEF estiman tasas de crecimiento del PBI de entre 6% y 6.5% para el período 2012-2017, lo que implica crecimientos similares o incluso mayores en la demanda energética, pues esta ha venido registrando una elasticidad-ingreso superior a uno. En efecto, aunque la demanda máxima de energía eléctrica fue de 4,961 MW en el año 2011, el Ministerio de Energía y Minas (MINEM) estimaba que para el (2016) la demanda máxima sería de 5,259 MW, y que esta llegaría a 7,480 MW en el 2017, con lo que alcanzaría un promedio anual de crecimiento de 8.5% (similar al del periodo 2005-2011).

El consumo de energía per cápita se ha duplicado en los últimos 16 años, pasando de 584 kWh por habitante en 1995 a 1,149 kWh en 2015. Durante este periodo, la demanda máxima del SEIN pasó de 2,052 MW a 4,961 MW (un crecimiento acumulado de 142%).

5. Balance oferta-demanda 2012-2017

Esta sección evalúa escenarios de balance oferta-demanda del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) bajo diversos supuestos de demanda y oferta, con la finalidad de analizar los riesgos que supone el abastecimiento de energía para el crecimiento potencial del país durante los años 2012-2017. Asimismo, se presentan proyecciones de la reserva de generación a nivel regional para el mismo periodo con el objetivo de mostrar los requerimientos en cuanto a la capacidad de transmisión.

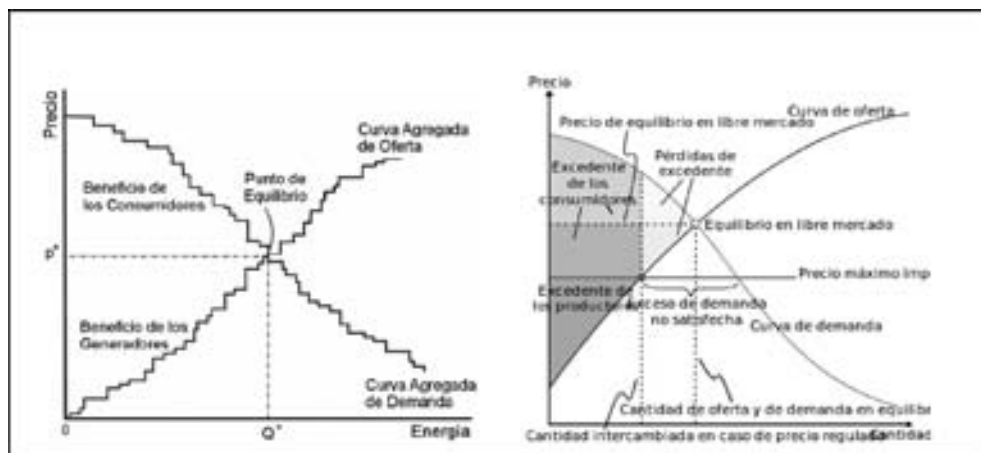
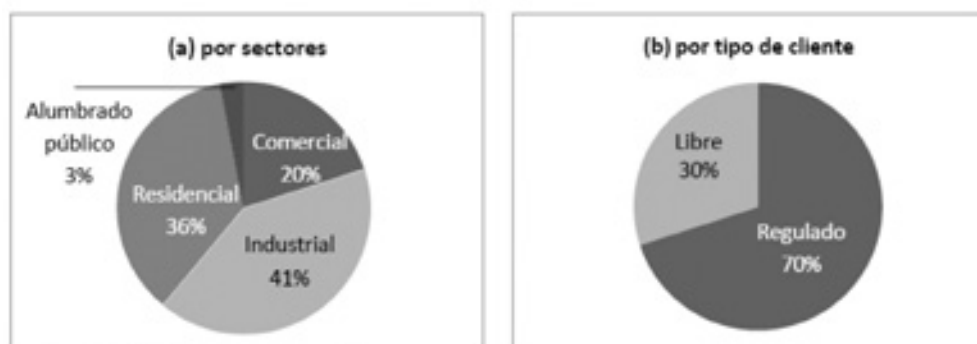


Fig. 6. Punto de equilibrio entre la demanda y la oferta.

