



**SNPTEE  
SEMINÁRIO NACIONAL  
DE PRODUÇÃO E  
TRANSMISSÃO DE  
ENERGIA ELÉTRICA**

GME - 10  
16 a 21 Outubro de 2005  
Curitiba - Paraná

**GRUPO VI  
GRUPO DE ESTUDIO EN MERCADOS DE ENERGIA ELECTRICA - GME**

**IMPACTO DE LOS CONTRATOS PPA EN LOS MERCADOS ELÉCTRICOS DE LA REGION DE AMERICA CENTRAL**

**Rody Alberto Zelaya Z. \***

**COMISION NACIONAL DE ENERGIA, NICARAGUA**

**RESUMEN**

En este análisis realizamos un estudio de los mas importantes antecedentes a la formación de los mercados eléctricos de CA, identificamos las características mas relevantes de los mecanismos de contratos en su teoría general y en la modalidad tipo PPA (Acuerdos de Compra de Energía) para mitigación del riesgo de mercado así como las estructuras de estos mercados, cuales fueron los criterios en base a los cuales se definieron los precios de energía y potencia, cuales fueron los principales variables a ser ajustadas y en base a que criterios se produce este ajuste, los mecanismos de traslado de los costos de los PPA a los consumidores finales, impacto económico de los contratos PPA en la región de América Central .

**PALABRAS-CLAVES**

Contrato PPA, Riesgo de Mercado, Precio de Energía, Disponibilidad de Potencia, Factores de Escalamiento.

**1.0 - INTRODUCCION**

**1.1.-Modelos Estructurales de los Mercados de Electricidad en America Central**

Cuatro son los modelos estructurales de mercados de electricidad que hasta el dia de hoy se han identificado en el mundo. El modelo Monopolista tradicionalmente utilizado por los paises para manejar las empresas de manera verticalizada, el modelo mayorista el cual es el modelo ampliamente aplicado en los paises de america latina y centroamerica, tambien existen los modelos de Comprador Unico de poco exito, asi como el modelo minorista aplicado en los paises de economias avanzadas y mercados de capitales fuertes.

En el modelo estructural ampliamente utilizado Mayorista, los nuevos generadores conocidos en Ingles como IPP (*Independent Power Producer*) y las empresas estatales verticalizadas compiten para vender energía eléctrica a través de la red de transmisión para las compañías de distribución y también para las otra empresas verticalizadas así como para consumidores libres. En este caso la distribuidora y los consumidores libres pueden comprar energía eléctrica en el mercado spot o de ocasión como es el caso de Nicaragua. También existen en este modelo la Figura del Comercializador el cual es un intermediario entre los generadores y los consumidores y no precisa necesariamente poseer activos físicos, pero negocia con la energía eléctrica. Este modelo ha sido el mas utilizado en los diferentes países tales como: Centroamérica, América del Sur, Asia y países del Este Europeo.

Los Mercados Eléctricos para América Central tienen su inicio entre los años 1996 y 1998, con la aprobación de las respectivas leyes eléctricas y los procesos de reestructuración y privatización de las empresas eléctricas estatales, vendidas a inversionistas privados con capital en su mayoría de origen norteamericano (DUKE, AES, ENRON).

\*Contiguo al Ministerio de Defensa - Managua – Mga. - Nicaragua  
Tel.: (505) 2225576 - e-mail: rzelaya@cne.gob.ni

En el caos de Honduras y Costa Rica los parlamentos todavía están esperando condiciones políticas adecuadas para proceder a la aprobación de las nuevas leyes. Se debe señalar, que los procesos mencionados anteriormente hasta hoy no fueron concluidos en el caso de Guatemala, El Salvador, Panamá y Nicaragua debido a que todavía existen generadores estatales, básicamente hidroeléctricos. En el área de la distribución existe una privatización total, y en la transmisión fueron creadas 4 empresas de sociedad anónima (ENTRESA<sup>1</sup>, ETESA<sup>2</sup>, ETCEE<sup>3</sup>, ETESAL<sup>4</sup>) con capital de estado.

