

## REMUNERACIÓN AL TRANSMISOR POR PARTE DE LAS DISTRIBUIDORAS EN EL MERCADO OCASIONAL Y EN EL MERCADO DE CONTRATOS

Tupiza T. Carlos A., Ing. y Suntaxi G. Roberto, Ing.  
Escuela Politécnica Nacional

Cazco Eduardo, Ing.  
CONELEC  
Escuela Politécnica Nacional

### Resumen

Como resultado de la reestructuración del sector eléctrico en muchos países, se ha dividido la industria eléctrica en tres negocios independientes: generación, transmisión y distribución. En particular para el negocio de la transmisión, debe buscarse las formas de financiamiento de dicho negocio que provean a su dueño un incentivo económico para realizar inversiones con una rentabilidad atractiva, y que permitan que su operación y expansión sea eficiente y segura.

El presente trabajo de investigación se centra en el análisis de la remuneración al transmisor en el Ecuador, y se toma especial atención al cargo variable que a pesar de representar un porcentaje mínimo con respecto a la remuneración total que recibe el transmisor, este provoca conflictos entre los agentes participantes del Mercado Eléctrico Mayorista Ecuatoriano.

Con el propósito de evitar erradas interpretaciones de la normativa vigente del sector eléctrico Ecuatoriano en cuanto al cargo variable del mercado de contratos se refiere, se propone un reajuste al cálculo del cargo variable asignado a contratos. Los resultados obtenidos permiten que la asignación del cargo variable del sistema de transporte, sea equitativo. En el presente estudio también se propone una nueva metodología para remunerar al sistema de transporte.

### Introducción

La República del Ecuador al principio de la década del 70 tenía un solo organismo propietario de la generación, transmisión y distribución de la energía. Este organismo denominado Instituto Ecuatoriano de Electrificación, INECEL, entidad nacional,

[robersun@hotmail.com](mailto:robersun@hotmail.com)  
[charlyemc@latinmail.com](mailto:charlyemc@latinmail.com)

estatal y monopólico, se encargaba de la planificación, diseño, construcción, operación, mantenimiento, regulación, control y la tarificación del sector eléctrico del país.

Entre 1970 y 1990, épocas donde el sector eléctrico se encontraba en auge intensivo para promover la electrificación en nuestro país, a través del INECEL se construyeron grandes centrales, se desarrolló el Sistema Nacional Interconectado, se conformaron estructuras de planeamiento y operación y se incrementaron de forma importante los índices de electrificación nacional.

A partir de 1990, la liberalización de la economía y la globalización de los mercados, hizo que las empresas estatales verticalmente integradas como INECEL, empiecen a fallar o a evidenciar sus falencias por la forma de administrar el negocio eléctrico, ya que el directorio del INECEL era quien regulaba y normaba la actividad eléctrica, pero este organismo se encontraba compuesto en su mayoría por delegados del gobierno, por lo que su función se ve afectada por la toma de decisiones que prevalecen más los factores políticos que los criterios técnicos y profesionales. También salió a flote los problemas técnicos como las pérdidas y el desfinanciamiento por la tarifa. La falta de una mayor inversión en generación aparecen los racionamientos de energía en los períodos de estiaje de los años 1995, 1996 y 1997 lo que ocasionó que el INECEL se vea obligado a contratar producción de energía a generadores privados (Ecuapower, Electroquil, Energycorp) a altos precios para superar el déficit.

### Remuneración al Transmisor en el Ecuador

Los pagos que realicen los agentes que utilizan el sistema de transmisión en su conjunto deben cubrir los costos del sistema y además permitir que la empresa encargada del sistema pueda extender sus redes y dar un servicio en condiciones de eficiencia. Siguiendo este concepto la empresa de transmisión TRANSELECTRIC S.A. para el caso ecuatoriano percibirá los siguientes ingresos:

- Cargo fijo, y
- Cargo variable por transporte.

### Cargo fijo de Transmisión

Este cargo esta compuesto por dos rubros: el primero el costo por conexión, que es determinado para cada agente según el uso de las instalaciones y equipos exclusivos que utiliza un agente para conectarse al sistema de transmisión, y el segundo que es común para todos quienes hacen uso de las líneas de transmisión y que es conocido como costo por transporte. Actualmente estos dos cargos están incluidos en un solo cargo fijo por transporte.

La determinación de la remuneración a la Empresa de Transmisión, se la realiza como el producto entre, la integración de las demandas máximas de los agentes Distribuidores y Grandes Consumidores (Demanda Máxima Total no Coincidente) y la tarifa de transmisión.

$$REMTT\$ = \sum_{d=1}^n DMAX_d * TT\$$$

REMTT\$, = es la remuneración que percibe la Empresa de Transmisión por tarifa fija.

DMAXd, = Demanda Máxima del Agente Distribuidor o Gran Consumidor d en el mes de evaluación.

TT\$, = Tarifa de Transmisión fijada por el CONELEC.

La metodología debe aplicarse mientras este vigente el pliego tarifario aprobado por el CONELEC donde se establece el procedimiento de cálculo por Tarifa Fija.

### Cargo Variable por Transporte

El cargo variable corresponde a una parte de los pagos que realizan quienes hacen uso del sistema de transmisión.

Como esta establecido en el procedimiento del MEM Ecuatoriano el cargo variable por transporte es calculado por el CENACE mediante la metodología de factores de nodo y que es proporcional a las pérdidas de energía.

