

Pronóstico del precio de la electricidad para valoración de contratos en Derivex

Adriana Arango Londoño, PhD (c), Universidad Nacional de Colombia, Universidad Pontificia Bolivariana,
adriana.arangol@upb.edu.co

Juan David Velásquez Henao, PhD, Universidad Nacional de Colombia, jdvelasq@unal.edu.co

1. Introducción

Desde inicios de 1990, los procesos de liberalización y la introducción del mercado competitivo ha cambiado el dominio de los monopolios tradicionales y el control del gobierno en los sectores del Mercado Eléctrico (Khosravi, Nahavandi, & Creighton, 2013). En muchos países del mundo, esta nueva estructura del mercado eléctrico incentivó la comercialización de la electricidad (Weron, 2014). Los contratos derivados han sido ampliamente estudiados por la teoría financiera, y su desarrollo condujo la adaptación los modelos cuantitativos financieros a los mercados eléctricos. Sin embargo, la electricidad es un tipo muy diferente de commodity ya que no puede ser almacenada, requiere ser consumida una vez se produce y exhibe una estacionalidad en la demanda por las características de consumo de los usuarios del sistema eléctrico (Murthy, Sedidi, Panda, & Rath, 2014). En efecto, el precio de electricidad exhibe una dinámica muy compleja que requiere ser estudiada teniendo en cuenta las características particulares de cada mercado eléctrico.

Una de las principales características del precio de la electricidad es su alta volatilidad. Esta particularidad hace que los productores de energía y operadores de mercado están expuestos al incremento del riesgo en sus negociaciones (Velasquez, Gil, & Franco, 2015; M. Cerjan, Krželj, Vidak, & Delimar, 2013; Raviv, Bouwman, & van, 2015). En efecto, los mercados de derivados eléctricos surgen con el fin de gestionar el riesgo y administrar las operaciones financieras del mercado, adaptando el mismo concepto de los derivados financieros tradicionales. Estos mercados realizan sus transacciones a través de instrumentos derivados: Futuros o Forwards, Swaps y Opciones, que a su vez han servido de insumo para crear estrategias de cobertura en las bolsas de energía; siendo los Futuros y Forwards, los instrumentos más utilizados.

La teoría financiera ha desarrollado herramientas para valorar las opciones de compra y venta de contratos: modelos de simulación numérica y métodos tradicionales como el modelo de árboles binomiales y Black and Sholes. Este último modelo asume que el proceso de determinación de precios es continuo y que la distribución de precios es lognormal (Jhon C. Hull, 2008); características que no pueden ser consideradas por el precio de la energía en bolsa dada su dinámica compleja: alta volatilidad, heterodasticidad y no linealidad (Conejo, Contreras, Espínola, & Plazas, 2005). En consecuencia, la otra alternativa que queda para valoración de contratos es la simulación numérica del precio del activo subyacente (que para el caso de los mercados de derivados eléctricos es el precio de la energía en bolsa), cuyo insumo fundamental son los modelos de pronóstico. Consecuentemente, surge la necesidad de utilizar modelos de pronóstico para simular numéricamente el precio de la energía en bolsa.

Metodología

En los últimos años gran variedad de modelos han sido sugeridos para capturar las características del precio de la electricidad, los cuales pueden ser clasificados en metodologías blandas y duras. En las metodologías duras se encuentran los modelos basados en series de tiempo, que han sido ampliamente utilizados con fines de pronóstico y se han aplicado en mercados como Nordpool (Jónsson, Pinson, Madsen, & Nielsen, 2014) y PMJ Interconexion (Contreras, Espínola, Nogales, & Conejo, 2003). Por otro lado, se encuentran las metodologías duras, de las cuales se destacan las Redes Neuronales Artificiales, que de manera similar se han aplicado con fines de pronóstico en los principales mercados del mundo como Nordpool (Saâdaoui, 2017), PMJ Interconexion (Reddy, Jung, & Seog, 2016) y EEX (Marin Cerjan et al., 2014). Algunos estudios concluyen que: las Redes Neuronales Artificiales mejoran la precisión del pronóstico comparativamente con metodologías

tradicionales (Reddy et al., 2016); y combinar metodologías de pronóstico pueden capturar mejor las características de la serie de precios (Cerjan et al., 2014).

Teniendo en cuenta las principales metodologías empleadas con fines de pronóstico para diferentes mercados eléctricos, este trabajo se enfoca en la formulación, desarrollo y evaluación de diferentes técnicas de pronóstico para la serie de precios de la electricidad mensual para el mercado eléctrico colombiano. Para dar cumplimiento a este objetivo se emplearán modelos basados en: series de tiempo, redes neuronales y combinación de pronósticos.

