

# Generación eléctrica con energías renovables no convencionales: el mecanismo de subastas

Alfredo Dammert Lira\*

*El presente artículo realiza un detallado análisis de la generación eléctrica en el Perú y nos señala que hoy el país se encuentra impulsando el uso de fuentes no convencionales de energía renovable para la diversificación de la matriz energética. Es así que hay un marco normativo para el aprovechamiento de los recursos energéticos renovables e instituciones responsables del mismo.*

## I. INTRODUCCIÓN

Las fuentes no convencionales de energía renovable en el mundo comienzan a ser de gran interés, principalmente por motivos de diversificación de la matriz energética, seguridad del suministro y por temas medio ambientales; y el Perú no es ajeno a esta corriente mundial. Nuestro país ha basado históricamente su producción en energías renovables, concentrándose principalmente en la hidráulica, pero ahora se está en un proceso de promoción de las fuentes de energía renovable no convencional (eólica, solar y biomasa) en la generación eléctrica.

El Decreto Legislativo N° 1002 y su Reglamento, promueven la generación eléctrica basada en Recursos Energéticos Renovables, en adelante RER, a través de subastas, incentivando la generación con RER principalmente mediante primas y prioridades en el despacho.

La primera subasta de suministro de electricidad con RER se llevó a cabo entre el quince y dieciséis del presente año. En ella, se subastará la producción de energía entre las diferentes tecnologías con RER por un período de 20 años a partir del año 2012.

## II. FUENTES DE ENERGÍA UTILIZADAS EN EL SECTOR ELÉCTRICO

En el sector eléctrico se utilizan distintas fuentes de energía para la generación de electricidad, estas las podemos dividir en fuentes de energía renovable y fuentes de energía no renovable.

### 2.1. Fuentes de energía no renovable

Entre las fuentes de energía no renovable tenemos, por ejemplo, a los combustibles fósiles tales como

el carbón, el petróleo, el gas natural, etc. La característica central de esta fuente de energía es que la tasa de regeneración siempre será más baja que la tasa de uso, es decir, no podremos reponerlos para seguir usándolos y, por lo tanto, finalmente en algún momento se agotarán. El período en el cual esta situación se concrete dependerá del nivel de explotación del recurso.

Otra fuente de energía no renovable es la nuclear, que utiliza el uranio o el plutonio como combustible en un proceso de fisión nuclear liberando grandes cantidades de energía.

En ambos casos básicamente se usa la misma idea para producir energía eléctrica. En el caso de los combustibles fósiles se realiza su combustión y en el caso de la energía nuclear se comienza la fisión nuclear, ambos con el objetivo de calentar agua y hacer que ésta llegue a hacer ebullición. Ésta al hacerlo libera gases a grandes temperaturas y presión, lo que a su vez logra girar una turbina asociada a un alternador el cual con sus giros produce energía eléctrica.

### 2.2. Fuentes de energía renovable

Entre las fuentes primarias de energía renovable tenemos a la energía solar, que utiliza la radiación solar como fuente de energía; la energía eólica, que utiliza la fuerza de los vientos; la energía hidráulica, que utiliza la energía cinética de los movimientos de agua; y, la energía geotérmica, que utiliza el calor del interior del planeta como fuente de energía.

Este tipo de energía comparte la característica primordial de que se puede regenerar a una tasa mayor a la que se consume.

\* Presidente del Directorio del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería – OSINERGMIN.

La energía solar se puede utilizar directamente concentrándose a través de espejos direccionados para calentar agua y hacer que ésta haga ebullición, siguiendo un proceso similar a la generación eléctrica con combustibles fósiles. Sin embargo, también se puede generar electricidad utilizando la energía solar por medio de la generación fotovoltaica, los rayos solares caen sobre los paneles fotovoltaicos, los cuales están formados de silicio, elemento que reacciona y produce electricidad.

Las energías eólica e hidráulica utilizan respectivamente los movimientos del aire y del agua para mover turbinas, que a su vez mueven un alternador que produce energía eléctrica.

Finalmente, en el caso de la energía geotérmica, se utiliza el calor propio de la tierra para mover turbinas y con ello generar electricidad.

### 2.3. Energías renovables convencionales y energías renovables no convencionales

Esta clasificación de la energía renovable se basa en el nivel de inclusión en la matriz energética de las diferentes naciones y esto a su vez está influenciado por el desarrollo de las diferentes tecnologías de generación eléctrica.

### 2.4. Energías renovables convencionales

Dentro de esta sub clasificación, básicamente se considera a las grandes centrales hidroeléctricas.

### 2.5. Energías renovables no convencionales

Dentro de esta sub clasificación, se considera a las centrales eólicas, las centrales solares térmicas, las centrales solares fotovoltaicas, las pequeñas centrales hidroeléctricas, las centrales geotérmicas, las centrales mareomotrices y las centrales de biomasa.

## III. LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA EN EL PERÚ

El Perú es tradicionalmente un país que genera electricidad basándose en fuentes de energías renovables.

El Cuadro N° 1 nos muestra la producción de energía eléctrica en el Perú desde el año 1990. En dicho cuadro podemos apreciar una clara predominancia de la generación basada en energía hidráulica, teniendo períodos donde se llegó a producir más del 90% de la energía total en base a la mencionada tecnología. Hasta el año 2003 la producción hidráulica representó más del 86% de la producción total de energía en el Perú.

