



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
(ICAI)

**MODELO DE PREVISIÓN DEL PRECIO
DEL MERCADO DIARIO DE LA
ELECTRICIDAD EN EL CORTO PLAZO**

Autor: Pablo García Mate

Directores: Antonio Colino, Rodrigo López, Alejandro Antuña

Entidad Colaboradora: Fenie Energía, S.A.

Madrid
Junio 2015

Proyecto realizado por el alumno/a:

Pablo García Mate

Fdo.: Fecha://

Autorizada la entrega del proyecto cuya información no es de carácter confidencial

LOS DIRECTORES DEL PROYECTO

Antonio Colino

Fdo.: Fecha://

Rodrigo López

Fdo.: Fecha://

Alejandro Antuña

Fdo.: Fecha://

Vº Bº del Coordinador de Proyectos

(poner el nombre del Coordinador de Proyectos)

Fdo.: Fecha://



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
(ICAI)

**MODELO DE PREVISIÓN DEL PRECIO
DEL MERCADO DIARIO DE LA
ELECTRICIDAD EN EL CORTO PLAZO**

Autor: Pablo García Mate

Directores: Antonio Colino, Rodrigo López, Alejandro Antuña

Entidad Colaboradora: Fenie Energía, S.A.

Madrid
Junio 2015



Resumen

La energía eléctrica tiene una gran influencia en el día a día de nuestra sociedad. Son innumerables sus aplicaciones desde el uso doméstico hasta los grandes procesos industriales, por lo que es fundamental poder disponer de ella.

Las comercializadoras son las empresas encargadas de comprar dicha energía en el mercado mayorista (pool) y venderla a sus clientes. Pueden hacerlo de dos formas: mercado al contado y mercado a plazo.

El mercado al contado está formado por el mercado diario (el que gestiona la mayor parte de la energía) y un mercado intradiario (basado en los ajustes que deben hacer las comercializadoras y plantas generadoras). El precio al que se compra la energía no es fijo pues varía en función de la oferta y la demanda. Cada hora una subasta fija el precio de casación al que las comercializadoras adquieran la electricidad.



En un mercado a plazo, dos partes acuerdan una cantidad de energía y un precio que se comprará/venderá para un determinado período horario.

La volatilidad en el precio de casación hace que para una comercializadora sea muy interesante un modelo de previsión del precio de la electricidad. Esto, unido a la volatilidad, a día de hoy la energía eléctrica no se puede almacenar a gran escala. Por eso la generación debe ser igual al consumo en todo momento. La



capacidad de prever el precio permite adquirir la energía de la forma más rentable posible, es decir, acudir más o menos al mercado a plazo.

Son muchos los factores que afectan a la volatilidad del precio entre los que destacan: la energía que el sistema eléctrico demande, la climatología (generación de energías renovables), la estacionalidad, día de la semana que sea, etc.

En la actualidad los modelos de previsión están basados en modelos matemáticos y estadísticos, así como inferencia regresiva o series temporales y redes neuronales. La capacidad de previsión puede suponer una ventaja competitiva frente al resto de competidores por lo que dichos modelos están creciendo y evolucionando de manera destacada.

El objetivo del proyecto será la creación e implementación de un modelo de previsión del precio de la electricidad en el corto plazo. Para ello se ha realizado con el software Matlab por su gran capacidad de cálculo y gestión de datos, así como por su fácil conexión con Microsoft Access, programa elegido para el almacenamiento de datos históricos.

En primer lugar es necesario el almacenamiento de datos. Debido a las numerosas y diversas fuentes de las que deben ser extraídos para ello los procesos se automatizarán. Dicha automatización se realizará también con el software Matlab.

Una vez implantados los procesos de captación de datos se realizarán dos modelos, cuya base es distinta: el primero de ellos gira en torno a la modificación de ofertas históricas, mientras que el segundo recoge, analiza y hace cálculos con el histórico de curvas de oferta y demanda para obtener un orden de mérito.

La diferencia entre ambos modelos es, principalmente, el horizonte de tiempo para el que el modelo recoge datos. Mientras que el primero lo hace de días

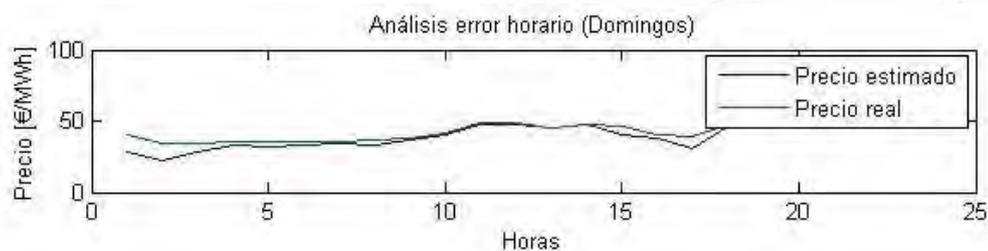


puntuales, el segundo recoge datos de todo un período de tiempo (un año móvil) para evitar períodos temporales que distorsionen la previsión.

Además de datos históricos, ambos modelos se alimentarán de previsiones de generación de tecnologías renovables, a través de la plataforma Xtraders, así como previsión de la demanda, a través de OMIE y REE.

A lo largo de la historia reciente han existido situaciones atípicas e imprevisibles, en las que determinados factores, como pueden ser las distintas crisis del petróleo, el precio del CO₂, etc., han hecho que el precio adquiriera valores muy distorsionados a los que previsiblemente deberían. En la manipulación de los datos, estos, tan alejados de la realidad se han filtrado quedando fuera del análisis.

Ambos modelos se verán afectados también por la laboralidad por la que habrá que tener especial cuidado en este aspecto. La demanda global baja los fines de semana, debido a que los grandes consumos industriales reducen su actividad los fines de semana, siendo prácticamente nula los domingos.



Una vez finalizados ambos modelos, la comparativa determina que el segundo es mucho más robusto y eficiente así como fiable para la comercializadora. Como el modelo se alimenta de datos históricos y tiene coeficientes adquiridos empíricamente a través de numerosas simulaciones, su continuo progreso y mejora es necesario para que su fiabilidad no se vea afectada.



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

RESUMEN DE LA MEMORIA

Además de estos datos se tendrá que hacer periódicamente un análisis exhaustivo para determinar si los factores que afectan al precio actual son los mismos que lo hacen en un futuro, y analizar en qué medida lo hacen.





Abstract

Electric energy has a big influence in our current society. It is innumerable the applications it have (from domestic use to big industrial processes), exactly for that reason it is basic being able to use it whenever it is needed. Energy companies are the responsible to buy that energy in the trading market and sell it to their clients.

Companies buy the energy in the trading market of electricity (called pool). There exist two ways in which the companies can acquire the energy. The first one is the spot market and the second one is the forward market.

On the one hand, spot market consists on daily market (in which the majority of the energy is traded) and intra-day market (based on adjusts companies and generations plants have to do to make generation and consumption meet). Electricity price is not fixed, instead it fluctuates depending on supply and demand. One bid is made for every hour, which will determine the market price electric companies will have to pay to acquire every MWh of energy.



On the other hand, forward market consist on an agreement two different parts make fixing a price and the energy it will be bought/sold for a determinate horary period.



Volatility in price market is the reason why a prediction algorithm is very interesting for energy companies. Having the ability to forecast the market price allows to choose the way to buy the energy (spot or forward market).

There are many the factors that affects price volatility standing out: demand of the electric system, climatology (renewable technology generation), day of the week, etc.

Currently, forecasting algorithms are based on mathematical and statistic models, as in countdown inference or temporal series and neuronal networks. The forecasting ability can mean a competitive advantage against the rest of the competitors. That is precisely why these models are growing and evolving in such an accentuated way.

The objective of the project is the creation and implementation of a forecasting algorithm of the market price in the short term period of time. Matlab software is used for the project for its great computation ability and data management, as well as for its easy connection with other programs such as Microsoft Access (chosen program for the historic data storage).

Firstly, it is needed the data storage. Due to the numerous and different sources used for the data extraction, processes will be automated. It will be also done with Matlab. Algorithms will automatically read data from the required source and stock it in the database.

Once the acquisition processes are implanted, two algorithms will be developed based on two different things. The first one will modify historical offers, while the second one will acquire, analyze and use the historical supply and demand offers to get a merit order.

The main difference between the two of them is the temporal horizon for which the algorithm catch data. While the first one use only data from isolated days,



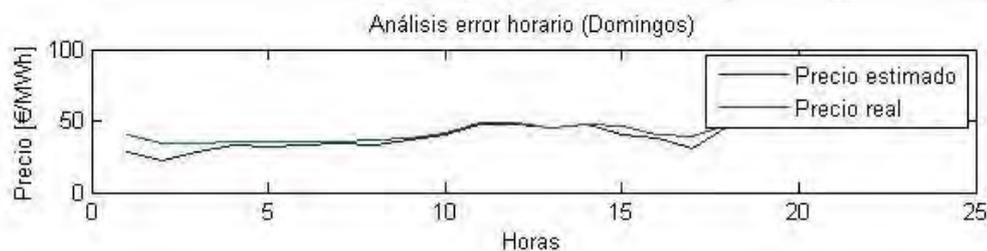
the second one uses data from a long time period (one year) to avoid days in which the market has not performed as expected that can distort the forecast.

Besides historical data, both models will be fed by renewable technologies forecasts, via Xtraders, such as demand forecast via OMIE and REE (market and system operators, respectively).

Lengthwise recent history, there has been rare and unpredictable situations, where some factors such as: several oil crisis, CO₂ price, etc. have made the price acquire much distorted values from the ones expected. In the data manipulation, these values so far from expected ones have been filtered out.

Both models will also be affected by the working days, aspect will need to be taken into account and treated with special caution. Global demand decrease on weekends, due to industrial consumption activity fall over, being practically nonexistent on Sundays.

Besides the implantation of the two models, other analysis have been done to determine if any correlation can be found between variables such as Brent price, exchange euro/dollar, etc. with the offers some thermal power plants (specially coal and combined cycle power plants) make. In conclusion, no clear relation was found to use it in the model.



Once both algorithms are done, the comparative between both of them determine that the second one is much more robust, efficient, such as reliable for



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

ABSTRACT

the company. Since both algorithms get historical data and have correction coefficients acquired empirically from numerous simulations, its continuous progress and development is necessary to maintain the reliability.

In addition, an exhaustive analysis needs to be done periodically to determine and study whether the same factors are the one that affect market price and how much these factors keep influencing.



Índice

PARTE I MEMORIA	27
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN.....	29
1.1. Evolución del mercado eléctrico	30
1.2. Cambios en los algoritmos	33
1.3. Distorsiones históricas	36
CAPÍTULO 2 EUPHEMIA.....	39
2.1. Descripción	39
2.1.1. Bidding Areas (Areas de puja).....	39
2.1.2. Rampas horarias y diarias	40
2.1.3. Modelos ATC.....	40
2.1.4. Modelos basados en el flujo	41
2.2. Ofertas de mercado	42
2.2.1. Ofertas horarias	42
2.2.2. Condiciones complejas.....	42
2.2.3. Bloques de ofertas	44
2.2.4. Ofertas de mérito y ofertas PUN.....	46
CAPÍTULO 3 ALGORITMO	49
3.1. Maximización del <i>welfare</i>	49
3.2. Determinación del precio.....	50
3.3. Búsqueda de ofertas PUN	51
3.4. Volumen de energía intercambiado	52
CAPÍTULO 4 EL CASO ESPAÑOL	53
4.1. Objeto y antecedentes.....	53
CAPÍTULO 5 LA CURVA DE LA DEMANDA	57



5.1. Previsión	60
CAPÍTULO 6 LA CURVA DE LA OFERTA.....	63
CAPÍTULO 7 MODELO 1.....	69
7.1. Lectura y almacenamiento de datos	69
Horizonte $n+1$	69
Horizonte $n-90$	72
Horizonte $n-7$	75
Horizonte $n+4$	76
7.2. Modelado	77
7.2.1. Recogida y clasificación de ofertas	78
7.2.2. Lectura y almacenamiento de ofertas	87
7.2.3. Implantación del algoritmo.....	92
CAPÍTULO 8 MODELO 2 (HUECO TÉRMICO)	93
8.1. Inputs necesarios	93
8.2. Análisis e influencia de inputs en el precio de casación.....	95
8.3. Conclusiones análisis	110
CAPÍTULO 9 MODELO 2 (ORDEN DE MÉRITO)	111
9.1. Orden de mérito (P48)	111
9.2. Orden de mérito (Ofertas no casadas de las unidades ofertantes)	114
CAPÍTULO 10 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	119
CAPÍTULO 11 CONCLUSIÓN APLICACIONES.....	131
CAPÍTULO 12 FUTUROS DESARROLLOS	133
PARTE II CÓDIGO.....	137
1. ACTUALIZAR DATOS HORIZONTE N+1.....	139



2. ACTUALIZAR DATOS HORIZONTE N-7.....	161
3. ACTUALIZAR DATOS N-90	167
Curvas de oferta y demanda.....	167
P48	177
4. MODELO 1.....	185
Previsión de ofertas.....	185
Algoritmo	199
5. MODELO 2.....	225
Obtención del orden de mérito	225
Algoritmo	229



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

ÍNDICE





Índice de ilustraciones

FIGURA 1: CASACIÓN OFERTA Y DEMANDA	32
FIGURA 2: PAÍSES PARTICIPANTES EN PCR	34
FIGURA 3: ÁREAS DE PUJA EN UN MODELO ATC.....	41
FIGURA 4: CURVA DE DEMANDA	58
FIGURA 5: CURVA DE LA OFERTA.....	67
FIGURA 6: SECUENCIA DE MERCADOS FÍSICOS.....	73
FIGURA 7: GENERACIÓN EÓLICA.....	79
FIGURA 8: GENERACIÓN CENTRAL HIDRÁULICA GESTIONABLE	80
FIGURA 9: GENERACIÓN CENTRAL HIDRÁULICA FLUYENTE.....	81
FIGURA 10: GENERACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA.....	82
FIGURA 11: GENERACIÓN CENTRAL COGENERACIÓN	83
FIGURA 12: GENERACIÓN CENTRAL BIOMASA	84
FIGURA 13: GENERACIÓN CENTRAL NUCLEAR	85
FIGURA 14: GENERACIÓN CENTRAL CARBÓN	86
FIGURA 15: GENERACIÓN CICLO COMBINADO.....	87
FIGURA 16: RELACIÓN BRENT-TIPO DE CAMBIO	99
FIGURA 17: RELACIONES HENRY HUB.....	100
FIGURA 18: RELACIÓN PRECIO CC-BRENT-TIPO DE CAMBIO	101
FIGURA 19: POLINOMIO APROXIMADO PRECIO CC-BRENT-TIPO DE CAMBIO	104
FIGURA 20: POLINOMIO APROXIMADO ENERGÍA OFERTADA CC-BRENT-TIPO DE CAMBIO	105
FIGURA 21: RELACIÓN HENRY HUB-CENTRALES CARBÓN	106
FIGURA 22: POLINOMIO APROXIMADO ENERGÍA OFERTADA CARBÓN- HENRY HUB- TIPO DE CAMBIO	108
FIGURA 23: POLINOMIO APROXIMADO PRECIO OFERTADO CARBÓN- HENRY HUB- TIPO DE CAMBIO	109
FIGURA 24: ORDEN DE MÉRITO P48	113
FIGURA 25: ORDEN DE MÉRITO OFERTAS NC.....	115
FIGURA 26: PREVISIÓN PRECIO HORARIO Y DIARIO OCTUBRE 2014	117



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

ÍNDICE DE TABLAS

FIGURA 27: PREVISIÓN Y ERROR HORARIO ENERO-FEBRERO-MARZO 2015	120
FIGURA 28: PREVISIÓN Y ERROR HORARIO CON CORRECCIÓN COEFICIENTES TRIMESTRALES ENERO-FEBRERO-MARZO 2015.....	122
FIGURA 29: PREVISIÓN Y ERROR FINAL.....	129





Índice de tablas

TABLA 1: MEJORA EN LA PREVISIÓN (SÁBADOS) CON COEFICIENTES TRIMESTRALES ENERO-FEBRERO-MARZO 2015	123
TABLA 2: MEJORA EN LA PREVISIÓN (DOMINGOS) CON COEFICIENTES TRIMESTRALES ENERO-FEBRERO-MARZO 2015	124
TABLA 3: MEJORA EN LA PREVISIÓN (LABORABLES) CON COEFICIENTES TRIMESTRALES ENERO-FEBRERO-MARZO 2015	125
TABLA 4: COMPARACIÓN DE LA MEJORA CON DISTINTOS COEFICIENTES CALIBRACIÓN (SÁBADOS)	127
TABLA 5: COMPARACIÓN DE LA MEJORA CON DISTINTOS COEFICIENTES CALIBRACIÓN (DOMINGOS)	127
TABLA 6: COMPARACIÓN DE LA MEJORA CON DISTINTOS COEFICIENTES CALIBRACIÓN (LABORABLES)	128



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

ÍNDICE DE TABLAS





UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

MEMORIA

PARTE I MEMORIA





UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

MEMORIA





Capítulo 1 INTRODUCCIÓN

La energía eléctrica desempeña un papel fundamental en la sociedad actual. Son innumerables las aplicaciones que tiene, siendo imposible la vida, tal y como es entendida, sin ella. Está presente en una gran variedad de ámbitos, desde el abastecimiento del pequeño consumidor, hasta el de las grandes plantas industriales de producción. Es también fundamental en el mundo de las comunicaciones, en los procesos de fabricación, en el transporte, etc... siendo, por tanto, un buen indicador del nivel de desarrollo industrial y tecnológico de un país.

El sistema eléctrico español ha sufrido un proceso de liberalización comenzado en 1997, quedando separadas así las labores de generación, distribución y comercialización de la energía eléctrica.

Con la liberalización del mercado, apareció la figura de las comercializadoras, empresas encargadas de comprar la energía demandada en el mercado mayorista y suministrarla a sus consumidores. Previamente a la aparición de estas empresas, el precio era fijado por el gobierno y la empresa suministradora era también la que vendía la energía. Con la aparición de las comercializadoras y la desregularización de generación, distribución y comercialización, surgió la competencia de precios.

El mercado eléctrico español forma parte, junto con Portugal, del Mercado Ibérico de la Electricidad (MIBEL). Este mercado ibérico es de tipo marginalista y está compuesto por un mercado al contado, gestionado por OMIE (Operador del Mercado Ibérico de Energía - Polo Español, S.A.), y un mercado a plazo, gestionado por OMIP (Operador del Mercado Ibérico de Energía - Polo Portugués, S.A.), entre otros.



En la actualidad, la variación de factores externos, como pueden ser el producible eólico o hidráulico, la temperatura, los precios del gas y petróleo, son determinantes a la hora de establecerse el mix tecnológico de generación y por tanto, el precio de la energía eléctrica. Todas estas variables hacen de la energía eléctrica un producto con un precio muy volátil.

Unido a la volatilidad del precio, a día de hoy la energía eléctrica no se puede almacenar a gran escala, por tanto, en todo momento el consumo debe ser igual a la generación. Es por ello, que una estimación precisa acerca del precio de la energía eléctrica es de gran utilidad, dando la posibilidad a las comercializadoras de estudiar la mejor opción de adquisición de la energía.

1.1. Evolución del mercado eléctrico

La competitividad en los precios del mercado surgió a raíz de la aparición de las comercializadoras, una vez el mercado se liberalizó. Previamente, el precio era fijado por el Gobierno, dejando muy poco margen a las empresas para mejorar su competitividad.

Las empresas comercializadoras de energía tienen dos opciones para adquirir la energía que sus clientes demandan, acudir a mercador organizados, o bien obtenerla a través de mercados no organizados.

Las características de los mercados organizados es que existe una entidad encargada de gestionar los intercambios que se produzcan. Los mercados al contado o 'spot' y los mercados a plazo son mercados organizados.

Como alternativa a los mercados organizados, existen los mercados no organizados, también llamados 'Over the Counter' (OTC), en los que no existe ninguna entidad encargada del control de los acuerdos.



MERCADOS AL CONTADO O ‘SPOT’

Los mercados al contado constan de dos componentes, una diaria y otra de ajustes intradiarios. Este mercado recibe el nombre de pool. Estos mercados establecen la cantidad de energía intercambiada que pasa por pool para cada hora del día siguiente con sus respectivos precios. Para el intercambio de energía total del día siguiente habrá que tener en cuenta también los acuerdos bilaterales, las interconexiones con otros países, los OTC's... OMIE es el encargado de realizar las liquidaciones de los mercados diarios e intradiarios en España.

El precio para cada una de las horas del día siguiente se obtiene mediante las curvas agregadas de la oferta y la demanda. Las empresas encargadas de la generación realizan sus ofertas (cantidad de energía y precio) y las empresas encargadas de la comercialización, o consumidores directos, demandan la energía necesaria a un precio determinado.

El punto de corte de las curvas de oferta y demanda, se denomina punto de casación y establece el precio de la energía para esa determinada hora. Toda la energía ofertada y demandada a un precio menor al de casación será intercambiada, mientras que la tenga un precio mayor no. Este proceso se repite para cada una de las 24 horas del día, además de los mercados intradiarios, que seguirán un proceso similar.

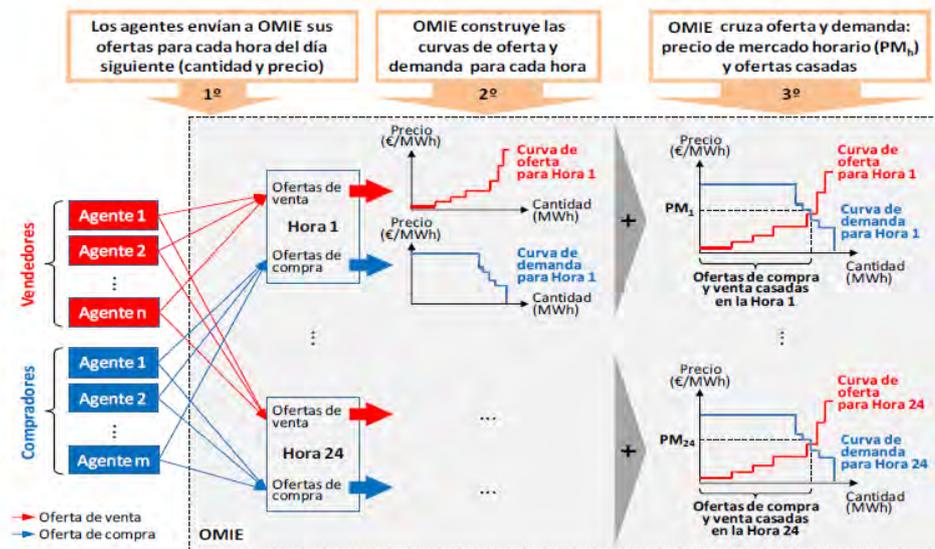


Figura 1: Casación oferta y demanda

MERCADOS A PLAZO

La contratación a plazo es un instrumento que se suele usar para cubrirse del riesgo del mercado y cubrir posiciones, como también con fines especulativos. El mercado spot está sujeto a una alta volatilidad, por lo que los mercados a plazo, en los que el pago de electricidad se realiza unos días, meses o incluso años antes a un precio determinado, puede ser una gran solución ante una época de inestabilidad en el precio de la energía eléctrica.

En abril de 2004 se creó la Sociedad de Compensación de Mercados de Energía, llamada OMIClear, cuya función es actuar como cámara de compensación y contraparte central en todas las operaciones realizadas en el mercado gestionado por OMIP. Es decir, se encarga de la compensación, el registro, la gestión del riesgo y la liquidación de las operaciones negociadas en OMIP.



MERCADOS OTC

Hasta la creación de OMIP, esta era la única forma de intercambiar energía al margen del mercado SPOT, sin embargo, los riesgos que se asumen con este tipo de acuerdos son muy elevados, ya que no existe una entidad encargada de controlar las liquidaciones. Actualmente, los acuerdos OTC sólo son rentables para los grandes mayoristas y consumidores, con una gran gestión del riesgo.

La volatilidad en el precio del mercado ‘spot’ puede suponer grandes riesgos en determinadas ocasiones. La comercializadora debe cubrir siempre toda su demanda. Un aumento súbito de los precios ocasionará pérdidas si no se han tomado previamente las medidas oportunas, como puede ser adquirir la energía a través del mercado a plazo. Por ello, ser capaz de prever, con la mayor precisión posible el precio de la energía eléctrica, puede ser un factor determinante a la hora de mejorar al máximo la competitividad.

1.2. Cambios en los algoritmos

En el año 2009 surgió la iniciativa llamada ‘Price Coupling of Regions’ (PCR) por parte de siete mercados europeos de electricidad, entre los que se encuentra el español, OMIE.

La iniciativa consiste en desarrollar un sistema de acoplamiento de mercados, que calcule los precios de la electricidad en toda Europa. Además el PCR permite asignar la capacidad transfronteriza en los mercados de corto plazo. Este desarrollo favorece notablemente el objetivo de la UE de lograr un mercado eléctrico europeo armonizado, aumentando la liquidez, eficiencia y bienestar social.

Los principios en los que se basa el PCR son:

- Creación de un algoritmo único



- Funcionamiento robusto
- Contabilidad individual

El algoritmo desarrollado por el proyecto PCR recibe el nombre de EUPHEMIA, desarrollado por los principales operadores del mercado europeos. El algoritmo calcula los precios de la energía eléctrica de manera eficiente, persiguiendo la maximización del llamado *welfare*. El *welfare* se define como el excedente o ganancia, tanto de los compradores como de vendedores, al tiempo que optimiza el uso de la capacidad disponible en las interconexiones.

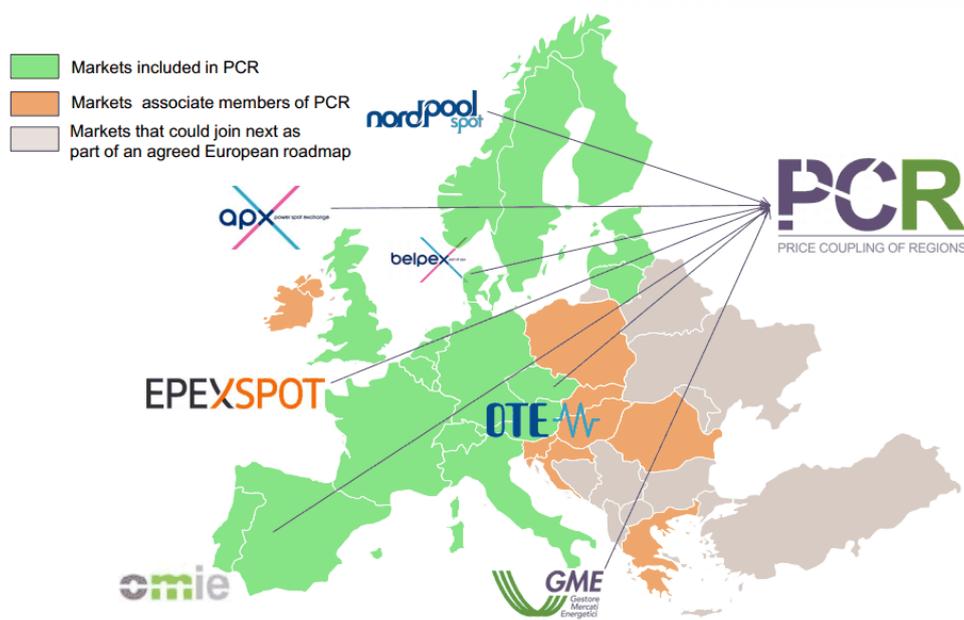


Figura 2: Países participantes en PCR

Hasta la implantación de EUPHEMIA, el algoritmo que se usaba para establecer el precio en el mercado eléctrico español era SIOM, desarrollado



íntegramente por OMIE. Las principales diferencias que se pueden apreciar vienen recogidas en un documento creado por OMIE [1] y son las siguientes:

- Cambio en el criterio de optimización

El algoritmo SIOM minimiza las pérdidas económicas de las ofertas PRB (ofertas paradójicamente rechazadas). Las ofertas PRB son las ofertas que declaran ingresos mínimos y que de mantenerse los precios marginales finales ganarían dinero al ser casadas.

Por otro lado, el algoritmo EUPHEMIA intenta maximizar el *welfare* Global del sistema, definido como el sumatorio de los *welfare* horarios.

Aunque los resultados que se obtienen son similares, minimizar el PRB y maximizar el *welfare*, no son problemas equivalentes.

- Cambio en el tratamiento de bloques indivisibles

Mientras que en el algoritmo SIOM existen bloques indivisibles que tienen preferencia en caso de reparto a precio cero, en el algoritmo EUPHEMIA no existen los bloques indivisibles, siendo todos divisibles.

No se espera diferencia en la estimación del precio por la desaparición de estos bloques, dado el bajo uso de los bloques indivisibles y su división en situación requeridas.

