

Análisis de variables predictivas relevantes en el mercado diario de la electricidad

Analysis of relevant predictive variables within the day-ahead electricity market

Sara Jiménez-del-Caso¹, Emilio LópezCano²,
Arturo Farfán-Martín¹, Javier Martínez-
Moguerza³, Cristina Sáez-Blázquez¹

¹ Universidad de Salamanca (España)

² Instituto de Desarrollo Regional de la
Universidad de Castilla-La Mancha (España)

³ Universidad Rey Juan Carlos (España)

DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/8594>

En España, el precio de la electricidad se determina en el mercado mayorista nacional. Las transacciones de energía para el día siguiente se llevan a cabo mediante la presentación de ofertas de venta y compra tal y como establecen las "Reglas de funcionamiento de los mercados diario e intradiario de producción de energía eléctrica" publicadas en el Boletín Oficial del Estado el 23 de diciembre de 2015.

El comportamiento de este mercado viene marcado por factores como la coexistencia de una gran variedad de tecnologías de producción, la inexistencia de almacenamiento de electricidad a medio y largo plazo, la variación de la meteorología, la alta volatilidad de los precios o la no estacionariedad y no linealidad del mercado. Existe una amplia gama de métodos que, convenientemente ajustados y

adaptados a las características de los precios del mercado diario, se pueden utilizar para predecir empíricamente los precios de la electricidad: modelos econométricos de series temporales, ARIMA, GARCH, métodos *Monte Carlo* o métodos híbridos, véase, por ejemplo, [1] y referencias contenidas en él. Dichas predicciones se pueden utilizar posteriormente en Sistemas de Ayuda a la Decisión más complejos como los descritos en [2] y [3].

Sin embargo, hasta donde los autores de este trabajo alcanzan, existe toda una diversidad de variables susceptibles de ser analizadas y, en muchos casos, no consideradas en los modelos anteriores. Estas variables están relacionadas con las tecnologías de producción, la demanda y los mercados, y su análisis constituye la base del modelo de predicción para el mercado eléctrico mayorista de cinco días que se presenta en este trabajo.

En esta propuesta se sigue una visión que va más allá de la pura descripción estadística de las variables. Cada predictor del modelo se estima teniendo en cuenta su naturaleza y su correlación con otras variables utilizando modelos de *Regresión Lineal Múltiple* y métodos de *minimos cuadrados*. Con el fin de incluir en

el modelo de predicción la influencia de los diferentes momentos temporales, se han identificado grupos de variables que muestran distintos comportamientos mediante la técnica de Análisis de la Varianza. Como resultado, las siguientes variables de entrada se han determinado como relevantes para el modelo de predicción: (1) la demanda y todas las tecnologías de producción deben ser incluidas en el modelo de predicción de precios; (2) los restantes términos del balance energético, el saldo internacional y la transferencia de energía de la península ibérica a las islas Baleares no se han encontrado significativos y, en consecuencia, no se han incluido; y (3) la relación entre las ofertas de tecnologías térmicas (carbón y ciclo combinado) y las materias primas se ha tenido en cuenta incluyendo los índices "Henry Hub" y "Carbón Futuros". La figura 1 muestra el esquema de relación de todas las variables consideradas.

Con el fin de flexibilizar el modelo, se ha seguido una estrategia de "Rolling Horizon", la cual permite utilizar ventanas temporales de modo que, dependiendo del período que se desee analizar, las variables predictoras puedan cambiar de peso dentro de la predicción.