La evolución de las tecnologías de generación en estos países a partir de los años 85 hasta el 2001, se caracteriza por la instalación de unidades térmicas de combustible a Diesel, Gas, Carbon, y Cogeneración, las cuales han venido ocupando una primera posición con unidades de capacidad entre 15 MW y 150 MW hasta representar el 49% de la capacidad instalada en el año 2001. La tecnología Hidráulica representa 45% del total de la capacidad instalada y 6% para energía renovable, estas últimas básicamente basadas en fuentes Geotérmicas y Eólicas.

## 1.2.-Riesgos en los Mercados de Electricidad.

El término riesgo puede ser definido como el grado de incertidumbre de una variable y su magnitud depende de la sensibilidad en el desempeño del decisor, (1). Tradicionalmente ha sido comprendido en términos de probabilidad, (2). Considerando la amplitud del término anterior las empresas eléctricas conviven en el día a día con un elevado número de riesgos, en los cuales pueden incurrir debido a un error en el gerenciamiento de las mismas. Estos riesgos pueden ser según (3) los siguientes:

- ❖ Riesgos de Crédito: se refiere a la posibilidad del no pago por parte de los clientes;
- ❖ Riesgo de liquidez: a través del mismo se considera la posible falta de dinero lo que impide a la empresa cumplir con sus compromisos inmediatos;
- ❖ Riesgo Operacional: es el riesgo asociado a errores por parte de los funcionarios de la empresa y/o fraudes que afecten sus resultados;
- ❖ Riesgos Regulatorio: implica como las nuevas regulaciones del sector, pueden afectar el incentivo de los nuevos agentes a participar en el mismo;
- ❖ Riesgo de Mercado: se refiere al riesgo asociado a la empresa que no es diversificable a través de la creación de portafolios de contratos de inversión. Este riesgo ilustra las variaciones en los retornos debido a las contingencias que afectan al mercado y no pueden ser evitadas por la empresa al diversificar sus inversiones en otras firmas, ya que todas son afectadas.

Según en (4), los riesgos del mercado más relevantes son:

### a) Riesgo de Precio:

Se refiere a las variaciones del precio de la energía eléctrica en el tiempo, representando un riesgo para las empresas de generación, ya que sus ingresos dependen de la diferencia entre el precio del mercado (contratos) y sus costos de producción.

### b) Riesgos de cantidad o volumen:

Trata sobre el riesgo que cada generador enfrenta por las incertidumbres en sus futuros costos e ingresos resultantes de los cambios en la demanda, así como los cambios en la disponibilidad de los recursos. Este riesgo afecta principalmente a las empresas de generación que operan bajo un esquema mayorista o pool, debido al hecho que estas van a generar siempre que sean despachadas por el pool, o a través del mercado spot o a través de un programa de despacho óptimo.

### c) Riesgos en el precio de los combustibles:

Este es un riesgo externo al mercado eléctrico, pero afecta al generador en su capacidad para competir en el mercado y ser finalmente despachado. Un aumento en los precios de los combustibles aumenta los costos variables del generador reduciendo el número de horas que este podría estar generando, reduciendo también sus lucros.

<sup>1</sup> Empresa de Transmisión Eléctrica Sociedad Anónima(Nicaragua)

<sup>2</sup> Empresa de Transmisión Eléctrica Sociedad Anónima(Panamá)

<sup>3</sup> Empresa de Transporte y Control de Energía Eléctrica(Guatemala)

<sup>4</sup> Empresa Transmisora de EL Salvador(El Salvador)

d) **Riesgos de disponibilidad:**

Esta relacionado con las contingencias que impiden al generador estar disponible para generar energía eléctrica.