Cuadro N° 1: Producción de Energía (GWh)

Año	Central			Central	
	Hidráulica	Térmica	Total	Hidráulica	Térmica
1990	8,821.6	776.0	<b>9,597.6</b>	91.91%	8.09%
1991	9,846.4	641.0	<b>10,487.4</b>	93.89%	6.11%
1992	8,388.1	1,174.5	<b>9,562.6</b>	87.72%	12.28%
1993	10,369.2	883.4	<b>11,252.5</b>	92.15%	7.85%
1994	11,568.7	966.8	<b>12,535.4</b>	92.29%	7.71%
1995	11,486.7	1,531.9	<b>13,018.5</b>	88.23%	11.77%
1996	11,807.4	1,456.7	<b>13,264.1</b>	89.02%	10.98%
1997	12,210.2	3,048.6	<b>15,258.9</b>	80.02%	19.98%
1998	13,337.5	3,436.8	<b>16,774.3</b>	79.51%	20.49%
1999	14,074.2	3,296.7	<b>17,370.9</b>	81.02%	18.98%
2000	15,692.5	2,545.5	<b>18,238.0</b>	86.04%	13.96%
2001	17,134.1	1,996.8	<b>19,130.9</b>	89.56%	10.44%
2002	17,552.9	2,757.8	<b>20,310.8</b>	86.42%	13.58%
2003	18,086.8	3,218.6	<b>21,305.4</b>	84.89%	15.11%
2004	17,067.9	5,497.3	<b>22,565.2</b>	75.64%	24.36%
2005	17,531.6	6,224.2	<b>23,755.8</b>	73.80%	26.20%
2006	19,125.8	6,432.9	<b>25,558.7</b>	74.83%	25.17%
2007	19,080.2	9,029.9	<b>28,110.1</b>	67.88%	32.12%
2008	18,561.7	11,946.7	<b>30,508.4</b>	60.84%	39.16%

Fuente: OSINERGMIN

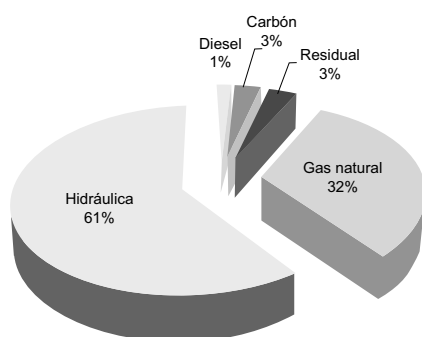
Elaboración: Propia

El hecho que nuestra producción sea primordialmente hidráulica contribuye significativamente a no aumentar el efecto invernadero en el planeta.

A partir del año 2004 la producción térmica ha venido creciendo a tasas muy elevadas, básicamente por la producción de energía eléctrica en base al Gas Natural de Camisea. La participación de la generación hidráulica en la producción de energía eléctrica ha venido disminuyendo, llegando a ser para el año 2008 del orden del 61%, lo que aún significa una participación muy importante.

El Gráfico N° 1 nos muestra la producción de energía para el año 2008, donde se aprecia la predominancia de la producción hidráulica; sin embargo, dentro de la producción térmica tenemos, como un componente muy importante a la producción eléctrica, al gas natural (32% del total), debido a sus menores costos con respecto a otras tecnologías térmicas.

**Gráfico N° 1: Producción de Energía en el 2008 (en porcentajes)**



Fuente: OSINERGMIN

Debemos anotar que el uso de las diferentes fuentes de energía tiene impactos sociales, económicos y ambientales en diferentes grados, dependiendo de muchos factores. Entre los factores más relevantes podemos mencionar a:

- Las cantidades de emisiones de gases nocivos al medio ambiente. En esta clasificación están las tecnologías basadas en fuentes de energía no renovable, como los combustibles fósiles.
- El impacto ambiental de las centrales eléctricas. En esta clasificación están básicamente las grandes centrales hidráulicas las que generan un mayor impacto ambiental, ya que por ejemplo en el caso de las centrales de embalse, éstas deben inundar grandes zonas afectando el medio ambiente alrededor de dicha construcción. Estos efectos se pueden agravar si encontramos a centros poblados en las inmediaciones de la central, los impactos sociales pueden ser muy grandes, dependiendo de las condiciones sociales y demográficas existentes.

Otro tema muy importante es la seguridad del suministro, que está en función de la dependencia de unas pocas fuentes de energía; en este caso, una mayor diversificación de la matriz es más deseable, además que una matriz más diversificada con tecnologías económicamente competitivas genera ahorro en costos de producción. Esto último está relacionado al uso eficiente de la energía y su explotación racional, que son temas de interés nacional.

#### IV. LA ENERGÍA RENOVABLE EN EL PERÚ

En la actualidad nos encontramos en un contexto mundial donde los recursos fósiles son cada vez más escasos, sus precios son muy volátiles y comienzan a tomar gran fuerza los temas medio ambientales, nos preguntamos ¿Hacia dónde debemos avanzar?

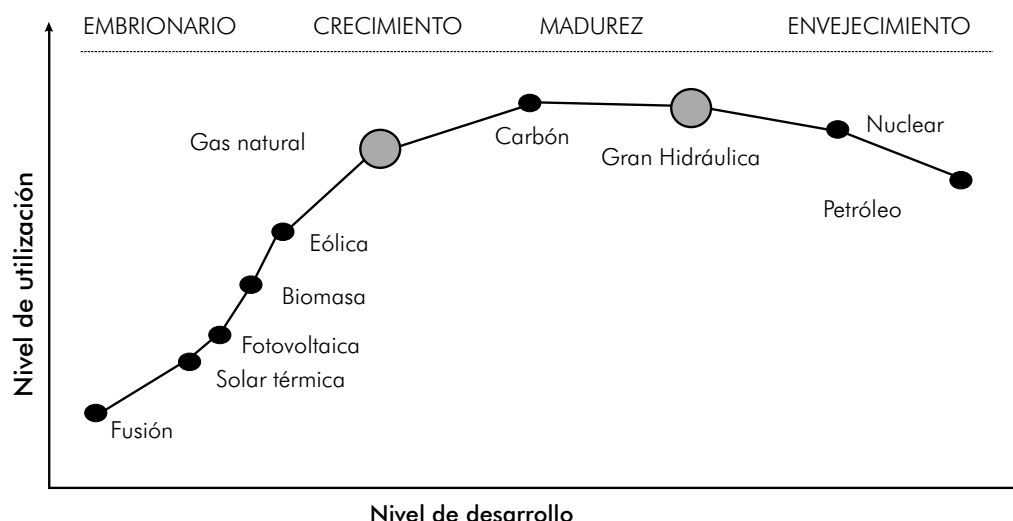
La respuesta a esa interrogante es que debemos avanzar construyendo un modelo energético sostenible basado en el desarrollo de fuentes de energía renovables y el uso eficiente de la energía.