Como está establecido en el procedimiento del Mercado Eléctrico Mayorista v 2.0, la remuneración variable al Transmisor se hace prescindiendo de los contratos. Es la diferencia entre la energía neta entregada por los generadores y autogeneradores y la neta recibida por los distribuidores y grandes consumidores la que se considera para la remuneración al transporte, afectando a cada nodo del sistema por su respectivo precio nodal

de la energía:

Para una hora determinada:

$$RVT_h = \left[ \sum_{j=1}^m ErD_{j,h} \times Fn_{j,h} \times PEM_h \right] - \left[ \sum_{i=1}^n EeGi_{i,h} \times Fni_{i,h} \times PEM_h \right]$$

donde :

RVT<sub>h</sub> = Remuneración variable al Transmisor en una hora h

EeGi<sub>i,h</sub> = Energía entregada por el Generador i en su nodo a la hora h

ErD<sub>j,h</sub> = Energía recibida por el Distribuidor j en su nodo a la hora h

Fni<sub>i,h</sub> = Factor de Nodo del Generador i a la hora h

Fn<sub>j,h</sub> = Factor de Nodo del Distribuidor j a la hora h

PME<sub>h</sub> = Precio de energía en la barra de mercado a la hora h (USSD/kWh)

De esta manera, la remuneración variable al transmisor se determina como la diferencia entre el pago total de los agentes receptores de energía a una determinada hora al precio marginal horario y el ingreso total de los agentes que venden energía en esa hora y al precio mencionado.

La remuneración variable al Transmisor se obtiene de los dos mercados: Mercado Ocasional (RVTMO) y del Mercado de Contratos a Plazo (RVTMC).

### RVT DEL MERCADO OCASIONAL

La remuneración variable correspondiente del mercado ocasional se determina como la diferencia entre los pagos que realizan los distribuidores y grandes consumidores y los ingresos que perciben los generadores. Para el mercado ocasional el CENECE liquida las transacciones de energía incluyendo las transacciones del Mercado de contratos que se cumplan en el mercado ocasional. Siendo así, la porción de la Remuneración Variable al Transporte que le corresponde al Mercado Ocasional se determina con la energía transada en este mercado al precio marginal horario.

Para una hora determinada la remuneración variable de transporte correspondiente al mercado ocasional se determina con la expresión matemática:

$$RVTMO_h = PREMO_h - IVEMO_h$$

siendo:

RVTMO<sub>h</sub> = Remuneración Variable al Transmisor en el Mercado Ocasional en una hora h

$PREMO_h =$  Suma de los pagos de los Agentes receptores de energía en el Mercado Ocasional

$IVEMO_h =$  Suma de los ingresos de los Agentes vendedores de energía en el Mercado Ocasional

### RVT DEL MERCADO DE CONTRATOS A PLAZO

Para el mercado de contratos a plazos se evalúa la Remuneración Variable al Transporte al precio marginal horario de la energía de la siguiente manera:

$$RVTMC_h = RVT_h - RVTMO_h$$

donde:

$RVTMC_h =$  Remuneración Variable al Transmisor en el Mercado de Contratos

$RVT_h =$  Remuneración Variable al Transmisor en una hora h

$RVTMO_h =$  Remuneración Variable al Transmisor en el Mercado Ocasional en una hora h

El valor de  $RVTMC_h$  se obtiene del mercado de contratos y es cubierto por los agentes en función de los porcentajes acordados en la condiciones convenidos. de no especificar los agentes la distribución acordada el CENACE la determinará.

Para el mercado de contratos el cargo variable puede ser negociado.

### Análisis de la Remuneración al Transmisor en el Mercado Eléctrico Mayorista

**Análisis del Cargo Fijo.-** Este cargo esta compuesto por dos rubros: el primero es el costo por conexión, que es determinado para cada agente según el uso de las instalaciones y equipos exclusivos que utiliza un agente para conectarse al sistema de transmisión, y el segundo que es común para todos quienes hacen uso de las líneas de transmisión y que es conocido como costo por transporte. Actualmente estos dos cargos están incluidos en un solo denominado **cargo fijo por transporte**.

Como consecuencia de este estudio se puede indicar que la metodología utilizada para recuperar este costo fijo de transmisión es adecuada debido a que los distribuidores y grandes consumidores pagan de acuerdo a la exigencia de la red (demanda máxima no coincidente), logrando de esta manera quien exige más a las redes de transporte pague más.

### Análisis del cargo variable de transmisión

El cargo variable corresponde a una parte de los pagos que realizan quienes hacen uso del sistema de transmisión. Este cargo no cubre en su totalidad los costos de inversión que realiza la empresa propietaria del sistema de transporte de energía debido a que este cargo representa una pequeña parte de los ingresos totales (alrededor del 15%) que recibe la empresa de transmisión.

En los procedimientos del MEM Ecuatoriano el cargo variable por transporte es calculado por el CENACE mediante la metodología de factores de nodo y que es proporcional a las pérdidas de energía.

La remuneración variable o ingreso variable del sistema de transporte de energía aparece de forma automática al valorar la energía de cada barra del sistema de potencia a su costo marginal.

El costo marginal de mercado en la normativa Ecuatoriana se encuentra definido como el costo marginal de la energía, referido a la barra de mercado, mediante la aplicación del correspondiente factor de nodo horario.