- Cambio en el tratamiento de la condición de gradiente de carga

En el algoritmo SIOM existen cuatro tipos de gradiente: arranque, parada, subida y bajada, por dos en el algoritmo EUPHEMIA: subida y bajada. Además, en el



algoritmo SIOM cada oferta gana dinero en cada hora, mientras que en el nuevo algoritmo la oferta global siempre gana dinero, pudiéndose dar horas en las que las ofertas pierdan dinero.

- Cambio en el concepto de unidades francesas con o sin derechos previos de capacidad

La principal diferencia en este aspecto es el trato que reciben las ofertas francesas. SIOM asigna energía a las unidades francesas con derechos diarios económicamente competitivos. Por otro lado, EUPHEMIA no hace discriminación entre las ofertas que recibe, siendo el sistema francés el que compra o vende y no agentes individuales. Al ser el objetivo del proyecto la creación de un algoritmo que prediga los precios futuros del mercado ibérico, es importante conocer el funcionamiento del algoritmo de casación usado y sus particularidades. Además al ser este un algoritmo común en el marco europeo facilita una posible implementación futura para otros mercados, acercando este modelo al ya citado PCR.

1.3. Distorsiones históricas

A lo largo de la historia reciente han existido situaciones atípicas, en las que el precio adquiriría valores muy distintos de los esperados. Entre ellas destacan las ocasionadas por los costes de transición a la competencia (CTC), las distintas crisis del petróleo, el precio del CO₂, los servicios de ajuste, etc.

Estos factores son determinantes a la hora de la casación del precio. Precios altos de combustibles, empleados en las centrales térmicas, generarán ofertas de dichas centrales más altas y, por tanto, un aumento en el precio del MWh. Se



producirá un desplazamiento por parte de la curva de la oferta a la derecha, mientras que la curva de demanda permanecerá constante.

En el ámbito más reciente, destaca diciembre de 2013 y el pasado septiembre de 2014, en los que se produjeron situaciones en la que los precios de la electricidad experimentaron un aumento inesperado. Entre las causas que puedan explicar estas situaciones destaca el precio del carbón nacional.

Para la creación del modelo, se filtrarán los datos históricos, eliminando aquellos que puedan desvirtuar el precio a estimar.



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Capítulo 1 INTRODUCCIÓN



Capítulo 2 EUPHEMIA

2.1. Descripción

El algoritmo Euphemia surgió para resolver el problema asociado a la casación del mercado diario de la electricidad. Euphemia decide qué ofertas se aceptan y se rechazan. Para ello se basa en dos pilares fundamentales:

- Trata de maximizar el *social welfare* que se define como la suma del beneficio de las unidades ofertantes más el beneficio de las unidades demandantes menos el coste por el uso de la red.
- La capacidad de interconexión entre dos países vecinos no puede ser nunca superada.

El desarrollo de Euphemia empezó en Julio de 2011, partiendo como base de un algoritmo ya existente llamado COSMOS, y el primer modelo estable capaz de abarcar toda la PCR surgió un año después (Julio 2012).

Euphemia recibe la siguiente información de cada TSO y son las entradas del modelo:

2.1.1. Bidding Areas (Areas de puja)

Bidding area se define como la entidad representante más pequeña donde las ofertas pueden ser enviadas. Euphemia casa el precio para cada una de las horas de todas las *bidding areas* que forman el PCR.



Puede existir un intercambio de energía entre dichas entidades de forma que si una de ellas tiene superávit de generación, ésta la puede vender a otra zona con déficit.

2.1.2. Rampas horarias y diarias

El algoritmo presenta ciertas restricciones entre el punto de casación de horas y días consecutivos (para la misma hora). Estas restricciones se refieren a la diferencia entre la energía casada y EUPHEMIA presenta una máxima variación (aumento o disminución).

Esta restricción está relacionada con la reserva de capacidad que existe en el sistema eléctrico (existe una reserva de capacidad para un aumento de energía y otra para un descenso de energía, definidas independientemente).

2.1.3. Modelos ATC

En los modelos ATC (*Available Transfer Capacity*) las *bidding areas* están interconectadas por las líneas eléctricas. La energía puede fluir entre las diferentes zonas que forman el sistema, a través de las citadas líneas eléctricas y limitadas siempre por la máxima transferencia que éstas disponen. Las zonas en las que se produzca un excedente de energía venderán energía a las zonas en las que la demanda no pueda ser suplida únicamente con su propia generación.

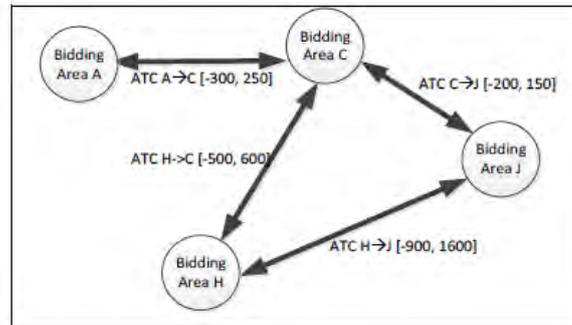


Figura 3: Áreas de puja en un modelo ATC

En el transporte de la energía habrá que tener en cuenta pérdidas, el coste adicional por usar las líneas y las restricciones de uso que existan. Al igual que ocurría con las rampas horarias y diarias, la energía que circula por las líneas está sujeta a una máxima variación en horas consecutivas.

De esta restricción derivan dos:

- Individual: La variación que pueda haber entre horas consecutivas se refiere a una única línea eléctrica
- Global: La variación, en este caso, se refiere al global de toda la red de líneas.

Cabe destacar, que el límite en la variación que exista para una determinada hora h_1 no tiene por qué ser igual a otro para una hora h_2 .

2.1.4. Modelos basados en el flujo

Este tipo de modelos se basan en el margen restante disponible (RAM) expresado en MW y en el factor de distribución de transferencia de potencia (PTDF) que indica la capacidad de interconexión que está siendo utilizada.



2.2. Ofertas de mercado

A continuación se expondrán las diferentes ofertas (de compra y de venta) que el algoritmo puede recibir.

2.2.1. Ofertas horarias

Son las ofertas de todos los participantes en el mercado que corresponden a una misma *bidding area*. Se producen subastas en las que las unidades ofertantes venden energía y las demandantes la compran. Se produce una subasta para cada hora del día siguiente (mercado diario) y seis subastas para el mercado intradiario o de ajustes. Una vez hayan finalizado dichas subastas, se agrupan y se ordenan obteniéndose así las curvas de la oferta y la demanda.

2.2.2. Condiciones complejas

Una oferta compleja es una agrupación de ofertas horarias pertenecientes a una misma unidad ofertante y referidos a diferentes periodos de tiempo. Dichas ofertas están sujetas a una condición compleja de la que dependerán todas ellas. Existen varios tipos de condiciones complejas, de las cuales, las principales son:

Condición de mínimos ingresos

La condición de mínimos ingresos (MIC, en inglés) hace referencia a un bloque de ofertas horarias, las cual serán activadas o desactivadas en función de los ingresos obtenidos por el agregado de ofertas del bloque. Si dicho agregado es superior al coste total de producir dicha energía el bloque será activado.



Este coste total tiene una componente fija, expresada en euros, y una componente variable, expresada en euros por MWh aceptado. La componente fija hace referencia al coste de poner la planta en funcionamiento y la componente variable al coste de operación.

Si finalmente, el bloque es activado cada una de las ofertas serán tratadas como ofertas horarias independientes, es decir, cada oferta será aceptada o parcialmente aceptada si el precio ofertado es menor o igual al de casación, y rechazada si el precio es superior al de casación.

Por el contrario, si el bloque es desactivado, cada una de las ofertas que lo componen queda automáticamente rechazadas, independientemente de que las ofertas sean inferiores o superiores al precio de casación.

Parada programada

La condición de parada programada es una forma de evitar que las centrales paren de forma abrupta en caso de que algún bloque de ofertas con la condición de mínimos ingresos sea desactivado.

Por ejemplo, una central que lleve funcionando un tiempo determinado y el bloque quede desactivado para el día siguiente, existe la posibilidad de fijar una parada programada, mediante la cual no todas las ofertas horarias del bloque quedarían automáticamente rechazadas, si no que alguna de ellas (por ejemplo, la más barata) no y sería tratada como una oferta horaria normal.



Gradiente de carga

Se denominan ofertas de gradiente de carga a aquellos bloques de ofertas horarias en los que la restricción que existe es la diferencia de energía casada entre dos periodos horarios consecutivos.

La energía casada en el periodo n vendrá determinada por la energía casada en el periodo $n-1$. Existe un máximo incremento/decremento de energía a partir del cual la oferta no será aceptada.

Condición de ingresos mínimos y gradiente de carga

Este tipo de condiciones complejas son una combinación de ambas y pueden estar sujetas a la condición de gradiente de carga y a la condición de mínimos ingresos (con o sin parada programada), simultáneamente.

2.2.3. Bloques de ofertas

Un bloque de ofertas puede ser bien de compra o de venta de energía y es definido por:

- Un precio límite (0 €/MWh para las ofertas de venta y 180,3 €/MWh para las ofertas de compra de energía, en MIBEL)
- Número de periodos
- Volumen de energía para cada periodo
- Mínimo ratio de aceptación

En el caso más general el bloque de ofertas consistirá en un grupo de ofertas horarias consecutivas en el que el mínimo ratio de aceptación es 1, es decir, o se aceptan todas o se rechazan todas (fill-or-kill). Es el tipo de bloque más utilizado, aunque también existe la posibilidad de hacer un bloque de ofertas para periodos



no consecutivos y con un mínimo ratio de aceptación inferior a 1 (bloque parcialmente aceptado).

Bloques de ofertas relacionados

Los bloques de ofertas pueden estar relacionados entre ellos, de modo que la aceptación de uno (*child block / hijo*) de ellos dependa de otro (*parent block / padre*). Las condiciones de aceptación entre ambos bloques son las siguientes:

- El ratio de aceptación del ‘bloque padre’ debe ser mayor o igual que el del ‘bloque hijo’.
- La aceptación completa o parcial del ‘bloque hijo’ permite la aceptación del ‘bloque padre’ siempre y cuando el beneficio de la familia no sea negativo y los bloques que no pertenezcan a familias no generen pérdidas en su beneficio.
- Un ‘bloque padre’ que quede fuera de la casación puede ser aceptado en caso de que el ‘bloque hijo’ proporcione suficiente beneficio para, al menos, compensar las pérdidas.
- Un ‘bloque hijo’ que ha sido parcialmente aceptado debe estar exactamente en el precio de casación si no tiene otros ‘bloques hijos’ que han sido aceptados.
- Un ‘bloque hijo’ que quede fuera de la casación no puede ser aceptado aunque el ‘bloque padre’ proporcione suficiente beneficio para compensar las pérdidas. Sólo podría ser aceptado si el ‘bloque hijo’ es a su vez ‘padre’ de otros bloques que compensen sus pérdidas. En ese caso sí que se podría aceptar.

Bloques de ofertas en un grupo exclusivo

Se denomina grupo exclusivo a un grupo de bloques de ofertas en los que la suma de aceptación de ratios no puede ser superior a 1. En un caso particular en el



que los bloques tengan un mínimo ratio de aceptación de 1, la situación deriva en que sólo podrá ser un bloque aceptado.

De entre todas las opciones que existan, EUPHEMIA escogerá la combinación de bloques que maximicen el *welfare*.

Ofertas horariamente flexibles

Se denomina oferta horariamente flexible a aquella oferta en la que el precio y el volumen están fijados y el mínimo ratio de aceptación es 1. Se denominan flexibles porque será EUPHEMIA el que decida para que hora es esa oferta de modo que se maximice el *welfare*. Estas ofertas tienen duración de una hora.

2.2.4. Ofertas de mérito y ofertas PUN

Las ofertas de mérito son escalones de ofertas definidos para un periodo en el que está asociado un número de oferta de mérito.

El número de oferta de mérito es único por periodo y por tipo (compra, venta, PUN) y es utilizado para clasificar dichas ofertas en las distintas áreas de puja. Cuando menor sea el número de oferta de mérito, mayor será la prioridad para que dicha oferta sea aceptada.

Por ejemplo, si en una red de varias áreas de puja descongestionada (no se ha alcanzado el límite entre interconexiones) existen varias ofertas de mérito exactamente en el precio de casación, aquellas que tengan menor número de oferta de mérito serán aceptadas antes, siempre y cuando no haya otras restricciones de la red.



Las ofertas PUN son un tipo de oferta de mérito de compra de energía particular. La diferencia radica en que dichas ofertas PUN están definidas para el precio PUN (“Prezzo Unico Nazionale”), en lugar de estarlo para el precio de casación de la zona correspondiente.

Para cada uno de los periodos se cumple que el volumen de energía aceptado de ofertas PUN multiplicado por el precio PUN es igual al volumen de energía aceptado de ofertas PUN multiplicado por el precio de casación de la zona correspondiente más un determinado valor.



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Capítulo 2 EUPHEMIA



Capítulo 3 ALGORITMO

Como ya se ha mencionado anteriormente, EUPHEMIA es el algoritmo elegido para resolver la casación del mercado spot eléctrico europeo. El algoritmo casa las curvas de la oferta y la demanda para cada uno de los periodos teniendo en cuenta todas las restricciones y condiciones complejas contadas anteriormente. Su principal objetivo es maximizar el *welfare*. Como resultado, el algoritmo devuelve el precio de casación, la energía total casada, las interconexiones entre distintas zonas y los bloques de ofertas aceptados y rechazados.

En el proceso que sigue, el algoritmo resuelve un problema principal, que consiste en la maximización del *welfare*, y tres problemas secundarios, que son la determinación del precio, la búsqueda de ofertas PUN y la determinación del volumen de energía intercambiado.

3.1. Maximización del *welfare*

En el problema principal, EUPHEMIA escoge de entre todos los bloques de ofertas aquella combinación que maximice el *welfare*. Como ya se ha explicado anteriormente, el *welfare* se define como el excedente o ganancia, tanto de los compradores como de vendedores, al tiempo que optimiza el uso de la capacidad disponible en las interconexiones.

En este primer paso, el algoritmo no tendrá en cuenta ni ofertas de mérito ni PUN. Las restricciones que se tendrán en cuenta son:

- Agregación de las curvas de la oferta y la demanda



- Aceptación o desestimación de las ofertas *fill-of-kill*
- En caso de ser un modelo ATC, cumplir las restricciones de capacidad y rampas horarias y diarias
- En caso de ser un modelo basado en el flujo, cumplir las restricciones de interconexiones entre las zonas que forman el mercado

Una vez se ha encontrado una solución integral, se pasa al primer problema secundario (determinación del precio).

3.2. Determinación del precio

El objetivo del primer problema secundario es determinar el precio de casación de todas las zonas correspondientes al mercado en cuestión. En este paso, se introducirán las condiciones complejas de mínimos ingresos y se pondrá especial interés en que ningún bloque que no cumpla esta condición sea aceptado. Se comprobará también que cumple las siguientes restricciones:

- El precio final de casación es coherente con las ofertas de compra y venta que se han producido para el periodo en cuestión en ese mercado en particular.
- El precio final de casación está dentro de los límites (si los hubiese) del mercado en cuestión. En el MIBEL, dichos límites son 0 y 180,3 €.

Sin embargo, la determinación del precio no es tan trivial como la agregación de las curvas de oferta y demanda, habrá que tener en cuenta posteriormente el resto de condiciones complejas. Siempre que EUPHEMIA encuentre una solución que no sea factible, buscará la causa e introducirá un plano (mediante la técnica del *branch and bound*) para evitar la actual selección de bloques en el problema principal.



Si se ha encontrado una solución que cumpla todas las restricciones se pasará al problema de búsqueda de ofertas PUN, por el contrario, si hay alguna restricción que no se cumpla se volverá al problema principal y se podrá determinar que la combinación de bloques elegida inicialmente no proporciona una solución válida.

3.3. Búsqueda de ofertas PUN

En el segundo problema secundario, el objetivo es encontrar precios y volúmenes válidos en las ofertas PUN para cada periodo del día, haciendo que se cumpla la ecuación de ofertas PUN explicada anteriormente y asegurando la aceptación de estas ofertas de forma consecutiva.

La búsqueda de dichas ofertas se realizará mediante un proceso iterativo en el que el algoritmo busca las ofertas PUN que sean compatibles con todas las restricciones de volumen y precio de energía. También se debe cumplir la restricción de ofertas PUN consecutivas, por lo que se debe vigilar las ofertas de un día completo. Si el algoritmo encuentra una combinación que satisfaga todas estas condiciones, se habrá encontrado un candidato para la solución.

Se vigilará también que ninguna solución válida debe contener bloques/condiciones complejas paradójicamente aceptadas. Una oferta paradójicamente aceptada se define como una oferta que aun estando dentro del precio casación, no se cumplen sus condiciones complejas, por lo que debe ser rechazada.

Si en la solución se incluye alguna, se rechazará la combinación de bloques elegida en el primer paso y se considerará la solución como no factible, volviendo



de nuevo al problema principal. Por el contrario, si se ha encontrado una solución integral, se pasará al problema de determinación del volumen de energía intercambiado.

3.4. Volumen de energía intercambiado

Por último, el tercer problema secundario tiene como objetivo determinar para cada una de las zonas que componen el mercado a estudiar, los precios PUN y los volúmenes de energía para el área correspondiente a las ofertas PUN. También se escogerá la selección de bloques que cumplen todas las condiciones complejas incluyendo en este momento la condición de mínimos ingresos.

De entre todas las posibilidades que existen se escogerá aquella que maximice el volumen de energía intercambiada, teniendo en cuenta también el número de orden de mérito.



Capítulo 4 EL CASO ESPAÑOL

4.1. Objeto y antecedentes

En el año 2006, la Asociación de Reguladores Europeos del Gas y de la Electricidad (ERGEG), impulsó las iniciativas regionales, con el objetivo de la creación de siete mercados eléctricos y tres mercados gasistas, como paso intermedio para la creación de un único mercado europeo energético.

Así, en el año 2009, surgió la iniciativa por parte de los operadores de los principales mercados europeos eléctricos el proyecto PCR (Price Coupling of Regions) mediante el cual se quería acoplar todos los mercados europeos en uno sólo utilizando un único algoritmo de casación.

Entre las iniciativas encontradas en este proyecto destacaba la de retrasar en dos horas el cierre del mercado diario –hasta las 12:00 CET- y, como ya se ha dicho anteriormente el cambio de los algoritmos de casación a uno único. Este algoritmo es EUPHEMIA, que permite el acoplamiento de mercados diarios europeos en una única casación.

Los principales cambios que se encontraron en el mercado ibérico con el cambio de algoritmo fueron los siguientes:

- Modificación en las condiciones complejas de las ofertas. El gradiente ahora es en energía y no en potencia, incompatibilidad entre la condición de indivisibilidad y el resto de condiciones complejas, comprobación de la



condición de ingresos mínimos y aplicación simultánea de condiciones de gradiente y parada programada.

- Cambios derivados de la desaparición de las unidades sin derechos en el sistema francés con la entrada del mercado acoplado.
- Desaparición de las subastas diarias de capacidad con Francia.
- Cambios en la tipología y plazos de la información publicada.
- Modificación del mecanismo de comprobación de garantías.
- Cambios en las condiciones y procesos de validación de ofertas.
- Tratamiento de posibles errores detectados tras la casación.

Finalmente, el pasado 13 de mayo de 2014, los mercados diarios de electricidad del suroeste y noroeste de Europa (SWE y NWE, respectivamente) se acoplaron con éxito. Las regiones que abarca desde Portugal hasta Finlandia, operan desde entonces con un sistema común para el cálculo de la casación del mercado diario.

El proyecto NWE es un proyecto lanzado por los operadores del sistema (TSOs) y los operadores del mercado de los países del noroeste de Europa. Dicho proyecto tiene por objeto establecer el acoplamiento en precio de los mercados diarios de electricidad en esta región, aumentando la eficiencia en el uso del sistema eléctrico. Un único algoritmo, PCR, calcula simultáneamente mediante subastas implícitas los precios del mercados, las posiciones netas y el flujo por las interconexiones entre las diferentes zona de oferta.

El proyecto SWE es un proyecto conjunto de los TSOs de Francia, España y Portugal y los operadores del mercado ibérico y francés. El objeto de este proyecto es definir los procesos previos y posteriores a la casación de ofertas en el acoplamiento de mercados.



Como principal cambio, destaca la asignación de la capacidad de intercambio entre Francia y España. Desde 2006 y hasta que dicho acoplamiento tuvo lugar, esta asignación se realizaba mediante subastas diarias. Ahora, la capacidad viene dada de forma implícita mediante el sistema PCR.

Este acoplamiento supone una utilización más eficiente del sistema eléctrico y de las infraestructuras transfronterizas, dada la mayor coordinación de los mercados de electricidad. La capacidad transfronteriza de todas las interconexiones internas y entre los países miembros se asignará de manera óptima en el horizonte diario (como ocurre entre Francia y España).

El acoplamiento completo de los mercados diarios de la región SWE representa un importante paso hacia el desarrollo de un modelo de mercado interior de la energía en Europa en el horizonte diario. Tras este acoplamiento completo SWE-NWE con la solución PCR, se prevén futuras extensiones a otras regiones de Europa.



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Capítulo 4 EL CASO ESPAÑOL



Capítulo 5 LA CURVA DE LA DEMANDA

Todo el sistema eléctrico está enfocado de modo que se cubra la demanda que los consumidores presentan en cada momento. Como ya se ha mencionado antes, generación y consumo deben ser iguales en todo momento, dada la incapacidad que existe de almacenar energía eléctrica.

En general, son las comercializadoras las encargadas de comprar energía para todos sus clientes y abastecer sus necesidades, aunque también existen los consumidores propios.

Un consumidor propio es aquel que compra la energía a través del mercado eléctrico (como si de una comercializadora más se tratase) y la compra para su uso personal. Para ser consumidor propio el operador del mercado exige una serie de requisitos (principalmente económicos) a cumplir, para poder participar en las subastas.

La curva de la demanda se compone, por tanto, de todas las unidades que demandan una cantidad determinada de energía del sistema eléctrico. Todas las unidades demandantes deben fijar una cantidad de energía y un precio, al que estarían dispuestos a comprar dicha energía, para cada una de las subastas.

La energía que se demanda es la que luego debe suministrar a sus clientes, teniendo las comercializadoras que prever la demanda que sus consumidores tendrán. Para ello, se dispondrá de una subasta en el mercado diario y de seis sesiones más en el llamado mercado intradiario. En caso de que la previsión haya sido mala, o haya ocurrido algún acontecimiento que dispare o hunda la demanda las comercializadoras deberán acudir a las sesiones del mercado intradiario para así



ajustar su demanda. Está previsto que en el futuro se establezca un mercado intradiario continuo.

Al contrario que ocurre con la energía demandada, en la que no existen límites a la hora de exponer sus ofertas de compra, el precio sí que tiene un límite superior y un límite inferior. La máxima oferta a la que se puede comprar energía está fijada en el mercado ibérico (MIBEL) en 180.3 €, mientras que el límite inferior está en 0 €.

Cada mercado es libre de poner sus límites, existiendo mercados en los que se puede llegar a tener ofertas a precio negativo. En el siguiente apartado (La curva de la oferta) se verá algún ejemplo de ofertas de venta de energía a precio negativo.

La curva de la demanda sufre cambios intradiarios (hay determinadas horas del día en la que la demanda eléctrica es mayor y otros en los que la demanda cae) y también sufre cambios según el día de la semana que sea. Se demuestra que los días laborables son en los que la demanda es mayor, mientras que en los fines de semana y festivos se produce una bajada considerable de ella.

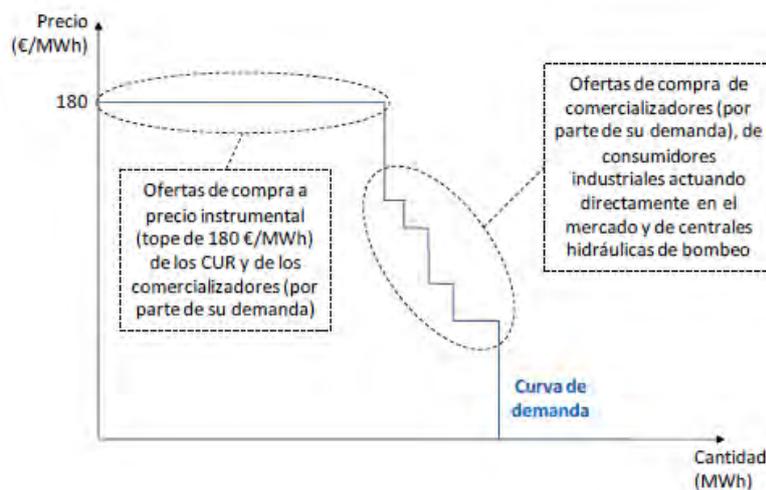


Figura 4: Curva de demanda



El consumo de energía eléctrica está presente en todos los aspectos de la vida cotidiana, como pueden ser la iluminación, producción de agua caliente sanitaria, calefacción/aire acondicionado, aparatos electrónicos y electrodomésticos, etc.

Por ello, los factores determinantes a la hora del establecimiento de la curva de la demanda son:

Laboralidad

Es uno de los factores más determinantes, pues aproximadamente el 50 % de la demanda proviene de las actividades industriales y del sector terciario.

La actividad industrial presenta una forma plana en la curva de demanda diaria, es decir, a lo largo del día la energía que consume será la misma. Por tanto, se puede decir que la forma característica que presenta la demanda (con picos a mediodía y al anochecer) es debida a los hogares y consumos propios.

Temperatura

Otro factor determinante en la cantidad de energía demanda es la temperatura. Actualmente, la gran mayoría de los hogares, negocios, industrias cuentan con sistemas de climatización, que obviamente, consumen electricidad. Durante los meses más calurosos del año, la demanda aumenta en consecuencia de los equipos de aire acondicionado. Por otro lado, durante los meses más fríos del año son las calefacciones las que hacen aumentar la demanda eléctrica.

Eventos especiales

Un factor que puede ser determinante en ocasiones puntuales son los eventos especiales, como puede ser un acontecimiento deportivo mundial. Estos eventos



podrán modificar la curva de manera puntual estableciendo un pico o un valle fuera de lo normal.

5.1. Previsión

Como ya se ha explicado anteriormente, la casación del precio consiste en la agregación de las curvas de la demanda y la oferta. En el modelo a elaborar, la curva de la demanda será adquirida a través de REE.

Mediante su plataforma esios, el operador del sistema publica una estimación de la demanda eléctrica a nivel nacional en varios horizontes de tiempo. El horizonte necesario será el horario, aunque también se tomarán datos de horizontes a más largo plazo para analizar así la tendencia de la curva.

Sin embargo, este dato no es directamente el valor necesario para el modelo, ya que no toda la demanda peninsular se gestiona en el mercado diario, existiendo también las seis sesiones del mercado intradiario y las interconexiones y acuerdos bilaterales.

Para ello, se toma también como dato el histórico de la energía gestionada en el mercado diario en un periodo de tiempo suficientemente grande (dos años). Mediante la combinación de ambos datos se extraen conclusiones sobre la proporción que existe entre ellos.

A raíz de estas conclusiones se establecerán unos coeficientes de corrección, que serán aplicados a la previsión que REE proporciona, consiguiendo así un valor bastante aproximado de la energía que se gestionará en el mercado diario del día de la previsión.

Otros datos modifican la curva de la demanda y que son necesarios para la implantación del modelo son los acuerdos bilaterales y las interconexiones, así



como el histórico de precios. El histórico de precios, como se verá posteriormente, será utilizado en el segundo modelo.

- Acuerdos bilaterales: Los acuerdos bilaterales son compromisos adquiridos entre dos partes para la compra/venta de energía a un precio fijado días, meses o incluso años antes del día en cuestión. Ante las posibles fluctuaciones del precio del mercado eléctrico en el pool, una de las partes negocia un precio con otra para la adquisición de energía. Si el precio es mayor que el fijado, la parte vendedora saldrá perdiendo ya que podría haber obtenido más beneficio vendiéndolo el propio día y viceversa.

OMIE también publica dichos datos hasta el día $n+1$, siendo n el día actual.

La importancia del conocimiento de estos datos es saber cuánta será la generación extra que se tendrá que producir para cubrir la demanda y los acuerdos bilaterales.

- Interconexiones: Las interconexiones hacen referencia a la capacidad de transporte de energía eléctrica que existe entre dos países mediante las líneas eléctricas. En Europa, la capacidad de interconexión ronda el 8-10% de la capacidad de producción, siendo superior en el este europeo (llegando en algunos países a ratios superiores al 18%) e inferior en Francia, Italia o España (todos ellos por debajo del 10% y España en torno al 4,5%).

Es importante destacar, que la capacidad de exportación e importación no tiene por qué ser necesariamente la misma. Dichos datos son importantes a la hora de conocer las limitaciones que existen entre dos países vecinos en un modelo de negocio que apunta, en el futuro, a un incremento en la importancia de interconexión con el objetivo de crear un mercado europeo único.

Los datos de interconexiones los proporciona OMIE y, al igual que ocurre con los acuerdos bilaterales, los publica hasta el día $n+1$, siendo n el día actual.



