

MODELO PARA LA PROYECCIÓN DE DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN COLOMBIA

The background features a series of overlapping, wavy blue lines that create a sense of motion and depth. The colors range from light sky blue to deep navy blue, with some areas appearing to glow or have a gradient effect. The lines flow horizontally across the frame, with some curving upwards and others downwards, creating a dynamic and modern aesthetic.

MODELO PARA LA PROYECCIÓN DE DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN COLOMBIA

Subdirección de Demanda

Carlos Arturo Garcia Botero

William Alberto Martinez Moreno

Diciembre de 2014

**Unidad de Planeación Minero Energética
UPME**

INTRODUCCIÓN

- I. Factores como los económicos, sociales y meteorológicos influyen sobre la demanda de energía eléctrica (Al-Alawi, Islam., 1996), por lo que la proyección de la demanda en Colombia tiene un papel muy importante para prever la necesidad de programar la construcción de nuevas centrales de generación de energía eléctrica, la expansión del sistema de transmisión de energía y determinar las políticas para la regulación de los precios.

- II. Para la construcción del modelo de proyección de la demanda de energía eléctrica se emplea la teoría de combinación de pronósticos y variables predictoras con error, propuesta por Elkin Castaño V., Elkin (1994).

INTRODUCCIÓN

	ESTUDIOS INTERNACIONALES					
	AUSTRALIA	INDIA	NUEVA ZELANDA	ESTADOS UNIDOS		REINO UNIDO
				OHIO	WASHINGTON	
VARIABLES	Demanda de electricidad industrial	Consumo de energía per cápita.	Consumo de electricidad doméstica	Demanda de electricidad	Demanda de electricidad por hogar	Demanda de electricidad
	Demanda de electricidad	PIB per cápita.	Consumo de electricidad no doméstica	Actividad económica	Demanda de electricidad	Efecto calendario
	Demografía	Importaciones.	Consumo total de electricidad	Efecto calendario	Ingreso personal real por hogar	Iluminación efectiva
	Economía	Exportaciones.	PIB	PIB	Ingreso real personal	Nubosidad
	Efecto calendario	Población.	Población	Población en un área	Precio real de la electricidad	Poder de enfriamiento de viento
	Efectos de la temperatura (temperaturas Melbourne y temperaturas Frankston)		Precio de la electricidad	Precio de gas natural anual	Precio real del gas natural	Temperatura
	Principales cargas industriales			Precio de venta promedio anual de electricidad		Velocidad del viento
	AUTOR	FAN, SHU., AND HYNDMAN, ROB J. (2013).	S. SARAVANAN, S. KANNAN, and C. THANGARAJ. (2012)	ZAID MOHAMED, PAT BODGER. (2005)	PIELOWA, AMY., SIOSHANSIA, RAMTEEN., and ROBERTSB, MATTHEW C. (2012)	JORGENSEN, JASON B., and JOUTZ, FRED. (2012)

Fuente: UPME, 2014.