La barra de mercado es asignada por el CONELEC y sirve de referencia para determinar el precio de la energía. Para el MEM Ecuatoriano la barra de mercado esta representado por la subestación Pascuales.

La Remuneración Variable al Transmisor (RVT) es un punto de discusión actualmente entre los agentes del Mercado Eléctrico Ecuatoriano por esta razón se centra el análisis de este rubro que pagan los distribuidores y grandes consumidores, que a pesar de representar una pequeña parte del total que percibe la empresa de transporte de energía (TRANSELECTRIC S.A.), pueden significar perjuicio para los agentes consumidores del MEM.

### EJEMPLO DE CÁLCULO DE RVT EN EL MEM

Para identificar las diferencias de pagos por el cargo variable de transporte, se plantea ejemplos en los cuales se describe la forma de cálculo de la remuneración variable al transmisor (RVT), considerando para esto el Sistema Nacional Interconectado reducido a siete barras

Para simulación del Sistema Nacional Interconectado (SNI) reducido a 7 barras, se utilizo el programa computacional PowerWorld versión 9.0 en condiciones de estiaje donde se emplean todas las centrales térmicas e hidráulicas para abastecer la demanda nacional. Dicha simulación, fue necesario para determinar

los factores de nodo en cada una de las barras.

Considerando el Sistema Nacional Interconectado como se indica en la Figura 1 analizar la RVT cuando un distribuidor o gran consumidor tiene más de un punto de entrega (D2=D5=D7), además se tomara en cuenta los montos de energía contratada y la ubicación de los contratos tal como se muestra a continuación:

- Contrato entre G1 y D1 por 60 MW en barra de G1, responsable de RVT Ninguno
- Contrato entre G1 y D2 por 350 MW en barra de G1, D2 Y G1 responsable de RVT
- Contrato entre G2 y D2 por 100 MW en barra de G2, G2 Y D2 responsable de RVT
- Contrato entre G4 y D2 por 100 MW en barra de D5, G4 Y D2 responsable de RVT
- Contrato entre G5 y D2 por 100 MW en barra de D5, G5 Y D2 responsable de RVT
- Contrato entre G6 y D2 por 100 MW en barra de D5, G6 Y D2 responsable de RVT

D2 = D5 = D7, no significa que estas demandas tengan la misma carga, sino que representa que es un mismo distribuidor que tiene tres puntos de entrega.

Por esta razón, para este ejemplo es necesario primero determinar el factor de nodo ponderado para esta demanda (D2), ya que este servirá para determinar el cargo variable y el pago de esta demanda por la energía comprada en el mercado ocasional.

Primero determinamos el factor de nodo ponderado para D2 con la siguiente expresión:

$$FNPD2 = 1.0095$$

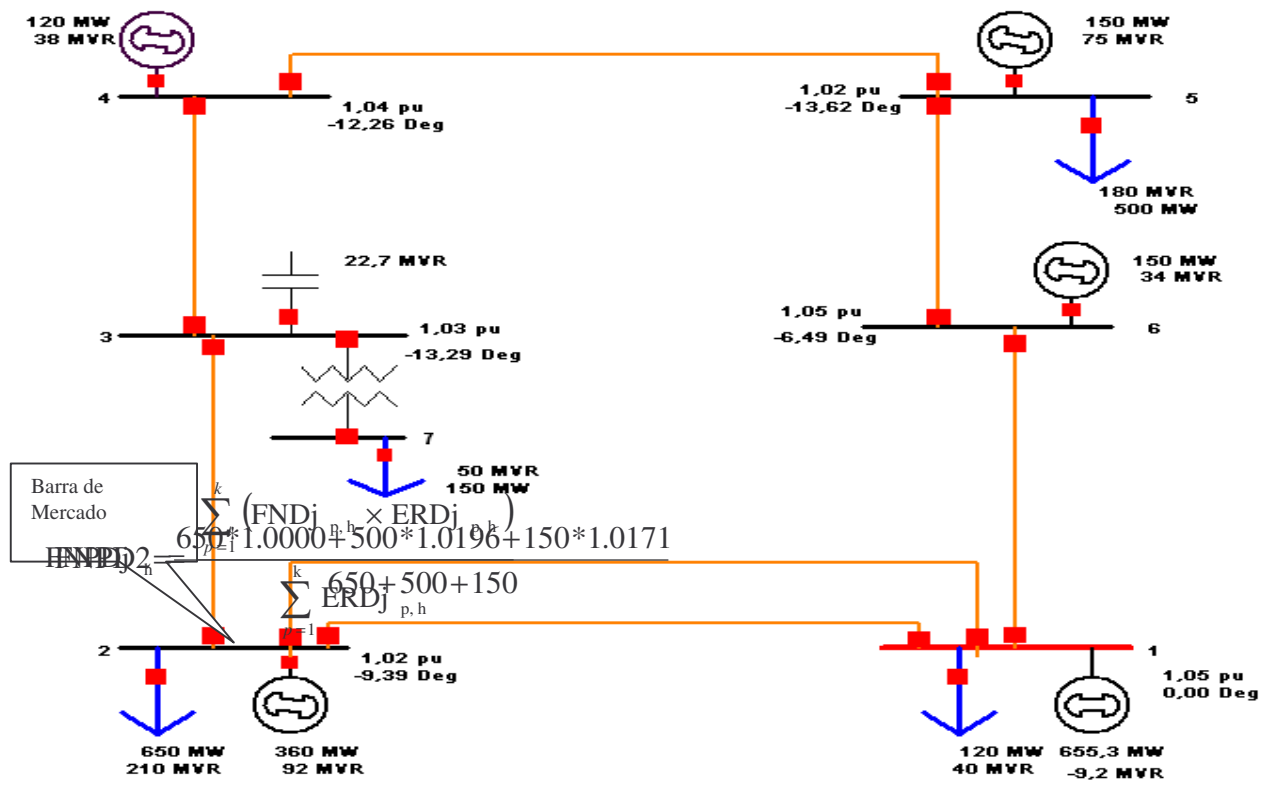


Figura 1. Sistema Nacional Interconectado Reducido a 7 Barras

El factor de nodo ponderado obtenido se utiliza para determinar los pagos del distribuidor y gran consumidor en el mercado ocasional y los pagos de RVT del mercado de contratos. Este factor de nodo ponderado considera a la demanda como si ésta tuviera un solo punto de entrega.

**Paso 1:**

Se determina la remuneración variable al transmisor total:

## Tupiza, Suntaxi, Casco

MERCADO OCASIONAL			
INGRESO GENERADORES		PAGO DISTRIBUIDORES	
\$G1=(655.3-410)*10*0.9619=	2360	\$D1=(120-60)*10*0.9619=	577,14
\$G2=(360-100)*10*1.000=	2600	\$D2=(1300-750)*10*1.0095=	5552,31
\$G4=(120-100)*10*1.0128=	202,56	TOTAL =	6129,5
\$G5=(150-100)*10*1.0196=	509,8		
\$G6=(150-100)*10*0.9884=	494,2		
TOTAL =	6166,1		
RVT MO = 6129.5 – 6166,1=	<b>-36,65</b>		

REMUNERACION VARIABLE AL TRANSMISOR TOTAL			
INGRESO DE LOS GENERADORES		PAGO DE DISTRIBUIDORES	
\$G1=655.3*10*0.9619=	6303,33	\$D1=120*10*0.9618=	1154,28
\$G2=360*10*1.0000=	3600	\$D2=650*10*1.0000=	6500
\$G4=120*10*1.0128=	1215,36	\$D5=500*10*1.0196=	5098
\$G5=150*10*1.0196=	1529,40	\$D7=150*10*1.0171=	1525,65
\$G6=150*10*0.9884=	1482,60	TOTAL=	14277,93
TOTAL=	14130,69		
RVT = 14277.93-14130.69 =	<b>147,24</b>		

Para este ejemplo de análisis:

Ingresos de los generadores = 14130,69 \$

Pago de los distribuidores = 14277,93 \$.

Entonces :

RVT = Pago de los distribuidores - Ingresos de los generadores

RVT = 14277,93 – 14130,69 = **147,24 \$**

El valor obtenido de RVT (**147,24 \$**) es el que recibirá el transmisor de los dos mercados, ocasional y de contratos a plazo, que en los siguientes pasos es analizado.

### Paso 2:

Se determina la cantidad de energía transada en el MO por parte de los agentes y el aporte de RVT en este mercado.

RVT MO = 6129.5 – 6166.1 = **-36.65 \$**

Este valor negativo (-36.65 \$ ) significa un déficit o que la demanda no cubre en su totalidad por la energía comprada en el M.O ésta cantidad debe ser cubierta necesariamente en el mercado de contratos por los agentes que participen en dicho mercado, y también cubrir la RVT total del sistema de transporte.

### Paso 3:

Considerando la ubicación del contrato, el monto de energía contratada y el factor de nodo ponderado para D2 calculamos la RVT correspondiente a cada agente en el mercado de contratos, se obtiene los resultados que se muestran a continuación:

Entonces la RVT = RVT M.O. + RVT M.C

RVT = -36.65 \$ + 183.89 \$

**RVT = 147.24 \$** Valor que corresponde a la RVT determinado inicialmente.

Los valores negativos encontrados para los generadores quiere decir que por su ubicación con respecto a la barra de mercado se encuentran en barra importadora lo cual conlleva a que sea beneficiado por concepto de RVT.M.C en su remuneración sin que este preste el servicio de transmisión de energía eléctrica, esta remuneración se obtiene de aquellos generadores, distribuidores y grandes consumidores que tienen valores de RVT positivos.



MERCADO DE CONTRATOS			
PAGO RVT M.C GENERADORES		PAGO RVT M.C DISTRIBUIDORES	
$\$RVTG1=350*10*(1-0.9619)=$	133,35	$\$RVTD2=350*10*(1.0095-1)=$	33,29
$\$RVTG2=100*10*(1-1.0000)=$	0	$\$RVTD2=100*10*(1.0095-1)=$	9,51
$\$RVTG4=100*10*(1-1.0128)=$	-12,8	$\$RVTD2=100*10*(1.0095-1)=$	9,51
$\$RVTG5=100*10*(1-1.0196)=$	-19,6	$\$RVTD2=100*10*(1.0095-1)=$	9,51
$\$RVTG6=100*10*(1-0.9884)=$	11,6	$\$RVTD2=100*10*(1.0095-1)=$	9,51
TOTAL =	112,55	TOTAL =	71,34
RVT M.C. = 112.55+71.34=	<b>183,89</b>		

Entonces de esta forma se comprueba que efectivamente se cumple la transacción económica de energía en el mercado de contratos y en el mercado ocasional para la RVT sin importar que ciertos agentes tengan beneficios u otros sean perjudicados.