La *oferta de potencia eléctrica disponible* resulta de la potencia efectiva (máxima oferta de potencia eléctrica en un periodo determinado ante condiciones de generación y transmisión óptimas) menos la capacidad instalada no utilizable por efecto de condiciones hidrológicas, escasez o interrupción del suministro de combustible, y programas de mantenimiento. Por su parte, la *máxima demanda de electricidad* es el requerimiento máximo de potencia total durante un periodo determinado por parte de todos los consumidores del SEIN. Asimismo, la *reserva disponible de generación* resulta de la diferencia entre la oferta de potencia disponible y la máxima demanda, mientras que el *margen de reserva disponible* es el exceso de oferta disponible como porcentaje de la máxima demanda de electricidad. Este margen es una medida de seguridad del suministro, ya que muestra el porcentaje de demanda que está, efectivamente, cubierto en exceso por la oferta disponible.

6. El tamaño del mercado

En 2011, la facturación total de energía eléctrica fue de US\$ 2,853 millones, lo que representó el 1.6% del PBI. Entre 2005 y 2011, la facturación nominal total en soles creció en promedio 9.9% por año (5.3%, en términos reales). La facturación del sector industrial constituyó el 40.8% del total; la del sector comercial, 20.3%; la del residencial, 35.7%; y la de alumbrado público, 3.2% (ver figura 7). Claramente, las diferencias entre la participación en el consumo de estos sectores y la participación en la facturación reflejan las diferentes tarifas que existen en el mercado.



Fuente: MINEM (2012a), pp. 32 y 42.

Fig. 7. Tamaño del mercado.
Fuente: MINEM (2012a), pp. 32, 42.

7. Formación de tarifas a clientes finales

Existe una multiplicidad de tarifas:

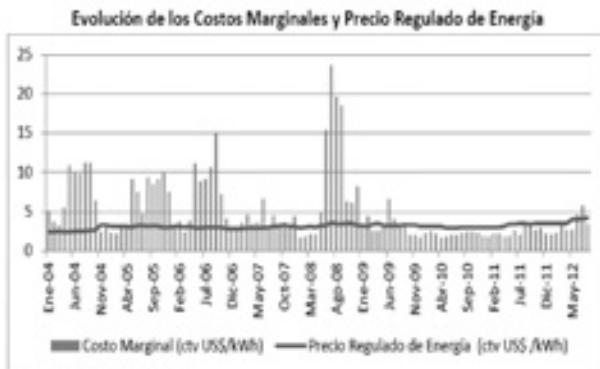
MT-media tensión

En esta clase se agrupan aquellos clientes que reciben 10,000 voltios. Existen tres tarifas de acuerdo con el tipo de consumo y el tipo de medición del consumo que se tiene: MT2- MT3- MT4. Los que están en media tensión pueden optar por cualquiera de las tres tarifas.

BT-baja tensión

Agrupar a los que reciben 220 voltios. Hay cinco tipos de tarifas en baja tensión: BT2- BT3-BT4-BT5; además, en BT, se tiene BT5A, BT5B, BT5C-BT6 y BT7. El que está suministrado en baja tensión no

puede optar por media tensión, pero sí por cualquiera de las 4 o 5 tarifas en BT, menos la BT6, que es especial para casos de avisos luminosos.



Fuente: COES (2012), p. 115.

Fig. 8. Costos marginales.

Fuente: COES (2012), p. 115.

La energía que es despachada e inyectada al sistema por orden del COES es valorizada de acuerdo con su costo marginal de generación en un punto específico de la red, es decir, su barra de referencia. El costo marginal de generación es determinado por el COES (para cada intervalo de tiempo) como el costo de operación de la última generadora que entró a despachar energía para satisfacer la máxima demanda.



Fig. 8 Tarifas de Distribución Eléctrica

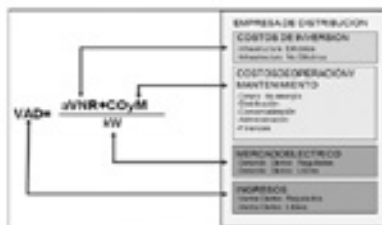


Fig. 9. Tarifas eléctricas.

8. Energías renovables

Es el tipo de energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables por la inmensa cantidad de energía que contienen o porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

Energía solar

La energía solar es una de las principales fuentes de la vida y, como tal, también es el origen de la mayoría de las demás formas de energía conocidas. Cada año, la radiación solar aporta a la Tierra la energía equivalente a varios miles de veces la cantidad que consume toda la humanidad. De allí que la radiación solar, recogida de forma adecuada, pueda transformarse en otras formas de energía.

Mediante el empleo de colectores solares, la energía solar puede transformarse en energía térmica. A su vez, con el empleo de paneles fotovoltaicos, la energía luminosa puede volverse energía eléctrica. Ambos procesos demandan tecnologías diferentes. Del mismo modo, en las centrales térmicas solares, la energía captada por los colectores puede utilizarse para generar electricidad.