- Histórico de precios: El precio de la electricidad, como ya se ha explicado previamente, se determina mediante el punto de intersección de las curvas de la oferta y la demanda para cada una de las horas en el pool. OMIE proporciona diariamente el precio fijado por horas para el día siguiente, por lo que los datos se pueden obtener con bastante facilidad. La obtención de estos datos proporciona unos valores de referencia, en los que se observa cómo dicho valor oscila en torno a un precio (50€/MWh). Además, se observa que los precios siguen aproximadamente un patrón (siendo menores en aquellas estaciones donde la generación por parte de las energías renovables es alta, y mayores cuando la generación de las energías renovables es baja).



Capítulo 6 LA CURVA DE LA OFERTA

La curva de la oferta está formada por cada una de las ofertas de venta por parte de las unidades de generación.

Estas unidades de generación pueden producir la energía eléctrica mediante distintas formas, como pueden ser mediante aerogeneradores (eólica), turbinas en el curso de un río (hidráulica), etc.

Según la tecnología que sea la utilizada para producir la energía, cambiará el coste total de producir cada MWh. Así, las ofertas de venta de se irán agrupando desde las unidades que oferten a precio cero, hasta aquellas que lo hagan a precio máximo. A continuación se desglosarán las tecnologías según el precio al que suelen operar:

- Las unidades que ofertan a precio cero son, en general, las que vienen de medios no gestionables y aquellas centrales en las que el coste de parada de la central es muy alto.

Se definen medios no gestionables aquellos medios cuya fuente no se puede controlar. En este campo se catalogan a las tecnologías eólica, hidráulica fluyente y solar fotovoltaica.

Como es sabido, el viento es uno de los factores meteorológicos más imprevisible y la velocidad, dirección y lugar donde va a soplar en cada momento uno de los aspectos que más determinan el precio de la electricidad.



Al no poder decidir cuándo hacer que el viento sople ni a qué velocidad (al contrario que otras centrales como pueden ser las de ciclo combinado) cada MWh generado ha de venderse, ya que si no se estaría perdiendo dinero. Como ya se ha explicado antes, el mercado eléctrico español es de tipo marginalista, por lo que una oferta a precio cero no implica que el beneficio real sea cero (a no ser que la casación ocurra a precio cero).

Sin embargo, esta situación está cambiando, y las ofertas eólicas ya no son siempre a precio cero. Este cambio viene dado ya que, aunque son muchos los días en los que el precio de casación del mercado diario no es cero, por lo que todas las ofertas obtienen de beneficio el número de MWh ofertados multiplicado por el precio de casación (independientemente del precio al que se haya ofertado), también hay muchos días en los que el precio de casación sí es cero.

El precio de casación es cero cuando la demanda total del sistema puede ser suplida únicamente por aquellas unidades que ofertan a precio cero. El beneficio para estas horas, por tanto, es cero para las empresas generadoras de energía cuyas ofertas hayan sido casadas.

El no ofertar a precio cero, sino a un precio un poco superior, lo suficientemente alto como para no tener días de beneficio cero y lo suficientemente bajo como para no hacer que sean otras las unidades que entren primero en la casación hace que la base de la curva de la oferta se desplace verticalmente hacia arriba. Este desplazamiento evita horas a precio cero, por lo que se prevé un aumento en el precio medio anual en 2015.



Otro ejemplo de tecnología que oferta a precio cero son las centrales hidráulicas fluyentes, es decir, las que están colocadas en el cauce de un río. Este tipo de centrales tampoco son gestionables ya que dependen única y exclusivamente de la velocidad a la que pase el río por la turbina.

Todas las tecnologías mencionadas anteriormente serían centrales provenientes de medios renovables, y como ya se ha dicho antes no gestionables. Sin embargo, también hay tecnologías cuya forma de producir energía no es un medio natural (viento, agua, sol, etc.) y su precio sí que es cero. En este grupo se sitúan las centrales nucleares.

La producción de energía de las centrales nucleares se basa en la fisión de átomos de uranio. Este proceso, a priori, se podría pensar que es gestionable y que la central podría ofertar la energía sólo cuando fuese rentable. Sin embargo, el proceso de parada de una central nuclear es de aproximadamente una semana, por lo que existen horas del día en el que el coste marginal de producir energía es menor que el beneficio que la central obtendría.

Es por esto, que las centrales nucleares se sitúan en torno a las 8.000 horas de funcionamiento al año (de las 8.760 horas que hay al año). La parada que sufre al año está relacionada con el mantenimiento de sus elementos.

- En siguiente nivel en la curva de la oferta se podría incluir a las centrales de carbón y a los ciclos combinados más competitivos. En general, la puesta en marcha y parada de un ciclo combinado será más eficiente y rápida que las centrales de carbón.



Este tipo de centrales ofertarán la energía que produzcan al coste marginal. Es decir, aunque las centrales de carbón también tengan una parada y puesta en marcha lenta, es más rápida que en las centrales nucleares y dichas centrales podrían especular más con el precio.

Es muy común en este tipo de centrales las ofertas complejas cuya condición sea MIC (mínimos ingresos). Como ya se ha explicado previamente, este tipo de ofertas sólo entrarán en la curva de oferta si el conjunto de ofertas horarias cumplen con la condición de mínimos ingresos.

- Continuando con la curva entrarían las centrales de carbón y las centrales de ciclo combinado menos competitivas. Dicha competitividad se ve reflejada en que ofertarán a precios superiores, es decir, el coste que supone producir energía es mayor y sólo interesará casar sus ofertas cuando el precio sea lo suficientemente alto para cubrir los costes de operación.

En este escalón también ofertarían las centrales hidráulicas regulables. Este tipo de centrales constan de un embalse de agua, cuyas compuertas se abren en el momento en el que la central decida operar. Su puesta en marcha y parada es muy rápida por lo que especularán con el precio. En muchos casos, serán este tipo de centrales las que marquen el precio de corte.

Sin embargo, las centrales hidráulicas regulables no siempre ofertan a precios altos. En épocas en las que las lluvias son torrenciales y la capacidad del embalse está completamente cubierta, dichos embalses operarán lo necesario para evitar desbordamiento ofertando a precio cero.

- En el último escalón de la curva de la oferta se sitúan las centrales de punta, cuya puesta en marcha y parada sea prácticamente horaria (fuelóleo) o



aquellas centrales que no les interese casar la oferta para esa determinada hora.

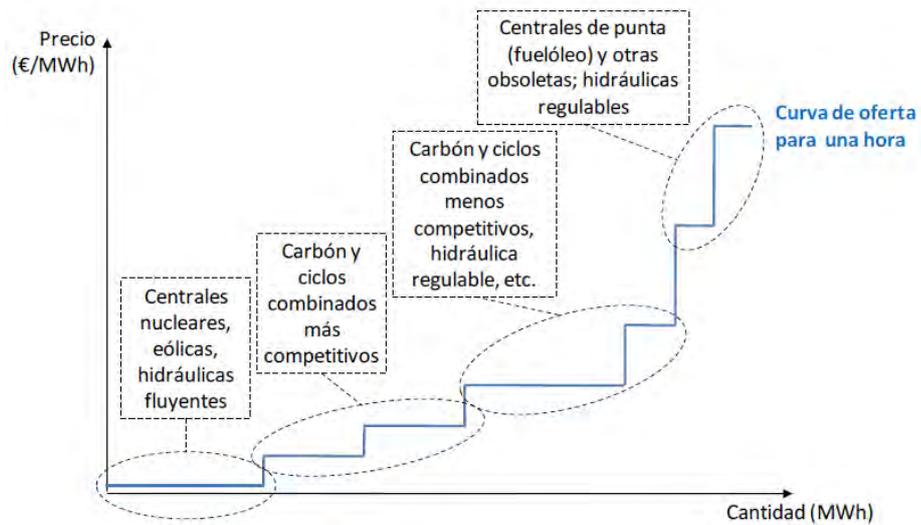


Figura 5: Curva de la oferta



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Capítulo 6 LA CURVA DE LA OFERTA



Capítulo 7 MODELO 1

Antes de comenzar el modelo, se crearán unos programas mediante los cuales los datos necesarios para la implantación o análisis previo de cualquiera de los dos modelos se obtendrán y almacenarán automáticamente.

En primer lugar se creará un programa que actualice la base de datos de aquellas variables de las que se conocen datos hasta el día $n+1$, siendo n el día actual. Además de este programa también habrá que crear programas cuya función sea la misma para datos cuya disponibilidad es hasta el día $n+4$, $n-90$ y hasta el día $n-7$.

7.1. Lectura y almacenamiento de datos

Horizonte $n+1$

La información se almacenará en distintas bases de datos según la variable que sea (acuerdos bilaterales, interconexiones e histórico de precios).

En primer lugar, se leerá la información acerca de los acuerdos bilaterales (compras y ventas del sistema español, no MIBEL). Dicha información la publica 'OMIE' en su página web a través de una ftp. A cada día se le asigna una dirección URL distinta lo que facilita la lectura específica de los días necesarios.

Para leer dichos archivos habrá que acceder a la página web Para la lectura de la página web se utiliza el comando 'urlread'. Como se ha explicado, cada día adquiere una dirección URL en función de la fecha. El comando se incluirá dentro de un bucle 'for' que lea todos los días necesarios.



Como sucederá con todos los programas de actualización de datos, el día primero se elegirá revisando los datos ya almacenados en la base de datos. Para ello, mediante el comando 'database' se conectará Matlab con la base de datos de Microsoft Access y con el comando 'fetch' se tomarán datos de dicha tabla. Para seleccionar el último dato de tabla se ordenarán los datos en ella y el resultado será un único día. Esta mecánica se repetirá en todos los programas cuya función sea consultar, manipular y almacenar datos.

La información en las carpetas viene separada horariamente por punto y coma. El comando 'urlread' lee los datos como una cadena de 'char', por lo que habrá que tratar dichos datos para poder introducirlos correctamente a la base de datos.

En primer lugar, es necesario separar los datos del 'char' por su separador, en este caso el punto y coma. Para ello, la instrucción 'strsplit' es muy útil y separa el vector leído.

Otra dificultad encontrada es el separador decimal utilizado por OMIE y el separador decimal que Microsoft Access tiene por defecto. Se decide cambiar el leído en OMIE ya que utilizando la instrucción 'strrep' la cadena queda modificada.

En el vector leído no aparece la fecha ni la hora como tal. Por ello, habrá que crearla para que la información quede clasificada en la base de datos. Se hará uso de los comandos 'datenum' y 'datevec'. Datenum asigna a cada instante de tiempo un número, mientras que 'datevec' asigna un vector de 1x6.

Sabiendo cuál es el día inicial de consulta y el día final, y mediante un bucle 'for' se creará el llamado 'vector_fechas', que será fundamental a la hora de tener una organización de los datos en la base de datos. Es importante conocer y tener en cuenta qué días del año tienen 23, 24 o 25 horas para no cometer errores a la hora de casar el vector creado con la información leída de la ftp.



Uniendo el vector de fechas con el vector leído se obtiene el llamado ‘vector_actualizacion_bilaterales’, que será el que posteriormente se introduzca en la base de datos.

Los datos referidos a las interconexiones son también publicados por OMIE en la misma ftp, pero en una carpeta distinta. El procedimiento a seguir para su lectura e introducción a la base de datos es el mismo.

Como ocurría anteriormente, es necesario comprobar qué dato es el último almacenado y a partir de cuál habrá que empezar a leer.

En el caso de las interconexiones, los datos vienen en columnas, aunque también vienen separados por punto y coma, por lo que a la hora de utilizar ‘urlread’ el vector leído tiene la misma configuración que en el caso anterior.

En este caso, la primera columna para cada una de las filas es la fecha y la segunda columna es la hora, por lo que no será necesario crear el vector de fechas en esta ocasión.

A la hora de analizar los datos obtenidos, la información ya es completa y sólo habrá que tener en cuenta que existen varias zonas de interconexión, por lo que en lugar de haber 24 interconexiones al día, existirán 96 interconexiones (24 horas*4 interconexiones). Dicho vector se introducirá a la base de datos.

Por último, el histórico de precios de casación del mercado diario también se puede encontrar en la misma ftp. La información de los precios históricos viene muy bien expuesta. En ella, aparece para cada día: la fecha, la hora y el precio, todo ello separado por punto y coma (separación de filas por día).

El comando ‘urlread’ se encargará de leer dichos datos y mediante ‘strsplit’ y ‘strrep’ se modificarán los datos para su buena incorporación en la base de datos.



Con ello quedaría finalizado el programa encargado de leer, almacenar e introducir los datos en Microsoft Access, cuya disponibilidad es hasta el día $n+1$, siendo n el día actual.

Horizonte $n-90$

Los datos cuyo horizonte temporal de actualización son de $n-90$ es el programa horario operativo (P48). El P48 es el programa de energía operativo diario que el OS (REE) establece cada hora y hasta el final del horizonte diario. Previo a este programa existen otros como son el programa de energía diario base de funcionamiento (PDBF), el programa diario viable definitivo (PDVP) y el programa horario final (PHF). A continuación se explicarán que representan cada uno de ellos:

- Programa diario base de funcionamiento (PDBF): Es el programa de energía diario, con desglose horario, de las diferentes unidades de programación correspondientes a ventas y adquisiciones de energía en el sistema eléctrico peninsular español (mercado diario + contratación bilateral con entrega física). Se define unidad de programación como la agregación o no de varias unidades físicas ofertantes que se comportan como bloque.
- Programa diario viable definitivo (PDVD): Es el programa de energía diario, con desglose horario, que incorpora las modificaciones introducidas en el PDBF para la resolución de las restricciones técnicas identificadas por criterios de seguridad y el posterior proceso de reequilibrio generación-demanda.



- Programa horario final (PHF): Es el programa de energía diario, con desglose horario, establecido con posterioridad a cada una de las sucesivas sesiones del mercado intradiario, como resultado de la agregación del PDVP y de la casación del mercado intradiario una vez resueltas, en su caso, las restricciones técnicas identificadas en el mercado intradiario y efectuado el posterior proceso de reequilibrio generación-demanda.
- Programa horario operativo (P48): Es el programa de energía operativo diario que el OS establece cada hora y hasta el final del horizonte diario. El programa horario operativo incorporará todas las asignaciones y modificaciones de programa aplicados por el OS sobre el Programa Horario Final.



Figura 6: Secuencia de mercados físicos

De entre todos los programas existentes es interesante el P48 para saber la energía generada total después de solucionar todas las restricciones, los acuerdos bilaterales, etc. A través de este programa, posteriormente, se hará un análisis unidad de programación por unidad de programación.



El trabajo previo a la programación del código será crear una tabla de referencia en la que aparezcan todas las unidades de programación, así como su tecnología y su potencia máxima.

Dicha información aparece en *esios*, por lo que el trabajo que habrá que hacer será filtrar dicha tabla en función de las unidades de programación que se necesiten y guardarla en una tabla de Microsoft Access para su después conexión con Matlab.

La creación de esta tabla es fundamental para la automatización del proceso de recogida del P48 ya que la información publicada no es completa para el uso que se quiere hacer de ella. La información que viene es fecha, código y la energía en cada una de las horas del día, sin embargo, no viene la tecnología asociada a cada unidad.

Una vez finalizada la tabla a la que se denominará 'CODIGO_TECNOLOGIA' se comenzará con la programación del algoritmo. Para ello los pasos a emplear son la lectura de datos, su manipulación de forma que sólo la información relevante quede almacenada y su posterior introducción a la base de datos.

Todos los programas vienen publicados a través de *esios*. La información requerida viene comprimida en carpetas según el programa que se desee. La particularidad de la extracción de estos datos está en que los datos están comprimidos, por lo que no bastará con usar el comando 'urlread', sino que habrá que descomprimir la carpeta elegida y posteriormente leer los archivos. Para ello se utiliza el comando 'unzip', implantado dentro de un bucle 'for' para así seleccionar el periodo temporal de lectura de datos que se desee.

El periodo temporal se seleccionará de modo que se recojan datos desde el día $k+1$, siendo k el último día del que se disponen en la base de datos hasta el día $n-90$ (siendo n el día actual, como ya se ha definido anteriormente).



Una vez se tengan calculados los días de inicio y final se leerán los archivos descomprimidos de cada uno de los días. La lectura de los archivos se hará mediante el comando ‘for’ para avanzar día a día, con el comando ‘sprintf’ (comando que escribe números o cadenas almacenadas previamente) para que la URL de la que se tiene que descomprimir el archivo sea cada vez la adecuada y mediante ‘xlsread’ para leer la información, ya que la información descomprimida tiene formato .xls (hoja de cálculo de Microsoft Excel).

A continuación, habrá que comparar la información leída con la tabla ‘CODIGO_TECNOLOGÍA’ para así asignar a cada unidad de programación una tecnología. Una vez se haya realizado esta relación, la información está preparada para su introducción en la base de datos.

Como se ha hecho en el resto de programas, la información se introducirá mediante el comando ‘fastinsert’ seleccionando la tabla de destino y el vector que se quiere introducir.

En este horizonte temporal también se publican las curvas de la oferta y la demanda. Sin embargo, esta variable se estudió más adelante ya que es necesario un estudio previo a la hora de establecer qué tecnología corresponde a cada unidad. Al contrario que ocurría con las unidades de programación, la información correspondiente a las unidades físicas ofertantes es mucho más privada y no es pública. Más adelante se expondrá el estudio realizado para determinar la tecnología.

Horizonte $n-7$

En este horizonte temporal se publican datos relacionados con la disponibilidad por tecnología. Este dato será importante a la hora de establecer cuánta energía es capaz de suministrar cada una de las diferentes tecnologías.



El programa se realizará con Matlab, al igual que el resto de programas ya hechos. La información es publicada por *esios*, y como en muchos otros casos está comprimida. El procedimiento a seguir el mismo en estas situaciones. Mediante los comandos ‘for’, ‘sprintf’ y ‘unzip’ la información queda descomprimida.

El formato en el que los datos aparecen es .xls, por lo que una vez más se hará uso del comando ‘xlsread’. Una vez leídos los datos, no será necesaria ninguna manipulación para su incorporación y almacenamiento en la base de datos. Para ello se volverá a utilizar el comando ‘fastinsert’.

Horizonte $n+4$

Para el horizonte temporal $n+4$ se obtienen previsiones de generación hidráulica, solar fotovoltaica, solar térmica y eólica. Estas previsiones son facilitadas por Meteorológica a través de Xtraders.

La plataforma mediante la cual la información se sube es una ftp privada. En este caso el procedimiento a seguir será un poco distinto y serán requeridos otros comandos como son ‘ftp’ para establecer la conexión con ella y ‘cd’ para variar la carpeta de la que se desea descargar. El comando que descargará la información es ‘mget’.

Una vez se tienen los archivos descargados (formato csv) se utiliza el comando ‘importdata’ para tener la información en un vector en Matlab. La única modificación que habrá que hacer a la información proporcionada es referente al formato de la fecha, separando fecha y hora en dos columnas distintas.

El último paso consistirá en introducir los vectores de previsiones a la base de datos (una tabla por cada generación distinta) mediante el comando ‘fastinsert’.



Con ello, se da por concluida la recogida y actualización de datos. Como se verá más adelante, no todos los datos se utilizan en ambos modelos, siendo el primero, simplemente, el resultado de la agregación de las curvas de oferta y demanda. En este modelo no se tendrán en cuenta las ofertas complejas que se han visto anteriormente, por lo que se tratará a cada unidad horaria por separado.

7.2. Modelado

Como ya se ha visto anteriormente, EUPHEMIA se basa en la casación del mercado diario eléctrico maximizando el *welfare*.

El modelo constará de dos partes: una primera parte que consiste en hacer una previsión de las ofertas que habrá para el periodo seleccionado y una segunda parte en el que se plasmará el algoritmo de casación uniendo las ofertas previstas con la demanda prevista para ese mismo periodo.

La primera parte, es la más delicada, y habrá que tener especial cuidado en ella. Los datos requeridos para ello será un histórico de las distintas variables que interfieren en la curva de la oferta, así como las ofertas pasadas.

En ella, se hará fundamental un buen sistema de previsión de producción eólica, solar e hidráulica. Para ello se recurre a la plataforma 'Xtraders' que proporciona previsiones de dichos producibles para distintos periodos de tiempo. Además de Xtraders, el modelo también se verá alimentado por REE, a través de su plataforma *esios*. Todos los días, dicha plataforma publica una previsión de la demanda de electricidad en la península con un horizonte máximo de una semana.

Uniendo todas estas previsiones se logra una estimación de las curvas de oferta y demanda que serán posteriormente casadas en la segunda parte del modelo.



La segunda parte es la implantación del algoritmo de casación en Matlab mediante el cual se producirá una agregación de todas las ofertas previstas con la demanda esperada.

A continuación se explicará más en detalle cada una de estas partes:

7.2.1. Recogida y clasificación de ofertas

La previsión de ofertas se hará principalmente basado en el histórico de ofertas. Mediante la conexión que se puede establecer entre Matlab y Access se recogerán las ofertas casadas y no casadas del mismo día a la misma hora de hace uno y dos años.

El primer paso consiste en la recogida de las curvas como tal. Conocer un histórico de las ofertas de cada una de las unidades físicas ofertantes y la demanda de las comercializadoras y consumos directos es muy útil ya que se puede obtener una información detallada de las curvas y de su punto de casación en función de la hora, la laboralidad o no del día, la estación, etc.

En este caso, los datos son publicados 90 días después del día en cuestión por OMIE. La información viene detallada para cada una de las horas en las que aparece el precio por el que se oferta o demanda, la cantidad de energía, el código de la unidad ofertante y la casación o no de la oferta.

Aunque la información ofrecida por OMIE es completa, no es completa para toda la información que se requiere. Como ya se verá más adelante, es necesaria una distinción de cada tipo de oferta según su tecnología. Para ello se recurre al programa Matlab.

El objetivo es representar gráficamente cada una de las unidades ofertantes en un periodo anual, de modo que según la forma y la cantidad de energía que oferte,



así como el precio al que lo haga se pueda deducir el tipo de tecnología. A continuación se expondrá la forma de cada una de las tecnologías.

Cabe destacar que para hacer dicho estudio se han analizado tanto las ofertas casadas como las no casadas, siendo determinante la forma que representan las ofertas casadas por separado. Esto es así debido a que el gran número de ofertas complejas hace que la figura se desvirtúe siendo muy difícil sacar alguna conclusión clara.

Eólica

La tecnología eólica se caracteriza por su alta volatilidad y por ofertar a precios muy bajos (cero hasta 2014). Como se ha explicado anteriormente, al tratarse de un producible no gestionable la oferta de energía a precio cero asegura

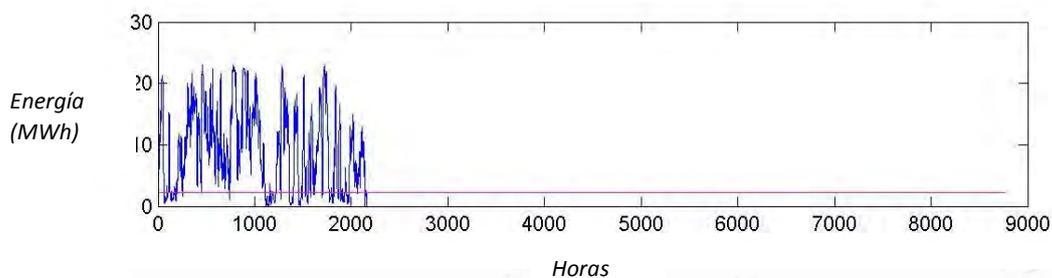


Figura 7: Generación eólica

la casación de la oferta (por lo menos parcialmente en caso de que el precio de casación fuera cero y no pudiera casarse toda la energía ofertada a precio cero).

La figura representa la energía casada frente al número de horas de una unidad ofertante eólica en la que se puede apreciar cómo la volatilidad es la marca dominante. Dicha unidad sólo casó 2.000 horas del año aproximadamente, lo que es normal en el caso de los aerogeneradores.



Hidráulica

En este tipo de tecnología es importante hacer una distinción entre las unidades hidráulicas de río fluyente, donde la energía generada depende del caudal que pase por la turbina, y las hidráulicas gestionable, donde el agua está almacenada en un embalse superior. El almacenamiento del agua permite abrir las compuertas del embalse superior cuando se desee o cuando sea necesario por capacidad y generar así energía cuando se desee.

Esta distinción será manifiesta en la representación gráfica. Por un lado, las centrales hidráulicas fluyentes mostrarán una forma muy similar a la tecnología eólica, mientras que las centrales hidráulicas gestionables pueden manifestar saltos abruptos y escalones a la hora de ofertar energía.

Esta condición se manifiesta también en el precio al que dichas centrales ofertan su energía. Mientras que las centrales hidráulicas fluyentes lo hacen a precio muy bajo (por ser un producible no gestionable), las centrales hidráulicas gestionables pueden especular con el precio y casar sus ofertas sólo cuando el precio sea alto para así sacar el mayor rendimiento posible.

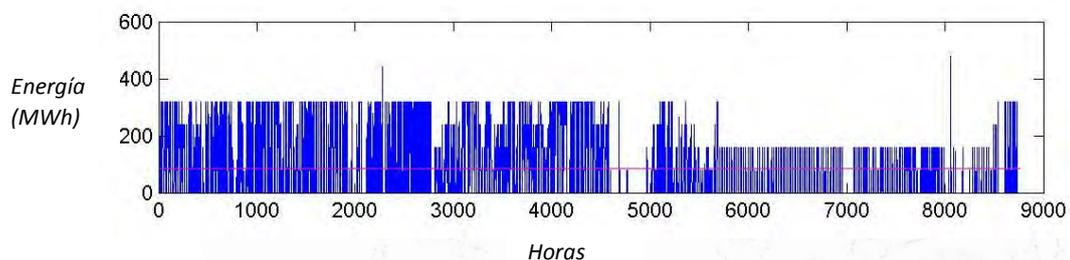


Figura 8: Generación central hidráulica gestionable

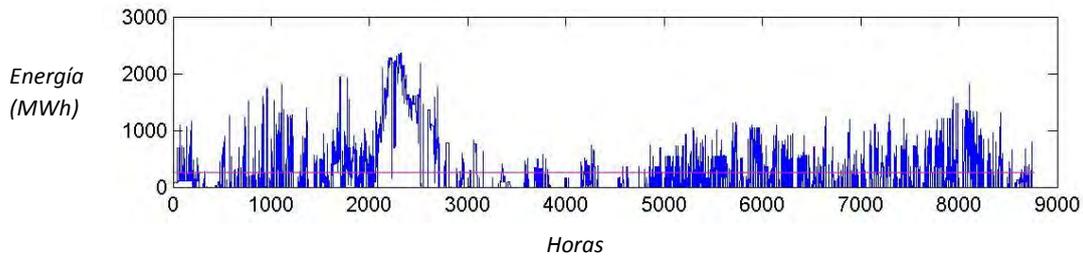


Figura 9: Generación central hidráulica fluyente

Las figuras adjuntadas anteriormente representan una central hidráulica gestionable y una central hidráulica fluyente, respectivamente. Pueden apreciarse las diferencias expuestas anteriormente.

Solar

Al igual que ocurre con las centrales hidráulicas, también será necesario hacer una distinción en las centrales solares, existiendo las centrales solares fotovoltaicas y las centrales solares térmicas.

Las centrales solares fotovoltaicas se caracterizan por la generación de energía eléctrica por el calentamiento de las llamadas placas solares. Este tipo de centrales generan la energía en corriente continua, por lo que será necesario un alternador que transforme la energía en corriente alterna para poder introducirla en la red.

Además, el almacenamiento de este tipo de centrales es nulo, por lo que sólo podrá generar cuando la radiación incidente sea suficiente. Se tratan, por tanto, de un tipo de tecnología no gestionable.



Por otro lado, las centrales solares térmicas basan la generación de energía eléctrica en el calentamiento de un líquido, normalmente agua, que posteriormente se utilizará en un sistema de turbina-generator y producirá así la energía.

Al contrario que ocurría con las centrales solares fotovoltaicas, este tipo de centrales sí son capaces de almacenar parte del calor absorbido para así generar también energía en aquellas horas donde la radiación solar no sea suficiente.

Para el análisis realizado, no se hará distinción entre ambos tipos de centrales ya que el precio al que ofertan es muy similar (bajo, al tratarse de una tecnología no gestionable) y sus periodos de generación en un horizonte temporal mensual o anual, por ejemplo, son muy similares.

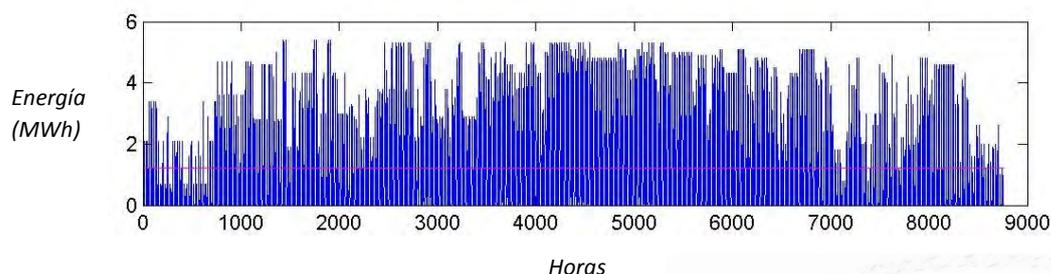


Figura 10: Generación solar fotovoltaica

La figura corresponde con la generación de una unidad ofertante, cuya forma de obtención de energía es mediante placas solares fotovoltaicas. Se puede apreciar cómo no es una generación continua, si no que por la noche la generación disminuye a cero y durante el día vuelve a aumentar.