Al igual que los generadores G4 y G5 son beneficiados por RVTM.C puede darse el caso en que los distribuidores o grandes consumidores tengan beneficios por este rubro que le corresponde totalmente a la empresa que se encarga de la transmisión eléctrica (TRANSELECTRIC S.A.)

En general la remuneración variable al transmisor es pagado por los distribuidores y grandes consumidores pero para los ejemplo se consideró que existe un acuerdo entre el agente vendedor y comprador para pagar por RVT de contratos.

Si un distribuidor o gran consumidor asume la responsabilidad de pagar por RVT de contratos con cierto agente generador quien le suministra la energía este estará dispuesto a pagar por la energía abastecida un precio menor que si este no asumiera la RVT del M.C. esto es posible ya que en el mercado de contratos, la Ley y los Reglamentos que rigen al MEM Ecuatoriano establece que los contratos serán de libre acuerdo en cuanto a cantidad y precio.

#### ALTERNATIVA PLANTEADA PARA EL CÁLCULO DE RVT Y NUEVA METODOLOGÍA PARA REMUNERAR AL SISTEMA DE TRANSMISIÓN

De acuerdo a lo analizado acerca de la remuneración al sistema de transmisión en el mercado ocasional y en el mercado de contratos hay que señalar que es necesario dar una alternativa para corregir las distorsiones que se producen en las transacciones comerciales que se realizan en el mercado de contratos a plazo, en lo correspondiente a la

remuneración variable, razón por la cual conlleva a plantear y describir las alternativas de solución para estas distorsiones. Una alternativa que se plantea es la del reajuste para el cálculo de RVT y la otra es una nueva metodología para remunerar al sistema de transmisión.

La alternativa de reajuste para el cálculo de RVT tiene por objetivo hacer que los pagos sean equitativos para aquellos agentes que transen energía en el Mercado de Contratos a Plazo y no tengan las distorsiones, ya analizadas y estudiadas.

La nueva metodología para remunerar al sistema de transporte de energía plantea remunerar al transmisor a través de un cargo fijo dejando de lado la RVT y por consiguiente la metodología de factores de nodo.

#### Propuesta de reajuste de RVT

Esta alternativa permite aplicar correctamente la normativa vigente para el cálculo del cargo variable asignado al mercado de contratos ; actualmente el cálculo de dicho valor permite "cuadrar la transacción económica" dejando de lado las incoherencias descritas anteriormente.

Con esta alternativa se evita pagos excesivos y beneficios por cargo variable, logrando que todos los agentes que tienen que pagar por dicho cargo, efectivamente lo hagan, equiparando de alguna manera los pagos excesivos de los agentes perjudicados. En resumen la alternativa no permite que aparezcan cargos variables negativos.

La alternativa de aquí en adelante llamada **Reajuste de RVT** permite que el pago por el servicio de transmisión en lo referente al cargo variable sea más justo en el mercado de contratos, no así en el mercado ocasional donde la forma de obtener el cargo variable es muy diferente al aplicado en el mercado de contratos a plazo.

**Cuadro 1 Pago por RVT M.C con Valor absoluto**

PAGO RVT M.C GENERADORES		PAGO RVT M.C DISTRIBUIDORES	
$\$RVTG1=350*10^* (1-0.9619) =$	133,35	$\$RVTD2=350*10^* (1.0095-1) =$	33,29
$\$RVTG2=100*10^* (1-1.0000) =$	0	$\$RVTD2=100*10^* (1.0095-1) =$	9,51
$\$RVTG4=100*10^* (1-1.0128) =$	12,8	$\$RVTD2=100*10^* (1.0095-1) =$	9,51
$\$RVTG5=100*10^* (1-1.0196) =$	19,6	$\$RVTD2=100*10^* (1.0095-1) =$	9,51
$\$RVTG6=100*10^* (1-0.9884) =$	11,6	$\$RVTD2=100*10^* (1.0095-1) =$	9,51
TOTAL =	177.35	TOTAL =	71,34
RVT M.C. = 177,35+71.34=	248.68		

**Cuadro 2 Pago por RVT M.C Metodología CENACE**

PAGO RVT M.C GENERADORES		PAGO RVT M.C DISTRIBUIDORES	
$\$RVTG1=350*10^*(1-0.9619)=$	133,35	$\$RVTD2=350*10^*(1.0095-1)=$	33,29
$\$RVTG2=100*10^*(1-1.0000)=$	0	$\$RVTD2=100*10^*(1.0095-1)=$	9,51
$\$RVTG4=100*10^*(1-1.0128)=$	-12,8	$\$RVTD2=100*10^*(1.0095-1)=$	9,51
$\$RVTG5=100*10^*(1-1.0196)=$	-19,6	$\$RVTD2=100*10^*(1.0095-1)=$	9,51
$\$RVTG6=100*10^*(1-0.9884)=$	11,6	$\$RVTD2=100*10^*(1.0095-1)=$	9,51
TOTAL =	112,55	TOTAL =	71,34
RVT M.C. = 112.55+71.34=	183,89		

En el mercado de contratos se considera los puntos de entrega para determinar la RVT, en cambio en el mercado ocasional se considera la diferencia de pagos e ingresos de la demanda y generación respectivamente.