Se distinguen dos formas de radiación solar: la directa y la difusa. La radiación directa es la que llega directamente del foco solar, sin reflexiones o refracciones intermedias. Por su parte, la radiación difusa es la emitida por la bóveda celeste diurna gracias a los múltiples fenómenos de reflexión y refracción solar ocasionados por las nubes y el resto de elementos atmosféricos y terrestres. La radiación directa puede reflejarse y concentrarse para su utilización, mientras que la luz difusa es imposible de concentrar por provenir de múltiples direcciones. Sin embargo, ambas radiaciones son aprovechables.

En cuanto a los receptores, estos se pueden diferenciar entre activos y pasivos. Los primeros –llamados seguidores– utilizan mecanismos para orientar el sistema receptor hacia el Sol y captar mejor la radiación directa. Los pasivos, en tanto, no son capaces de realizar este seguimiento.

Una importante ventaja de la energía solar es que permite la generación de energía en el mismo lugar de consumo mediante la integración arquitectónica. Así, tienen lugar los sistemas de generación distribuida en los que se elimina casi por completo las pérdidas que se registran en el transporte de energía, que en la actualidad suponen aproximadamente el 40% del total.

Energía eólica:

REGLAMENTO DE GENERACIÓN RER AUTÓNOMAS D.S. N° 020-2013-EM

- **Desafío:** llevar electricidad con energías renovables y a gran escala a los peruanos de las zonas rurales y aisladas del País

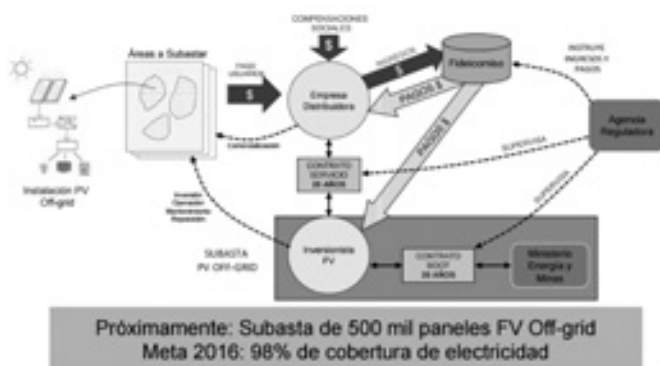


Fig. 10. Energías renovables.

La energía eólica es la energía obtenida por la fuerza del viento mediante la utilización de la energía cinética generada por las corrientes de aire. El término eólico deriva del latín *aeolicus*, perteneciente o relativo a Éolo, dios de los vientos en la mitología griega. La energía del viento está relacionada con

el movimiento de las masas de aire que se desplazan de áreas de alta presión atmosférica hacia áreas adyacentes de baja presión con velocidades proporcionales (gradiente de presión). La energía eólica ha sido aprovechada desde la Antigüedad para mover los barcos impulsados por velas o hacer funcionar la maquinaria de molinos de aspas. En las últimas décadas, el aprovechamiento de la energía eólica ha progresado hasta convertirse en uno de los pilares fundamentales del suministro de energía renovable [4].

Hoy en día, el rendimiento de las instalaciones eólicas se ha multiplicado por tres con relación a la velocidad del viento. Para poder aprovechar al máximo la energía eólica, estos equipos se asientan sobre torres lo más altas posible. Las mayores instalaciones eólicas del momento tienen una potencia nominal que se sitúa entre los 4 y 6 megavatios (MW). La altura total llega a alcanzar los 200 metros, con una altura de buje de 120 metros aproximadamente. Las palas del rotor alcanzan los 65 metros. Según el Atlas Eólico del Perú, nuestro país cuenta con excelentes recursos eólicos. Destacan las costas del departamento de Piura, Lambayeque y algunas zonas de La Libertad. También, sobresalen los departamentos de Ancash, Lima y Arequipa. El departamento con más posibilidades eólicas es Ica.

9. Análisis de la propuesta

Se considera como punto de inicio la cantidad de energía renovable que actualmente se genera en el sistema aislado nacional.

TABLA 1. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA SOLAR Y EÓLICA EN EL PERÚ

AREA	POTENCIA EFECTIVA A DICIEMBRE 2016 (MW)				TOTAL
	HIDRAULICA	TERMICA	SOLAR	EOLICA	
NORTE	476,0	548,3		114,0	1138,3
CENTRO	2701,8	3926,1		32,0	6659,9
SUR	628,9	868,0	96,0		1592,9
TOTAL COES	3806,7	5342,4	96,0	146,0	9391,1

Fuente: elaboración propia.