Cogeneración/Biomasa

La cogeneración y la biomasa son formas alternativas de generación de energía eléctrica. Su producción se basa en la mayor eficiencia en la combustión, aprovechando también la energía térmica. Otra ventaja que poseen es que al estar



cerca de los puntos de consumo se minimizan o reducen al máximo las pérdidas por cambios de tensión, transporte, etc.

La diferencia entre biomasa y cogeneración reside en los combustibles empleados principalmente. Sin embargo, la representación gráfica de la energía a lo largo de un periodo de tiempo suficientemente grande es muy similar.

Dichas centrales suelen emplearse para el consumo propio y sus potencias no son muy elevadas. Es típico, que las centrales de biomasa produzcan una cantidad de energía muy parecida a lo largo de todo el año, mientras que las centrales de cogeneración mantienen la que presenta la demanda eléctrica (con picos en horas punta y valles por las noches).

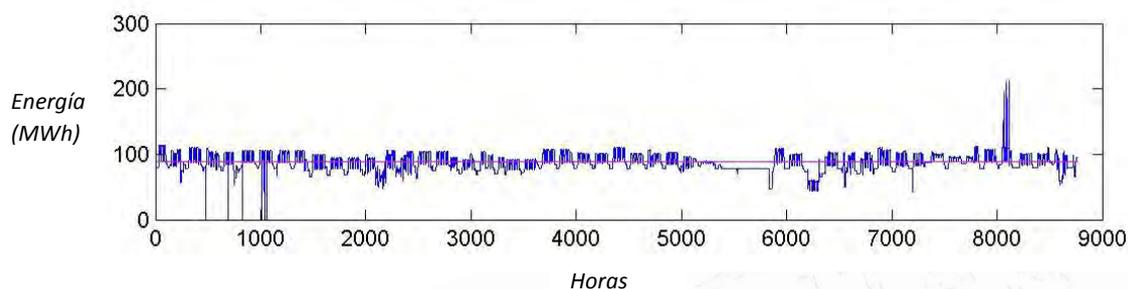


Figura 11: Generación central cogeneración

La primera gráfica representa la generación eléctrica de una central de cogeneración a lo largo de todo un año, mientras que la segunda representa la generación eléctrica de una central de biomasa. El precio al que ambas centrales ofertan es muy parecido. Dicho precio es bajo, en muchas ocasiones ofertan a precio 0. El comportamiento de una central de biomasa es muy parecido al de una central de carbón o nuclear, sin embargo, un punto básico para su diferenciación reside en la cantidad de energía que produce. Como puede apreciarse, no llega a 20 MWh, mientras que las centrales nucleares pueden generar hasta alrededor de 1000 MWh.

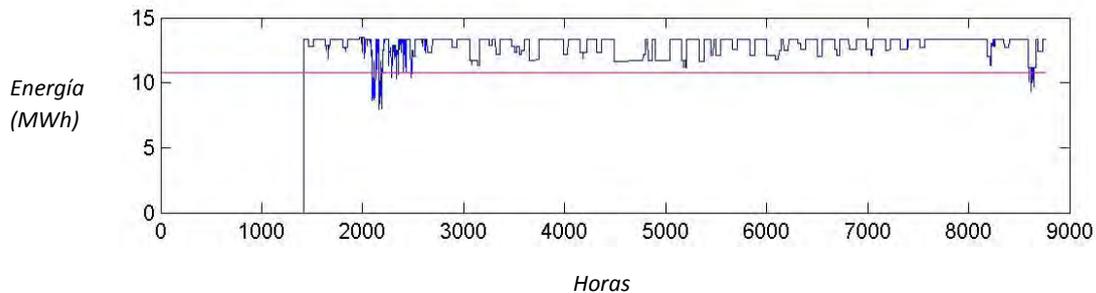


Figura 12: Generación central biomasa

Nuclear

Las centrales nucleares se basan en la fisión del núcleo de átomos de un isótopo del Uranio. Con la fisión se consigue calor, que servirá para aumentar la temperatura de un líquido, normalmente agua, que se implantará en un sistema de turbina-alternador.

Una de las características muy importantes de las centrales nucleares es el coste temporal y consecuentemente económico en su puesta en marcha y parada. Es por ello, que una central nuclear está aproximadamente 7.000 horas en funcionamiento al año.

Esta tardanza en la puesta en marcha y parada condiciona el precio al que ofertan, ya que debe asegurar que entra en la casación para así no verse obligada a parar la central y por tanto, ofertar a precio muy bajo (normalmente cero).

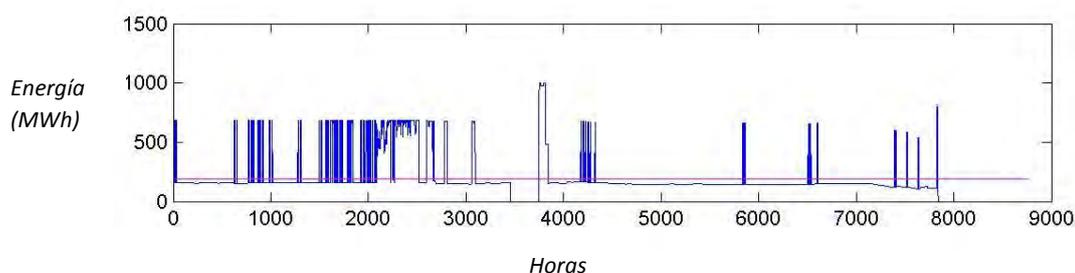


Figura 13: Generación central nuclear

Como puede apreciarse en la figura, la central nuclear (Almaraz en nuestro ejemplo), está nominando en el mercado diario una gran parte del año. Se ven interrupciones entre la hora 3.000 y la hora 4.000 y a partir de la hora 7.800 aproximadamente. También se pueden observar grandes saltos en la energía casada, situación que se explica ya que el estudio se ha realizado con las ofertas casadas del mercado diario. Esto quiere decir, que la energía casada en este mercado no es la energía total generada por esa unidad, existiendo los mercados intradiarios y los acuerdos bilaterales, así como las interconexiones.

La gráfica de generación total de la central de Almaraz, estudiada a través del P48 es prácticamente una recta alrededor de los 1.000 MWh.

Carbón

Las centrales de carbón generan energía eléctrica a través de la combustión del carbón. Se utiliza la energía térmica generada para, mediante un sistema turbina-alternador generar la energía eléctrica.



Al igual que ocurre con las centrales nucleares, la puesta en marcha y paro de estas centrales es larga, aunque en este caso más rápido que las centrales nucleares. Es por este motivo, por el que son muchas las horas al año en las que las centrales de carbón están en funcionamiento al año.

El precio al que ofertan también es bajo, y ronda de media entre 2013 y 2014 los 20-30 euros (de las ofertas casadas). Con todo ello, se deduce que la gráfica anual de una central de carbón debería ser muy parecida a las centrales nucleares. Para su diferenciación, el factor determinante es la potencia ofertada, menor en las centrales de carbón que en las de ciclo combinado.

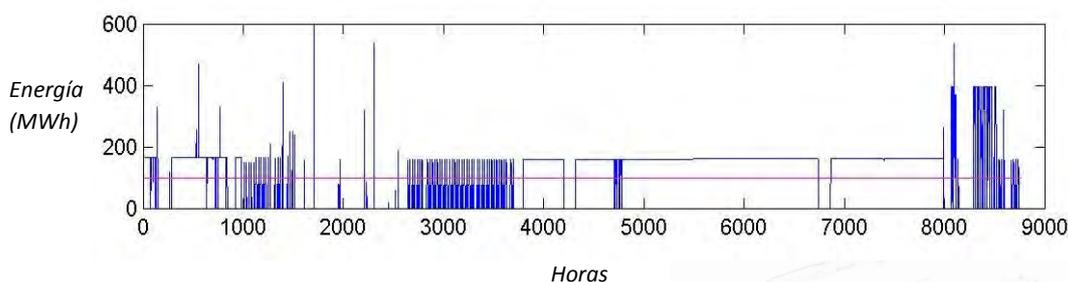


Figura 14: Generación central carbón

Ciclos Combinados

Por último, los ciclos combinados basan su generación eléctrica en la coexistencia de dos ciclos termodinámicos en un mismo sistema, uno cuyo fluido de trabajo es el vapor de agua y otro cuyo fluido de trabajo es un gas producto de una combustión.

Los ciclos combinados se caracterizan por su rápida puesta en marcha y parada, siendo muy útiles para abastecer los picos de demanda. Esta flexibilidad en su operación permite ofertar a precios más altos que el resto de tecnologías, decidiendo así cuándo y cuánto van a producir.



A lo largo de un año son muy pocas las horas en las que un ciclo combinado está funcionando, por lo que en su representación gráfica se observarán muchas horas en las que no está en funcionamiento y picos abruptos de energía.

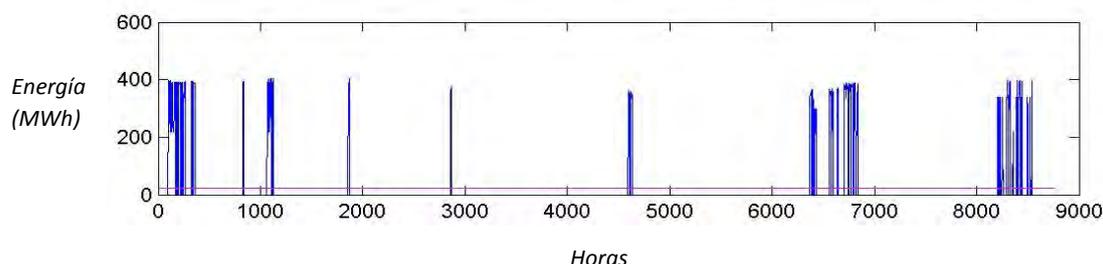


Figura 15: Generación ciclo combinado

7.2.2. Lectura y almacenamiento de ofertas

Una vez se tienen clasificadas todas las unidades ofertantes por su tecnología, se creará una tabla en la base de datos llamada 'Unidades_Ofertantes' en la que estarán todas las unidades con una tecnología asociada.

No influye la distinción entre las unidades demandantes de energía (comercializadoras o consumidores directos) ya que la previsión de demanda vendrá dada por REE todos los días, y es el valor que se usará.

Por último, se implantará el programa en Matlab mediante el cual recogerá automáticamente las curvas de oferta y demanda y otro programa mediante el cual se recoja la demanda prevista y la demanda observada.

El objetivo del programa es leer datos publicados por OMIE, identificar qué datos son útiles y necesarios, tratarlos de modo que la información sea completa e



ir acumulándolos en una base de datos para su posterior uso en la implantación del algoritmo.

La información es publicada en la página web de OMIE, a través de una ftp. La dificultad reside en que los archivos donde está la información están comprimidos. Existe un archivo de texto por cada día y una carpeta comprimida por mes que contiene todos los archivos de texto.

El primer paso es consultar el último día del que se disponen datos, como ya sucedía en el resto de programas. Para ello se establece la conexión entre Matlab y la base de datos de Microsoft Access mediante el comando 'database'. Una vez se identifique el primer día a partir del cual hay que recoger los datos se descomprimirán las carpetas pertinentes y se leerán los archivos de texto pertinentes.

Para descomprimir la carpeta se hará uso del comando 'unzip' y para la lectura de los archivos de texto en ella se utilizará el comando 'importdata'. Al tratarse de un proceso en el que, dependiendo de la frecuencia con la que se ejecute el programa, puede recoger datos de un día o de un año a la vez, se implementará dentro de un bucle 'for' de modo que coja los datos de todos los días necesarios.

Una vez se tenga la información de los archivos de texto se comparará el código de la unidad ofertante con la tabla 'Unidades_Ofertantes' de modo que a cada unidad ofertante se le asigne la tecnología correspondiente. En algunas ocasiones es posible que aparezcan nuevas unidades. En esos casos se mostrará un mensaje por pantalla indicando la aparición de un nuevo código y se introducirá en la tabla 'Unidades_Ofertantes' indicando en la tecnología 'NUEVA'.

Para asignar cada nueva unidad con una tecnología se recurrirá al código para que pinte las ofertas casadas y se pueda incluir en alguna de ellas. Para hacer ello, será necesario que pase un tiempo para no inducir a error a la hora de evaluar su tecnología.



Por último, una vez se tenga el vector con los datos a incluir en la base de datos, se utilizará el comando ‘fastinsert’ indicando la tabla en la que se quiere introducir.

Además, se introducirá mediante los comandos ‘if-else’ un sistema que identifique si la base de datos ya está actualizada (en caso en que se ejecute dos veces un mismo día por error). En caso de así serlo saltaría un mensaje para informar.

El segundo programa consistirá en leer la demanda observada y la previsión de la demanda. Esta información es publicada por la plataforma ‘esios’, perteneciente a REE. Al igual que ocurría con el primer programa, el objetivo es leer una información determinada, identificar qué información es útil, manipularla, si es necesario, para que la información sea completa e introducirla en una base de datos.

La información bien publicada en una página web y tal y como ocurría anteriormente, la información esta comprimida. La diferencia radica en que en este caso los archivos comprimidos ya no son archivos de texto, sino que son hojas de cálculo de Microsoft Excel.

Para descomprimir los archivos, en este caso se ha optado por el comando ‘gunzip’, cuya función es la misma que el usado anteriormente. Por el contrario, para leer la información ya no se utilizará el comando ‘importdata’ si no que se utilizará ‘xlsread’. Se podría haber usado ‘importdata’ pero se decide usar el nuevo ya que se trata de un comando específico para dichos archivos y tiene mucha más flexibilidad a la hora de determinar qué datos leer (rango). Además, el almacenamiento de los datos es mucho más cómodo, quedando estos en ‘cell arrays’ y ‘double’.

En este caso, la información dada ya es completa y el último paso por hacer será introducirla en la base de datos, que se hará de la misma forma, con el comando



‘fastinsert’. Lo único que habrá que tener en cuenta es que la demanda observada y la demanda prevista se almacenarán en dos bases de datos distintas.

Una vez se disponen de todos los datos necesarios para la programación del algoritmo se pasará a la selección de ofertas necesarias. Cabe destacar que Matlab no siempre recogerá las ofertas del mismo día de los años previos, si no que se tendrá en cuenta la laboralidad del día que sea la previsión. Esto se traduce en que si el día de la previsión coincide con festivo o fin de semana, los datos recogidos de años anteriores también serán del fin de semana. De la misma manera, si el día de la previsión coincide con un día laborable, los datos de años anteriores recogidos, pertenecerán también a días laborables.

Las ofertas se agruparán por tecnología y por año, y se guardarán en una estructura denominada ‘estructura_ofertas’. Como forma de almacenamiento se elige una estructura por su comodidad de acceder a los datos en ella, así como por la capacidad de mantener todas las ofertas organizadas. Dentro de ‘estructura_ofertas’ se asignará un campo a cada tecnología para las ofertas de un año antes y otro campo por tecnología para aquellas de hace dos años.

En la recogida de ofertas, aquellas unidades que ofertaron pero que en la actualidad están dadas de baja, no se incluirán juntas

A continuación, se realizará un proceso de modificación de las ofertas en función de las condiciones meteorológicas que hubo en el pasado y las que habrá en el día de la previsión.

Esta modificación se hará tecnología por tecnología y año por año, aplicando dos coeficientes. El primer coeficiente corresponde al error que hubo entre la previsión pasada y lo realmente observado. Se asume que el error que habrá para el nuevo año es igual al que hubo el año pasado. Sin embargo, existen ocasiones en las que por factores externos la previsión fue mala o hubo un pico



inesperado de algún tipo de producible, por lo que se limitará dicho error para el presente, asumiendo que los valores extremos no se repetirán.

El segundo coeficiente corresponde a la diferencia que hay entre la previsión histórica y la previsión que existe para el día y la hora en el que se quiere la previsión. Para que este coeficiente sea lo más preciso posible, ambas previsiones se obtendrán de la misma plataforma (Xtraders o *esios*).

Como ya se ha explicado anteriormente, el proceso se repetirá para todas las tecnologías (eólica, hidráulica, solar, nuclear, carbón, CC) obteniendo así dos coeficientes por producible.

Mediante la unión de dichos coeficientes con las ofertas históricas extraídas, se modificará unidad por unidad la producción energética que cada una de ellas oferta en el mercado diario, teniendo así una curva de ofertas modificada por año. El precio al que las unidades oferten permanecerá constante y será aquel al que se ofertó previamente.

Por último, la previsión final de ofertas se realizará ponderando el peso que adquieren las ofertas según el año al que pertenezcan. Así, la ponderación elegida es de 0.7 para las ofertas del año inmediatamente anterior y 0.3 para aquellas ofertas realizadas dos años antes.

Una vez se tiene una matriz, denominada 'MATRIZ_OFERTAS', cuyos elementos son la energía y el precio al que oferta cada una de las unidades dicha energía se ordenarán de menor a mayor precio y se implantará el algoritmo de casación.



7.2.3. Implantación del algoritmo

Habiendo finalizado ya la estimación de las ofertas se implantará en Matlab el algoritmo EUPHEMIA, previamente descrito. El modelo simplificado no contará con ninguna de las ofertas complejas, por lo que se basará en la intersección de la previsión de oferta con la de demanda.

Los resultados obtenidos del algoritmo son, por tanto, el resultado de la modificación de las curvas de oferta y demanda de dos días históricos semejantes en el pasado. Se puede prever que dicho modelo obtendrá resultados buenos en aquellos periodos horarios en los que la situación sea la misma que aquellos días donde se han recogido los datos.

Es decir, si por algún motivo el día a prever coincide con algún acontecimiento importante o la subasta de oferta y demanda es especial, si esto no sucedió en aquellos días, los resultados serán muy distorsionados.

De la misma manera, si los datos utilizados para la previsión coinciden con alguna situación anómala, es muy posible que los resultados no sean los esperados.

Por ello, se puede concluir que este modelo obtendrá resultados coherentes y fiables en determinadas ocasiones, por lo que habrá que analizar previamente la situación para comprobar si el modelo es bueno o no para el periodo de tiempo que se quiera.



Capítulo 8 MODELO 2 (HUECO TÉRMICO)

8.1. Inputs necesarios

Una vez se ha terminado la elaboración del primer modelo, se comienza con la implantación de otro modelo. Este modelo tendrá cosas en común con el anterior, pero también se diferenciará en otras muchas cosas.

El modelo también se implantará en Matlab, recurriendo a la conexión que permite con Access para así obtener los datos necesarios para ello. Como eje de este modelo se encuentra el cálculo del hueco térmico, que se define como la cantidad de energía generada cuya procedencia es centrales térmicas (carbón, ciclo combinado, fuel, etc.).

Para el cálculo de este hueco se utilizarán las herramientas ya comentadas anteriormente como son el histórico de ofertas para cada unidad ofertante y el histórico y previsión de generación eólica, hidráulica y solar (a través de la plataforma Xtraders), todos estos datos almacenados en una base de datos en Access.

Es muy importante destacar el trabajo previo utilizado para el primer modelo, que consiste en la identificación de cada unidad ofertante con una tecnología. Si dicho trabajo no se hubiese realizado previamente, sería necesario hacerlo para la implantación de este nuevo modelo.

Además del apoyo de estos datos para el algoritmo, en este modelo será posible también la utilización de Bloomberg para la obtención de datos históricos que afectan al precio de la electricidad como son:

- Precio del Brent



- Índice euro/dólar
- Índices de gas natural (Henry Hub)
- Emisiones de CO₂

Brent

El Brent es un tipo de petróleo que sirve como referencia europea para estimar el valor del petróleo. El valor del Brent se mide en dólares/barril de petróleo Brent (con una capacidad de 42 galones, unos 159 litros).

La influencia del Brent es evidente, ya que se utiliza como combustible. A priori, se puede pensar que cuanto mayor sea el precio del Brent a mayor precio ofertarán su energía las centrales.

Tipo de cambio (euro/dólar)

El tipo de cambio euro/dólar es la relación o proporción que existe entre una divisa y la otra. Dicha proporción se realiza a través del mercado de divisas. Al igual que ocurre en todos los mercados, el valor se establece como la agregación de las curvas de la oferta y la demanda.

La demanda en euros, por ejemplo, surge cuando los consumidores de los distintos países no europeos necesitan euros para comprar productos procedentes de Europa. De la misma manera, la demanda en dólares (u oferta de euros) surge cuando se produce la situación contraria.

El equilibrio en un mercado competitivo entre la oferta y la demanda marcará el precio del dólar respecto al euro.

La influencia del tipo de cambio en el mercado eléctrico recae en la globalización actual y en la compra y venta de suministros con Estados Unidos.



Henry Hub

El Henry Hub es un índice que hace referencia al gas natural. Dicho índice da un precio en dólares por unidad de gas. La unidad de gas utilizada en este índice es el millón de BTU (British Thermal Unit), equivalente a 1055,056 Julios.

Al igual que ocurría con el petróleo, el gas es una fuente de producción para las centrales térmicas muy importante. A priori, cuanto mayor sea el valor del Henry Hub, mayor será el precio al que las centrales oferten energía.

Emisiones de CO2

Las emisiones de CO2 es una variable que recoge toda emisión a la atmósfera de dicho contaminante. La relación con el precio y energía de las centrales deberá ser estudiada ya que, aunque las centrales térmicas emitan CO2, no son las únicas fuentes contaminantes.

Con la composición de estos nuevos datos se pretende hacer una previsión de las centrales térmicas (generación y precio), aprovechando la relación que hay entre el valor de estos índices y la repercusión que tiene en la generación de las centrales térmicas.

8.2. Análisis e influencia de inputs en el precio de casación

Así, el primer paso consiste en realizar un estudio que relacione el precio del Brent con la generación de las centrales de ciclo combinado. A priori, se supone que cuanto mayor sea el precio del Brent, mayor será el coste de operación de dichas



centrales. El resultado de este estudio será una ecuación que relacione el precio del Brent con la generación y precio del ciclo combinado.

Para la realización de dicho estudio se necesitan las ofertas totales (simples y complejas y casadas y no casadas) de cada una de las unidades ofertas de la tecnología en cuestión. Para ello, se recurrirá a la información almacenada en la base de datos recopilándola y analizándola mediante Matlab.

A continuación, se organizarán dichos datos en distintas matrices, separando las ofertas en:

- Ofertas casadas
- Ofertas no casadas (cuyo precio es inferior al precio de casación)
- Ofertas no casadas (cuyo precio es superior al precio de casación)

Una vez dividida la información se estudiará la correlación que existen entre cada una de las distintas matrices con los distintos índices. Con ello, lo que se pretende es conseguir una relación aproximada entre el valor del índice y la cantidad de energía y precio que dicha unidad ofertante oferte.

Para la realización del estudio en las centrales de ciclo combinado los índices que se tendrán en cuenta son el precio del Brent, las emisiones de CO₂ y el tipo de cambio euro/dólar.

El primer paso, como ya se ha dicho anteriormente, es la división de las ofertas en casadas, no casadas cuyo precio es superior al de casación y no casadas cuyo precio es inferior al de casación (ofertas complejas). El resultado serán matrices en el que el número de filas son las horas que tiene un año (8760) y cada columna será una unidad ofertante de ciclo combinado distinta.

Una de las dificultades que se encontraron a la hora de la creación de dichas matrices es la presencia de varias ofertas horarias para un mismo periodo horario. Esta situación hace imposible el análisis de los datos, ya que los comandos de



Matlab no soportaban dicho formato. Como solución para obtener una única oferta por periodo se realizó la media aritmética entre todas las ofertas ajustando así la matriz para su posterior análisis.

Se harán varias matrices, en función de los datos que se analicen (precio o energía), el estado de las ofertas (casadas, no casadas o complejas) o el año que sea (2013 o 2014). El periodo temporal de dos años se considera suficientemente amplio como para sacar conclusiones con un nivel de fiabilidad alta.

Una vez se tienen los valores de energía y precio de las ofertas ordenadas habrá que tener de la misma forma los valores de los índices. Cabe destacar que no se dispone de dichos datos todos los días por lo que, posteriormente se realizará un filtro eliminando las ofertas de los periodos temporales en los que no se dispone de datos.

Por tanto, con todos los datos reunidos se procederá al análisis e interpretación de los mismos. En primera instancia se analizará cada unidad ofertante por separado relacionando tanto energía como precio con los cuatro índices expuestos anteriormente.

El estudio se realizará mediante Matlab, aprovechando la gran capacidad de análisis y correlación entre datos de distintas variables. Se hará tanto un análisis matemático obteniendo índices de correlación con el comando '*corrcoef*' o '*regress*', como un análisis gráfico representando los valores de energía y precio frente a los distintos valores de los índices.

El resultado gráfico fue una nube de puntos, que en muchos casos, no seguía ningún tipo de regresión que se pudiera intuir o calcular. En otros casos, sí que se observaba una relación entre alguna de las variables, aunque no tan relacionadas como a priori se podía pensar.



Posteriormente, el análisis matemático confirmó el resultado gráfico, obteniéndose valores de correlación muy leves y sin una influencia real como para poder obtener una relación para cada una de las unidades ofertantes.

Por otra parte, para los valores de una misma central, se encuentran diferencias tanto por la variable a analizar (precio o energía) como por el estado de las ofertas analizadas (casadas, no casadas o complejas). Se observa que las ofertas cuyo comportamiento es más constante, independientemente de los índices son las ofertas complejas, siendo las ofertas casadas y no casadas muy similares.

Como conclusión, se puede afirmar que el resultado de este análisis no es determinante ya que no se consigue extraer una relación clara, es decir, el comportamiento de las centrales es distinto unas de otras, aun siendo todos ciclos combinados.

Una de las razones por la que este análisis ha podido no dar los resultados esperados es por la escasez de datos por central (un ciclo combinado, como norma general, no casa más de 1000 horas al año), por lo que la relación puede quedar desvirtuada.

Otro motivo puede ser el gran descenso en el valor del Brent, pasando de 110 \$/barril a principios de 2013 hasta alcanzar valores en torno a los 50 \$/barril a finales de 2014.

Por tanto, el análisis que se realizará a continuación será de todas las unidades ofertantes de ciclo combinado en conjunto, para intentar sacar así una relación más clara, con un mayor número de datos filtrando los extremos superiores e inferiores.

Para realizar dicho análisis se procederá también a la división según el estado de la oferta y según la variable a analizar. La diferencia recae en que ahora se analizarán la influencia del valor de dos índices simultáneamente tanto en el precio como en la energía ofertada.



Este estudio agrupado por tecnología utilizará las matrices elaboradas anteriormente y se modificará el código de modo que el resultado sea un único análisis de correlación entre los distintos índices y las variables de precio y energía.

Para empezar, se estudiará la correlación que pueda haber entre los distintos índices, por ejemplo, entre el índice Henry Hub y el tipo de cambio euro/dólar, el Brent, etc.

Los resultados de este análisis son significativos y las relaciones que se encuentran son las siguientes:

Se muestra una gran correlación entre el precio del Brent y el valor que tenga el tipo de cambio euro/dólar. Cuanto mayor es el tipo de cambio, mayor es el precio del Brent. Dicha relación no es completamente lineal, pero sí están altamente relacionadas, siendo el coeficiente de correlación entre ambos de 0.71. Dicha correlación puede verse reflejada en la siguiente figura:

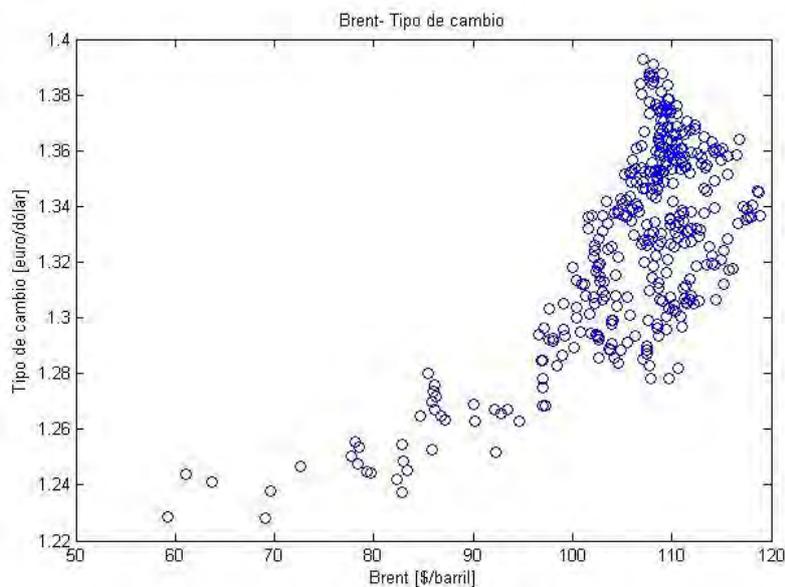


Figura 16: Relación Brent-Tipo de cambio



Como ya se ha explicado anteriormente, ambos índices son directamente proporcionales, es decir, a medida que uno aumenta el otro lo hace también con un coeficiente k de aproximadamente 0.7.