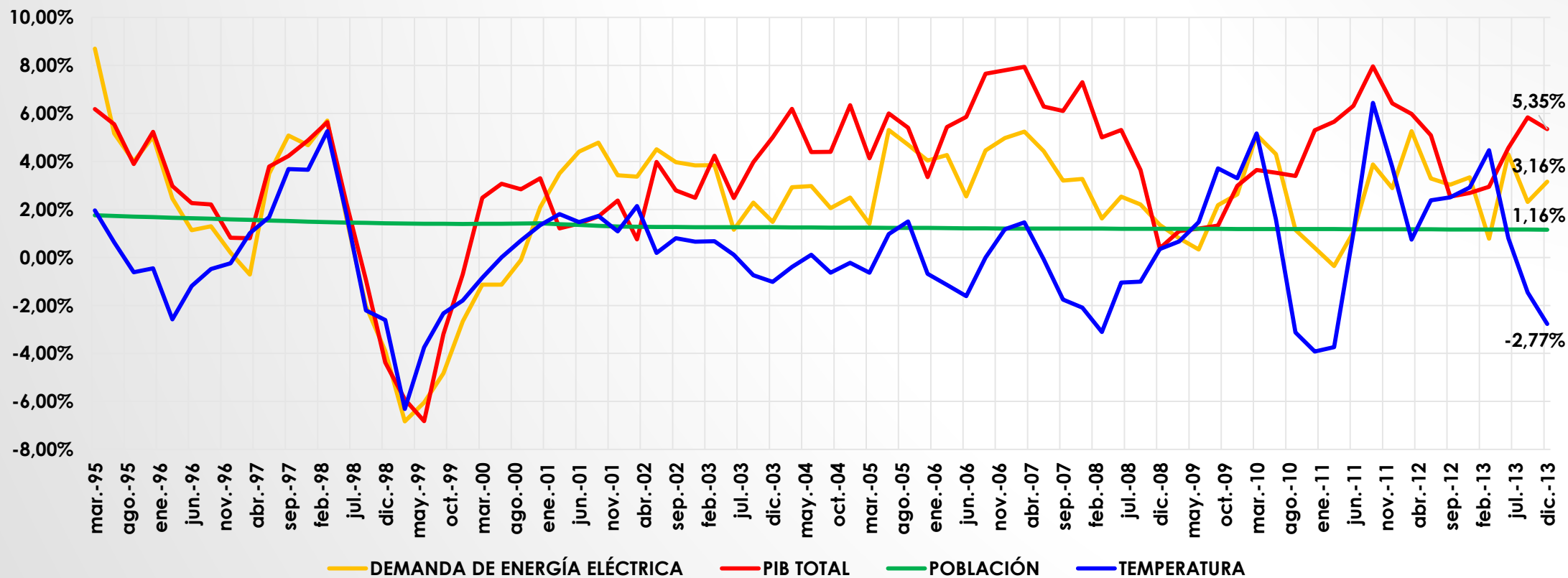
	ESTUDIOS COLOMBIA									
	VARIABLES	Factor de cambio	Demanda horaria de electricidad - Regional	Comportamiento de la demanda de la UCP (Unidad de Control de Pronóstico) de EPSA	Consumo horario de energía en el Municipio de Pereira	Demanda horaria de electricidad	Demanda mensual de electricidad	Demanda mensual de electricidad	Demanda horaria de electricidad	Demanda horaria de electricidad
		Demanda acumulada								
Mes de aumento en la demanda										
Mes de disminución de la demanda										
Tarifa promedio de la energía										
Instalaciones domiciliarias de gas										
Consumo de ACPM										
Consumo de gas natural										
Temperatura superficial del mar "Niño"										
Importaciones										
Exportaciones										
PIB	Efecto calendario	Efecto calendario - filtros por tipo de día								
Demanda mensual de energía										
AUTOR	MEDINA, S.; GARCÍA, J. (2005).	BARRIENTOS, A.F.; OLAYA, J.; GONZÁLEZ, V.M. (2007).	VALENCIA, A.L.; LOZANO, C.A.; MORENO, C.A. (2007)	MURILLO, J.; TREJOS, A.; CARVAJAL, P. (2003).	CASTAÑO V., ELKIN. (2007).	VELÁSQUEZ, J.D.; FRANCO, C.J.; GARCÍA, H.A. (2009).	FRANCO, C.J.; VELÁSQUEZ, J.D.; OLAYA, Y. (2008).	SARMIENTO, H.; VILLA, W. (2008).		

Fuentes:

RUEDA M., VIVIANA, "Predicción del consumo de energía en Colombia con modelos no lineales". Universidad Nacional de Colombia. Tesis de Maestría. Medellín, Colombia. Páginas: 1 - 75. 2011.
UPME, 2014.

CRECIMIENTO ANUAL DE LAS VARIABLES DEL MODELO

CRECIMIENTO ANUAL



DEFINICIONES (I)

Un modelo VAR es un modelo de ecuaciones simultáneas formado por un sistema de ecuaciones de forma reducida sin restringir. Que sean ecuaciones de forma reducida quiere decir que los valores contemporáneos de las variables del modelo no aparecen como variables explicativas en las distintas ecuaciones. El conjunto de variables explicativas de cada ecuación está constituido por un bloque de retardos de cada una de las variables del modelo. Que sean ecuaciones no restringidas significa que aparece en cada una de ellas el mismo grupo de variables explicativas.