Las Fuentes de Energía Renovable no Convencional, en adelante FERNC, como la energía Eólica, la Biomasa, la Mareomotriz, la Geotérmica y la Solar; se han convertido en temas importantes no sólo a nivel nacional, sino a nivel mundial. En el caso de los países que basan su matriz energética en combustibles fósiles, como es el caso de la Unión Europea, Estados Unidos, Chile, etc.; la promoción de generación eléctrica en base a energías renovables es imperativo, debido a que no cuentan con fuentes de energía como el gas natural y los recursos hídricos con los que cuenta el Perú. Sin embargo, en nuestro caso también se vuelve un tema de gran importancia, pensado en la seguridad energética de los años siguientes y en el medio ambiente.

Las fuentes de energía renovables no convencionales a las que se hace mención en este documento, son tecnologías que están abandonando la etapa embrionaria y están camino a la etapa de crecimiento. La tecnología basada en gas natural se encuentra en la etapa de crecimiento en el mundo, las tecnologías en base a carbón y la gran hidráulica se encuentran en la "etapa de madurez" y el resto se encuentra en "etapa de envejecimiento".

**«El hecho que nuestra producción sea primordialmente hidráulica contribuye significativamente a no aumentar el efecto invernadero en el planeta».**

Gráfico N° 2: Etapas de Tecnologías para Generar Electricidad



Fuente: Infosinergmin, Año 11, N° 9 – 2009.

Las tecnologías más usadas en nuestro país, como se pudo ver en el Gráfico N° 1 son la hidráulica y el gas natural, y están marcadas con un círculo rojo en el Gráfico N° 2.

Las fuentes de energía renovables no convencionales no están desarrolladas en el país, razón por la cual se han tomado una serie de medidas para fomentar el desarrollo de la generación eléctrica con energías renovables, en específico las energías renovables no convencionales.

#### 4.1. El Marco Normativo Peruano

La promoción de las energías renovables en el Perú se basa en un marco normativo especial, entre las que destacan las siguientes normas:

1. Decreto Legislativo de Promoción de la Inversión para la Generación de Electricidad con el Uso de Energías Renovables, Decreto Legislativo N° 1002, publicado en mayo del año 2008.
2. El Reglamento de la Generación de Electricidad con Energías Renovables, Decreto Supremo 050-2008-EM, publicado en octubre del año 2008.
3. Decreto Legislativo que Promueve la Inversión en la Actividad de Generación con Recursos Hídricos y con otros Recursos Renovables, Decreto Legislativo N° 1058 publicado en junio del año 2008.

#### 4.2. Objetivo de la normativa y definición de los RER

El objetivo principal de este marco normativo es el aprovechamiento de los RER para mejorar la calidad de vida de las personas y proteger el medio

ambiente, declarándose de interés nacional y necesidad pública el desarrollo de nueva generación eléctrica mediante RER.

Según el marco normativo vigente, se definen como RER a:

- La Biomasa
- La Energía Eólica
- La Energía Solar
- La Energía Geotérmica
- La Energía Mareomotriz, y
- La Energía Hidráulica, pero esta última sólo en el caso de las pequeñas centrales hidráulicas; es decir, sólo aquellas que tienen una capacidad instalada menor o igual a 20 MW de potencia.

#### 4.3. Instituciones Responsables

Dentro de este marco normativo, las instituciones involucradas son:

- Ministerio de Energía y Minas: Es la autoridad competente responsable de promover los proyectos que utilicen recursos renovables. Encargada de elaborar el Plan Nacional de Energías Renovables y las Bases de la Subasta para la generación eléctrica con RER.
- Gobiernos Regionales: Pueden promover el uso de los recursos renovables dentro de sus circunscripciones territoriales.
- OSINERGMIN: Es el organismo responsable de conducir las subastas donde se determinarán los precios de las energías renovables.
- COES: Propondrá los procedimientos de conexión al Sistema Interconectado Nacional de Generadores con Recursos Renovables.

- CONCYTEC: Es el responsable de implementar los mecanismos para el desarrollo de proyectos de investigación sobre energías renovables.

#### 4.4. Energías Renovables en la Matriz de Generación Eléctrica

Mediante el Decreto Legislativo N° 1002 se estableció que el Ministerio de Energía y Minas en adelante, MINEM, sea el organismo encargado de establecer cada 5 años el porcentaje en el cual participarán en el consumo nacional los RER.

El límite de participación, de las FERNC, en la producción de electricidad en el país es hasta un 5% del consumo nacional<sup>1</sup> cada cinco años.

El MINEM ha determinado en las bases para la primera subasta de suministro de electricidad con recursos energéticos renovables, que la energía que se producirá con RER será de 1314<sup>2</sup> GWh/año. Asumiendo un factor de planta<sup>3</sup> de 30%, tomando en cuenta los trescientos sesenta y cinco días del año y las veinticuatro horas del día, eso equivale a unos 500 MW de potencia instalada con RER<sup>4</sup>.

#### 4.5. Despacho diario con RER

Para la producción de energía en el sector eléctrico en el Perú se toma en cuenta el costo variable de cada una de las centrales eléctricas. De este modo los generadores eléctricos no deciden cuando producir, sino que sólo producirán cuando son llamados a hacerlo. El organismo encargado de ordenar el despacho (producción) es el COES<sup>5</sup>, llamando primero a la producción a las centrales hidroeléctricas que tienen bajos costos variables, luego a las centrales de carbón, en seguida a las centrales de gas a ciclo simple, inmediatamente después a las centrales de gas a ciclo combinado y en último lugar a las centrales que funcionan con diesel o residual. El llamado al despacho depende además de los costos variables de la demanda. Así por ejemplo, en horas de baja demanda no producen las centrales que tienen los costos variables más altos (centrales de punta), ya que basta con la producción de las centrales de costos variables bajos para cubrir los requerimientos del mercado.