Cuando se estudio los ejemplos del capítulo 4 se observó que la RVT del mercado ocasional puede ser positivo o negativo, si esta era positivo, del mercado de contratos solo recuperaba el valor faltante para cubrir la RVT total, en cambio, si la RVT del M.O era negativo no se financiaba en su totalidad a los generadores y peor aun se pagaba por RVT correspondiente al M.O recuperando este valor del mercado de contratos sin importar que agentes aportaban con más dinero para cubrir este déficit.

En resumen la metodología que se utiliza actualmente para remunerar el cargo variable tiene como uno de los fines “cuadrar la transacción comercial en el aspecto económico” sin importar los resultados que este conlleva para los agentes que intervienen en la transacción.

Por estas razones se propone a continuación un reajuste en el cual se cumpla la regulación CONELEC – 007/02 para el cálculo del cargo

variable de transmisión asignado al mercado de contratos.

El criterio que se propone consiste en considerar que no existe cargos variables de transmisión en el mercado de contratos menores a cero o negativos. Para mejor comprensión de lo que se desea aplicar se presenta a continuación un ejemplo demostrativo aplicado al ejemplo estudiado en anteriormente.

**Para el Ejemplo anterior:**

RVT total a recuperar del M.O y del M.C = 147,24 \$

RVT del M.O = -36,65 \$

RVT del M.C = 183,89 \$

Donde del mercado de contratos se tenía los valores de RVT, calculados con la metodología utilizada por el CENACE.

Estos valores obtenidos para el ejemplo presentado se muestran en el cuadro 2:

En este cuadro se puede ver valores de RVTM.C<0 que es lo que se desea tratar.

La idea principal es evitar los valores negativos de RVTM.C presentados en el cuadro 2 para esto se considera el valor absoluto de la RVTM.C de cada agente que se hace cargo del pago de esta remuneración tal como se muestra en el siguiente cuadro:

### REAJUSTE DE RVT DEL MERCADO DE CONTRATOS

Para el reajuste de la RVT M.C se presenta a continuación la siguiente expresión matemática:

$$\%R = \frac{RVT - RVTM.O}{\sum |RVT| \text{ Del M.C}}$$

Donde:

% R = Porcentaje de reajuste de RVT del M.C

|RVT| M.C = Valor absoluto de remuneración variable de transmisión en el mercado de contratos.

Considerando primero lo siguiente:

1. RVT M.O = 0 No existe déficit de generadores y no se aporta para RVT M.O
2. RVT M.O > 0 No existe déficit de generadores y se aporta para RVT M.O
3. RVT M.O < 0 Existe déficit de generadores y no se aporta para RVT M.O

Ahora aplicando a los valores obtenidos anteriormente se tiene:

$$RVT \text{ a Recuperar del M.C Y M.O} = 147.24 \$$$

$$\text{Déficit de Gen. Del M.O (RVTM.O < 0)} = -36.65 \$$$

$$\text{Total a recuperar del M.C} = 36.65 + 147.24 = 183.89 \$$$

$$\sum |RVT| \text{ Del M.C} = 248.68 \$$$

$$\% R = (183.89/248.68) * 100 = 73.94\%$$

Este porcentaje de reajuste de RVT del mercado de contratos se aplica utilizando la siguiente expresión:

$$RVT \text{ M.C Ajustado} = RVT \text{ M.C normativa} * \%R$$

Donde:

$$RVT \text{ M.C normativa} = RVT \text{ M.C calculado por el CENACE}$$

En el Cuadro 3 se presenta valores de RVT aplicando el porcentaje de reajuste y en el Cuadro 4 se presenta una comparación de valores a pagar de RVT del mercado de

contratos utilizando el reajuste propuesto y la metodología aplicada en el CENACE.

Como se puede ver en el Cuadro 3 ningún agente que se hace cargo de RVT del mercado de contratos tienen valores negativos de RVT M.C. Además, lo más importante es que se recupera el valor correspondiente de RVT del mercado de contratos y el déficit producido en el mercado ocasional.

La asignación de RVT es equilibrado y ningún agente tiene beneficio.

$$DIFERENCIA = |RVT \text{ M.C}| - RVT \text{ M.C CON } \%R$$

ADG M.O = aporte déficit de generadores M.O este valor está incluido en el reajuste de RVT del M.C y se determina con la siguiente expresión:

$$ADGM.O = \frac{RVT \text{ M.C Ajustado (Decada Agente)}}{RVT \text{ M.C Ajustado total}} * \text{Déficit Gen. M.O}$$

**Ejemplo:** Para G1

$$ADG \text{ M.O} = (98.61/183.89) * 36.65 = 19.65 \$ \text{ para G1}$$

Entonces G1 aportaría con 19.65 dólares para cubrir déficit provocado en el mercado ocasional y 78.96 dólares para el pago de RVT del M.C

Con el ADG M.O se determina cuanto aporta cada agente para cubrir el déficit del mercado ocasional y cuanto realmente aportan los agentes por RVT del M.C.

Cabe aclarar nuevamente que el pago por el cargo variable del sistema de transporte de energía lo realizan en su totalidad la demanda, sino que para el ejemplo se considero que los contratos fueron pactados de esa manera.