Por el contrario, el precio del Brent no está igualmente relacionado ni con las emisiones de CO₂, ni con el Henry Hub.

A la hora de analizar el valor que toma el Henry Hub (un índice de gas natural) se observa como no está relacionado con ninguna de las otras variables, siendo su valor bastante independiente de los otros. A continuación se mostrará representado el Henry Hub con las otras variables.

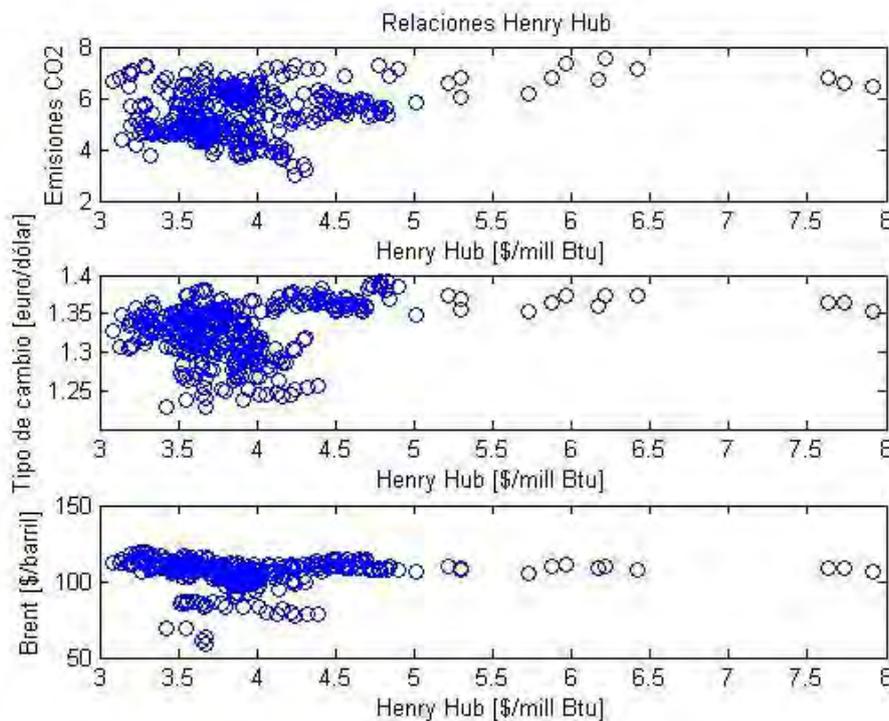


Figura 17: Relaciones Henry Hub



De las gráficas anteriores se puede concluir que el Henry Hub fluctúa de manera independiente de lo que lo hacen las emisiones de CO₂, el tipo de cambio y el Brent. Por ello, el estudio que se realice del Henry Hub deberá ser cuidadoso para poder extraer conclusiones aplicables.

Por último, la última relación que queda por estudiar son los niveles de emisión de CO₂ con el tipo de cambio. Nuevamente, se concluye que no hay relación apreciable entre esta variable y las otras, por lo que como pasaba con el Henry Hub se estudiará de manera independiente.

En primer lugar, se analizará el precio de las ofertas casadas con el precio del Brent y las emisiones de CO₂. Para ello, se pintarán todos los valores de todas las centrales en el periodo de 2013 y 2014, obteniendo así una nube de puntos en 3D.

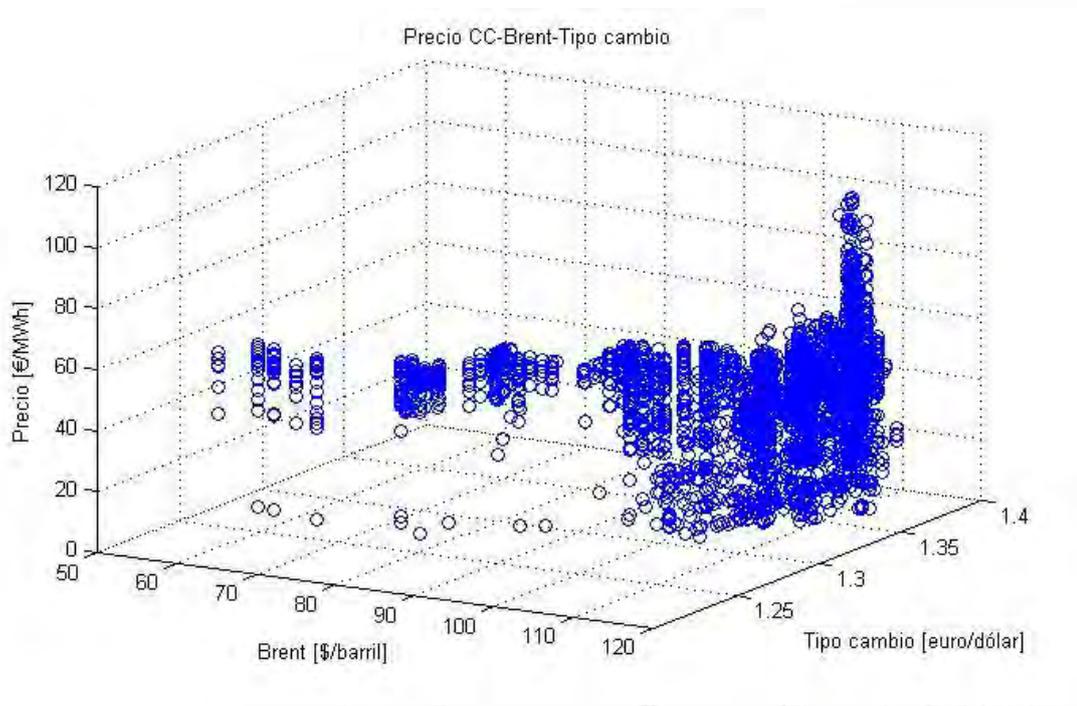


Figura 18: Relación Precio CC-Brent-Tipo de cambio



Al contrario que ocurría cuando se relacionaban únicamente dos variables, de esta forma la gráfica no resulta tan evidente para saber qué relación existe entre las tres, por lo que se utilizan comandos de Matlab para así encontrarlos.

Este mismo estudio se ha realizado con las ofertas no casadas y con las ofertas complejas. El resultado obtenido es una nube de puntos mucho mayor que la que surge del análisis de las ofertas casadas debido a que el número de ofertas también es mucho mayor.

Esta diferencia entre el número de ofertas casadas y el número de ofertas no casada reside en que muchas veces a una central no le interesa entrar a la casación en un determinado periodo (en la hora X), sin embargo, si por algún otro motivo está obligado a ofertar (bloques de ofertas, condiciones complejas, etc.) estas ofertas se realizarán al precio máximo para garantizar que no entran en la casación (180.3 €/MWh).

Por otro lado, las unidades ofertantes lanzan bloques de ofertas para muchos periodos de tiempo, además de las ofertas horarias simples que realicen. La gran mayoría de los bloques de ofertas no son aceptados por no cumplir la condición compleja estipulada.

En este estudio, la existencia de este tipo de ofertas puede desvirtuar el resultado del mismo. Esto es así debido a que los bloques de ofertas suelen ir a un precio inferior del que son las ofertas simples. Como ya se ha dicho antes, la gran mayoría de estos bloques se rechazan, pero algunos sí que son aceptados. La aceptación de estos bloques (a precios normalmente por debajo de 10€/MWh) hace que el análisis resulte impreciso en algunos casos si no se tiene en cuenta esta situación.

Debido a la imposibilidad de saber qué ofertas son complejas y qué ofertas son simples antes de la casación (después de la casación toda oferta que no haya sido casada estando su precio por debajo del de casación será una oferta compleja)



la correlación resultante del análisis de las ofertas casadas no sale todo lo precisa que podría salir si se pudiera hacer una separación previa.

Como resultado final, utilizando el comando 'fit' se obtiene un plano en el que se relacionan tres variables. El comando 'fit' aproxima la nube puntos con un polinomio del grado elegido. Para el estudio, se ha observado que el grado del polinomio que se elija no varía mucho el resultado final.

Los planos cuya información realmente es relevante para el desarrollo del modelo son los siguientes:

- Brent y tipo de cambio relacionados con precio.
- Brent y tipo de cambio relacionados con la energía.

En el estudio bidimensional anterior, se concluyó que ni las emisiones de CO₂ ni el valor del Henry Hub tenían una relevancia lo suficientemente importante, por lo que se desestima de la inclusión de estas variables en el análisis tridimensional.

La ventaja del comando 'fit' es la devolución de un polinomio (de grado 30 en nuestro caso) en el que las variables de entrada son el valor del Brent y del tipo de cambio y la variable de salida es el precio al que los ciclos combinados ofertarán de media y la energía media que cada central de ciclo combinado ofertará.

Como puede apreciarse el estudio es bastante general y de esta forma no se puede crear una cartera de ofertas para posteriormente ir despachando oferta a oferta hasta cubrir la demanda. Sin embargo, el estudio sí que sitúa precio y energía de la tecnología en cuestión en un rango.

A continuación se adjuntará el plano obtenido en Matlab que representa el polinomio aproximado. Dicho polinomio hace referencia sólo a las ofertas casadas de los años 2013 y 2014. Un horizonte de dos años se considera suficientemente



amplio para sacar resultados significativos. En este caso, las variables son precio de Brent, tipo de cambio y precio medio ofertado por las centrales.

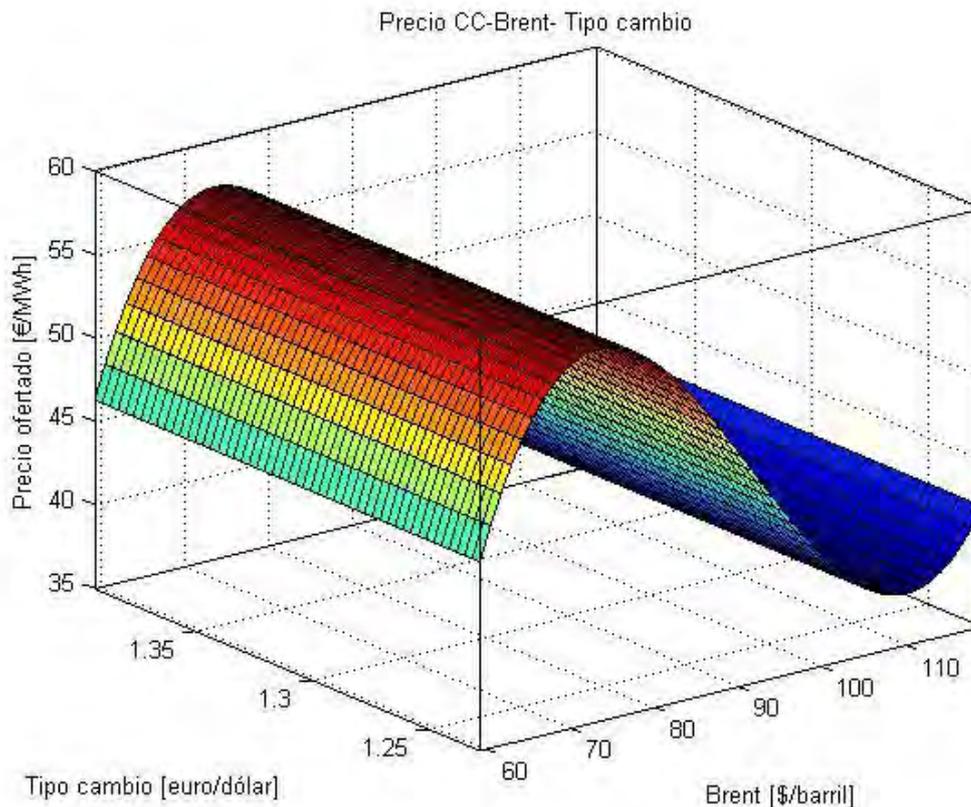


Figura 19: Polinomio aproximado Precio CC-Brent-Tipo de cambio

Como puede apreciarse el límite inferior está en torno a los 40 euros mientras que el superior está cerca de los 60 euros. Analizando esta aproximación y las ofertas reales se puede concluir que, aunque existen periodos horarios en los que el precio es superior a 60 euros, llegando días incluso a 90 euros, la aproximación es buena.

El polinomio no aproxima hasta valores tan altos por la razón explicada anteriormente. Las ofertas complejas aceptadas a un precio inferior al habitual hacen que el valor medio baje hasta dichos valores.



En la siguiente gráfica se mostrará el polinomio que representa una relación entre precio de Brent, tipo de cambio y energía ofertada por las centrales de ciclo

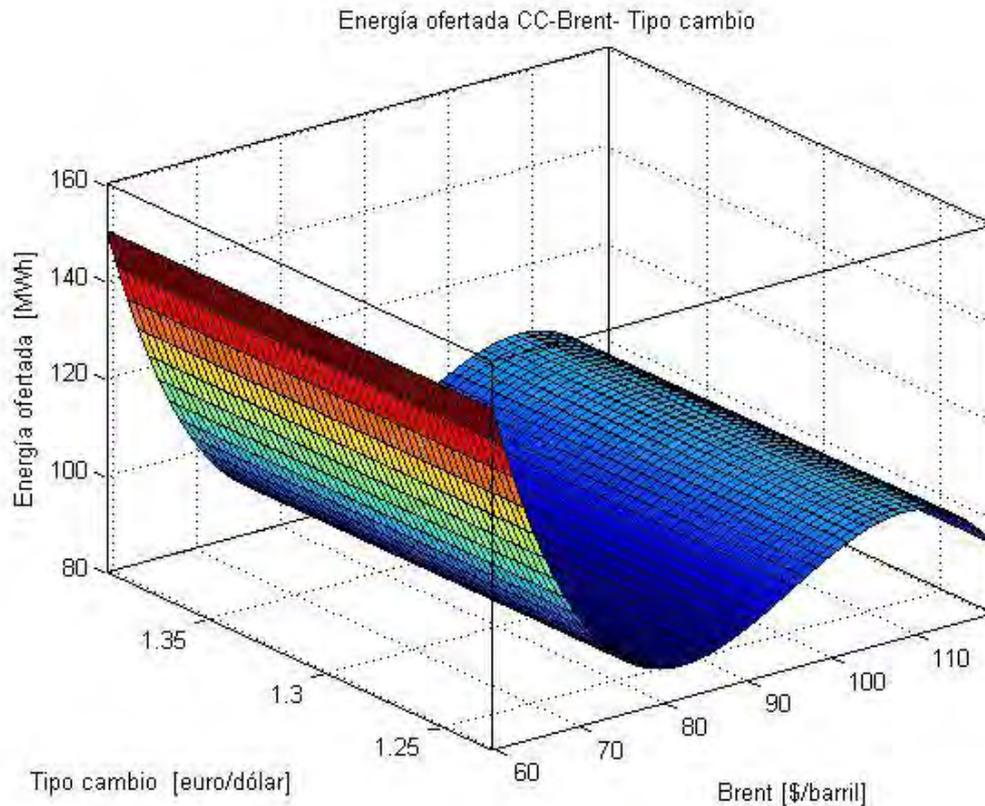


Figura 20: Polinomio aproximado Energía ofertada CC-Brent-Tipo de cambio

combinado. Este polinomio, al igual que ocurre con la gráfica anterior, hace referencia sólo a las ofertas casadas de 2013 y 2014.

Paralelamente al estudio de las centrales de ciclo combinado completando así el hueco térmico. En este caso, el índice a tener en cuenta será el Henry Hub. Al igual que ocurría con las ofertas de ciclo combinado, la presencia de las ofertas complejas y la falta de datos en muchos casos desvirtúa el análisis central por central.



Se hizo también el análisis tanto analítico como gráfico entre las distintas variables obteniendo resultados muy similares que en el caso de las centrales de ciclo combinado. A continuación se mostrarán las relaciones más significativas:

Al igual que ocurría anteriormente el índice Henry Hub, varía de manera independiente de la forma que las otras variables lo hacen. A continuación se muestra la relación que existe:

Como puede apreciarse la relación que existe entre el Henry Hub y el precio

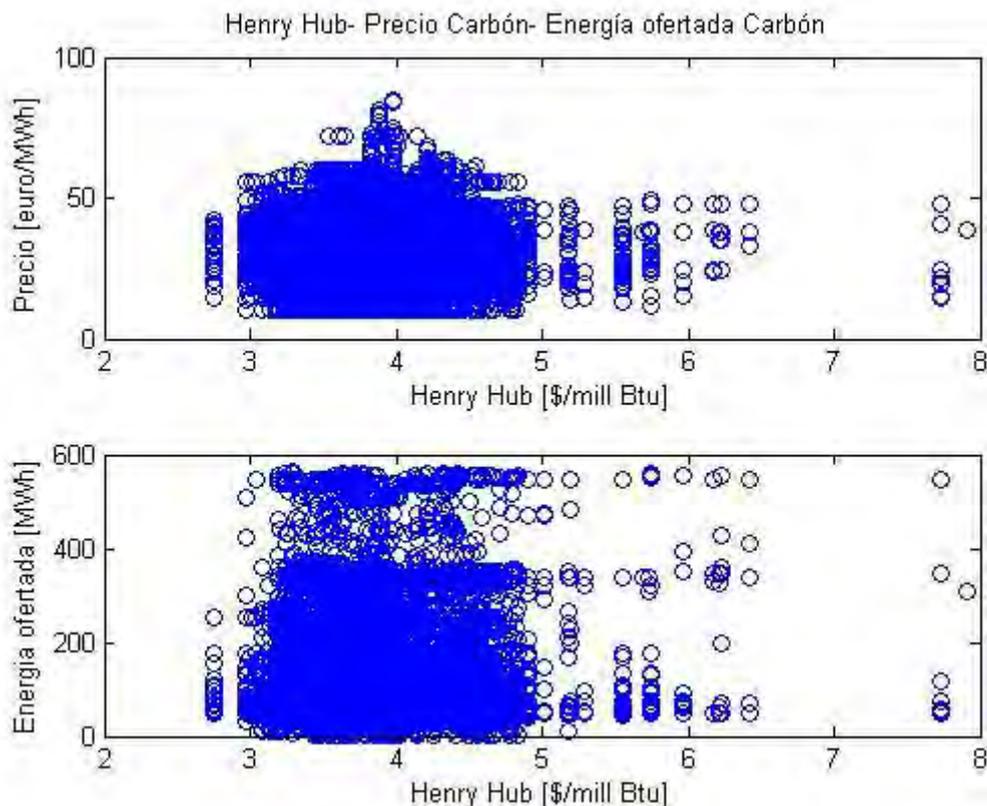


Figura 21: Relación Henry Hub-Centrales Carbón

y energía ofertada por las centrales de carbón es prácticamente inexistente. Esto



puede deberse al elevado número de horas que una central de carbón está operando a lo largo del año.

La relación del Henry Hub con el resto de variables (Brent, emisiones de CO₂ y tipo de cambio euro/dólar) fueron mostradas anteriormente, teniendo el mismo resultado nuevamente.

El estudio tridimensional se realizó también para las centrales de carbón. Al realizarse el estudio de forma paralela, la sistemática empleada fue la misma. El objetivo es tener una ecuación mediante la cual, sabiendo el valor de que toman el Henry Hub, Brent, tipo de cambio o emisiones de CO₂ predecir cuál será el valor de precio y energía ofertada.

Al igual que ocurría anteriormente, dicho estudio da una idea global del comportamiento de las centrales de carbón, pudiendo ser que algunas de ellas no sigan la tendencia esperada. A continuación se adjuntarán las gráficas relacionando Henry Hub y tipo de cambio con precio y energía.

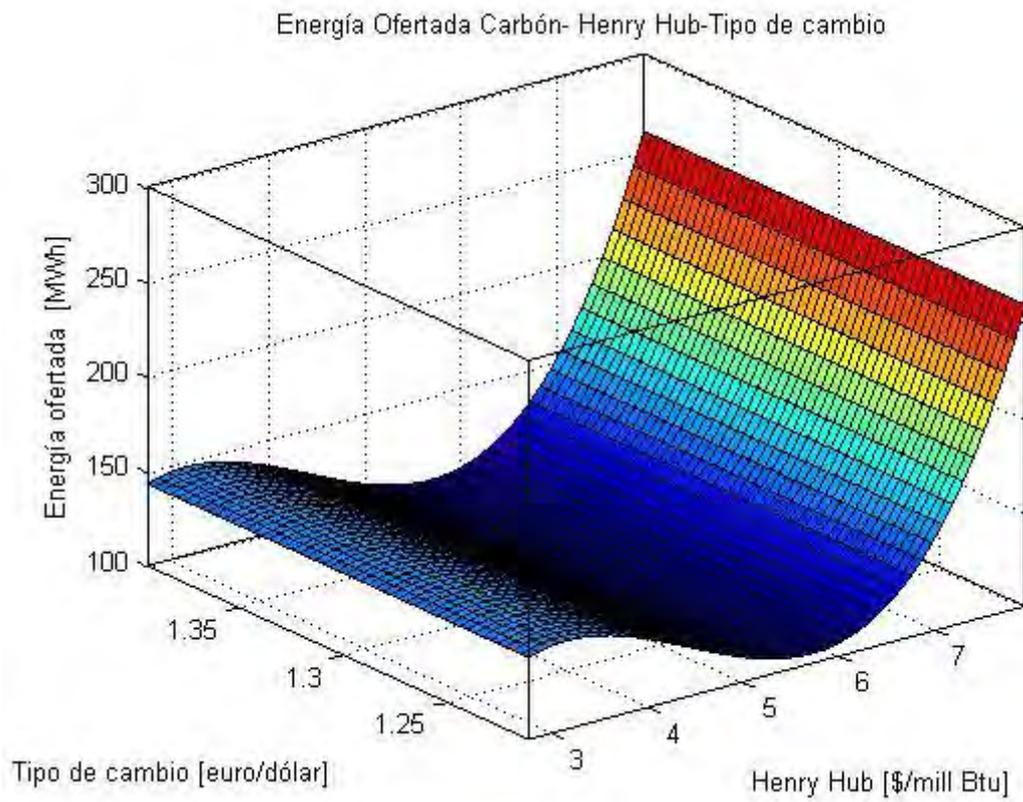


Figura 22: Polinomio aproximado Energía ofertada Carbón- Henry Hub- Tipo de cambio

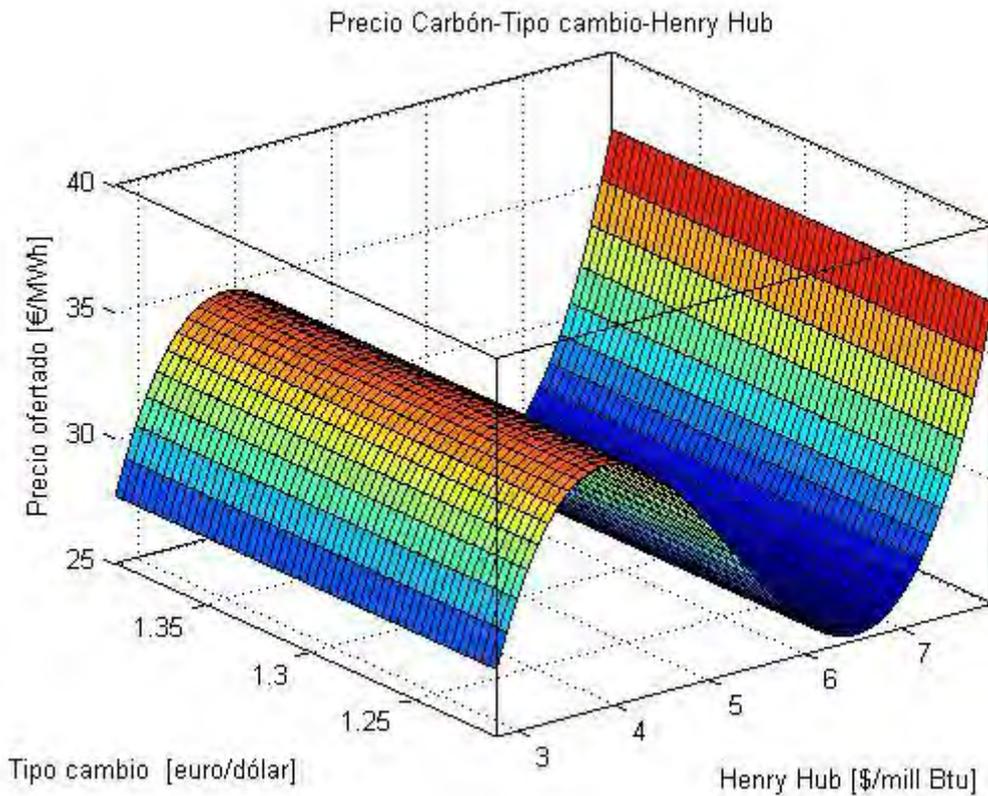


Figura 23: Polinomio aproximado Precio ofertado Carbón- Henry Hub- Tipo de cambio

Como puede apreciarse el rango de precios en el que se mueven las centrales de carbón es más bajo que en el que lo hacen las centrales de ciclo combinado. Esto es así por la flexibilidad que tienen las centrales de ciclo combinado cuya puesta en marcha y parada es mucho más rápida que la de las centrales de carbón.

Esta rapidez en la parada y puesta en marcha de las centrales hace que puedan especular con los periodos en los que ofertan y el precio al que lo hacen. Es decir, las centrales de carbón deben ofertar a precios más bajos para asegurarse que entran en la casación, ya que si no lo hiciesen los costes por parar y volver a poner en marcha serían mucho mayores que el coste marginal de operación.



8.3. Conclusiones análisis

Una vez finalizado el estudio se realizó el análisis de los resultados y se concluyó que los datos extraídos no eran suficientes para poder realizar un modelo cuyos resultados fueran fiables. Aunque se hayan obtenido los polinomios que aproximan el comportamiento tanto del precio como de la energía en función de las distintas variables, se concluye que no es suficiente y que, por tanto, habrá que encontrar otra forma de prever la curva de la oferta.



Capítulo 9 MODELO 2 (ORDEN DE MÉRITO)

Debido a las conclusiones obtenidas con las relaciones entre distintas variables y precio y energía ofertada de centrales térmicas, se decide hacer un estudio de la energía gestionada en el P48 para obtener un orden de mérito.

9.1. Orden de mérito (P48)

El P48, como ya se ha explicado anteriormente, es un programa publicado por REE en el que queda reflejado cuánta energía ha generado cada unidad de programación (distinto de las unidades ofertantes) después del mercado diario e incluyendo los acuerdos bilaterales horariamente y las restricciones pertinentes.

La diferencia entre las unidades ofertantes y las unidades de programación está en que una unidad ofertante es la mínima unidad que puede ofertar o demandar energía en el mercado eléctrico, mientras que una unidad de programación puede ser la agregación de varias unidades ofertantes.

El inconveniente de este programa es precisamente que unidad ofertante y unidad de programación no siempre coinciden, por lo que el análisis tendrá que ser independiente del que se ha realizado hasta el momento.

El objetivo final es la obtención de una tabla con todas las unidades de programación activas del sistema al que va asociado un precio y una energía. Como se ha explicado anteriormente, el P48 únicamente maneja energía y habrá que encontrar una forma de relacionar la unidad con el precio. Para ello, se recurre al



precio de casación, que había sido adquirido y guardado en la base de datos anteriormente.

Se calculará un precio ponderado en función de cuánta energía produzca para cada periodo horario. La energía asociada a cada unidad será simplemente la media entre todas las energías producidas. Como se ha hecho en todo el proyecto, el rango de datos históricos que se estudiará será 2013 y 2014 completos.

Para hacer el cálculo explicado se recurrirá a Matlab, que acudirá a la tabla 'CODIGO_TECNOLOGIA' para ir unidad por unidad calculando su precio ponderado y su energía media generada. Recordemos que esta energía es la total general después de todos los ajustes y restricciones, y no la intercambiada en el mercado diario.

El resultado de dicha tabla da un rango de precios bastante amplio desde 10 euros hasta los 60 aproximadamente. A partir de 60 euros existen muy pocas unidades y su precio medio está muy distanciado.

El rango inferior se puede explicar ya que aunque determinadas unidades oferten a precio cero, se ha utilizado el precio de casación del mercado diario, por lo que es muy complicado que alguna unidad case siempre únicamente a precio cero. Es por ello, por lo que el precio mínimo en ninguna de las unidades es cero, siendo aproximadamente 10 el más bajo.

El rango acaba en 60 ya que son muchas las unidades que producen muchas horas al año, por lo que el precio ponderado que tendrán dichas unidades será muy parecido al precio medio de casación, que está en torno a los 50 euros/MWh. A partir de ese precio estarán las unidades con una rápida puesta en marcha y parada, que decidirán entrar sólo en los picos de demanda, cuando el beneficio que obtendrán será mayor.