**Existen dos modelos ampliamente conocidos sobre como definir las transacciones entre los agentes:**

En el modelo bilateral de transacciones, el precio de la energía eléctrica es negociado entre los compradores y vendedores. Cada transacción tiene un precio diferente que depende del resultado de las negociaciones entre las partes.

En el modelo Pool, el despacho es definido de acuerdo con criterios técnico-económicos, determinándose el precio spot a partir de la libre interacción entre oferta y demanda. En este caso se aplica el concepto del Precio Marginal del Sistema (PMS), el cual considera que los precios tienden a los costos marginales de corto plazo (Costos Marginales de Operación).

El Precio de la Electricidad esta compuesto por la componente del:

- Precio de la producción de energía eléctrica;
- Precio de la transmisión;
- Precio de la distribución.

En el caso de los generadores, el precio de la energía eléctrica queda compuesto por las siguientes componentes:

- Costos Variables:** operación, mantenimiento, administración, y combustibles para térmicas;
- Costos Fijos:** costos de capital.

El precio o peaje de la transmisión incluye la remuneración de los propietarios de la red, los proveedores de los servicios auxiliares, los servicios por la coordinación del despacho, la bolsa de energía y del operador del sistema así como la expansión del sistema, (5). Algo similar ocurre con el precio de la distribución la cual incluye: los costos por las inversiones, operación, mantenimiento, administración, costos de oportunidad de capital, etc.

Evidentemente, es necesario reiterar que el calculo realista del precio de la energía eléctrica deberá considerar todos los factores implicados (calidad del suministro, costos de las inversiones y comercialización, tasas de retorno, atención al cliente, filosofías de competencia, consideración de mercados de corto plazo y futuros, plazos, garantías, por citar algunos, (6).

En lo que a Riesgo de Cantidad se refiere se puede decir que cuando existen cambios en los precios del mercado en algunos periodos pueden hacer con que la planta opere por mas o por menos horas de lo que se esperaba, afectando no solamente los ingresos del generador, sino también sus costos variables del combustible, operación y mantenimiento. También existe la incertidumbre en la cantidad de energía eléctrica que puede ser generada, ya que las unidades tienen un limite en su confiabilidad. El generador quedar expuesto al riesgo de cantidad debido a las posibles interrupciones de sus unidades.

Existen otros tipos de riesgo tales como los riesgos de liquidez, riesgos de credito y el riesgo regulatorio o legal.

## 2.0 - CONTRATOS COMO MECANISMOS DE MITIGACION DEL RIESGO DE MERCADO

Un contrato de venta de energía eléctrica es un acuerdo entre dos partes en lo cual una de las partes acuerda entregar un producto o un servicio a la otra parte, especificando ciertas condiciones y en retorno de una cierta cantidad de dinero. Para el caso específico del sector eléctrico los contratos son necesarios para establecer relaciones comerciales entre los diversos participantes del sector.

Segun la EPRI (1998), una transacción de energía eléctrica precisa de la especificación de muchos parámetros. Entre ellos, la cantidad, el precio, el punto de entrega y el tiempo de entrega. El contrato es un acuerdo sobre la definición de estos parámetros:

- **La cantidad de energía eléctrica puede ser fija o variable.** El nivel de firmeza indica, si el servicio puede ser interrumpido y cuales son las condiciones de interrupción. Una cantidad mínima y máxima de energía eléctrica puede ser mencionada;

- **El precio de la energía puede ser una variable fijada o indexada.** Un precio máximo y un precio mínimo puede ser mencionado como en el caso de los contratos PPA, (8);
- **El lugar de entrega** puede ser especificado y un costo por el uso de la red por transmitir la energía eléctrica podría ser pagado;
- **Los tiempos de entrega** son presentados en el contrato. Los límites de tiempo dentro de los cuales la entrega de la energía tiene que ocurrir, debe mencionarse.