2. Resultados esperados

Los resultados esperados incluyen un conjunto de modelos de pronóstico los cuales pasan por un proceso de: selección, implementación, validación y diagnóstico para determinar el modelo con mejor precisión en el pronóstico. Como herramientas de validación se emplean el MAPE (Mean Absolute Percentage Error) y RMSE (Root-Mean-Square Error). Por otro lado, se propone la combinación de pronósticos como una herramienta que mejora la calidad del modelo. Los resultados obtenidos pueden ofrecer información adicional como criterios de selección del modelo, variables explicativas y ventana de pronóstico que minimizan el error. Finalmente, se realizará la validación y evaluación de los modelos obtenidos; diagnóstico que entrega el modelo final, el cual será utilizado para el pronóstico del precio de la energía en la Bolsa, como herramienta de valoración de los contratos en Derivex.

3. Conclusiones

El pronóstico del precio de la electricidad es un insumo fundamental para agentes y operadores del sistema eléctrico. Una de sus principales aplicaciones se presenta en los comercializadores de electricidad, los cuales tienen como objetivo maximizar su rentabilidad, y para tal fin requieren información adicional sobre el futuro que tomará la serie de precios de la electricidad. Teniendo en cuenta el interés de diferentes actores del sistema eléctrico, y las contribuciones realizadas por la comunidad científica para diferentes mercados eléctricos, resulta importante estudiar este tema para el caso del sistema eléctrico colombiano, contemplando diferentes modelos de pronóstico, caracterizando la serie de precios de la electricidad y ofreciendo una herramienta de valoración de los contratos en Derivex.

Referencias

- Cerjan, M., Krželj, I., Vidak, M., & Delimar, M. (2013). A literature review with statistical analysis of electricity price forecasting methods (pp. 756–763). Presented at the IEEE EuroCon 2013. <https://doi.org/10.1109/EUROCON.2013.6625068>
- Cerjan, M., Matijaš, M., & Delimar, M. (2014). Dynamic hybrid model for short-term electricity price forecasting. *Energies*, 7(5), 3304–3318. <https://doi.org/10.3390/en7053304>
- Cerjan, Marin, Matijaš, M., Delimar, M., Cerjan, M., Matijaš, M., & Delimar, M. (2014). Dynamic Hybrid Model for Short-Term Electricity Price Forecasting. *Energies*, 7(5), 3304–3318. <https://doi.org/10.3390/en7053304>
- Conejo, A. J., Contreras, J., Espínola, R., & Plazas, M. A. (2005). Forecasting electricity prices for a day-ahead pool-based electric energy market. *International Journal of Forecasting*, 21(3), 435–462. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2004.12.005>
- Contreras, J., Espínola, R., Nogales, F. J., & Conejo, A. J. (2003). ARIMA models to predict next-day electricity prices. *IEEE Transactions on Power Systems*, 18(3), 1014–1020. <https://doi.org/10.1109/TPWRS.2002.804943>
- Jhon C. Hull, J. C. H. (2008). *Introducción a los Mercados futuros y opciones* (6Ed.). Prentice, Hall.

- Jónsson, T., Pinson, P., Madsen, H., & Nielsen, H. A. (2014). Predictive densities for day-ahead electricity prices using time-adaptive quantile regression. *Energies*, *7*(9), 5523–5547.
<https://doi.org/10.3390/en7095523>
- Khosravi, A., Nahavandi, S., & Creighton, D. (2013). Quantifying uncertainties of neural network-based electricity price forecasts. *Applied Energy*, *112*, 120–129.
<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.05.075>
- Murthy, G. G. P., Sedidi, V., Panda, A. K., & Rath, B. N. (2014). Forecasting electricity prices in deregulated wholesale spot electricity market: A review. *International Journal of Energy Economics and Policy*, *4*(1), 32–42.
- Raviv, E., Bouwman, K. E., & van, D. (2015). Forecasting day-ahead electricity prices: Utilizing hourly prices. *Energy Economics*, *50*, 227–239. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.05.014>
- Reddy, S. S., Jung, C.-M., & Seog, K. J. (2016). Day-ahead electricity price forecasting using back propagation neural networks and weighted least square technique. *Frontiers in Energy*, *10*(1), 105–113. <https://doi.org/10.1007/s11708-016-0393-y>
- Saâdaoui, F. (2017). A seasonal feedforward neural network to forecast electricity prices. *Neural Computing and Applications*, *28*(4), 835–847. <https://doi.org/10.1007/s00521-016-2356-y>
- Velasquez, J. D., Gil, V., & Franco, C. J. (2015). An Overview of the Colombian Market for Standardized Derivatives of Energy Commodities. *IEEE Latin America Transactions*, *13*(7), 2176–2182.
<https://doi.org/10.1109/TLA.2015.7273774>
- Weron, R. (2014). Electricity price forecasting: A review of the state-of-the-art with a look into the future. *International Journal of Forecasting*, *30*(4), 1030–1081.
<https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2014.08.008>