Se ha decretado que la generación de energía eléctrica con RER tiene prioridad en el despacho diario

efectuado por el COES, por lo que se le considera con costo variable de producción igual a cero. Este hecho permitirá que las primeras tecnologías en ser despachadas (producir energía) sean las que estén sustentadas con RER.

#### 4.6. Otras medidas de promoción de las RER

La actividad de generación eléctrica en base a recursos hídricos o RER goza del régimen especial de depreciación acelerada para efectos del impuesto a la renta. La tasa especial de depreciación será no mayor al 20% como tasa anual global, lo que significa que podrán depreciar sus activos en cinco años. Esta medida permite colaborar con las finanzas de las RER y las centrales hidráulicas, y por lo tanto incrementar la factibilidad de los proyectos.

En el caso que se tenga problemas de capacidad en los sistemas de transmisión y/o distribución del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional en adelante, SEIN, los generadores cuya producción se basa sobre RER tendrán prioridad para conectarse, hasta el límite máximo establecido por el MINEM.

Los generadores con RER que tengan características de cogeneración o generación distribuida, es decir aquellos generadores que realicen la producción combinada de energía eléctrica y calor útil, o sean de pequeña escala y se encuentren muy cerca de la demanda, pagarán por el uso de las redes de transmisión sólo el costo incremental que generen en las mismas; esto según el inciso b) de la Octava Disposición Complementaria Final de la Ley N° 28832, Ley para Asegurar el Desarrollo Eficiente de la Generación Eléctrica.

Se debe resaltar que las ventas de energía producidas con RER son sólo para el mercado de corto plazo o también llamado mercado *spot*. El precio que se les pagará será el precio *spot* y se complementará con una prima fijada por el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería en adelante, OSINERGMIN.

#### 4.7. Algunos alcances del Marco Normativo

El MINEM está encargado de elaborar el Plan Nacional de Energías Renovables. Este plan deberá estar en concordancia con los Planes Regionales

1 La diferencia entre ventas y producción de energía se puede resumir en dos ítems, el autoconsumo de los generadores y las pérdidas de energía por transmisión y distribución eléctrica.

2 Representa aproximadamente el 4.96%  $\left(\frac{1314}{26513,531}\right)$  de la energía consumida (ventas de energía) en el año 2008 en el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional, que fueron de 26.513,531 GWh.

3 El factor de planta es un indicador de la utilización promedio de la capacidad instalada de planta.

4 
$$\frac{1314 \text{ GWh}}{(30\% \times 24\text{h} \times 365\text{d})} = 500\text{MW}$$

5 Comité de Operación Económica del Sistema.

y se deberá enmarcar en un Plan Nacional de Energía.

OSINERGMIN está encargado de fijar las tarifas de adjudicación y las primas, según categorías y tecnologías de RER. Esta función la debe realizar mediante mecanismos de subastas públicas que se realizarán con una periodicidad no menor a dos años.

Antes de llevar a cabo la subasta, la primera tarea a realizar es saber qué cantidad de energía con RER se va a licitar, esto se calcula en función del consumo nacional de electricidad, luego se estima la participación de la generación con RER, se multiplica el consumo nacional de electricidad estimado por el porcentaje objetivo que fija el MINEM. Al resultado se le deberá restar la energía subastada de RER en el año anterior y el resultado será la energía requerida. Se debe señalar que en el caso de la primera subasta no existe una producción anterior.

El porcentaje objetivo que fija el MINEM debe ser establecido con una anticipación de por lo menos seis meses. Dicho porcentaje objetivo no podrá ser menor al vigente en el momento de la nueva fijación.

El MINEM debe publicar un aviso antes de la subasta con una anticipación de por lo menos cuatro meses. Además, es el organismo encargado de aprobar las bases de las subastas, mediante una Resolución que deberá ser publicada en el Diario Oficial "El Peruano".

Las Bases de las subastas establecerán el porcentaje de participación de cada tipo de tecnología RER en la energía requerida, según el Plan Nacional de Energías Renovables, y tomando en cuenta los proyectos que hayan solicitado concesión o que ya tengan concesión pero que aún no sean adjudicatarios de la subasta.

#### 4.8. Regulación de Tarifas de los RER

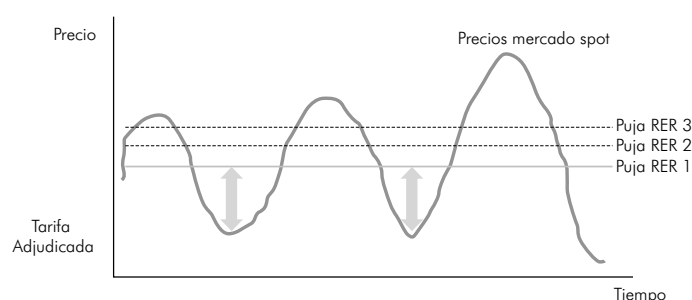
Las energías renovables, en su mayoría, se encuentran en el periodo embrionario de su desarrollo tecnológico, y en el mejor de los casos están por comenzar el periodo de crecimiento; es por ello, que se ha creado todo un marco de promoción para lograr incorporar los RER a la matriz energética de la generación eléctrica.

El procedimiento, a grandes rasgos, es el siguiente:

1. Se separan a los postores y sus ofertas según el tipo de tecnología RER con la que producen.
2. Se ordenan de menor a mayor las pujas de los postores.
3. Las subastas por el suministro de energía con RER serán adjudicadas a los postores que ofrezcan recibir la menor tarifa adjudicada por su producción, hasta completar la cantidad que se tenía como objetivo de energía a licitar.
4. La tarifa base es la tarifa máxima que podría resultar de la subasta, pujas por encima de este valor no serán aceptadas.
5. A todos los postores RER se les pagará el precio *spot* o costo marginal de corto plazo a cambio de su energía producida y vendida.
6. Cada vez que el precio *spot* sea menor que la tarifa de adjudicación, se les brindará una compensación (prima) a los productores RER.