Según en (2), vendedor y comprador podrían, en teoría, acordar las condiciones de entrega en el momento de la entrega sin necesidad de establecer compromisos por adelantado firmando un contrato ya que ninguna de las partes tiene la obligación de firmar los contratos, la utilización de contratos se debe a los beneficios que obtiene cada una de las partes. Los beneficios pueden ser clasificados de la siguiente manera:

✓ **Economía en los costos de transacción**

Firmar contratos de venta de energía eléctrica que permiten reducir los costos de la transacción: costos por la negociación, ejecución y obligación en los pagos que existirían si las compras fueran hechas cada vez que el consumidor deseara retirar energía eléctrica de la red. Los contratos permiten reducir los costos de la transacción al estandarizar las condiciones especificadas en el contrato, basándose en las condiciones especificadas en el contrato, basándose en las condiciones esperadas en el futuro.

En el caso del mercado *spot* los comercializadores acuerdan precios antes de la entrega y los consumidores compran conforme su consumo.

En el largo plazo los agentes pueden comprar grandes cantidades de energía eléctrica, productos similares, un único vendedor, pequeños lotes y períodos extensos.

✓ **Reubicación de riesgos de negocios**

La utilización de contratos permite transferir el riesgo de mercado a un tercero siempre y cuando exista un beneficio en esta operación el cual se produce cuando el tercero tiene la disposición de asumir este riesgo o cuando el tercero tiene un mayor control sobre la fuente de riesgo, también conocido como transferencia del riesgo o diversificación del riesgo respectivamente.

✓ **Incentivos a la eficiencia económica**

La existencia de asimetría en la información se traduce en incertidumbre para una de las partes, o sea, aquella parte que posee mayor dominio de la información puede sacar provecho de la asimetría. A través de los contratos los agentes reciben incentivo para gerenciar el riesgo y los estimula a adoptar un esquema de mínimo costo.

### 3.0 - CONTRATOS PPA EN CENTROAMÉRICA

En el período de los años 1992 al 2000 en los seis países de Centroamérica (Honduras, Nicaragua, Panamá, El Salvador, Costa Rica y Guatemala) fueron firmados aproximadamente en su totalidad un paquete de 29 contratos por compra/venta de Energía Eléctrica también llamados PPA, todos ellos con tecnologías eficientes en algunos casos y no eficientes en otros estamos hablando de plantas de carbón hasta plantas hidroeléctricas. Un total de 1600 MW instalados y 1452 contratados representando una inversión en activos de generación eléctrica y líneas de transmisión aproximadamente de 1,000 Millones de Dólares americanos. Estas inversiones fueron contratadas a empresas de capital privado internacional, compañías tales como ENRON, EL PASO, AES, entre otras, las cuales se instalaron en los nuevos mercados liberalizados de la región con el objetivo de comercializar aproximadamente 10.3 TWh por año durante períodos de largo plazo entre los 10 y 25 años. Plantas de Carbón, Turbinas de Gas, Hidroeléctricas, Motores de Media Velocidad, Plantas de Vapor unas a base de carbón, otras con bunker y diesel con capacidades nominales que oscilan entre los 30 MW y los 80 MW.

TABLA 1.1.- Numero de Contratos PPA por Tecnologia en Centroamerica periodo 1992-2000.

TECNOLOGIA	HOND.	CR	PAN	NIC.	GUAT.	TOTAL	%
MMV	4			3	1	8	28%
GEOT		1		1	1	3	10%
HIDRO	1	1	1		6	9	31%
Turbina Gas	1		1		1	3	10%
Termica Exist.			1			1	3%
Vapor					2	2	7%
Biomasa				1	1	2	7%
Carbon					1	1	3%
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>13</b>	<b>29</b>	<b>100%</b>

En la Tabla 1.1 es posible identificar como el 28% de los contratos PPA realizados en Centroamerica fueron Sistemas de Generacion Termica con Motores de Combustion Interna que queman bunker, con una potencia contratada de 504 MW. Por otro lado las Energias Renovables contratadas representan en su conjunto (Geotermicas, Hidros y Biomasa) el 49% de los contratos aunque la potencia contratada representa un 33% del total en ese periodo, 389 MW.