FORMACIÓN DE TARIFAS A CLIENTES FINALES
(CASO SIMPLIFICADO PARA NOVIEMBRE DE 2016 EN LIMA)

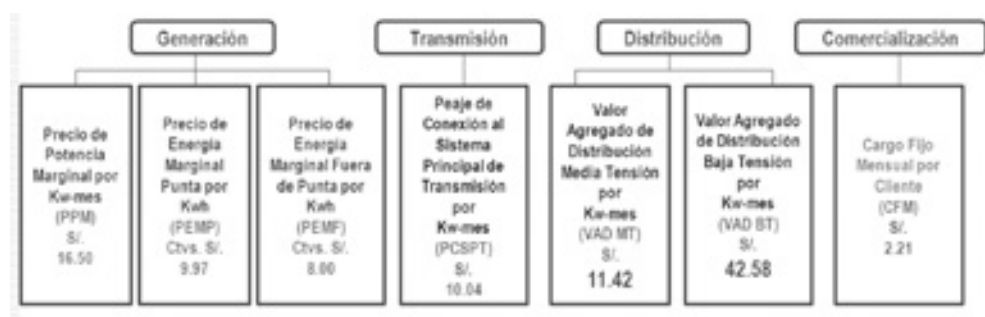


Fig. 11. Peajes en tarifas eléctricas.

Fuente: Osinermin GART (2016).

Pedro Flores, director del Instituto de Energías Renovables de la Universidad Nacional de San Agustín (UNSA), resalta que la energía solar en Arequipa es más barata que en otros países.

Para comprobar las estrategias resultantes en la comercialización de energías renovables en el mercado eléctrico, se consideran los cálculos de tarifa para clientes finales que pagan peaje en los distintos subsistemas del sector eléctrico [5].

Tomamos el caso de un cliente industrial regulado ubicado en Lima, que toma su punto de alimentación en la distribución, para una potencia a contratar de 2 MW en HP y HFP. Calculamos el pago mensual por Kwh del cliente con detalles de las transacciones económicas del sistema.

Utilizamos la siguiente formula:

$$\text{Pago mensual (S/.)} = \text{Consumo mensual} * \text{Cue} + \text{CFM} \quad (1)$$

Conversión en un Cargo Único por Energía (*Cue*): Cálculo del *Cue Cliente Regulado*:

$$CUE = PPM * \frac{100}{FC * 720} + PEMP * PP + PEMF * PFP + PCSFT * \frac{100}{FC * 720} + (VAD MT + VAD BT) * \frac{100}{FC * 720} \quad (2)$$

Para un cliente que consume en hora punta (HP) y hora fuera de punta (HFP), se deben considerar los siguientes factores:

FC: Factor de Carga = 0.6

PP: Participación del consumo Punta = 0.3

PFP: Participación del consumo Fuera de Punta = 0.7

Reemplazando en (2)

$$Cue = 16,5 * (100 / (0,6 * 720)) + 9,97 * 0,3 + 8 * 0,7 = 12,410 \text{ (ctms de sol *Kwh)}$$

Para un consumo mensual de 2000 KW, reemplazamos en (1):

$$\text{Pago mensual} = 2000 * 12,410 * (1/100) + 2,21 = 250,41$$



Cliente libre pagará en el punto de comercialización

$$\text{Pago mensual (S/)} = 250,41$$

Otro criterio por considerar para determinar el pago mensual es el sector típico al cual pertenece el cliente. Para nuestro caso, corresponde al sector 1.

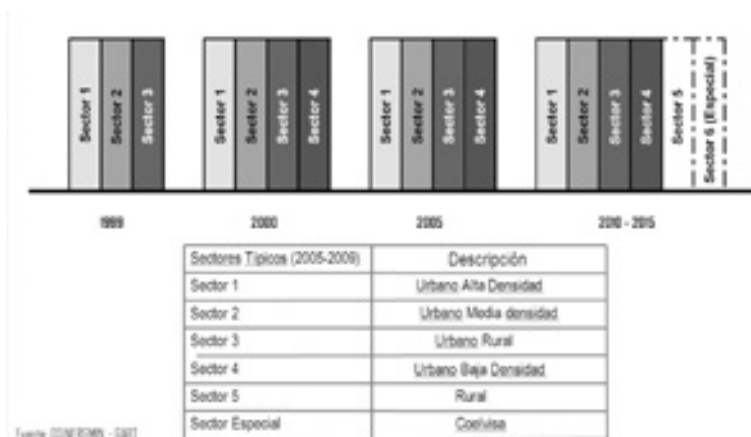


Fig. 12. Sectores típicos.