Las expresiones anteriores es aplicable para cualquiera de estos casos:

- RVT M.O = 0 No existe déficit de generadores y no se aporta para RVT M.O
- RVT M.O > 0 No existe déficit de generadores y se aporta para RVT M.O
- RVT M.O < 0 Existe déficit de generadores y no se aporta para RVT M.O

Con este reajuste de RVT del mercado de contratos se logra que todos los agentes que tienen energía en contratos paguen por concepto de remuneración variable de transporte, cumpliendo de esta manera lo



## Tupiza, Suntaxi, Casco

establecido en la regulación CONELEC - 007/02 para el cálculo del cargo variable de transmisión asignados al mercado de contratos.

### NUEVA METODOLOGÍA PARA REMUNERAR AL TRANSMISOR EN EL ECUADOR

La nueva alternativa deja totalmente de lado los cargos variables y considera un solo cargo fijo a ser repartido proporcionalmente a la demanda.

El cargo fijo a ser repartido a la demanda considera todos los costos que involucra al sistema de transmisión asegurando de esta manera la recuperación total de las inversiones para operación, mantenimiento, expansión y permite además obtener una rentabilidad aceptable para la empresa de transmisión eléctrica.

**Cuadro 3 Valores de RVT del M.C con reajuste**

PAGO RVT M.C GENERADORES		PAGO RVT M.C DISTRIBUIDORES	
$\$RVTG1=133.35*0.7394$	98.61	$\$RVTD1=33.29*0.7394$	24.62
$\$RVTG2=0*0.7394$	0	$\$RVTD2=9.51*0.7394$	7.03
$\$RVTG4=12.8*0.7394$	9.47	$\$RVTD2=9.51*0.7394$	7.03
$\$RVTG5=19.6*0.7394$	14.49	$\$RVTD2=9.51*0.7394$	7.03
$\$RVTG6=11.6*0.7394$	8.58	$\$RVTD2=9.51*0.7394$	7.03
TOTAL =	131.15	TOTAL =	52.74
RVT M.C. = 131.15 + 52.74		183.89	

**Cuadro 4 Cuadro comparativo**

RVT (USD)	RVT M.C CON %R	RVT M.C	RVT M.C CENACE	RVT REAL	ADG M.O	DIFERENCIA
G1	98.61	133.35	133.35	78.96	19.65	34.74
G2	0	0	0	0	0	0
G4	9.47	12.8	-12.8	7.58	1.89	3.33
G5	14.49	19.6	-19.6	11.60	2.89	5.11
G6	8.58	11.6	11.6	6.87	1.71	3.02
D1	24.62	33.29	33.29	19.71	4.91	8.67
D2	7.03	9.51	9.51	5.63	1.40	2.48
D2	7.03	9.51	9.51	5.63	1.40	2.48
D2	7.03	9.51	9.51	5.63	1.40	2.48
D2	7.03	9.51	9.51	5.63	1.40	2.48
total	183.89	248.68	183.89	147.24	36.65	64.79

El cargo fijo proviene del estudio de costo medio del sistema de transmisión eléctrica que considera costos de operación y mantenimiento, costos de inversión, activos en operación el cual corresponde al valor de reposición a nuevo (VRN). El cargo fijo a repartir se considera constante para un determinado tiempo, no así lo considerado en la metodología actual, donde el cargo fijo depende de las proyecciones de demanda de potencia y energía y puede cambiar.

La demanda considerada corresponde a la energía neta recibida por distribuidores y grandes consumidores. Con esta alternativa se evita el uso de factores de nodo, por lo tanto desaparece el cargo variable del sistema de transmisión.

La metodología que se propone considera los principios básicos que se deben tomar en cuenta al momento de elegir o diseñar un esquema de precios para el servicio de transmisión eléctrica, los cuales son:

- sencillez, practicidad y;
- transparencia

El esquema de precios considerando estos principios debe ser entendido por los usuarios de manera que estos sepan cuanto están pagando exactamente por el servicio de

**Cuadro 6 Reparto costos de transmisión**  
transmisión eléctrica.

**DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA**

La metodología considera:

1. La energía neta generada en el día,
2. La energía neta recibida por la demanda en el día,
3. El precio promedio diario de energía en la barra de mercado,
4. El costo mensual del sistema de transmisión.

La energía neta generada en el día corresponde a datos obtenidos y publicados

Gen.	(MWh)	Dist.	(MWh)	%Dem
G1	180	D1	50	26,60%
G2	20	D2	48	25,53%
Total	200	D3	60	31,91%
		D4	30	15,96%
		Total	188	100,00%

por el CENACE, la energía neta generada contiene la energía negociada en el mercado ocasional y la negociada en el mercado de contratos.

De igual manera la energía neta recibida corresponde a datos registrados y publicados por el CENACE, donde se incluyen la energía comprada en el mercado ocasional y el mercado de contratos.

El precio promedio diario de energía en la barra de mercado, corresponde a la sumatoria de los precios de energía en la barra de mercado hora a hora dividido para el número de horas del día en estudio.

El costo mensual del sistema de transmisión corresponde al obtenido del estudio de costo medio del sistema de transmisión realizado por TRANSELECTRIC S.A. y aprobado por el CONELEC.

**Cuadro 5 Energía neta generada y Energía neta recibida.**

Con toda esta información se puede determinar la cantidad que le corresponde aportar a la demanda para cubrir los costos de transmisión diariamente.