El Costo de la Energia promedio acordado en estos contratos PPA fue de 50.78 U\$/MWh con el objetivo de garantizar la cobertura de los costos de operacion, mantenimiento y operacion y adicionalmente compensar el aumento de los precios de los combustibles internacionales derivados del petroleo. Por otro lado la cobertura de la inversion en los activos de generacion y la rentabilidad del capital reconocida atraves de un cargo de potencia contratada disponible promedio entre todos los contratos de 17.10 U\$/kW-mes. De acuerdo a un estudio realizado por la CEPAL, 2001 (9), la rentabilidad de inversion de estos proyectos oscila entre los precios bajos de 20 % y los mas altos de 35 %, (10).

Los tipos de Contratos PPA empleados en este fueron los siguientes: desglosados, asociados solamente a energia y los ajustados por potencia efectiva (factores de indisponibilidad).

Las economias de los paises en la epoca de la firma de los contratos tuvieron los siguientes impactos en estos contratos: el efecto de la tasa cambiaria de acuerdo a la moneda local, la aplicacion de factores de escalamiento y ajuste basados en la inflacion interna y externa de los paises, asi como en los precios internacionales de los combustibles. En relacion a los factores de escalamiento es importante señalar que los mismos dependen del tipo de tecnologia o sea si es termoelectrica o hidroelectrica.

Existen algunos criterios de seleccion de los contratos PPA tales como:

- Capacidad Contratada y Compra mínima
- Cargos
- Penalizaciones
- Garantías de las partes
- Franquicias y excepciones
- Arbitraje
- Otros: pruebas anuales, opción de pagos por peajes, etc.

En la tabla siguiente es posible observar algunas otras características de los Contratos PPA que fueron firmados en los Países Centroamericanos.

TABLA 1.2.-Contratos PPA : Cargos, Penalizaciones y Garantías.

CARGOS	PENALIZACIONES	GARANTIAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajustes anuales sobre la capacidad</li> <li>• Indexaciones a la energía por los precios de los combustibles</li> <li>• Cargos Fijos</li> <li>• Cargos en la energía en bandas de factores de capacidad considerando precios de referencia de combustible internacional en New York.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En caso de no poder suministrar un % de la capacidad contratada</li> <li>• Rescisión del contrato por baja disponibilidad</li> <li>• Un monto por MW en caso de que la potencia firme sea menor de un %</li> <li>• Por bajo FPA un cargo por cada kWh y por baja disponibilidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fianzas de cumplimiento por la construcción</li> </ul> Operación: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fianzas fijas durante la operación</li> <li>• Contrato de cuenta maestra cediendo derechos sobre las cuentas por cobrar del comprador</li> <li>• Carta de crédito por las mensualidades de la facturación.</li> </ul>

Los Contratos PPA fueron concebidos como acuerdos bilaterales entre un vendedor y la empresa públicas como comparador único, esto trajo consigo que en la mayoría de los casos hasta hoy en día los contratos PPA no han sido incorporados al despacho económico y los administradores de los mercados no reciben ninguna retribución por manejar la administración de estos contratos (9). Otras características importantes en estos contratos son las siguientes:

TABLA 1.3.- Contratos PPA: Plazos, Productos, Transmisión y Escalamiento.