La tabla creada a partir de datos del P48 no es suficiente, por tanto, como para poder crear un modelo a raíz de ella, ya que el rango de precios quedaría muy



limitado y nunca se preverían horas a precios superiores de 60 €/MWh con la suficiente exactitud.

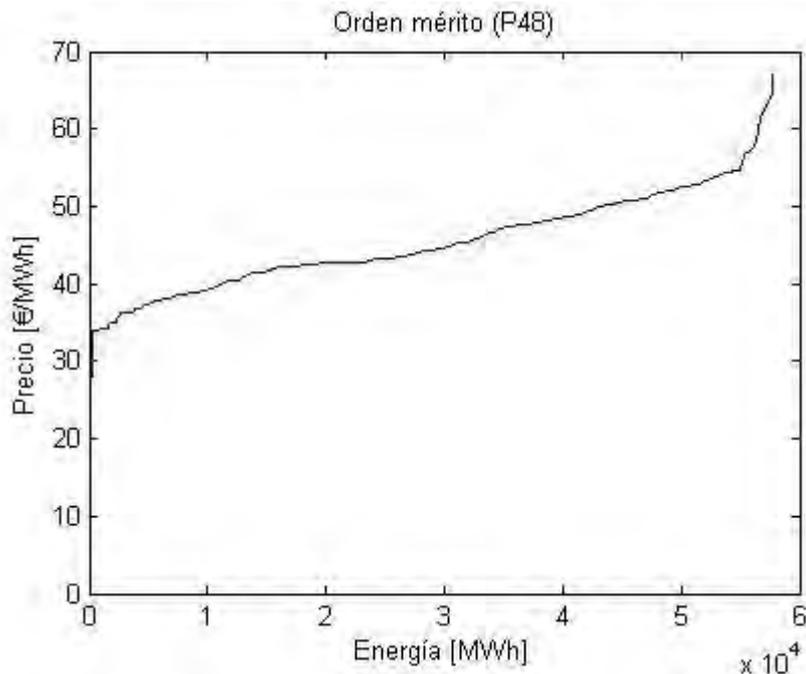


Figura 24: Orden de mérito P48

En dicha gráfica se aprecia como este orden de mérito no es suficiente para estimar precios ni por su rango de precios ni por la energía casada a cada precio.

Se decide, por tanto, hacer el análisis a las unidades físicas a partir de las curvas de oferta y demanda para obtener una información más específica, ya que a cada oferta se le asocia una cantidad de energía y un precio al que la oferta. A priori, se puede esperar que salga un rango de ofertas más amplio al no depender del precio de casación, si no únicamente del precio ofertado.

El programa a implementar es el mismo que el utilizado para determinar la tabla recogida de datos del P48. La única modificación que habrá que hacer es la fuente de donde se extrae la información.



9.2. Orden de mérito (Ofertas no casadas de las unidades ofertantes)

Dentro de este estudio, se decide dividirlo en dos partes, una que recoja los datos de 2013 y 2014 unidos y otro que recoja los datos de 2015 únicamente. Esto se decide ya que recientemente ha aparecido un cambio en la curva de las ofertas, existiendo ofertas por parte de unidades eólicas a precio distinto de cero. Además, se hará una tabla para las ofertas casadas y otra tabla para las ofertas no casadas, obteniendo un total de cuatro tablas.

El resultado obtenido es muy parecido a lo que se podría esperar. El orden de mérito obtenido a través de las ofertas casadas únicamente, es parecido al obtenido con el programa P48. La principal similitud que se encuentra entre los dos órdenes de mérito es el rango superior que se obtiene. El precio de la previsión estará acotado superiormente por precios en torno a los 50-60 euros. Aunque determinados ciclos combinados, en condiciones normales oferten a precios altos (70-80 euros), la existencia de ofertas complejas a precios muy bajos aceptadas hace que la media de la unidad quede compensada.

Por otro lado, la diferencia que se aprecia es el rango de precios por debajo de los 30 euros aproximadamente. Ahora, son muchas las unidades que sólo ofertan a precio cero o a precios bajos, como pueden ser las renovables o las centrales nucleares y de carbón. Al no relacionar dichas unidades con el precio de casación medio, el precio que quedará será muy bajo, existiendo muchas unidades que casan siempre a precio cero.

Por otro lado, de los resultados obtenidos a partir de las ofertas no casadas se obtiene un rango de precios muy amplio, desde 0 hasta los 120 €/MWh. Aunque sean muchas las ofertas complejas a precios muy bajos, también son muchas las ofertas a precio 180.3 €/MWh por lo que se compensan y queda un precio medio cuyo valor es muy significativo.

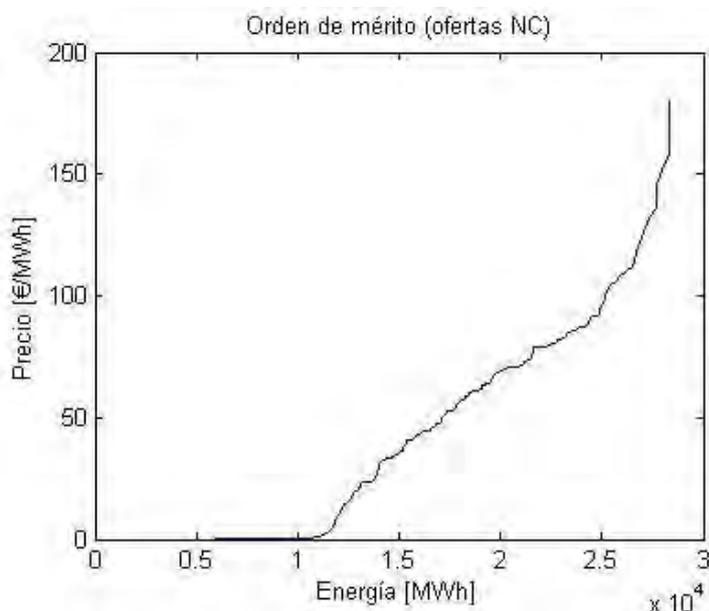


Figura 25: Orden de mérito ofertas NC

Como se ha explicado anteriormente, se puede apreciar que el rango obtenido en precios es muy amplio, teniendo así siempre un gran abanico de precios para la predicción.

Respecto a la diferencia entre los resultados obtenidos de 2013 y 2014 y aquellos obtenidos únicamente de 2015, no se aprecian grandes diferencias. Aunque es cierto, que algunas unidades eólicas presentan ofertas a precio distinto de cero, el porcentaje frente a las que esas mismas unidades ofertan a precio cero es tan pequeño que la curva de oferta no cambiará prácticamente.

Es por ello, que se decide usar para el algoritmo los resultados obtenidos de las curvas de oferta y demanda no casadas de los años 2013 y 2014. Tanto los precios como la energía de cada unidad son coherentes por lo que se comenzará con la programación del algoritmo.

Con ello quedaría cerrada la previsión de la curva de la oferta, que habrá que casarla con la demanda, para así determinar el precio definitivo. Al igual que



ocurría en el primer modelo, la demanda se obtendrá de REE, aplicando los mismos factores de corrección.

El único factor que se modificó fue el referente al porcentaje que hace referencia a la cantidad de la demanda total que se casa en el mercado diario (el resto en intradiarios y acuerdos bilaterales) y al error histórico que se cometió entre la previsión y la demanda real.

Para ello se realizó un estudio histórico en el que se relacionaba el dato de demanda prevista dada por REE y el dato que finalmente se casó en el mercado diario. En dicho análisis se observó que en los días laborables el porcentaje variaba, por lo que se decidió hacer la media horaria por día. El resultado finalmente es una tabla en el que por cada día de la semana vienen 24 valores (uno por hora). En el algoritmo se identificará que día se quiere la previsión y a qué hora y se aplicará dicho factor.

Otro dato necesario en este algoritmo será la potencia instalada total de cada tecnología. Este dato, unido al de previsión de generación, obtenido a través de Xtraders se ha utilizado para saber el porcentaje de generación que cada tecnología presenta. Este porcentaje se aplicará a las unidades correspondientes (en total serán tres porcentajes: eólica, solar e hidráulica). Al resto de tecnologías se supondrá que generan toda su potencia.

En este punto, se tienen todos los datos necesarios para obtener resultados. El algoritmo se basa en, utilizando el orden de mérito obtenido anteriormente, casar la energía de cada unidad (aplicando los porcentajes) hasta que se alcance la demanda prevista.

En este proceso, habrá que comprobar en cada una de las iteraciones que las previsiones de las distintas tecnologías no se han superado. A medida que las previsiones se vayan cumpliendo, los siguientes códigos pertenecientes a la tecnología ya superada no entrarán en la casación. Sin embargo, es poco habitual



que alguna unidad de cada tecnología no entre, ya que con los porcentajes lo que se consigue es, precisamente, que cada unidad genere determinada energía para que en total se cumplan las previsiones.

Este procedimiento es, en realidad, una estimación bastante aproximada ya que no toda la generación es uniforme a lo largo de España.

El precio estimado será el correspondiente a la última unidad entrante en la casación, es decir, el de aquella unidad que mediante su energía se supla la demanda de energía prevista.

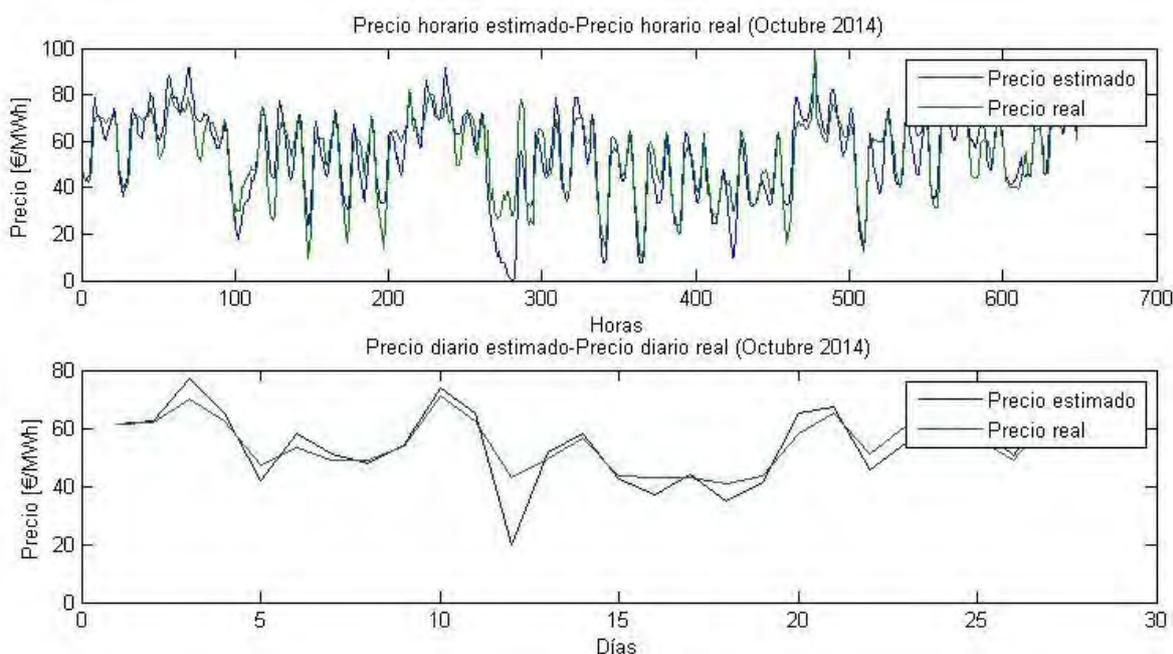


Figura 26: Previsión Precio Horario y Diario Octubre 2014

Como puede apreciarse en la figura, los resultados son bastante aproximados a la realidad. También se puede apreciar el valle que aparece alrededor de la hora 280 del mes (día 12). Estos valles pueden aparecer en ocasiones por varios motivos:

- Situación anormal de demanda/oferta



- Fallo en las previsiones dadas por REE
- Fallo en las previsiones dadas por Xtraders
- Fallo en el cálculo de Matlab

Ante la presencia de estos datos habrá que realizar una depuración de los datos, siendo necesario en algún caso sobrescribirlo de forma manual. También habrá que tener en cuenta el horizonte temporal para el que se hace la previsión, es decir, cuanto más tiempo quede para la previsión los inputs (previsiones generación, demanda) tendrán menos precisión y también será peor el resultado del algoritmo.

Es por ello, que será importante un análisis de los resultados obtenidos antes de dar un resultado definitivo.

Analizando la figura, no es mucho el periodo de tiempo en el que el algoritmo falla en este periodo de tiempo. Además la predicción da un precio inferior al que se dio realmente, por lo que puede deberse a menor producción no gestionable a precio cero de la esperada (eólica, hidráulica, etc.), desplazando la curva de la oferta a la izquierda, una mayor demanda por alguna situación especial, desplazando la curva de la demanda a la derecha, etc.



Capítulo 10 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Comparando los resultados obtenidos en ambos modelos, se puede concluir que el segundo modelo es más robusto que el primero. Aunque el primer modelo obtenga resultados muy aproximados a la realidad, en ocasiones tiene picos o valles muy pronunciados que no siguen la forma del precio real.

En el segundo modelo se obtienen resultados mucho más aproximados a la realidad. En ocasiones, también aparecen picos o valles, pero en esta ocasión, la forma de la gráfica (al representar por ejemplo los precios de un mes seguido) es la misma pero desplazada verticalmente hacia arriba o abajo.

Es por ello que el modelo a implementar y mejorar será el segundo. También se realizará un estudio de si existe alguna relación entre el periodo de tiempo en el que se realiza la previsión y el error. Para ello, se hará un estudio en el pasado (varios meses) para comprobar los errores que se obtienen. Dicho estudio se hará buscando también posibles errores en función de la estacionalidad. Es posible que el algoritmo tenga mejores resultados en determinada parte del año, o por el contrario que los errores sean puntuales y no tenga ninguna correlación.

Se estudiarán los meses de enero, febrero y marzo para la calibración del modelo. El objetivo de este estudio será obtener una tabla con errores absolutos y relativos de la predicción. Dichos errores se utilizarán para corregir los errores de previsiones posteriores. Se hará una distinción para la obtención de dicha tabla, siendo el resultado final tres tablas (una tabla para los sábados, otra para los domingos y por último, una tabla para los días laborables).



Los resultados obtenidos son los siguientes:

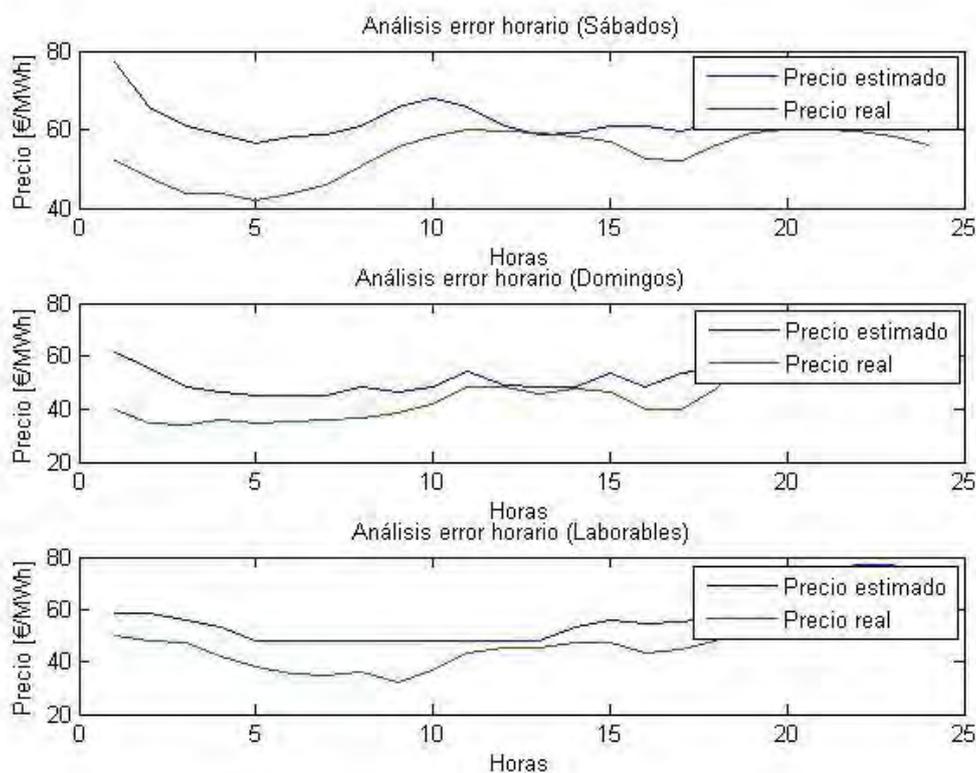


Figura 27: Previsión y Error Horario Enero-Febrero-Marzo 2015

Analizando los resultados se puede observar como el modelo tiende a predecir precios superiores a los observados en la realidad. Los datos de las gráficas reflejan una media, por lo que no todos los datos predichos son superiores, pero sí la gran mayoría. Además, dentro de las tres gráficas (sábados, domingos y lunes) se aprecia que el mayor error se encuentra los sábados en las primeras horas del día.

Por otro lado, se observa que el modelo tiene un menor error en las horas centrales del día (alrededor de la hora 13 y 14). En estos periodos de tiempo, el algoritmo tiene un error máximo de 2 €/MWh, aproximadamente.



Además, también se observa cómo la forma de la gráfica de precios previstos y la gráfica del precio real observado es la misma, por lo que se considera que el modelo cualitativamente es bueno.

Es posible, que en ocasiones el error no venga del algoritmo, si no de los datos de previsión que toma. Por ejemplo, una mala estimación de la producción eólica desplaza la curva de la oferta (a la derecha si la estimación es superior y a la izquierda si la estimación es inferior) pudiendo hacer que el precio final de casación quede modificado de manera significativa.

De la misma manera, una mala estimación de la demanda hace que el punto de corte cambie.

Se aplicarán los coeficientes de errores medios al algoritmo y la mejora en los resultados obtenidos se recoge en el siguiente gráfico y tablas:

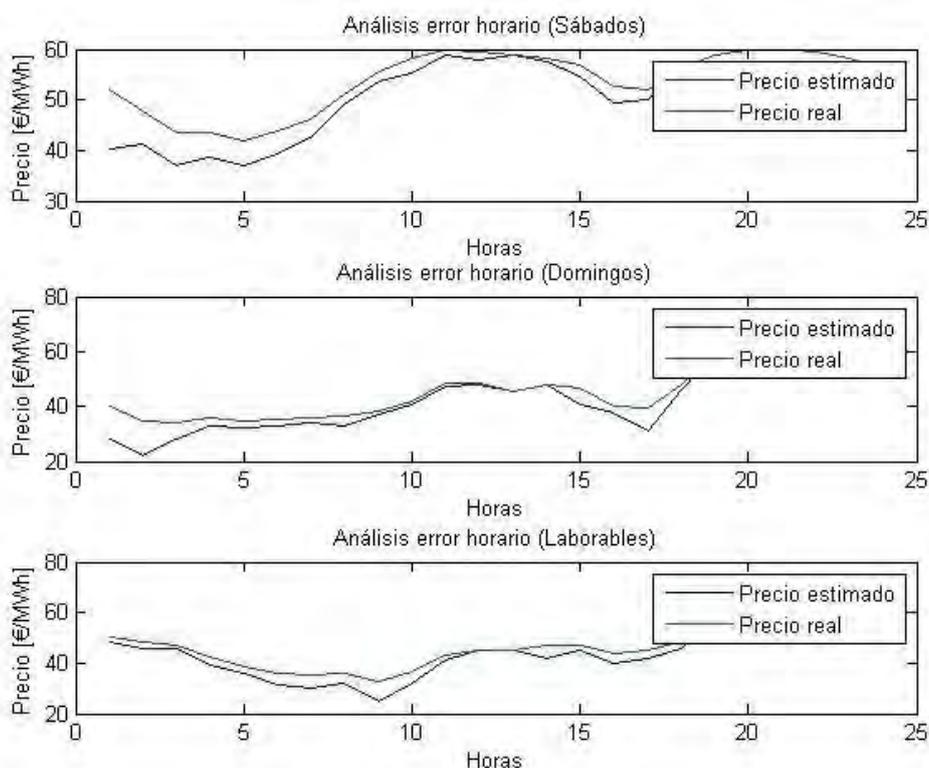


Figura 28: Previsión y Error horario con corrección coeficientes trimestrales Enero-Febrero-Marzo 2015

Se aprecia que la mejora en la previsión es importante con la introducción de los coeficientes. Dicha mejora quedará reflejada en las siguientes tablas:

Hora	Precio histórico [€/MWh]	Error final [€/MWh]	Mejora previsión (%)
1	52,1	-11,84	24,93
2	47,84	-6,74	23,39
3	43,66	-6,76	23,87
4	43,66	-5,01	22,61
5	41,98	-5,01	22,87
6	43,93	-4,71	21,99



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Capítulo 10 ANÁLISIS DE RESULTADOS

7	46,02	-3,41	19,80
8	50,92	-1,94	15,71
9	55,57	-1,96	14,99
10	58,1	-2,7	12,15
11	59,8	-1,08	8,33
12	59,51	-1,77	-0,74
13	59	-0,24	-1,19
14	58,13	-0,59	0,52
15	56,9	-2,41	2,69
16	52,69	-3,2	9,39
17	52,1	-1,92	10,60
18	56,1	-0,77	8,82
19	59	-4,53	14,05
20	59,8	-4,81	20,32
21	59,92	-3,22	17,84
22	59,51	-5	20,58
23	58,1	-0,8	10,31
24	56,1	-0,21	5,76

Tabla 1: Mejora en la Previsión (Sábados) con coeficientes trimestrales Enero-Febrero-Marzo 2015

Hora	Precio histórico [€/MWh]	Error final [€/MWh]	Mejora previsión (%)
1	39,82	-11,42	24,84
2	34,82	-12,48	24,01
3	34	-6,02	24,35
4	36	-2,92	20,39
5	35	-2,79	20,29
6	35,5	-2,48	19,46



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Capítulo 10 ANÁLISIS DE RESULTADOS

7	36	-2,19	18,61
8	36,49	-3,77	21,79
9	38,5	-1,56	16,10
10	41,86	-0,99	13,02
11	48,51	-1,11	9,21
12	48,51	-0,73	-0,60
13	45,5	-0,26	5,58
14	47,71	-0,09	1,05
15	46,48	-5,54	3,16
16	39,82	-1,88	16,57
17	39,6	-8,33	14,22
18	47,69	-1,49	13,92
19	59,11	-0,09	3,76
20	61,26	-1,11	1,94
21	62,31	-0,49	8,12
22	62,69	-3,15	17,32
23	61,19	-4,1	19,02
24	59,8	-5,16	20,77

Tabla 2: Mejora en la Previsión (Domingos) con coeficientes trimestrales Enero-Febrero-Marzo 2015



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Capítulo 10 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Hora	Precio histórico [€/MWh]	Error final [€/MWh]	Mejora previsión (%)
1	50,1	-1,42	14,01
2	48,1	-2,27	16,99
3	47,33	-1,47	14,49
4	42,27	-3,02	19,59
5	38,41	-2,5	19,01
6	35,72	-4,37	22,73
7	35,13	-4,88	23,14
8	36,22	-4,03	22,23
9	32,4	-7,81	25,00
10	36,6	-4,79	18,63
11	43,1	-2,03	7,15
12	45,14	-0,3	6,34
13	45,14	-0,31	6,31
14	47,35	-5,34	1,86
15	47,35	-2,4	12,48
16	43,61	-3,46	17,11
17	44,91	-2,82	16,52
18	48,1	-2,29	14,62
19	58,02	-1,11	11,60
20	61,01	-1,21	12,10
21	62,7	-1,98	14,61
22	60,41	-4,43	19,73
23	58,15	-7,96	18,31
24	53,6	-3,14	18,36

Tabla 3: Mejora en la Previsión (Laborables) con coeficientes trimestrales Enero-Febrero-Marzo 2015



Dichas tablas se han obtenido usando los coeficientes correspondientes a tres meses atrás. Sin embargo, es posible que la previsión sea mejor si dichos coeficientes se obtienen para otro periodo de tiempo, como podría ser una semana vista. A continuación se estudiarán varias posibilidades sobre cómo realizar la calibración del modelo.

La calibración se realizó con datos correspondientes a tres meses. Para dicha calibración, se usó información única y exclusivamente que hubiese estado disponible para dicha predicción. Además, como se ha visto anteriormente en las tablas, la mejora que se consiguió con dicha calibración es bastante considerable, quedando así el modelo listo para su uso. Sin embargo, cabe destacar que periódicamente la calibración ha de volver a hacerse para evitar nuevas tendencias.

Cabe destacar, que se ha demostrado empíricamente que el modelo tiende a tener más errores en las primeras horas del día de los sábados, mientras que el error se minimiza en las horas centrales del día. Ello quedará reflejado en los coeficientes que se apliquen, siendo mayores para el sábado (el error observado es mayor) y menor el resto de días.

A continuación se mostrarán los resultados según los coeficientes usados. Los distintos coeficientes que se han utilizado son: trimestral, una semana y dos semanas.



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Capítulo 10 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Hora	Error final (coeficiente trimestral) [€/MWh]	Mejora final (coeficiente trimestral) [%]	Error final (coeficiente dos semanas) [€/MWh]	Mejora final (coeficiente dos semanas) [%]	Error final (coeficiente semanal) [€/MWh]	Mejora final (coeficiente semanal) [%]
1	-11,84	24,93	-8,23	25,14	-5,02	36,58
2	-6,74	23,39	-4,91	22,95	-4,70	27,03
3	-6,76	23,87	-7,48	16,70	-7,55	21,82
4	-5,01	22,61	-6,38	14,77	-6,21	19,63
5	-5,01	22,87	-6,67	14,61	-7,54	17,60
6	-4,71	21,99	-6,79	12,74	-6,37	18,55
7	-3,41	19,80	-3,33	17,95	-3,13	20,61
8	-1,94	15,71	-3,97	9,89	-1,32	17,07
9	-1,96	14,99	-8,31	6,27	-3,98	11,96
10	-2,70	12,15	-14,75	-7,52	-0,36	16,24
11	-1,08	8,33	-15,88	-14,34	1,29	8,23
12	-1,77	-0,74	-17,74	-25,11	4,02	-3,83
13	-0,24	0,37	-19,21	-29,96	0,83	-0,50
14	-0,59	0,52	-18,86	-30,61	-0,49	0,78
15	-2,41	2,69	-11,65	-17,85	-0,46	6,19
16	-3,20	9,39	-8,29	-5,06	-2,91	10,50
17	-1,92	10,60	-3,72	4,95	3,64	8,04
18	-0,77	8,82	0,86	8,20	7,88	-2,58
19	-4,53	14,05	-12,20	0,20	0,35	21,18
20	-4,81	20,32	-17,54	-0,96	-6,09	18,97
21	-3,22	17,84	-10,85	4,38	-1,31	21,18
22	-5,00	20,58	-12,21	6,25	-7,48	17,24
23	-0,80	10,31	6,45	-3,59	8,45	-2,56
24	-0,21	5,76	12,99	-28,26	23,25	-41,52

Tabla 4: Comparación de la mejora con distintos coeficientes calibración (Sábados)

Hora	Error final (coeficiente trimestral) [€/MWh]	Mejora final (coeficiente trimestral) [%]	Error final (coeficiente dos semanas) [€/MWh]	Mejora final (coeficiente dos semanas) [%]	Error final (coeficiente semanal) [€/MWh]	Mejora final (coeficiente semanal) [%]
1	-11,42	24,84	-13,85	15,30	-15,68	18,19
2	-12,48	24,01	-18,25	5,85	-17,54	15,86
3	-6,02	24,35	-11,25	2,92	-13,41	8,03
4	-2,92	20,39	-10,83	-10,78	-13,88	-6,72
5	-2,79	20,29	-18,39	-45,31	-14,04	-8,30
6	-2,48	19,46	-23,67	-60,40	-15,33	-14,98
7	-2,19	18,61	-15,32	-28,51	-16,60	-20,17
8	-3,77	21,79	-15,22	-13,17	-17,60	-14,70
9	-1,56	16,10	-10,94	-11,18	-14,98	-18,76
10	-0,99	13,02	-7,06	-2,33	-16,58	-24,57
11	-1,11	9,21	-1,31	8,53	-16,44	-26,74
12	-0,73	-0,60	-6,12	-10,43	-20,04	-45,27
13	-0,26	5,58	-4,86	-3,54	-34,23	-77,75
14	-0,09	1,05	-5,99	-9,92	-35,97	-82,65
15	-5,54	3,16	-11,94	-7,53	-32,89	-63,22
16	-1,88	16,57	-9,35	-0,69	-27,14	-47,93
17	-8,33	14,22	-17,25	-5,81	-21,17	-18,28
18	-1,49	13,92	-10,37	-7,34	-8,43	-2,38
19	-0,09	3,76	-9,24	-12,72	-7,94	-8,84
20	-1,11	1,94	-6,10	-6,28	-6,70	-6,36
21	-0,49	8,12	-4,37	1,60	-8,09	-2,98
22	-3,15	17,32	-9,13	6,50	-8,39	10,00
23	-4,10	19,02	-7,77	11,24	-7,81	13,68
24	-5,16	20,77	-1,17	26,66	-5,49	20,22

Tabla 5: Comparación de la mejora con distintos coeficientes calibración (Domingos)



Hora	Error final (coeficiente trimestral) [€/MWh]	Mejora final (coeficiente trimestral) [%]	Error final (coeficiente dos semanas) [€/MWh]	Mejora final (coeficiente dos semanas) [%]	Error final (coeficiente semanal) [€/MWh]	Mejora final (coeficiente semanal) [%]
1	-1,42	14,01	1,09	14,06	12,23	-3,03
2	-2,27	16,99	-7,05	1,56	4,44	14,28
3	-1,47	14,49	-9,85	-10,75	5,84	7,51
4	-3,02	19,59	-13,19	-13,20	1,37	24,25
5	-2,50	19,01	-14,70	-20,05	2,61	20,73
6	-4,37	22,73	-13,85	-6,99	-7,56	21,83
7	-4,88	23,14	-13,69	1,01	-10,85	19,21
8	-4,03	22,23	-11,51	9,68	-6,41	23,85
9	-7,81	25,00	-27,84	0,76	-21,97	17,31
10	-4,79	18,63	-24,21	-6,70	-6,39	23,17
11	-2,03	7,15	-15,94	-13,05	5,31	4,86
12	-0,30	6,34	-18,99	-23,63	7,13	-2,68
13	-0,31	6,31	-13,13	-16,93	5,53	-0,90
14	-5,34	1,86	-8,69	-6,05	1,20	11,38
15	-2,40	12,48	-9,82	-6,20	-1,04	15,96
16	-3,46	17,11	-9,21	2,46	-5,18	17,06
17	-2,82	16,52	-9,33	2,09	-3,13	18,09
18	-2,29	14,62	-9,28	1,68	2,25	16,05
19	-1,11	11,60	-11,06	-4,41	10,56	-1,26
20	-1,21	12,10	-10,66	-2,72	9,73	1,05
21	-1,98	14,61	-13,29	-3,67	4,39	11,59
22	-4,43	19,73	-11,60	5,64	-3,18	22,28
23	-7,96	18,31	-5,27	19,55	-7,50	20,15
24	-3,14	18,36	-6,12	8,97	0,01	24,21

Tabla 6: Comparación de la mejora con distintos coeficientes calibración (Laborables)

Analizando los resultados, se puede observar como los coeficientes óptimos para la mejora es distinta según el día del que se quiera la previsión. Por una parte, para la previsión de los sábados y los domingos es preferible usar coeficientes obtenidos en los últimos tres meses, mientras que para los días laborables la mejor opción es usar coeficientes semanales.