Con la ayuda del Gráfico N° 3 podremos desarrollar un poco más lo mencionado líneas arriba. Imaginemos que tenemos tres postores para un mismo tipo de RER, por ejemplo, energía eólica. Supongamos que ninguna de las ofertas supera el precio máximo (tarifa base) por lo que todas serán válidas. Cada uno de los tres postores hace su

Gráfico N° 3: Tarifas de Adjudicación y Primas



Fuente: OSINERGMIN

puja (RER 1, RER 2 y RER 3). La menor puja (RER 1) será la que gane el proceso y por lo tanto será el adjudicatario; la tarifa que ofreció en su puja será la tarifa que reciba y se denominará tarifa de adjudicación.

El cálculo de las primas se realiza por diferencias, a continuación explicamos el procedimiento. El generador RER vende su energía en el mercado spot al costo marginal de corto plazo (precio spot), este precio puede ser mayor, menor o igual a la tarifa adjudicada. Cada vez que el precio spot sea menor a la tarifa adjudicada, el generador RER tendrá una prima que compense esa diferencia, eso lo indican las flechas verticales de trazo grueso del Gráfico N° 3. Cuando el precio spot sea mayor o igual a la tarifa adjudicada, entonces el precio spot será el pago que recibirán los generadores RER.

A continuación, se presenta una función donde se representa el pago que recibe el generador RER por su energía vendida:

$$\text{Precio que recibe el generador RER} \begin{cases} p_{spot} & \text{si } p_{spot} \geq TA \\ TA, & \text{si } p_{spot} < TA \end{cases}$$

donde:

$p_{spot}$  : precio spot

TA : tarifa adjudicación

Lo que se garantiza con la tarifa de adjudicación es que el generador RER tenga un ingreso seguro en su periodo de contrato, es decir que el generador tendrá un ingreso garantizado o ingreso mínimo. En caso el precio spot sea mayor, ese ingreso se incrementará. Este mecanismo logra brindar estabilidad económica a los proyectos sustentados con RER.

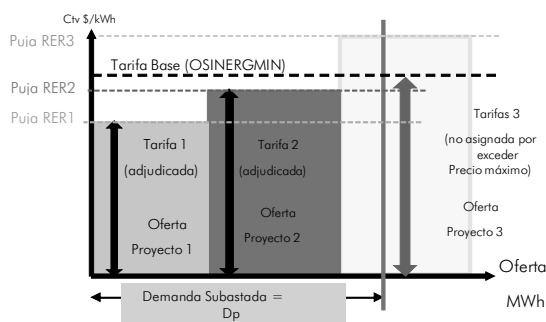
El plazo de vigencia de la tarifa de adjudicación o simplemente plazo de vigencia es un plazo entre veinte y treinta años, el cual se establece en las bases de la subasta, según la tecnología de generación RER. En dicho periodo el Postor debe suministrar electricidad al SEIN con RER y a cambio se le garantiza el pago de la tarifa de adjudicación.

Debemos agregar al análisis mostrado hasta ahora que la adjudicación de la subasta será para los proyectos cuyas ofertas de precio y cantidad cumplan con los límites establecidos.

El Gráfico N° 4 nos muestra de manera esquemática el proceso. En primer lugar, se toma en cuenta la tarifa base, esta es calculada por OSINERGMIN según el tipo de tecnología de generación RER, considerando una rentabilidad no menor a la tasa establecida en el artículo 79° de la Ley de Concesiones Eléctricas, en adelante LCE, es decir 12%.

Retomemos el ejemplo anterior, donde la tecnología basada en RER es la eólica. Se calcula la tarifa base para las eólicas, tomando como referencia la tasa indicada del 12% del sector eléctrico. Para cada una de las tecnologías RER tendremos diferentes tarifas base.

**Gráfico N° 4: Demanda Subastada y Tarifa Base**



Cada una de los generadores RER ofertarán sus pujas. Nos interesa para efectos prácticos dos de los elementos de las pujas, el precio ofertado y la cantidad que ofrecen producir.

El generador RER 1 ofrece el precio más bajo y cumple con la restricción de ser menor a la tarifa base, por lo tanto es el primero en ser adjudicado al precio que ofreció, ya que la cantidad que ofrece el generador RER 1 no cubre toda la demanda subastada; se pasa a elegir al siguiente postor, el generador RER 2, que al tener un precio ofertado menor a la tarifa base es adjudicado; sin embargo, la cantidad que ofrece este generador sumada al del anterior no cubre la demanda subastada, es por ello que se busca a un tercer postor, pero la puja de éste sobrepasa la tarifa base, por lo que no se le adjudica el suministro.

Muchos de los adjudicatarios de la generación RER se ubican en zonas donde no se tiene conexión con el SEIN, por lo que las inversiones que logren ser adjudicadas en la subasta, deberán incluir la construcción de las líneas de transmisión necesarias para su conexión.

#### 4.9. Factor de actualización de la tarifa de adjudicación

La tarifa de adjudicación no es completamente fija para todo el periodo de adjudicación, sino que se puede actualizar según un factor de actualización prefijado en las bases de las licitaciones.

La fórmula de actualización para la tarifa de adjudicación será:

$$\text{Tarifa} = \text{Tarifa Adjudicación} * \text{Factor}_e$$

Donde:

$$\text{Factor}_e = \frac{\text{IPP}}{\text{IPP}_0}$$

Tarifa: Tarifa de Adjudicación del periodo siguiente.

Tarifa de Adjudicación: Tarifa de Adjudicación del periodo anterior.

IPP: Índice de Precios denominado “*Finished Goods Less Food and Energy*”, Serie WPSSOP3500, que corresponde a la publicación del *Bureau of Labor Statistics* más reciente.