En un modelo VAR todas las variables son tratadas simétricamente, siendo explicadas por el pasado de todas ellas. El modelo tienen tantas ecuaciones como variables, y los valores retardados de todas las ecuaciones aparecen como variables explicativas en todas las ecuaciones. Una vez estimado el modelo, puede procederse a excluir algunas variables explicativas, en función de su significancia estadística, pero hay razones para no hacerlo.

DEFINICIONES (II)

Un modelo de Vector de Corrección del Error (VEC) es un modelo VAR restringido (habitualmente con sólo dos variables) que tiene restricciones de cointegración incluidas en su especificación, por lo que se diseña para ser utilizado con series que no son estacionarias pero de las que se sabe que son cointegradas.

Fuentes:

Gujarati, Damodar N., "Econometría", Cuarta Edición, Parte II y Parte I., Capítulos 13.1 a 13.9, y 18.1 a 18.4, Editorial Mc Graw Hill. México, 2004, pp: 507 – 539 y 717 – 728.

Pérez López, C., "Econometría. Conceptos y Problemas resueltos de Econometría", Capitulo 4, Madrid, España. 2006. ISBN:84-9732-376-9.

METODOLOGÍA PARA LAS PROYECCIONES DE DEMANDA DE EE : COMBINACIÓN DE PRONÓSTICOS

Para reducir el error y el sesgo sistemático, se utilizará el Método de combinación de pronósticos de diferentes modelos. Con este objetivo se consideraron tres modelos que predicen la demanda de energía eléctrica en Colombia, los cuales son modelos multivariados (VAR y VEC). Los modelos empleados fueron un modelo VAR endógeno y VAR exógeno, y un modelo VEC endógeno con la variable temperatura exógena.

METODOLOGÍA PARA LAS PROYECCIONES DE DEMANDA DE EE :

Para los modelos VAR se estimó con las diferencias logarítmicas de las series, las cuales requerían que fueran estacionarias, por lo tanto se realizó la Prueba de Raíz Unitaria - Phillips - Perron (PP); la cual cumplió satisfactoriamente.

Por otra parte, para el Modelo VEC se estimó con los logaritmos de las series, en donde debía existir entre las variables una combinación lineal de las mismas, por lo tanto se realizó la Prueba de Cointegración de Johansen, cumpliendo también satisfactoriamente dicha prueba.

Y en general para todos los modelos se realizó la prueba de selección de orden de rezagos, obteniendo en cada uno de ellos el número de rezagos idóneo.

MODELO VAR

$$\Delta \ln DEE_t = f(\Delta \ln DEE_{t-k}, \Delta \ln PIBTotal_{t-k}, \Delta \ln POB_{t-k}, \Delta \ln TEMP_{t-k}, Cte)$$

MODELO VEC

$$\Delta \ln DEE_t = f(\Delta \ln DEE_{t-k}, \Delta \ln PIBTotal_{t-k}, \Delta \ln POB_{t-k}, TEMP_t, Dummy_t, Cte_M, CE(\ln DEE_{t-1}, \ln PIBTotal_{t-1}, \ln POB_{t-1}, \Delta Trend, Cte_{ce}))$$

	ABREVIATURA
Demanda de Energía Eléctrica :	DEE
PIB Total :	PIBTotal
Población :	POB
Temperatura Media :	TEMP
Corrección del error :	CE

METODOLOGÍA PARA LAS
PROYECCIONES DE
DEMANDA DE EE :
ANÁLISIS ERRORES Y SESGO
SISTEMÁTICO

Error Promedio Porcentual:

$$APE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n 100 * \left(\frac{P_t - A_t}{A_t} \right)$$