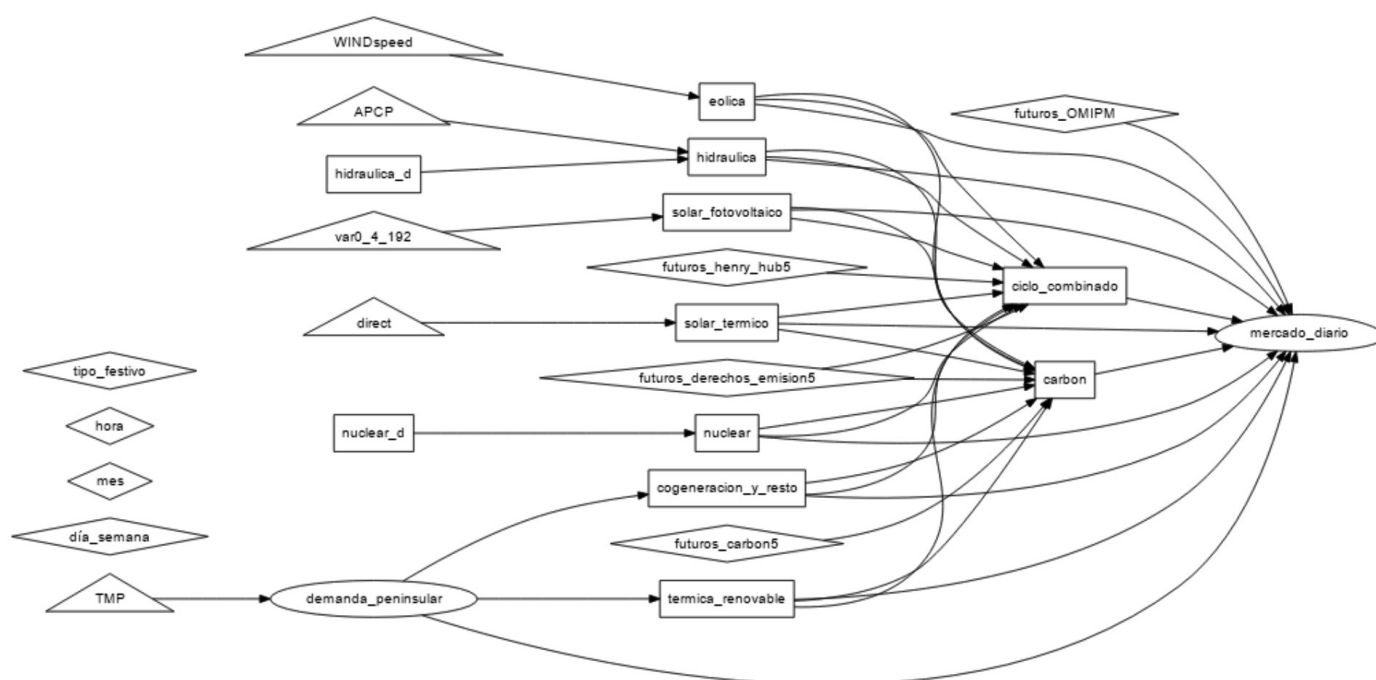


Fig. 1: Modelo subyacente del precio del mercado

Los errores relativos para la mediana obtenidos utilizando los modelos de predicción anteriormente descritos, a cinco días, fueron, respectivamente: 3,28%, 10,83%, 19,71%, 7,48% y 15,24%. Dada la simplicidad de los modelos utilizados, la calidad de los resultados corrobora la importancia de realizar un análisis preliminar de las correlaciones entre variables como paso previo a la selección final de las características a incluir como predictores en el correspondiente modelo predictivo.

Se ha diseñado una herramienta configurable utilizando el *software* estadístico R, la cual permite ejecutar los modelos de manera desatendida, simplemente pasando como argumentos de entrada el día de

predicción (generalmente "hoy") y el número de días a predecir (en este caso, cinco días). La herramienta posibilita personalizar las características de cada modelo, a saber: (1) el intervalo de la estrategia "Rolling Horizon"; (2) las coordenadas relevantes de las predicciones meteorológicas; y (3) el tipo de modelo. La herramienta permite hacer un ajuste automático de la regresión lineal. En este sentido, se han probado técnicas de *Máquinas de Vector Soporte* (SVM), con resultados de ajuste automático no tan satisfactorios. Además, la herramienta es adaptable al uso de otros modelos de aprendizaje automático como, por ejemplo, las Redes Neuronales Artificiales.

REFERENCIAS

- [1] Jiménez del Caso S, Cano EL, Farfán Martín A, Moguerza y Sáez Blázquez C. "Interrelación de las variables que inciden en el mercado diario de la electricidad". DYNA Energía y Sostenibilidad, 6(1), [16 p.] 2017, doi: <http://dx.doi.org/10.6036/ES8330>.
- [2] Cano EL, Moguerza JM y Alonso-Ayuso A. "A multi-stage stochastic optimization model for energy systems planning and risk management". Energy and Buildings, 110, p.49-56, 2016. ISSN 0378-7788, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.10.020>.
- [3] Cano EL, Moguerza JM, Ermolieva T. y Yermoliev Y. "A strategic decision support system framework for energy-efficient technology investments." TOP, 25(2), p.249-270, 2017. ISSN 1863-8279, doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s11750-016-0429-9>.

BODEGAS MURIEL

EL CIEGO - RIOJA ALAVESA

Bodega fundada en 1926

Felicidades



Ctra. Laguardia s/n
01340 Elciego - Alava (España)
Tel 945 606 268 Fax 945 606 371
www.bodegasmuriel.com