IPP<sub>0</sub>: IPP a la fecha de inicio del Plazo de Vigencia.

La explicación de este factor de actualización se encuentra, debido a que el costo por combustible de las energías renovables es cero, por lo que el factor de actualización dependerá sólo del índice de precios.

La fórmula de actualización se aplicará anualmente solamente cuando el Factor<sub>e</sub> varíe en más del 5% respecto al valor anterior de sí mismo; es decir, cuando suba o disminuya en más del valor indicado.

#### 4.10. Ingreso por Energía para los generadores RER

Los generadores RER que no llegaron a ser adjudicatarios en el proceso de subasta pueden vender la totalidad o parte de su producción a través de contratos bilaterales en el mercado libre o en el mercado spot.

La diferencia que tienen los generadores RER adjudicatarios con los no adjudicatarios es el ingreso garantizado, que es producto de la tarifa de adjudicación; es decir que, sean cuales fueren las condiciones del mercado, los generadores RER adjudicatarios tienen un piso para sus ingresos, reduciéndoseles la volatilidad y por lo tanto el riesgo. En cambio, los generadores RER no adjudicatarios se enfrentan por completo a la volatilidad del mercado, arriesgándose a que esos precios no sean suficientes como para cubrir sus costos.

Los generadores RER adjudicatarios que estén conectados a algún sistema aislado, están obligados a vender su producción adjudicada a los distribuidores a la respectiva tarifa de adjudicación. OSINERGMIN establecerá el correspondiente mecanismo de compensación a las distribuidoras que operan en los sistemas aislados.

Los generadores RER que son adjudicatarios y se encuentran conectados al SEIN, deben vender parte o la totalidad de su energía eléctrica producida en el Mercado de Corto Plazo.

Los ingresos anuales por concepto de venta de energía de los generadores RER adjudicatarios están compuestos por:

- Los ingresos producto de las inyecciones netas de su energía valorizada al costo marginal de corto plazo o precio spot; más
- El pago de la prima, que es determinado como la diferencia entre los ingresos al precio spot y la tarifa de adjudicación, cuando el precio spot sea menor que la tarifa de adjudicación.

El pago de la prima se realiza en el año siguiente, tomando en cuenta la tasa a que se refiere el artículo 79 de la LCE (12%).

El pago a los generadores RER por las ventas de energía valorada a los precios spot y por las primas, será realizado por medio del resto de generadores cuando se realice el pago de las valorizaciones de transferencia de energía entre generadores.

Los generadores RER también pueden vender la energía que producen mediante contratos bilaterales, por lo que a las inyecciones totales se les debe restar los retiros de energía por contratos con terceros para obtener las inyecciones netas de energía, que son valoradas según el contrato de suministro de energía con RER.

#### 4.11. Ingreso por potencia para los generadores RER

Dependiendo del grado de control de la capacidad de generación, que depende de la tecnología RER que se utilice<sup>6</sup>, se calculará el pago por potencia firme para los generadores RER.

El pago por potencia para los generadores RER adjudicados forma parte de los ingresos garantizados por potencia firme.

#### 4.12. La primera subasta

La Segunda Disposición Transitoria del Reglamento de la Generación de Electricidad con Energías Renovables nos indica que la primera subasta que se realice no considerará el Plan Nacional de Energías Renovables para fijar el porcentaje de participación de cada tipo de tecnología de generación RER en la energía requerida a subastar.

La energía requerida en la primera subasta será la correspondiente a una Potencia de 500 MW, con un factor de planta no menor de 0,30, que se había mencionado que era equivalente a 1314 GWh/año de energía.

6 Así por ejemplo la generación eólica tiene muy poco control de su capacidad de producción.



El Cuadro N° 2 nos muestra la distribución de la demanda requerida entre las distintas tecnologías RER.

**Cuadro N° 2: Demanda Requerida Desagregada**

Tecnología RER	Biomasa	Eólica	Solar	Total
Energía Requerida (GWh/año)	813	320	181	1314

Fuente: Bases para la subasta de suministro de electricidad con RER

Lo que nos muestra el Cuadro N° 2 está expresado en energía producida durante el año, esos valores se pueden traducir en unidades de potencia instalada; sin embargo, para poder expresarlos en MW debemos asumir un factor de planta, en este caso será de 30%, dicho cálculo se presenta en el Cuadro N° 3.

**Cuadro N° 3: Demanda Requerida Desagregada**

Tecnología RER	Biomasa	Eólica	Solar	Total
Potencia instalada (MW)	309.4	121.8	68.9	500.0

Fuente: Bases para la subasta de suministro de electricidad con RER

Elaboración: Propia

El Cuadro N° 4 nos muestra el cronograma del primer proceso de subasta de generación con RER, dicho proceso ya se inició con el registro de participantes y se ha fijado como fecha para la subasta el 15 de enero del año 2010. La publicación de resultados será al día siguiente.

La adjudicación se efectuará en orden de mérito de las ofertas que no superen la tarifa base y hasta que se complete la participación establecida en las Bases de la respectiva tecnología RER en el total de la energía requerida. En caso de empate en la evaluación se da preferencia a los postores que sean titulares de concesión definitiva; y de continuar la situación de empate se define por sorteo.

«El Atlas Eólico del Perú revela que el potencial de la energía eólica en nuestro país es muy grande, y siendo ésta la fuente de energía renovable no convencional con mayor crecimiento en el planeta, se tiene grandes expectativas con respecto a su desarrollo».