Error Cuadrático Medio:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n 100 * \left(\frac{P_t - A_t}{A_{t-1}} \right)^2 = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (p_t - a_t)^2$$

donde,

$$p_t = \frac{P_t - A_{t-1}}{A_{t-1}}$$

$$a_t = \frac{A_t - A_{t-1}}{A_{t-1}}$$

Error Promedio Absoluto:

$$AAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |A_t - P_t|$$

$$B = \text{Sesgo} = \frac{(\widehat{p} - \widehat{a})^2}{MSE}$$

$$M = \text{Modelo} = \frac{(S_p - rS_a)^2}{MSE}$$

$$R = \text{Aleatorio} = \left(\frac{1 - r^2}{MSE} \right) * S_a^2$$

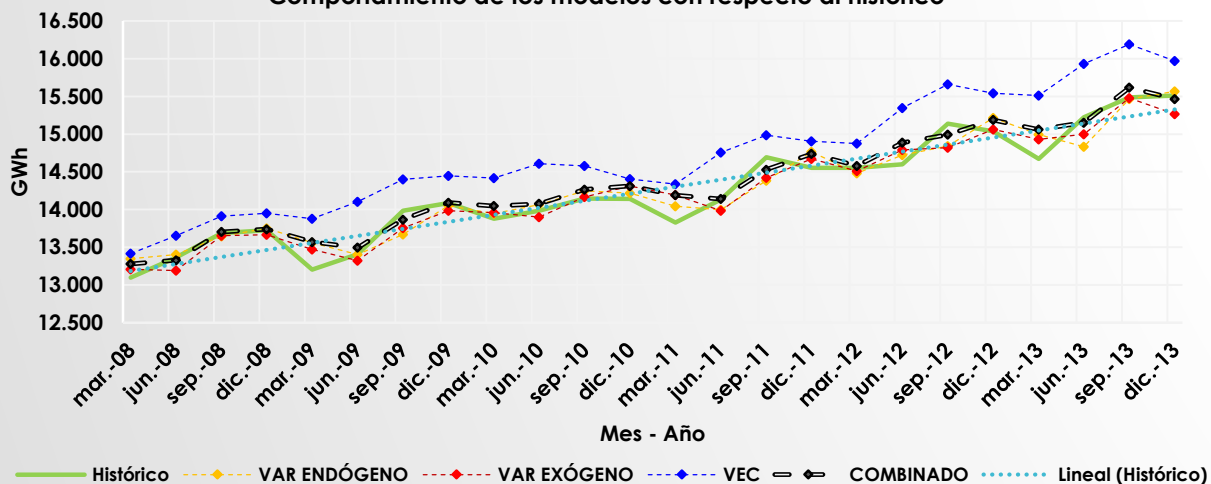
Siendo P el valor proyectado y A el valor real histórico.

Donde S_p es la desviación estándar de la población de p , r son los coeficientes de correlación entre P y A , y S_a es la desviación estándar de a .