Costo De la Red de Transmisión = 1000\$

PM promedio diario = 10\$/MWh

Para una hora determinada:

$$\% \text{ Demanda} = \frac{\text{Demanda Individual (MWh)}}{\sum \text{Demandas Individuales (MWh)}} * 100$$

$$\text{Pago al Transmisor} = \% \text{ Demanda} * \text{Costo Transmision}$$

Distribuidor	Pago de Transmisión
D1=1000*26.60% =	265.96
D2=1000*25.53% =	255.32
D3=1000*31.91% =	319.15
D4=1000*15.96% =	159.57
<b>Total</b>	<b>1000</b>

De esta manera se reparte proporcionalmente el costo del sistema de transmisión eléctrica a la demanda, evitando los cargos variables de transporte. Con este método la empresa de transmisión eléctrica recibe un solo cargo fijo. Esta metodología es el equivalente a decir que se eliminan los factores de nodo para remunerar el servicio de transmisión.

**CONCLUSIONES**

La remuneración al transmisor en el Ecuador consta actualmente de dos cargos, el cargo fijo el cual representa aproximadamente el 85% de la remuneración total al transmisor, este cargo es calculado de una forma apropiada para la demanda, mientras que aproximadamente el 15% restante que le corresponde al cargo variable crea distorsiones en las liquidación de las transacciones comerciales entre los agentes del MEM .

La Remuneración Variable al Transmisor en la actualidad utiliza la metodología de factores de nodo para recuperar este rubro, la cual al momento de realizar los pagos por remuneración variable en el Mercado de Contratos, provoca pagos a los agentes del MEM que no prestan el servicio de transmisión, y estos beneficios económicos deben ser necesariamente suplidos por los demás agentes que intervienen en la transacción comercial de energía para equilibrar el balance de cuentas de dicho mercado.

En general la metodología de factores de nodo con respecto a la remuneración variable al transmisor en cierto grado es beneficioso o perjudicial para los agentes dependiendo de la ubicación física que tienen respecto a la barra de mercado ya que los factores de nodo penalizan las pérdidas del sistema de transmisión.

Al transmisor tampoco le interesa si ciertos agentes fueron perjudicados o beneficiados en la transacción comercial de energía en el mercado de contratos que es una componente de la remuneración variable al transmisor

Con el reajuste del cargo variable se logra que todos los agentes que deban pagar por remuneración variable al transmisor en el mercado de contratos efectivamente lo hagan. Al aplicar la nueva metodología de remuneración al sistema de transporte se logra eliminar los pagos por remuneración variable al transmisor.

La nueva metodología para Remunerar al Transmisor propuesta en este proyecto de titulación es sencilla y practica de aplicarla con resultados económicos aceptables para la recuperación del Costo de transmisión a través de un peaje totalmente fijo; y en lo que se refiere a los ingresos de los generadores cubre todas las expectativas económicas que son pagadas en su totalidad por la demanda a lo que se refiere al energía recibida más un aporte por pérdidas, lo cual remunera en su totalidad a los generadores.

Finalmente se debe recalcar que el presente estudio fue realizado para las liquidaciones de las transacciones comerciales entre los agentes del MEM, sin que esto implique recomendaciones con respecto a los procesos de planificación y despacho.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ley de Régimen del Sector Eléctrico, Actualizada a julio del 2004.
- Regulación CONELEC - 007-00 "Procedimientos del MEM" (V - 2.0).
- Juan M. Zolezzi Cid, Regulación Comparada de Transmisión, Santiago de Chile, 17 de Noviembre del 2000.
- CIER 2003, Tarifas Eléctricas en los Países de la CIER.
- CIER, Síntesis Informativa Energética de los Países de la CIER 2003.
- Compañía Nacional de Transmisión TRANSELECTRIC S.A., Plan de Expansión de Transmisión para el periodo 2003-2012. 2001.
- Steven Stoft, Power System Economics, Designing Markets For Electricity, Wiley-Interscience, USA 2002.
- Sistema Nodal para la Determinación de Precios Marginales en los Mercados Eléctricos Mayoristas, Ing. Gabriel Arguello.
- Metodología de Asignación de Peajes de los Sistemas de Trasmisión según el Uso de la Red, Francisco Javier Danitz Miller,

Tesis Pontificia Universidad Católica de Chile – Escuela de Ingeniería, Santiago de Chile, 2001.

- Francisco Javier Danitz Millar, Métodos de Asignación de Peajes de los Sistemas de Transmisión Eléctrica Según el Uso de la Red, Santiago de Chile, 2001.

### BIOGRAFÍAS

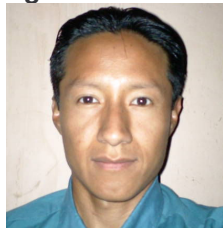
#### Ing. Carlos A. Tupiza T.



Nació en Quito el 5 de mayo de 1977, obtuvo el título de Bachiller en Humanidades Modernas, Especialidad Físico-Matemáticas, en el colegio "Juan Pio Montufar" de Quito. Sus estudios Superiores los realizo en la

Escuela Politécnica Nacional, en la que obtuvo el título de Ingeniero Eléctrico.

#### Ing. Roberto Suntaxi G.



Nació en Quito el 28 de mayo de 1977, obtuvo el título de Bachiller en Humanidades Modernas, Especialidad Físico-Matemáticas, en el colegio "Juan de Salinas"

de Sangolquí. Sus estudios Superiores los realizo en la Escuela Politécnica Nacional, en la que obtuvo el título de Ingeniero Eléctrico.