Esta conclusión tiene sentido, ya que la utilidad de estos coeficientes radica en que hayan sido obtenidos de un horizonte temporal suficientemente amplio como para considerar su uso fiable, pero que no utilice datos tan antiguos que puedan alterar el resultado final de la previsión.

El error medio, usando los coeficientes adecuados según las conclusiones obtenidas anteriormente es el siguiente:

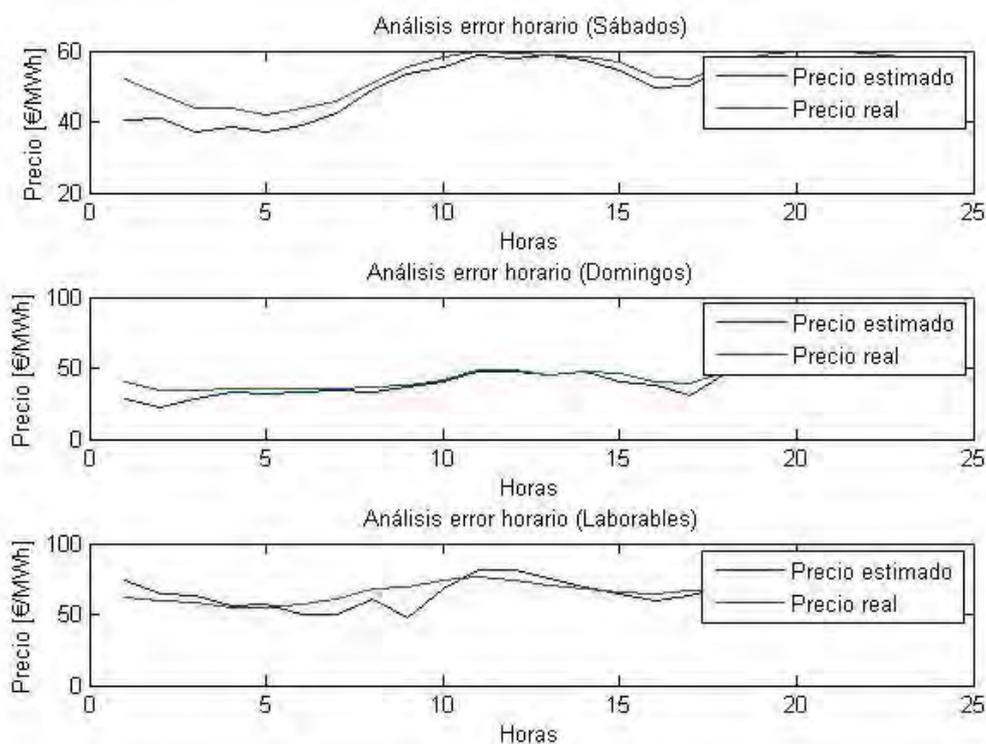


Figura 29: Previsión y Error final

Así, esos son los errores medios horarios obtenidos para enero, febrero y marzo una vez aplicados los distintos coeficientes. Se aprecia como el mayor error que obtiene el modelo es alrededor de la hora 8-9 de los días laborables. Sin embargo, como conclusión general se puede afirmar que el resultado obtiene unos resultados bastante coherentes y con una precisión bastante aceptable, disminuyendo el margen de error en muchos periodos horarios al máximo.

El día donde el modelo obtiene mejores resultados es el domingo, llegando a estar el error por debajo del 1% en algunas horas del día.



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Capítulo 10 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Además de dichos coeficientes, una vez obtenidos los resultados es posible que alguna previsión difiera mucho de la media o de un valor esperado, por lo que a esos valores habrá que aplicar una corrección manual.



Capítulo 11 CONCLUSIÓN APLICACIONES

Como principales conclusiones se pueden determinar los resultados de varios análisis que se han realizado en la ejecución del modelo que obtenga los mejores resultados posibles.

Por un lado, se puede concluir que el modelo que se seguirá desarrollando y utilizando es el segundo modelo. Se ha podido apreciar en la comparativa de ambos modelos que el margen de fiabilidad del segundo es mucho mejor que el primero. Esto puede deberse tanto a la falta de datos en su elaboración como a su poco rango de obtención de datos.

Sin embargo, ya que el primer modelo está incompleto y no se sabe con exactitud cuánto mejoraría los resultados no se puede abandonar por completo el desarrollo del modelo.

Posteriormente, es importante destacar la insuficiente relación que existe entre las ofertas de las tecnologías térmicas (carbón y ciclo combinado principalmente) con algunos índices que a priori se considerarían importantes y relevantes en sus ofertas como puede ser el precio del Brent o el Henry Hub.

También es importante destacar la influencia que tiene el horizonte temporal del que se obtienen datos. Precisamente esta es una diferencia muy considerable entre ambos modelos. Mientras que el primero recoge datos de días puntuales, el segundo lo hace de todo un período de tiempo (un año móvil) para evitar períodos temporales que distorsionen la previsión.



Es por ello, que la fiabilidad, eficiencia y robustez del segundo modelo son mucho mejores de los que lo son en el primero y, en principio, será el que más se desarrolle y se mantenga.

Es importante destacar la calibración que se ha realizado del modelo. Dicha calibración ha tenido lugar una vez se ha terminado el algoritmo del modelo. Es muy frecuente que en la elaboración de un modelo de previsión, este tenga más errores en determinados periodos temporales, ya sea por datos externos, o por el propio cálculo del algoritmo.

Como conclusión de esta calibración se obtiene nuevamente una idea muy importante a lo largo de todo el modelo, y esta es la importancia de tener datos de un horizonte temporal suficiente amplio para tener resultados coherentes y que los outliers no distorsionen la previsión.

Por un lado, para los sábados y domingos los resultados que mejor se obtienen es con coeficientes obtenidos en un periodo mensual (4 sábados y 4 domingos dan un coeficientes fiables), mientras que para los días laborables, los resultados son mejores cuando se utilizan coeficientes obtenidos en el plazo de una semana (5 días también proporcionan un resultado coherente para su uso).



Capítulo 12 FUTUROS DESARROLLOS

Una vez implementados ambos modelos y analizado y comparado sus resultados se estudian los futuros desarrollos a aplicar.

Como principal desarrollo destaca la incorporación de ofertas complejas. Con la incorporación de estas ofertas se podrá hacer un estudio más exhaustivo de cada una de las unidades ofertantes. Se estudiaría la aceptación o no del histórico de ofertas de cada una de dichas unidades para intentar establecer alguna relación entre el número de ofertas simples con el número de ofertas complejas.

Con la posibilidad de poder distinguir entre ofertas simples y ofertas complejas se tendrá la capacidad suficiente para saber cuándo ofertan más, por qué hacen esas ofertas, cuál es su condición compleja, etc.

Los beneficios serían considerables para ambos modelos. En el primer modelo se podría esclarecer mejor cuál sería la curva de la oferta para así poder casarla con la demanda prevista. Por otro lado, en el segundo modelo, el orden de mérito que se podría obtener sería mucho más real, obteniendo unos resultados mucho más finos.

Es importante recalcar la dificultad que recae en la obtención de estos datos, ya que aún 90 días después no viene una distinción entre qué ofertas forman parte de un bloque de ofertas complejas y cuáles son horarias.

Otra posible mejora en los modelos sería la identificación geográfica de cada uno de las centrales. Esta identificación, unida a una previsión de generación horaria, sería muy útil para poder así calcular qué centrales son las que van a generar más y cuáles menos, obteniendo así un orden de mérito más preciso para cada previsión.



Como ocurría anteriormente, ambos modelos verían mejorado su rendimiento. A lo largo de ambos modelos, se ha hecho una aproximación de generación uniforme en toda España. Sin embargo, esto no es así, y es muy probable que, por ejemplo, un parque eólico situado en el norte de la península genere más energía que la media.

En el primer modelo, esta mejora se verá afectada en la corrección de ofertas según la previsión, mientras que en el segundo modelo, el orden mérito se vería mejorado.

Otra forma de mejorar los resultados obtenidos como el orden de mérito sería realizar los cálculos necesarios para obtener distintos órdenes de mérito según la hora a la que se quiera la previsión. Por ejemplo, obtener 24 órdenes de mérito, cada una obtenida través únicamente de las curvas de oferta y demanda de la hora en cuestión. Con estos cálculos

Otro posible futuro desarrollo, sería el análisis de las ofertas eólicas. Como se ha explicado anteriormente, son varias las unidades eólicas que no ofertan a precio cero, eliminando así los períodos en los que el precio en el pool es cero. Este cambio, generaría una nueva estructura de ofertas desplazando la base de la curva verticalmente.

A priori, se puede pensar que este cambio se notará sólo en aquellas predicciones cuyo precio sea muy bajo, es decir, aquellos períodos horarios en los que la generación eólica sea muy alta y prácticamente cubra toda la demanda. Es decir, cuando el corte entre las curvas de la oferta y la demanda se produzca con una unidad eólica.

Además de todo ello, como es lógico, el algoritmo debe seguir actualizándose con datos lo más reciente posible. Por ello, es necesario que cada cierto periodo de tiempo, los datos de los que extrae la información para el cálculo del precio sean actualizados. Dicha actualización se realizará a través del programa



Matlab. El proceso a seguir es el explicado anteriormente: lectura de datos de una página web, Excel, etc. (según la plataforma en la que la información esté), manipulación de los datos si es necesaria para su introducción en la base de datos y, por último, almacenamiento de dicha información a través de Microsoft Access.

En el segundo modelo, cabe destacar que la tabla de orden de mérito, alrededor de la cual gira el modelo, también es necesario actualizarla. Esta actualización es necesaria, ya que es posible que la forma a la que ofertan determinadas centrales puede variar a lo largo del tiempo.

Se ha estudiado y comprobado que un buen horizonte temporal para la actualización de dicha tabla es un mes. Además, la tabla contendrá datos de un año móvil, siendo más tiempo un periodo poco fiable (centrales que dejaron de generar o que cambiaron su forma de hacerlo en el pasado puede modificar sensiblemente los resultados obtenidos) y menos tiempo también (es posible que determinadas centrales oferten sólo en algunos meses del año pero que puntualmente puedan ofertar también).

También será necesario hacer periódicamente backtesting, para comprobar si los errores del modelo ocurren en los mismos periodos temporales o si, por otro lado, los errores varían. En caso de que se produzcan variaciones, habrá que modificar el código, de modo que el ajuste mediante coeficientes sea lo más preciso posible.



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Capítulo 12 FUTUROS DESARROLLOS



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

PARTE II CÓDIGO

PARTE II CÓDIGO



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)
GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

PARTE II CÓDIGO



1. Actualizar datos horizonte n+1

```
clear();

conn=database('BBDD_MODELO_PRECIO',' ',' ');

t=datevec(now);
t_num=datenum(today);

try

    if t(4)>=14 %los datos salen a partir de las 14h Si todavia no
son, se cogeran hasta el dia anterior

        ango=t(1);
        mes=t(2);
        dia=t(3);

    elseif t(4)<14

        fecha_ayer=datenum(sprintf('%d/%d/%d',t(1),t(2),t(3)), 'yyyy/mm/dd')-1;

        f_ayer=datevec(fecha_ayer);
        ango=f_ayer(1);
        mes=f_ayer(2);
        dia=f_ayer(3);

    end

catch

    display('Introduzca la fecha de hoy de forma manual: ');
    display('NOTA: SI ES ANTES DE LAS 14H, INTRODUCZA LA FECHA DE
AYER: ');
    dia=input('Introducir día actual: ');
    mes=input('Introducir mes actual: ');
    ango=input('Introducir año actual: ');

end

try
```



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Actualizar datos horizonte n+1

```
f_actual=datenum(sprintf('%d/%d/%d', dia, mes, ang), 'dd/mm/yyyy');  
  
catch  
  
f_actual=datenum(sprintf('%d/%d/%d', dia, mes, ang), 'dd/mm/yyyy');  
  
end  
  
f_actualizacion=f_actual+1; %fecha hasta donde se puede actualizar  
la tabla  
  
try  
  
    j=1;  
    l=2;  
  
    ult_fecha_bil=fetch(conn, 'SELECT TOP 1 Fecha FROM  
BILATERALES_2 ORDER BY Fecha DESC'); %ultima fecha en la que tiene  
datos la base de datos  
    fecha_ult_bil=datenum(ult_fecha_bil(1)); %datenum asociado a  
la ultima fecha que tiene datos la base  
    fecha_primer_bil=fecha_ult_bil+1; %primera fecha en la que va  
a empezar a rellenar datos  
  
    hora=[1:25];  
  
    % CREACION DE FECHAS BILATERALES  
  
    fil_inicial=1;  
    fil_final=25;  
  
    j=1;  
  
    if fecha_ult_bil==f_actualizacion  
        display('La tabla BILATERALES ya está actualizada');  
    else  
        for i=fecha_primer_bil:f_actualizacion
```



```
aux_fechas(j,:) = datevec(i);

for k=fil_inicial:fil_final

    if aux_fechas(j,2)<10 && aux_fechas(j,3)<10 %este
if esta por si en algun momento hubiera que poner algun cero por
la web ( ahora todos las ramas hacen lo mismo)

fechas_aux(k,:) = sprintf('%0d/%0d/%d', aux_fechas(j,2), aux_fechas(j,
3), aux_fechas(j,1));

        elseif aux_fechas(j,2)<10

fechas_aux(k,:) = sprintf('%0d/%d/%d', aux_fechas(j,2), aux_fechas(j,3
), aux_fechas(j,1));

        elseif aux_fechas(j,3)<10

fechas_aux(k,:) = sprintf('%d/0d/%d', aux_fechas(j,2), aux_fechas(j,3
), aux_fechas(j,1));

        else

fechas_aux(k,:) = sprintf('%d/%d/%d', aux_fechas(j,2), aux_fechas(j,3)
, aux_fechas(j,1));

        end

    end

    j=j+1;

    fil_inicial=fil_inicial+25;
    fil_final=fil_final+25;

end

cfechas = cellstr(fechas_aux);

vector_fechas_bil = (strrep(cfechas, ' ', ''));

end
```



```
%% COMPRAS Y VENTAS BILATERALES

%%los datos de bilaterales son siempre de ESPAÑA, no de MIBEL

j=1;

if fecha_ult_bil==f_actualizacion

else

    for i=fecha_primer_bil:f_actualizacion

        %%desde la fecha inicial de los datos hasta la ultima
        fecha que tengo
        %%datos se van leyendo los archivos

        aux=datevec(i);

        if (aux(1,2)<10 && aux(1,3)<10) %la pagina web tiene
        20110101, en datevec no salen los 0

b=urlread(sprintf('http://www.omie.es/datosPub/pdbf_tot/pdbf_tot_%
d0%d0%d.1',aux(1:3)));
c=strsplit(b,';'); %separa con ; el archivo leído
de la url
c2 = (strrep(c, '.', ''));
c3 = (strrep(c2, ',', '.'));
d=str2double(c3);

for i=1:25

    compras(j,i)=hora(i);
    ventas(j,i)=hora(i);

end

    compras(1,:)=d(1,[65:89]); %nos quedamos con la
parte que nos interesa del archivo
    ventas(1,:)=d(1,[92:116]);

elseif (aux(1,2)<10)
```



```
b=urlread(sprintf('http://www.omie.es/datosPub/pdbf_tot/pdbf_tot_%d0%d%d.1',aux(1:3)));
c=strsplit(b, ';');

c2 = (strrep(c, '.', ''));
c3 = (strrep(c2, ',', '.'));

d=str2double(c3);

for i=1:25

    compras(j,i)=hora(i);
    ventas(j,i)=hora(i);
end

compras(1,:)=d(1,[65:89]); %nos quedamos con la
parte que nos interesa del archivo
ventas(1,:)=d(1,[92:116]);

elseif (aux(1,3)<10)

b=urlread(sprintf('http://www.omie.es/datosPub/pdbf_tot/pdbf_tot_%d%d0%d.1',aux(1:3)));
c=strsplit(b, ';');
c2 = (strrep(c, '.', ''));
c3 = (strrep(c2, ',', '.'));
d=str2double(c3);

for i=1:25

    compras(j,i)=hora(i);
    ventas(j,i)=hora(i);
end

compras(1,:)=d(1,[65:89]); %nos quedamos con la
parte que nos interesa del archivo
ventas(1,:)=d(1,[92:116]);

else

b=urlread(sprintf('http://www.omie.es/datosPub/pdbf_tot/pdbf_tot_%d%d%d.1',aux(1:3)));
c=strsplit(b, ';');
c2 = (strrep(c, '.', ''));
c3 = (strrep(c2, ',', '.'));
```



```
d=str2double(c3);

for i=1:25

    compras(j,i)=hora(i);
    ventas(j,i)=hora(i);
end

compras(1,:)=d(1,[65:89]); %nos quedamos con la
parte que nos interesa del archivo
ventas(1,:)=d(1,[92:116]);

end

j=j+2;
l=l+2;

end

aux_compras=compras';
aux_ventas=ventas';

r=1;
s=1;

k_final=((f_actualizacion-fecha_primer_bil)*25)+25;

for j=1:2

    for k=1:k_final

        datos_compras(k,j)=aux_compras(r,s);
        datos_ventas(k,j)=aux_ventas(r,s);

        r=r+1;

        if r>25

            r=1;
            s=s+2;
        end
    end
end
```



```
        end
    end

    r=1;
    s=2;
end

datos_act_compras=num2cell(datos_compras);
datos_act_ventas=num2cell(datos_ventas);

k=1;

vector_actualizacion_bil(:,1)=vector_fechas_bil;
vector_actualizacion_bil(:,2)=datos_act_compras(:,1);
vector_actualizacion_bil(:,3)=datos_act_compras(:,2);
vector_actualizacion_bil(:,4)=datos_act_ventas(:,2);

end

%% INTERCONEXIONES

fil_inicial=1;

ult_fecha_inter=fetch(conn, 'SELECT TOP 1 FECHA FROM
INTERCONEXIONES_2 ORDER BY Fecha DESC'); %ultimo valor del que la
base tiene datos
fecha_ult_inter=datenum(ult_fecha_inter(1)); %datenum asociado
a ese ultima fecha
fecha_primer_inter=fecha_ult_inter+1; %primer dato por el que
va a empezar a rellenar datos la base

aux=datevec(fecha_primer_inter);

if (aux(1,2)<10 && aux(1,3)<10)

vec_comprobacion_inter=urlread(sprintf('http://www.omie.es/datosPu
b/capacidad_inter_pbc/capacidad_inter_pbc_%d0%d0%d.1', aux(1:3)));
elseif (aux(1,2)<10)

vec_comprobacion_inter=urlread(sprintf('http://www.omie.es/datosPu
b/capacidad_inter_pbc/capacidad_inter_pbc_%d0%d%d.1', aux(1:3)));
```



```
elseif (aux(1,3)<10)

vec_comprobacion_inter=urlread(sprintf('http://www.omie.es/datosPub/capacidad_inter_pbc/capacidad_inter_pbc_%d%d0%d.1',aux(1:3)));
else

vec_comprobacion_inter=urlread(sprintf('http://www.omie.es/datosPub/capacidad_inter_pbc/capacidad_inter_pbc_%d%d%d.1',aux(1:3)));
end

c_comprobacion_inter=strsplit(vec_comprobacion_inter, ';');
l_comprobacion_inter=length(c_comprobacion_inter);

fil_inicial=1;
if l_comprobacion_inter==891

    fil_final=24*4;

elseif l_comprobacion_inter==855

    fil_final=23*4;

elseif l_comprobacion_inter==927

    fil_final=25*4;

end

if fecha_ult_inter==f_actualizacion

    display('La tabla INTERCONEXIONES ya está actualizada');

else

    for i=fecha_primero_inter:f_actualizacion

        j=j+1;

        %%desde la fecha inicial de los datos hasta la ultima
fecha que tengo
        %%datos se van leyendo los archivos

        aux=datevec(i);
```



if (aux(1,2)<10 && aux(1,3)<10) %la ruta viene como 20110101 y el datevec te lo devuelve sin 0, hay que introducirlos para que coja la ruta adecuada

```
b=urlread(sprintf('http://www.omie.es/datosPub/capacidad_inter_pbc/capacidad_inter_pbc_%d0%d0%d.1',aux(1:3)));
```

```
c=strsplit(b, ';');
```

```
d=c(1, [18:891]); %son los datos que me interesan
```

```
dat=1; %inicializo dat=1, porque de cada fila hay que empezar en la primera columna, despues de un for, dat acaba en dat=k
```

```
%dat empieza en 1 en cada dia y va cogiendo datos en 9 en
```

```
%9(se repiten cada 9 datos los mismos, por ejemplo la hora del dia o los intercambios a determinada hora)
```

```
%como cambia i y k los datos se van colocando como deben
```

```
if i==fecha_primerero_inter
```

```
else
```

```
fil_inicial=fil_final+1;
```

```
fil_final=fil_final+(24*4);
```

```
end
```

```
for k=1:10
```

```
for i=fil_inicial:fil_final %desde la primera fila hasta todas las filas que voy a rellenar
```

```
iconex_char(i,k)=d(dat);
```

```
dat=dat+9;
```

```
end
```

```
dat=k; % cada vez tiene que ir colocando los datos en una columna, empezando por 1
```

```
end
```

```
elseif (aux(1,2)<10)
```

```
b=urlread(sprintf('http://www.omie.es/datosPub/capacidad_inter_pbc/capacidad_inter_pbc_%d0%d%d.1',aux(1:3)));
```

```
c=strsplit(b, ';');
```

```
l=length(c);
```

```
dat=1;
```

```
if l==855 %compuebo si el dia tiene 23 horas, ya que el vector que saldra tendra longitud 855
```

```
d=c(1, [18:855]);
```

```
dat=1;
```

```
prueba=dat;
```



```
if i==fecha_primer_inter
else
    fil_inicial=fil_final+1;
    fil_final=fil_final+(23*4);
end

for k=1:10
    for i=fil_inicial:fil_final %desde la
primera fila hasta todas las filas que voy a rellenar

        iconex_char(i,k)=d(dat);
        dat=dat+9;
    end
    dat=k;
end

else
    d=c(1,[18:891]);

    if i==fecha_primer_inter
    else
        fil_inicial=fil_final+1;
        fil_final=fil_final+(24*4);
    end
    for k=1:10
        for i=fil_inicial:fil_final %desde la
primera fila hasta todas las filas que voy a rellenar
            iconex_char(i,k)=d(dat);
            dat=dat+9;
        end
        dat=k;
    end
end

elseif (aux(1,3)<10)

b=urlread(sprintf('http://www.omie.es/datosPub/capacidad_inter_pbc
/capacidad_inter_pbc_%d%d0%d.1',aux(1:3)));
c=strsplit(b,';');
d=c(1,[18:891]);
dat=1;

if i==fecha_primer_inter
else
    fil_inicial=fil_final+1;
    fil_final=fil_final+(24*4);
```



```
end
for k=1:10
    for i=fil_inicial:fil_final %desde la primera
fila hasta todas las filas que voy a rellenar
        iconex_char(i,k)=d(dat);
        dat=dat+9;
    end
    dat=k;
end

else

b=urlread(sprintf('http://www.omie.es/datosPub/capacidad_inter_pbc
/capacidad_inter_pbc_%d%d%d.1',aux(1:3)));
c=strsplit(b, ';');
l=length(c);
dat=1;

    if l==927 %si tiene esta longitud, querra decir
que el dia tiene 25 horas
        d=c(1, [18:927]);
        dat=1;

        if i==fecha_primero_inter
        else
            fil_inicial=fil_final+1;
            fil_final=fil_final+(25*4);
        end

        for k=1:10
            for i=fil_inicial:fil_final %desde la
primera fila hasta todas las filas que voy a rellenar
                iconex_char(i,k)=d(dat);
                dat=dat+9;
            end
            dat=k;
        end

    else
        d=c(1, [18:891]);
        dat=1;

        if i==fecha_primero_inter
        else
            fil_inicial=fil_final+1;
            fil_final=fil_final+(24*4);
        end

        for k=1:10
```



```
        for i=fil_inicial:fil_final %desde la
primera fila hasta todas las filas que voy a rellenar
            iconex_char(i,k)=d(dat);
            dat=dat+9;
        end
        dat=k;
    end
end

    end
    dat=1;

end

iconex_string=cellstr(iconex_char);

c2 = (strrep(iconex_string, '.', ''));
c3 = (strrep(c2, ',', '.'));
vec_fechas(:,1)=c3(:,3);
vector_auxiliar_inter(:,2)=c3(:,2);

for i=3:9

    vector_auxiliar_inter(:,i)=c3(:,i+1);

end

vec_datos=vector_auxiliar_inter(:, [2:9]);
float_datos=str2double(vec_datos);

length_fechas=length(vec_fechas);

for i=1:length_fechas

    %        contador(i)=i;
        aux(i,:)=datevec(vec_fechas(i), 'dd/mm/yyyy');

vec_fechas_inter(i,1)=cellstr(sprintf('%d/%d/%d', aux(i,2), aux(i,
3), aux(i,1)));

    end

vector_actualizacion_inter(:,1)=vec_fechas_inter;
```



```
for i=1:8

vector_actualizacion_inter(:,i+1)=num2cell(float_datos(:,i));

end

end

%% PRECIO

ult_fecha_precio=fetch(conn,'SELECT TOP 1 Fecha FROM PRECIO_2
ORDER BY Fecha DESC');
fecha_ult_precio=datetime(ult_fecha_precio(1));
fecha_primeroprecio=fecha_ult_precio+1;
j=1;

fil_inicial=1;

aux_precio=datevec(fecha_primeroprecio);

if (aux_precio(1,2)<10 && aux_precio(1,3)<10)

vec_comprobacion_precio=urlread(sprintf('http://www.omie.es/datosP
ub/marginalpdbc/marginalpdbc_%d0%d0%d.1',aux_precio(1:3)));
elseif (aux_precio(1,2)<10)

vec_comprobacion_precio=urlread(sprintf('http://www.omie.es/datosP
ub/marginalpdbc/marginalpdbc_%d0%d0%d.1',aux_precio(1:3)));
elseif (aux_precio(1,3)<10)

vec_comprobacion_precio=urlread(sprintf('http://www.omie.es/datosP
ub/marginalpdbc/marginalpdbc_%d%d0%d.1',aux_precio(1:3)));
else

vec_comprobacion_precio=urlread(sprintf('http://www.omie.es/datosP
ub/marginalpdbc/marginalpdbc_%d%d0%d.1',aux_precio(1:3)));
end

c_comprobacion_precio=strsplit(vec_comprobacion_precio,',' );
l_comprobacion_precio=length(c_comprobacion_precio);

fil_inicial=1;

if l_comprobacion_precio==140
```



```
        fil_final=23;

elseif l_comprobacion_precio==146

        fil_final=24;

elseif l_comprobacion_precio==152

        fil_final=25;

end

if fecha_ult_precio==f_actualizacion

        display('La tabla PRECIO ya está actualizada');

else

        for i=fecha_primeroprecio:f_actualizacion

                aux_precio=datevec(i);

                if (aux_precio(1,2)<10 && aux_precio(1,3)<10) %la ruta
viene como 20110101 y el datevec te lo devuelve sin 0, hay que
introducirlos para que coja la ruta adecuada

b_precio=urlread(sprintf('http://www.omie.es/datosPub/marginalpdbc
/marginalpdbc_%d%d%d.1',aux_precio(1:3)));
c_precio=strsplit(b_precio,',' );
d_precio=c_precio(1,[2:145]);
dat=1;

if i==fecha_primeroprecio

else
        fil_inicial=fil_final+1;
        fil_final=fil_final+24;

end

for k=1:7
```