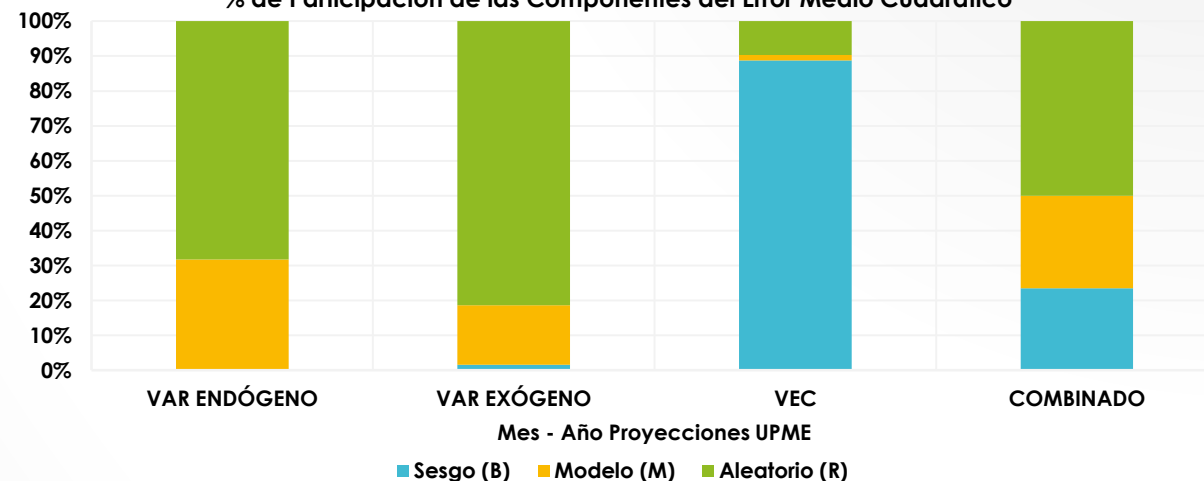
RESULTADOS

PROYECCIONES DEL MERCADO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN COLOMBIA (I)

Comportamiento de los modelos con respecto al histórico



% de Participación de las Componentes del Error Medio Cuadrático



	VAR ENDÓGENO	VAR EXÓGENO	VEC	COMBINADO
APE	0.16%	-0.10%	3.40%	0.65%
AAE	155.97	151.54	485.42	139.43
MSE	0.019%	0.017%	0.135%	0.016%

MSE	VAR ENDÓGENO	VAR EXÓGENO	VEC	COMBINADO
Sesgo (B)	0.21%	1.62%	88.80%	23.51%
Modelo (M)	31.56%	17.03%	1.50%	26.45%
Aleatorio (R)	68.23%	81.36%	9.71%	50.04%

PROYECCIONES DEL MERCADO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN COLOMBIA (II)

Sea,

$B = \text{Sesgo}$
 $M = \text{Modelo}$
 $R = \text{Aleatorio}$

$$\mathbf{MSE(B, M, R)} \mid \{B, M, R \in IR(0, 1) \\ B + M + R = 1\}.$$

$$\mathbf{Max MSE}_R \mid \mathbf{MSE}_{Optimo} < \mathbf{MSE}_{(VAR\ End\acute{o}geno, VAR\ Ex\acute{o}geno, VEC)}$$

donde,

$$0,99 < \frac{(\epsilon_{M(VAR\ End\acute{o}geno, VAR\ Ex\acute{o}geno, VEC)} - \epsilon_{MOptimo})^2}{(\epsilon_{B(VAR\ End\acute{o}geno, VAR\ Ex\acute{o}geno, VEC)} - \epsilon_{BOptimo})^2} < 1,01$$

Se obtuvo como resultado empleando la ecuación, que el modelo VAR endógeno se le asigna una participación del 20%, el modelo VAR exógeno un 60% y el modelo VEC un 20%. Además, dichas participaciones coinciden con asignadas por medio de criterio experto.

CONCLUSIONES

- I. Se desarrolló un modelo que estadísticamente es robusto, permitiendo combinar de manera óptima los resultados de las proyecciones generados por distintos modelos. Conjuntamente, se utiliza el análisis comparativo de las proyecciones de cada uno de los modelos para evaluar los Errores y el Sesgo Sistemático.
- II. Los componentes del error MSE permiten analizar aquellas condiciones donde los valores de las proyecciones del modelo sobrestiman o subestiman las condiciones de la demanda de energía eléctrica. Una de las técnicas, como el método de evaluación de pronósticos empleado por la EIA es un muy buen referente para analizar el desempeño de los modelos.
- III. Los métodos empleados para la proyección de la demanda de energía eléctrica dependen de los datos, tales como la misma demanda, el PIB, la población y la temperatura. Este modelo proporciona un insumo de planeación energética novedoso y cambia los paradigmas tradicionales de proyección en Colombia.

WWW.UPME.GOV.CO

CARLOS.GARCIA@UPME.GOV.CO
WILLIAM.MARTINEZ@UPME.GOV.CO

SÍGANOS EN TWITTER:
@UPMEOFICIAL
@CARLOSGARCIABO

The background features a gradient of blue tones, transitioning from a deep blue at the bottom to a lighter blue at the top. Overlaid on this are several thin, wavy, light blue lines that create a sense of movement and depth. The word "GRACIAS" is centered in a white, sans-serif font.

GRACIAS