Determinado el sector, se le añadirá el valor del costo total anual (VAD), que corresponde a la anualidad del valor nuevo de reemplazo (VNR), correspondiente al costo estándar de inversión de un “sistema económicamente adaptado”, más los costos de explotación (CE) o costos fijos de operación y mantenimiento.

$$\text{VAD} = a\text{VNR} + \text{CE} \tag{3}$$

Según el artículo 76 de la Ley de Concesiones Eléctricas (LCE), el VNR supone el costo de la renovación de las obras y bienes físicos destinados a prestar el mismo servicio con la tecnología y precios vigentes.

Luego, se calcula un VAD unitario considerando la proyección de la máxima demanda del sistema eléctrico para los próximos cinco años.

$$\text{VAD unitario} = a\text{VNR} + \text{CE}/\text{máxima demanda} \tag{4}$$

Para nuestro caso, el costo anual para la empresa distribuidora cuyo VNR es reconocido asciende a US\$ 300 millones y considera una vida útil de treinta años, y utiliza una tasa de descuento del 12%.

(VAD= A)

$$A = \frac{rI}{1 - \frac{1}{(1+r)^n}} \quad A = \frac{0.12 \cdot 300}{1 - \frac{1}{(1+0.12)^{30}}} \quad A = \text{US\$ } 37.4 \text{ millones}$$

Por lo tanto, los costos del servicio al cliente final incluirán:

$$\text{Costo de servicio} = COyM + D + rK + T - I \tag{5}$$

El regulador debe calcular el vector de precios que hace que los ingresos de la empresa sean iguales al costo del servicio:

$$\text{Ingresos} = \sum_{i=1}^N p_i q_i = \text{Costo del servicio} \tag{6}$$

DEMANDA DE ENERGÍA-CURVA DE LA DEMANDA (Q)

Obtención del equilibrio de Cournot para un caso lineal

$$Q = A - P \Rightarrow P = A - Q \quad (7)$$

Asumimos que el costo total es igual al producto del costo marginal por la cantidad, es decir, que no hay costos fijos, y que este costo marginal es el mismo e igual a cero ($CMg = 0$).

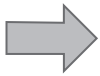
$$\text{Max } \Pi - \text{Maximización de beneficios } (q_1 = Q): \quad (8)$$

Obtención del equilibrio de Cournot para un caso lineal, en (8)

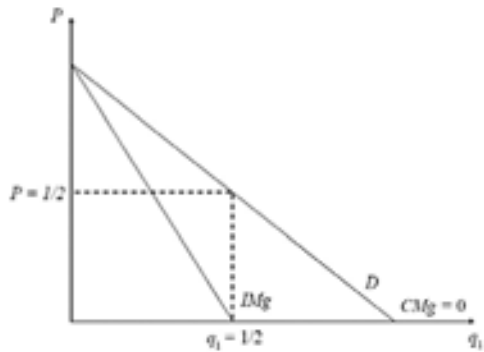
$$\begin{aligned} \text{Max } \Pi &= PQ - CMgQ = (1-Q)Q - CMgQ \\ \frac{\partial \Pi}{\partial Q} &= 1 - 2Q - CMg = 1 - 2Q - 0 = 0 \quad \therefore q_1 = \frac{1}{2} \end{aligned}$$

Reemplazando en la ecuación (7), despejamos el precio:

$$P = A - \frac{1}{2} = 1 - \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \quad P = \frac{1}{2}$$



Por lo tanto, la curva de demanda, para este modelo de cliente bajo una empresa distribuidora monopolista, se obtiene con un costo marginal igual a 0.



Finalmente, la siguiente tabla nos muestra la cantidad de energía renovable que ya está cubriendo la demanda en las zonas rurales a costos mucho menores que las tarifas convencionales.