**Cuadro N° 4: Cronograma del primer proceso de subasta de generación con RER**

CRONOGRAMA		
Actividades	Fecha inicio	Fecha final
Registro de Participantes	21-Ago-09	21-Dic-09
Convocatoria a Subasta	15-Oct-09	15-Oct-09
Venta de Bases	15-Oct-09	21-Dic-09
Sugerencias y Consultas a las Bases	15-Oct-09	12-Nov-09
Publicación web de Bases consolidadas	10-Dic-09	11-Dic-09
Comunicación individual electrónica de la fecha de presentación de sobres de Calificación y Oferta	11-Dic-09	11-Dic-09
Presentación de Sobres de Calificación	22-Dic-09	24-Dic-09
Publicación de relación de Postores	30-Dic-09	30-Dic-09
Acto Público de apertura de Sobres de Oferta y Adjudicación de la Buena Pro	15-Ene-10	15-Ene-10
Publicación de resultados de la Subasta	16-Ene-10	16-Ene-10

Fuente: Bases para la subasta de suministro de electricidad con RER

#### 4.13. Proceso de subasta

Los Participantes entregarán dos sobres, el Sobre 1 (de calificación), que en su interior debe contener un Sobre 2 (de oferta) para cada proyecto que presente a la subasta. Ambos sobres deberán ser presentados cerrados y especificando, entre otras cosas, el tipo de tecnología RER.

El sobre de calificación debe incluir, los requisitos técnicos y legales que exige la subasta para poder ser postor. El sobre de oferta debe incluir la oferta económica, que implicará la garantía de seriedad de oferta y el precio ofertado, detallando la potencia comprometida a instalar (en MW), factor de planta esperado, energía anual ofertada, porcentaje mínimo de energía que está dispuesto a aceptar en caso de adjudicación parcial, punto de suministro y fecha de entrada en operación comercial.

#### 4.14. Disponibilidad de las centrales RER

Existe un aspecto importante a tomar en cuenta cuando se habla de las tecnologías con RER, este es la disponibilidad de este tipo de centrales.

La disponibilidad de una central eléctrica de una determinada tecnología para generar electricidad en cualquier momento es muy importante. Así, por ejemplo una central a diesel, teniendo seguro su suministro de combustible, tiene una disponibilidad

de 97%; es decir, estas centrales son generadoras que se encuentran casi siempre disponibles cuando se necesita cubrir la demanda eléctrica. En cambio, una central eólica o fotovoltaica tiene una disponibilidad muy baja en cualquier momento del día, su producción no es administrable por el COES, ya que dependen de la disponibilidad del viento o de los rayos solares.

Existe una elevada probabilidad de que las centrales eléctricas sustentadas en tecnologías con RER no estén disponibles cuando se necesiten despachar, así por ejemplo en horas de la noche cuando la demanda alcanza sus picos más altos y los vientos son insuficientes y no se puede generar mediante celdas solares, estas centrales no se podrían utilizar. Es por ello que en otros países se requiere que las generadoras RER estén respaldadas por generadoras de alta disponibilidad.

#### 4.15. El caso de la Energía Eólica

El Atlas Eólico del Perú revela que el potencial de la energía eólica en nuestro país es muy grande, y siendo ésta la fuente de energía renovable no

convencional con mayor crecimiento en el planeta, se tiene grandes expectativas con respecto a su desarrollo.

Se ha estimado que el potencial eólico del Perú es de 77.4 GW; sin embargo, todo ese potencial no es aprovechable. Para el cálculo del potencial aprovechable se ha descartado a los lugares ubicados a una altitud mayor a 3000 msnm, ya que a esa altura la densidad del viento muy baja, los lugares con una pendiente igual o mayor a 20%, los lugares que pertenezcan a un centro poblado, los lugares ubicados en una zona protegida, entre otros. Luego de dicho cálculo se estimó que el potencial eólico aprovechable es de 22.5 GW.

El Cuadro N° 5 nos muestra el potencial eólico aprovechable y el potencial eólico disponible según la zona y departamento en la que se ubique. En este cuadro destacan nítidamente Cajamarca, Piura e Ica, con potenciales aprovechables de 3,450 MW, 7,554 MW y 9,144 MW de potencial aprovechable. Sin embargo, normalmente la energía eólica tiene un factor de planta entre 20% y 30%, por lo que la energía disponible se ubicará

**Cuadro N° 5: Potencial Eólico del Perú**

Zonas	Departamento	Potencia Aprovechable (MW)	Potencia Disponible (MW) (FP 20%)	Potencia Disponible (MW) (FP 30%)
Norte	Tumbes	0	0	0
	Piura	7.554	1.511	2.266
	Lambayeque	564	113	169
	Cajamarca	3.450	690	1.035
	La Libertad	282	56	85
	Ancash	138	28	41
	Lima	156	31	47
	Callao	0	0	0
	Amazonas	6	1	2
	Loreto	0	0	0
	San Martín	0	0	0
	Huánuco	0	0	0
	Pasco	0	0	0
	Ucayali	0	0	0
Junín	0	0	0	
<b>Total Región Norte</b>		<b>12.150</b>	<b>2.430</b>	<b>3.645</b>
Sur Medio	Ica	9.144	1.829	2.473
	Huancavelica	0	0	0
	Ayacucho	0	0	0
	Apurímac	0	0	0
	Cuzco	0	0	0
	Madre de Dios	0	0	0
<b>Total Región Sur Medio</b>		<b>9.144</b>	<b>1.829</b>	<b>2.743</b>
Sur	Puno	0	0	0
	Arequipa	1.158	232	347
	Moquegua	0	0	0
	Tacna	0	0	0
<b>Total Región Sur</b>		<b>1.158</b>	<b>232</b>	<b>347</b>
<b>Total</b>		<b>43.756</b>	<b>8.749</b>	<b>13.124</b>

Fuente: Atlas Eólico del Perú.  
Elaboración Propia.

en dicho rango (8.8 y 13.1 GW respectivamente), tal y como lo muestran las dos últimas columnas del Cuadro N° 5.

El potencial medido en el Atlas Eólico del Perú contempla que las restricciones reales pueden ser superiores a las que se hicieron para hacer la medición, ya que por ejemplo se podrían estar considerando lugares como factibles cuando realmente no lo son, por lo que estas estimaciones nos sirven realmente como una frontera para la producción eólica más que una medida exacta.