Plazos	Productos	Transmisión	Escalamiento
El Plazo promedio de todos los contratos Es de 15 años	Los productos transados son energía y potencia y son contratos físicos. Existe la cláusula del "take or pay" para el caso de la energía. Los cargos por energía son cargos variables (operación y mantenimiento) y los cargos por capacidad como cargos fijos.	En el caso de los proyectos térmicos por su ubicación cercana a los centros urbanos de carga no representó considerable inversión en las líneas de accesos, pero el caso de las centrales hidroeléctricas los gobiernos tuvieron que realizar inversiones cuantiosas para garantizar la inversión en la generación a los sitios potenciales.	Las tasas cambiarias son las que publican los bancos centrales de los países. Las fórmulas de precios están referenciadas a la inflación (local y externa) y a los precios internacionales de los combustibles, además las fórmulas son ajustadas de acuerdo al cumplimiento de la capacidad contratada o garantizada.

#### 4.0 - CONCLUSIONES

Como resultado de la Liberalización de los Mercados de Electricidad, los riesgos de mercado se hicieron más pronunciados para los agentes de generación eléctrica, obligando a estos implementar mecanismos de contratación para la mitigación o hedge del riesgo, es por ello que en la región de Centroamérica la firma de Acuerdos de Compra de Energía llamados en Inglés PPA se consideró como el más adecuado. Los efectos de los contratos PPA sobre el mercado y el consumidor final dependen del grado de participación de esos contratos, así como de la competitividad de los precios establecidos, la estructura del mercado y las relaciones PPA-agentes-mercado. En Honduras, las tarifas corresponden a los costos marginales, dentro de las que se pondera el efecto de los PPA (con relativa baja participación), con lo cual se oculta parcialmente el efecto sobre las tarifas al consumidor final. En Nicaragua, los PPA muestran menores precios y menor dispersión, por lo que se esperarían efectos equitativos sobre los usuarios, no lográndose actualmente este resultado debido a la aplicación incompleta del esquema regulatorio una vez que empiecen a operar los mecanismos del mercado mayorista. En El Salvador, no obstante la menor participación del único contrato PPA, éste tiene un papel preponderante durante los meses de estiaje, cuando los precios del mercado de ocasión han experimentado fuertes incrementos. En Guatemala, el

efecto de precios altos se ha trasladado a los usuarios minoristas (regulados), principalmente a los servidos por la distribuidora metropolitana EEGSA, situación acentuada por los comercializadores.

#### 5.0 - REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) SCHMUTZ Alain; GNANSOUNOU Edgard, SARLOS Gérard; *Economic Performance of Contracts in Electricity Markets: A Fuzzy and Multiple Criteria Approach*, IEEE Transactions on Power Systems, vol. 17, no. 4, november 2002.
- (2) JORION; 1996. Value at Risk. Editorial Norma, Edicion Cuarta.
- (3) ARRIAGADA CARRAZANA, JOSE LUIS; *Aplicacion de Instrumentos Financieros en el Sector Electrico*; Dissertacao de Mestrado; Pontificia Universidad Catolica de Chile; Departamento de Ingenieria Electrica; Santiago de Chile, 2001.
- (4) HUNT, Sally, *Competition and Choice in Electricity*, Wiley, 1996.
- (5) DE SILVA, E.; 2001. *Formacion de Precios*. Editorial UFSC., Brasil.
- (6) PINTO L., AIRES J. C. , *A plataforma for Energy Business Administration; VII SEPOPE* , Curitiba - Paraná – Brasil, 21 a 26 de Maio de 2000.
- (7) MARTIN MONGELLI, JOAO MIGUEL; *Mecanismos de Avaliação de contratos de compra e venda de energia em ambiente competitivo*; Dissertação de Mestrado; UFSC/PGEEL; Florianopolis, SC, Fevereiro, 2002.
- (8) ARELLANO; 2002. *Estudio de la Competencia en los Mercados Electricos de Centroamerica*. Banco Interamericano de Desarrollo.
- (9) CEPAL; 2001. *El Mercado Electrico Regional: Contratos PPA en el Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua*.
- (10) ZELAYA, R.; 2004. *Evaluacao Economica de Contratos con uma abordagem Logica Fuzzy e Teoria Multicriterio*. Dissertacao. Laboratorio de Planejamento de SEP, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianopolis, Brasil.