TABLA 2. CENTRALES DE GENERACIÓN RENOVABLE EN EL PERÚ

CENTRALES DE GENERACION	EMPRESA	LUGAR	INFRAESTRUCTURA	GENERACION MW al año	COSTOS DE IMPLEMENTACION	PEAJES	COSTO AL CLIENTE	
SOLAR	T-SOLAR	La Joya	133 mil 600 paneles - 55 704 módulos fotovoltaicos	44	100 millones de dólares	conectados al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional SEN	El precio de base de la oferta más favorable para la energía fotovoltaica fue de 47.96 US\$ por MWh, y de la energía eólica fue de 36.48 US\$ por MWh (contratos de 20 años)	
	T-SOLAR	Majes						
		Tacna Solar						50.000
		Moquegua						19
EOLICA		Marcona	11 turbinas	32				
		Cupanique		83.15				
		Talara		30.86				
		Tres Hermanas		97.15				
		Malabrigo		250 kW	432 838 00 US\$		3.34 Cent.US\$/kWh	

Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

Una de las principales características de la energía fotovoltaica es su nula contaminación. La generación de corriente eléctrica mediante radiación solar no emite gases ni residuos. De acuerdo con un balance de T-Solar, la generación de 245 gigavatios/hora (GWh) evita la emisión de 87 mil toneladas de CO₂ en la capa de ozono. Además, la energía fotovoltaica no genera interferencias en la salud. Por eso, es ampliamente usada en hospitales de Europa.

Estos cargos son asumidos, actualmente, por los usuarios regulados. Carlos Caro, presidente del Comité Sectorial Eléctrico de la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía (SNMPE), afirma que el costo de la infraestructura no debería anexarse a la tarifa, sino que, más bien, debería financiarse por otros medios. Añade que estos cargos adicionales –que representan el 11% del total de la tarifa eléctrica– generan distorsiones en el precio.

En la práctica hace falta el fácil acceso a créditos favorables. Aunque hay fondos para energías renovables a través del banco de desarrollo del Perú (COFIDE), el acceso a estos créditos a través de los bancos comerciales para la mayoría de la población es, de facto, inexistente. El resultado es que individuales, agricultores, empresas pequeñas y medianas, a pesar de la necesidad y de una voluntad creciente, no invierten en energías renovables.

Bajo esta situación, la inversión privada es solamente razonable en zonas sin conexión a la red, donde la producción de electricidad con generadores es altamente costosa. Consciente de este problema, COFIDE trabaja para mejorar el desembolso de estos fondos.

En noviembre de 2014, dos semanas antes de la conferencia internacional COP20, el Gobierno del Perú publicó el Plan Energético Nacional 2014-2025. A partir de la fecha, las grandes inversiones se realizarán en hidrocarburos (gas) e instalaciones hidroeléctricas. Está previsto que la parte de las energías renovables no tradicionales alcanzará solamente un 5%.

Bajo estas condiciones, una producción local de la energía suele ser, económicamente, más razonable y disminuye los gastos en las redes de grandes distancias. Además, ofrece la posibilidad de usar la energía renovable localmente disponible, ya sea solar, de agua, viento, biomasa o de otras formas.

Los retos que consideramos para lograr una mayor comercialización de energías renovables son, en principio, tres: a) un marco regulatorio más adecuado para el desarrollo de los RER, b) el incre-

mento de las subvenciones para funcionar momentáneamente y c) la elaboración, a nivel país, de un plan de estrategia energética.

Referencias

- [1] J. G. y R. G. A. Dammert, *Reformas Estructurales en el Sector Eléctrico Peruano*, Lima- Perú: OSINERMIN, 2005.
- [2] M. Pajuelo y J. Castro, *PCR.informe sectorial Perú: sector eléctrico-2016*, 2016.
- [3] T. Z. & X. F. E. Santacana, *Tecnologías de Transmisión y Distribución, claves para la Eficiencia Energética*, España, 2010.
- [4] ADINELASA, Central Eólica Piloto Malabrigo, Lima- Perú: Evaluación Técnica, 2016.
- [5] M. R. E. Riquel, “Eficiencia Energética: Propuestas para la región Tacna-Regulación de las Energías Renovables en el Perú, Lima-Perú: Foro Regional”, Asesor Técnico en regulación, 2013.
- [6] J. Ramírez, “Oportunidades de las energías renovables para suministro de electricidad”, Perú: SAMI Energy Consulting, 2016.
- [7] R. Pérez, “Regulación de Tarifas de Distribución de Electricidad, Perú: Oficina de Estudios Económicos, OSINERMIN, 2016.
- [8] OSINERG, Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria, Perú [En línea]. Disponible en: www.CTE.org.pe. [Accedido: 10-jun-2017].
- [9] MINEM, Código Nacional de Electricidad, Perú, [En línea]. Disponible en: www.mem.gob.pe. [Accedido: 10-jun-2017].