A pesar de las cifras alentadoras mostradas, debemos tener en cuenta que todo el potencial eólico disponible no podría ser instalado en el sistema, ya que existen restricciones técnicas. La máxima potencia eólica técnicamente aceptable por el SEIN es de 375 MW según un estudio realizado por el COES; sin embargo, la energía requerida eólica de la primera subasta es 320 GWh/año, lo que equivale a unos 122 MW de potencia instalada, asumiendo un factor de planta de 30%. Cabe agregar que dichos 122 MW al momento de instalarse deben respetar los máximos permisibles por subestación, dichos máximos se presentan en el Cuadro N° 6 a continuación:

**Cuadro N° 6: Capacidad Máxima de Generación Eólica en los Nodos Candidatos**

Generador	Área	Subestación	Máxima PE (MW) Año 2012
GE_Chiclayo_220	Costa Norte	SECH0220	22.4
GE_Chimbote_220	Costa Norte	CHIM220	39.3
GE_Guadalupe_220	Costa Norte	SEGUA220	23.7
GE_Huacho_220	Costa Norte	HCHO220	43.3
GE_Paramonga_220	Costa Norte	PANU220	55.6
GE_Piura_220	Costa Norte	SEPO220	10.8
GE_Talara_220	Costa Norte	TALA_220	9.0
GE_Trujillo_220	Costa Norte	SETNOR220	32.0
GE_Tumbes_220	Costa Norte	TUMB60	2.9
<b>Total Región Norte</b>			<b>239.0</b>
GE_Mollendo_138	Costa Sur	MOLL138	9.1
GE_Moquegua_220	Costa Sur	MONT220	46.7
GE_Repartición_138	Costa Sur	REPA138	14.5
GE_Tacna_66	Costa Sur	TACNA66	7.7
<b>Total Región Sur</b>			<b>78.0</b>
GE_Ica_220	Sierra Centro	ICA220	38.5
GE_Marcona_220	Sierra Centro	MARC220	19.6
<b>Total Región Sur Medio</b>			<b>58.1</b>
<b>Total SEIN</b>			<b>375.0</b>

Fuente: Determinación de la Capacidad Máxima de Generación Eólica en el SEIN – COES, Informe Final

## V. CONCLUSIONES

A modo de conclusiones podemos rescatar los siguientes puntos:

1. En el Perú se tiene una producción eléctrica predominantemente hidráulica, contribuyendo significativamente a no aumentar el efecto invernadero en el planeta. Sin embargo, la participación de la generación hidráulica en la producción de energía eléctrica ha venido disminuyendo, llegando a ser para el año 2008 del orden del 61%, producto del impacto del mayor uso de gas natural luego de la puesta en marcha de Camisea.

2. Las fuentes de energía renovables no convencionales son tecnologías que están abandonando la etapa embrionaria y están camino a la etapa de crecimiento; por lo que, son necesarios mecanismos de promoción para que sean parte de la matriz energética para generación eléctrica, ya que de ese modo se logra la diversificación de la matriz y se contribuye con el medio ambiente. En el Perú se definen como RER a la biomasa, la energía eólica, la energía solar, la energía geotérmica, la energía mareomotriz y la energía hidráulica (esta última sólo con una capacidad instalada menor o igual a 20 MW de potencia).

3. Las medidas más importantes de promoción son las que establecen lo siguiente: la generación de energía eléctrica con RER tiene prioridad en el despacho diario efectuado por el COES, tienen una tasa especial de depreciación que será no mayor al 20% como tasa anual global, y la generación con RER tiene prioridad en la conexión a transmisión y distribución.
4. El MINEM establece el porcentaje objetivo de generación RER en las bases que aprueba, en función del Plan Nacional de Energías Renovables. OSINERGMIN es el encargado de llevar a cabo la subasta según los lineamientos del ministerio. El MINEM ha determinado que la energía que se subastará con RER será de 1314 GWh/año, lo que equivale a unos 500 MW de potencia instalada con RER.
5. Las subastas por el suministro de energía con RER serán adjudicadas a los postores que ofrezcan recibir la menor tarifa adjudicada por su producción, hasta completar la cantidad que se tenía como objetivo de energía a licitar, lográndose introducir mecanismos de competencia. El precio que reciben los generadores con RER es el precio spot o costo marginal de corto plazo a cambio de su energía producida y vendida (adjudicada), y cada vez que el precio spot sea menor que la tarifa de adjudicación, se les brindará una compensación (prima).

Decreto Legislativo N° 1002, Decreto Legislativo de Promoción de la Inversión para la Generación de Electricidad con el Uso de Energías Renovables.

Decreto Supremo N° 050-2008-EM, Reglamento de la generación de electricidad con energías renovables.

Decreto Legislativo N° 1058, Decreto Legislativo que promueve la inversión en la actividad de generación con recursos hídricos y con otros recursos renovables.

Decreto Supremo N° 056-2009-EM, disponen adecuar competencia de los Gobiernos Regionales para el otorgamiento de concesiones definitivas de generación con recursos energéticos renovables.

Decreto Supremo N° 037-2006-EM, Reglamento de Cogeneración.

Determinación de la Capacidad Máxima de Generación Eólica en el SEIN – COES, Informe Final.

Infosinergmin – Edición especial dedicada a las Energías Renovables, Año 11, N° 9, Setiembre de 2009.

Ley N° 28832, Ley para Asegurar el Desarrollo Eficiente de la Generación Eléctrica.

Ley N° 29179, Ley que establece mecanismos para asegurar el suministro de electricidad para el mercado regulado.

Proyecto de Bases para la Subasta de Suministros de Electricidad con Recursos Energéticos Renovables – MINEM.

Resolución Viceministerial N° 078-2009-MEM/VME, aprueban las Bases para la primera Subasta de Suministros de Electricidad con Recursos Energéticos Renovables. CA

## VI. BIBLIOGRAFÍA

Atlas Eólico del Perú – Ministerio de Energía y Minas (MINEM).

Bases para la Subasta de Suministros de Electricidad con Recursos Energéticos Renovables – MINEM.