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Actualizar datos horizonte n+1

```
        for i=fil_inicial:fil_final %desde la primera
fila hasta todas las filas que voy a rellenar
            precio(i,k)=d_precio(dat);
            dat=dat+6;
        end
        dat=k; % cada vez tiene que ir colocando los
datos en una columna, empezando por 1
    end
```

```
elseif (aux_precio(1,2)<10)
```

```
b_precio=urlread(sprintf('http://www.omie.es/datosPub/marginalpdbc
/marginalpdbc_%d0%d%d.1',aux_precio(1:3)));
c_precio=strsplit(b_precio,',' );
l=length(c_precio);
```

```
if l==140
```

```
    d_precio=c_precio(1,[2:139]);
    dat=1;
```

```
    if i==fecha_primero_precio
```

```
        fil_final=23;
```

```
    else
```

```
        fil_inicial=fil_final+1;
```

```
        fil_final=fil_final+23;
```

```
    end
```

```
    for k=1:7
```

```
        for i=fil_inicial:fil_final %desde la
primera fila hasta todas las filas que voy a rellenar
```

```
            precio(i,k)=d_precio(dat);
```

```
            if dat<132
```



```
        dat=dat+6;
    else
    end

end

    dat=k; % cada vez tiene que ir colocando
los datos en una columna, empezando por 1

end

else

    d_precio=c_precio(1,[2:145]);

    if i==fecha_primero_precio

    else

        fil_inicial=fil_final+1;
        fil_final=fil_final+24;

    end

    dat=1;

    for k=1:7

        for i=fil_inicial:fil_final %desde la
primera fila hasta todas las filas que voy a rellenar

            precio(i,k)=d_precio(dat);

            dat=dat+6;

        end

        dat=k; % cada vez tiene que ir
colocando los datos en una columna, empezando por 1

    end
```



```
end

elseif (aux_precio(1,3)<10)

b_precio=urlread(sprintf('http://www.omie.es/datosPub/marginalpdbc
/marginalpdbc_%d%d0%d.1',aux_precio(1:3)));
c_precio=strsplit(b_precio, ';');
d_precio=c_precio(1, [2:145]);
dat=1;

if i==fecha_primero_precio

else
    fil_inicial=fil_final+1;
    fil_final=fil_final+24;

end

for k=1:7

    for i=fil_inicial:fil_final %desde la primera
    fila hasta todas las filas que voy a rellenar

        precio(i,k)=d_precio(dat);

        dat=dat+6;

    end

    dat=k; % cada vez tiene que ir colocando los
    datos en una columna, empezando por 1

end

else

b_precio=urlread(sprintf('http://www.omie.es/datosPub/marginalpdbc
/marginalpdbc_%d%d%d.1',aux_precio(1:3)));
c_precio=strsplit(b_precio, ';');
l=length(c_precio);

if l==152
```



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Actualizar datos horizonte n+1

```
d_precio=c_precio(1,[2:151]);
dat=1;

if i==fecha_primer_precio

    fil_final=25;

else

    fil_inicial=fil_final+1;
    fil_final=fil_final+25;

end

for k=1:7

    for i=fil_inicial:fil_final %desde la
primera fila hasta todas las filas que voy a rellenar

        precio(i,k)=d_precio(dat);

        dat=dat+6;

    end

    dat=k; % cada vez tiene que ir colocando
los datos en una columna, empezando por 1

end

else

    d_precio=c_precio(1,[2:145]);

    dat=1;

    if i==fecha_primer_precio

    else
        fil_inicial=fil_final+1;
        fil_final=fil_final+24;
```



```
end

for k=1:7

    for i=fil_inicial:fil_final %desde la
primera fila hasta todas las filas que voy a rellenar

        precio(i,k)=d_precio(dat);

        dat=dat+6;

    end

    dat=k; % cada vez tiene que ir colocando
los datos en una columna, empezando por 1

end

end

end

j=j+1;
end

end

vec_fecha_precio_aux=precio(:, [2:4]);
fecha_precio=str2double(vec_fecha_precio_aux);
vec_precio=precio(:, [5:7]);
precio_espana_float=str2double(vec_precio);
length_precio=length(precio);

j=1;

for i=1:length_precio

vec_fecha_precio(i,:)=cellstr(sprintf('%d/%d/%d', fecha_precio(i,
2), fecha_precio(i,3), fecha_precio(i,1)));

end
```



```
precio_espana=num2cell(precio_espana_float);
vector_actualizacion_precio(:,1)=vec_fechas_precio(:,1);
vector_actualizacion_precio(:,2)=precio_espana(:,1);
vector_actualizacion_precio(:,3)=precio_espana(:,3);

%% ACTUALIZACION DE LA BASE DE DATOS

colnames_bilaterales={'Fecha','Hora','Compra_Bilaterales','Venta_Bilaterales'};

if fecha_ult_bil==f_actualizacion

else

    try

        fastinsert(conn, 'BILATERALES_2',
colnames_bilaterales,vector_actualizacion_bil);
        display('La tabla BILATERALES ha sido actualizada
correctamente')

    catch

        display('Error en la actualiacion de la base de datos
(BILATERALES)')
        display('Compruebe que tiene cerrada la tabla o tablas
a actualizar')

    end

end

colnames_inter =
{'FECHA','HORA','FRONTERA','CAP_IMPORT','OCUP_IMPORT','CAP_LIBRE_I
MPORT','CAP_EXPORT','OCUP_EXPORT','CAP_LIBRE_EXPORT'};

if fecha_ult_inter==f_actualizacion
```



```
else
    try
        fastinsert(conn, 'INTERCONEXIONES_2',
colnames_inter,vector_actualizacion_inter);
        display('La tabla INTERCONEXIONES ha sido actualizada
correctamente')
    catch
        display('Error en la actualiacion de la base de datos
(INTERCONEXIONES)')
        display('Compruebe que tiene cerrada la tabla o tablas
a actualizar')
    end
end

colnames_precio = {'Fecha', 'Hora', 'Precio'};

if fecha_ult_precio==f_actualizacion

else
    try
        fastinsert(conn, 'PRECIO_2',
colnames_precio,vector_actualizacion_precio);
        display('La tabla PRECIO ha sido actualizada
correctamente')
    catch
        display('Error en la actualiacion de la base de datos
(PRECIO)')
        display('Compruebe que tiene cerrada la tabla o tablas
a actualizar')
    end
end

end
```



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Actualizar datos horizonte n+1

catch

```
display('Ha ocurrido un error durante la actualizacion')  
display('Si ha introducido la fecha de forma manual, compruebe  
que')  
display('existen datos disponibles hasta dicha fecha')
```

end

```
close(conn);
```



2. Actualizar datos horizonte n-7

```
%%  
  
conn=database('BBDD_MODELO_PRECIO','','');  
  
fecha_hoy=datenum(today);  
dia_hoy=weekday(today);  
fecha=fecha_hoy;  
  
if dia_hoy==2 %el horizonte temporal es semanal, por tanto hay que  
actualizar los datos de lunes en lunes (dia 2 de la semana en  
MATLAB)  
  
    f_actualizacion=datenum(today);  
  
else  
  
    while(fecha~=2) %si no se lee un dia que sea lunes, no va a  
devolver datos, los datos van de lunes a domingo  
  
        f_final=datenum(fecha_hoy);  
        fecha_hoy=fecha_hoy-1;  
        fecha=weekday(f_final);  
  
    end  
  
    f_actualizacion=datenum(f_final);  
  
end  
  
f_ultimo_dato=f_actualizacion+6;  
vec_fecha_final=datevec(f_ultimo_dato);  
  
ult_fecha=fetch(conn,'SELECT TOP 1 Fecha FROM POT_DISPONIBLE_2  
ORDER BY Fecha DESC'); %ultima fecha en la que tiene datos la base  
de datos  
fecha_ult=datenum(ult_fecha(1)); %datenum asociado a la ultima  
fecha que tiene datos la base  
fecha_primer=fecha_ult+1; %primera fecha en la que va a empezar a  
rellenar datos  
fil_inicial=1;  
fil_final=0; %para que mas abajo al sumarle 23 24 o 25 termine  
correctamente el primer dia a actualizar
```



```
dia_ultimo_dato=weekday(fecha_ult);

if fecha_ult == f_ultimo_dato %si el ultimo dato que esta en la
base de datos es menor que el ultimo dato que se puede actualizar

    display('No hay datos disponibles para actualizar la base de
datos')
    display('Ya esta completamente actualizada')

elseif dia_ultimo_dato ~= 1

    display('La ultima actualizacion no se realizo correctamente')
    display('Borre todos los datos hasta que el ultimo dato
corresponda a')
    display('un domingo')

else

    j=1;

    for i=fecha_primer0:7:f_actualizacion

        aux=datevec(i);

        if (aux(1,2)<10 && aux(1,3)<10)

URL=sprintf('http://www.esios.ree.es/Solicitar/PDISP_SM_%d%d%d.x
ls',aux(1:3));

        elseif (aux(1,2)<10)

URL=sprintf('http://www.esios.ree.es/Solicitar/PDISP_SM_%d%d%d.xl
s',aux(1:3));

        elseif (aux(1,3)<10)

URL=sprintf('http://www.esios.ree.es/Solicitar/PDISP_SM_%d%d%d.xl
s',aux(1:3));

        else
```



```
URL=sprintf('http://www.esios.ree.es/Solicitar/PDISP_SM_%d%d%d.xls',aux(1:3));

    end

    gunzip(URL);

    if (aux(1,2)<10 && aux(1,3)<10)

vector_actualizacion=xlsread(sprintf('PDISP_SM_%d%d%d.xls',aux(1:3)));
        delete(sprintf('PDISP_SM_%d%d%d.xls',aux(1:3)));
    elseif (aux(1,2)<10)

vector_actualizacion=xlsread(sprintf('PDISP_SM_%d%d%d.xls',aux(1:3)));
        delete(sprintf('PDISP_SM_%d%d%d.xls',aux(1:3)));
    elseif (aux(1,3)<10)

vector_actualizacion=xlsread(sprintf('PDISP_SM_%d%d%d.xls',aux(1:3)));
        delete(sprintf('PDISP_SM_%d%d%d.xls',aux(1:3)));
    else

vector_actualizacion=xlsread(sprintf('PDISP_SM_%d%d%d.xls',aux(1:3)));
        delete(sprintf('PDISP_SM_%d%d%d.xls',aux(1:3)));
    end

    length_aux(i)=length(vector_actualizacion);

    for k=1:length_aux(i)

        vector_float_datos(j,:)=vector_actualizacion(k,:);
        j=j+1;

    end

end

clear length_aux;
```



```
vector_cell_actualizacion=num2cell(vector_float_datos);

aux_primera_fecha=datevec(fecha_primer);

aux_primer_datenum=datenum(sprintf('%d/%d/%d
0:55',aux_primera_fecha(2),aux_primera_fecha(3),aux_primera_fecha(
1)));
aux_segundo_datenum=datenum(sprintf('%d/%d/%d
1:55',aux_primera_fecha(2),aux_primera_fecha(3),aux_primera_fecha(
1)));

dif=aux_segundo_datenum-aux_primer_datenum;

mes_f_actualizacion=vec_fecha_final(2);
dia_f_actualizacion=vec_fecha_final(3);

if mes_f_actualizacion==3 && dia_f_actualizacion>24

    aux_ultimo_datenum=datenum(sprintf('%d/%d/%d
22:55',vec_fecha_final(2),vec_fecha_final(3),vec_fecha_final(1)));

elseif mes_f_actualizacion==10 && dia_f_actualizacion>24

    aux_ultimo_datenum=datenum(sprintf('%d/%d/%d
24:55',vec_fecha_final(2),vec_fecha_final(3),vec_fecha_final(1)));

else

    aux_ultimo_datenum=datenum(sprintf('%d/%d/%d
23:55',vec_fecha_final(2),vec_fecha_final(3),vec_fecha_final(1)));

end

j=1;

for i=aux_primer_datenum:dif: aux_ultimo_datenum

    vector_auxiliar=datevec(i);
    dia_aux=weekday(i);

    if (vector_auxiliar(2)==3) && (vector_auxiliar(3)>24) &&
(vector_auxiliar(4)==23) && (dia_aux==1)

        elseif (vector_auxiliar(2)==10) && (vector_auxiliar(3)>24)
&& (vector_auxiliar(4)==23) && (dia_aux==1)

            vec_fechas_aux(j,:)=datevec(i);
```



```
vec_fechas_aux(j+1,1:3)=vec_fechas_aux(j,1:3);
vec_fechas_aux(j+1,4)=vec_fechas_aux(j,4)+1;
vec_fechas_aux(j+1,5:6)=vec_fechas_aux(j,5:6);

j=j+2;

else

vec_fechas_aux(j,:)=datevec(i);
j=j+1;

end

end

filas=length(vec_fechas_aux);

j=1;

for i=1:filas

vector_fechas(i,:)=cellstr(sprintf('%d/%d/%d',vec_fechas_aux(i,2),
vec_fechas_aux(i,3),vec_fechas_aux(i,1)));
vector_horas(i,:)=num2cell((vec_fechas_aux(i,4))+1);

end

vector_actualizacion_potencia =
horzcat(vector_fechas,vector_horas,vector_cell_actualizacion);

try

colnames_pot =
{'Fecha','Hora','Hidraulica','Nuclear','Carbon','Fuel_Gas','CC','T
otal_disp','Total_inst'};
fastinsert(conn, 'POT_DISPONIBLE_2',
colnames_pot,vector_actualizacion_potencia);
display('La tabla Potencia Disponible se ha actualizado
correctamente')

catch

display('No se ha podido actualizar la base de datos')
```



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Actualizar datos horizonte n-7

```
display('Compruebe que tiene la tabla a actualizar  
cerrada')
```

```
end
```

```
end
```

```
close(conn);
```



3. Actualizar datos n-90

Curvas de oferta y demanda

```
clear();

% para SQL las fechas que van a entrar tienen que ir con el
formato
% mm/dd/yyy, el resto de fechas que sólo sirvan para informar por
ejemplo
% de que en qué fecha ha aparecido una nueva unidad no hace falta

%% conexión y determinación de fecha

conn=database('BBDD_MODELO_PRECIO','','');

fecha_hoy=datetime(today);
f_actualizacion=fecha_hoy-90;

ult_fecha=fetch(conn,'SELECT TOP 1 Fecha FROM CURVAS_2015 ORDER BY
Fecha DESC'); % última fecha en la que tiene datos la base de
datos

if isempty(ult_fecha)
    fecha_ult=datetime('31/12/2014','dd/mm/yyyy');
else
    fecha_ult=datetime(ult_fecha(1)); % datetime asociado a la
última fecha que tiene datos la base
end

fecha_primerofecha_ult+1; % primera fecha en la que va a empezar
a rellenar datos
vector_fecha_primerofecha_ult+1;

dia_primerofecha_ult(3);
mes_primerofecha_ult(2);
año_primerofecha_ult(1);

if mes_primerofecha_ult==12
    display('Recuerde que a partir de enero habrá que crear una
nueva tabla para seguir actualizando')
end

vector_fecha_ultimo=datevec(f_actualizacion);
```



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Actualizar datos horizonte n-90 (Curvas de oferta y demanda)

```
dia_ultimo=vector_fecha_ultimo(3);
mes_ultimo=vector_fecha_ultimo(2);
ango_ultimo=vector_fecha_ultimo(1);

j=1;

for i=fecha_primero:f_actualizacion

    unidades_ofertantes=fetch(conn, 'SELECT * FROM
Unidades_Ofertantes');

    aux=datevec(i);
    mes(j)=aux(1,2);

    try

        if (aux(1,2)<10 && aux(1,3)<10)

datos_ofer_dem=importdata(sprintf('curva_pbc_uof_%d0%d0%d.1', aux(1:
3)));
            elseif (aux(1,2)<10)

datos_ofer_dem=importdata(sprintf('curva_pbc_uof_%d0%d%d.1', aux(1:
3)));
            elseif (aux(1,3)<10)

datos_ofer_dem=importdata(sprintf('curva_pbc_uof_%d%d0%d.1', aux(1:
3)));
            else

datos_ofer_dem=importdata(sprintf('curva_pbc_uof_%d%d%d.1', aux(1:3
)));
            end

        catch

            if aux(1,2)<10

URL=sprintf('http://www.omie.es/datosPub/curva_pbc_uof/curva_pbc_u
of_%d0%d.zip', aux(1:2));
            else

URL=sprintf('http://www.omie.es/datosPub/curva_pbc_uof/curva_pbc_u
of_%d%d.zip', aux(1:2));
            end
            if j==1
```



```
        unzip(URL);
    else
        if mes(j) == mes(j-1)
            else
                unzip(URL);
            end
        end

        if (aux(1,2)<10 && aux(1,3)<10)

datos_ofer_dem=importdata(sprintf('curva_pbc_uof_%d%d%d.1',aux(1:3)));
        elseif (aux(1,2)<10)

datos_ofer_dem=importdata(sprintf('curva_pbc_uof_%d%d%d.1',aux(1:3)));
        elseif (aux(1,3)<10)

datos_ofer_dem=importdata(sprintf('curva_pbc_uof_%d%d%d.1',aux(1:3)));
        else

datos_ofer_dem=importdata(sprintf('curva_pbc_uof_%d%d%d.1',aux(1:3)));
        end

    end

    longitud=length(datos_ofer_dem);
    datos_validos=datos_ofer_dem(4:longitud,:);
    cadena=char(datos_validos);

    longitud_datos=length(datos_validos)-1;

    for i=1:longitud_datos

        fila_auxiliar=cadena(i,:);
        dato_fila=strsplit(fila_auxiliar, ';');
        datos(i,:)=dato_fila(1,:);

    end

    for i=1:longitud_datos

        respuesta=strcmp(datos(i,8), 'C');
        if respuesta==1
            casada(i,1)=1;
        else
            casada(i,1)=0;
        end
    end
end
```



```
end

end

c2 = (strrep(datos, '.', ''));
c3 = (strrep(c2, ',', ' '));
datos_float(:,1)=c3(:,1);
datos_float(:,2)=c3(:,6);
datos_float(:,3)=c3(:,7);

vector_float=str2double(datos_float);
vector_float=num2cell(vector_float);

v1=datos(:,2); %fecha
v2=vector_float(:,1); %hora
v3=datos(:,3); %pais
v4=datos(:,4); %unidad
v5=datos(:,5); %C/V
v6=casada(:,1); %0/1
v7=vector_float(:,2); %energia
v8=vector_float(:,3); %precio
v6=num2cell(v6);

vector_comprobacion=horzcat(v1,v2,v3,v4,v5,v6,v7,v8);
vector_datos=vector_comprobacion;

longitud_fechas=size(vector_datos);
filas=longitud_fechas(1);
unidades=vector_datos(:,4);
v1=vector_datos(:,1);

for i=1:longitud_fechas
    aux_fechas(i,:)=datevec(v1(i), 'dd/mm/yyyy');

vector_fechas(i,:)=cellstr(sprintf('%d/%d/%d',aux_fechas(i,2),aux_
fechas(i,3),aux_fechas(i,1))); %para meterlo en la bbdd los meses
van primero, luego dia, luego año

vector_fechas_display(i,:)=cellstr(sprintf('%d/%d/%d',aux_fechas(i
,3),aux_fechas(i,2),aux_fechas(i,1)));
end

%% asignar tecnologia a cada unidad

unidades_nuevas=0;
```



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Actualizar datos horizonte n-90 (Curvas de oferta y demanda)

```
fil_final=length(unidades);
consulta_final=length(unidades_ofertantes);
unidades_fechas=horzcat(vector_fechas_display,unidades,v5);
k=1;

for i=1:fil_final

    contador=0;

    for j=1:consulta_final

        respuesta_compra(j)=strcmp(unidades_fechas(i,3),'C');
respuesta(j)=strcmp(unidades_fechas(i,2),unidades_ofertantes(j,2))
;

        if respuesta(j)==1

            unidades_fechas(i,4)=unidades_ofertantes(j,1);

        elseif respuesta_compra(j)==1

            unidades_fechas(i,4)={'COMPRA'};

        else

            contador=contador+1;

        end

    end

    if contador==consulta_final

        unidades_fechas(i,4)={'NUEVA'};
        uo_nuevas(k,1)=unidades_fechas(i,2);

        fechas_nuevas_aux(k,1)=datenum(unidades_fechas(i,1),'dd/mm/yyyy');
        unidades_nuevas=unidades_nuevas+1;
        k=k+1;

    end

end
```



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Actualizar datos horizonte n-90 (Curvas de oferta y demanda)

```
end
```

```
end
```

```
%% si ha habido nuevas unidades, ver en que fecha han sido
```

```
if k ~= 1
```

```
    longitud_nuevas=length(fechas_nuevas_aux);
```

```
    for i=1:longitud_nuevas
```

```
        aux_nuevas_fechas(i,:)=datevec(fechas_nuevas_aux(i,1),'dd/mm/yyyy'
);
```

```
        fechas_nuevas(i,:)=cellstr(sprintf('%d/%d/%d',aux_nuevas_fechas(i,
3),aux_nuevas_fechas(i,2),aux_nuevas_fechas(i,1)));
```

```
    end
```

```
        fechas_nuevas=cellstr(fechas_nuevas);
```

```
        vector_uo_fecha=horzcat(fechas_nuevas,uo_nuevas);
```

```
        display('Las fechas en las que han aparecido nuevas
unidades son:')
```

```
        vector_uo_fecha
```

```
        display('Por favor, actualice las en la tabla
Unidades_Ofertantes Y CURVAS_2015')
```

```
        uo_nuevas_bbdd(1,2)=uo_nuevas(1,1);
```

```
        uo_nuevas_bbdd(1,1)={'NUEVA'};
```

```
        longitud_consulta=length(uo_nuevas);
```

```
        longitud_variable=1;
```



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Actualizar datos horizonte n-90 (Curvas de oferta y demanda)

```
for i=1:longitud_consulta
    contador=0;
    for j=1:longitud_variable

respuesta_2(j)=strcmp(uo_nuevas_bbdd(j,2),uo_nuevas(i,1));

        if respuesta_2(j)==1
            else
                contador=contador+1;
            end
        end

        if contador==longitud_variable %si es igual es que la
unidad no esta incluida en up_nuevas

            uo_nuevas_bbdd(longitud_variable+1,1)={'NUEVA'};
uo_nuevas_bbdd(longitud_variable+1,2)=uo_nuevas(i,1);
            longitud_variable=longitud_variable+1;

        else

        end

    end

    j=j+1;

    tecnologia=unidades_fechas(:,4);

vector_actualizacion_curvas=horzcat(vector_fechas,v2,v3,v4,tecnolo
gia,v5,v6,v7,v8);

%% inclusion en la base de datos
```



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Actualizar datos horizonte n-90 (Curvas de oferta y demanda)

```
colnames_ofer_dem =
{'Fecha', 'Hora', 'Pais', 'Unidad', 'Tecnologia', 'TipoOferta', 'Casada'
, 'Energia', 'Precio'};

try

    conn=database('BBDD_MODELO_PRECIO', '', '');
    fastinsert(conn, sprintf('CURVAS_%d', aux(1,1)),
colnames_ofer_dem, vector_actualizacion_curvas);
    display('El dia:')
    aux(1:3)
    display('La tabla OFERTA_DEMANDA ha sido actualizada
correctamente')

catch

    display('Error en la actualiacion de la base de datos
(OFFERTA_DEMANDA)')
    aux(1:3)
    display('Compruebe que tiene cerrada la tabla o tablas a
actualizar')

end

if k~=1

    colnames_unidades_ofertantes =
{'Tecnologia', 'Unidad'};

    try

        fastinsert(conn, 'Unidades_Ofertantes',
colnames_unidades_ofertantes, uo_nuevas_bbdd);
        display('La tabla Unidades Ofertantes ha sido
actualizada correctamente')

    catch

        display('Error en la actualiacion de la base de
datos (Unidades_Ofertantes)')
        display('Compruebe que tiene cerrada la tabla o
tablas a actualizar')

    end

end
```



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Actualizar datos horizonte n-90 (Curvas de oferta y demanda)

end

```
clear datos_ofer_dem;  
clear datos_float;  
clear datos_validos;  
clear filas;  
clear unidades;  
clear uo_nuevas;  
clear fechas_nuevas_aux;  
clear vector_actualizacion_curvas;  
clear uo_nuevas_bbdd;  
clear respuesta_compra;  
clear respuesta;  
clear unidades_fechas;
```

end

```
close(conn);
```



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Actualizar datos horizonte n-90 (Curvas de oferta y demanda)



P48

```
clear();

% para SQL las fechas que van a entrar tienen que ir con el
formato
% mm/dd/yyyy, el resto de fechas que sólo sirvan para informar por
ejemplo
% de que en qué fecha ha aparecido una nueva unidad no hace falta

%% conexión y determinación de fecha

conn=database('BBDD_MODELO_PRECIO','','');

fecha_hoy=datetime(today);
f_actualizacion=fecha_hoy-90;

ult_fecha=fetch(conn,'SELECT TOP 1 Fecha FROM GEN_UNIDAD_2 ORDER
BY Fecha DESC'); %última fecha en la que tiene datos la base de
datos
fecha_ult=datetime(ult_fecha(1)); %datetime asociado a la última
fecha que tiene datos la base
fecha_primerofecha_ult+1; %primera fecha en la que va a empezar a
rellenar datos
unidades_nuevas=0;

%% recogida de datos

j=1;
l=1;
p=1;

for i=fecha_primerofecha_ult+1:f_actualizacion

    t=1;

    aux=datevec(i);

    if (aux(1,2)<10 && aux(1,3)<10)

URL=sprintf('http://www.esios.ree.es/Descargar/I90DIA_%d%d%d.zip
',aux(1:3));
```



```
elseif (aux(1,2)<10)

URL=sprintf('http://www.esios.ree.es/Descargar/I90DIA_%d%d%d.zip',
,aux(1:3));

elseif (aux(1,3)<10)

URL=sprintf('http://www.esios.ree.es/Descargar/I90DIA_%d%d%d.zip',
,aux(1:3));

else

URL=sprintf('http://www.esios.ree.es/Descargar/I90DIA_%d%d%d.zip',
aux(1:3));

end

unzip(URL);

if (aux(1,2)<10 && aux(1,3)<10)

vector_actualizacion=xlsread(sprintf('I90DIA_%d%d%d.xls',aux(1:3)
),'I90DIA02','E5:AC2500');

[~,~,raw]=xlsread(sprintf('I90DIA_%d%d%d.xls',aux(1:3)),'I90DIA0
2','D2');

[~,~,UNIDAD]=xlsread(sprintf('I90DIA_%d%d%d.xls',aux(1:3)),'I90D
IA02','A5:A2500');
delete(sprintf('I90DIA_%d%d%d.xls',aux(1:3)));
elseif (aux(1,2)<10)

vector_actualizacion=xlsread(sprintf('I90DIA_%d%d%d.xls',aux(1:3)
),'I90DIA02','E5:AC2500');

[~,~,raw]=xlsread(sprintf('I90DIA_%d%d%d.xls',aux(1:3)),'I90DIA02
','D2');

[~,~,UNIDAD]=xlsread(sprintf('I90DIA_%d%d%d.xls',aux(1:3)),'I90DI
A02','A5:A2500');
delete(sprintf('I90DIA_%d%d%d.xls',aux(1:3)));
elseif (aux(1,3)<10)

vector_actualizacion=xlsread(sprintf('I90DIA_%d%d%d.xls',aux(1:3)
),'I90DIA02','E5:AC2500');
```



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Actualizar datos horizonte n-90 (P48)

```
[~,~,raw]=xlsread(sprintf('I90DIA_%d%d0%d.xls',aux(1:3)),'I90DIA02','D2');

[~,~,UNIDAD]=xlsread(sprintf('I90DIA_%d%d0%d.xls',aux(1:3)),'I90DIA02','A5:A2500');
    delete(sprintf('I90DIA_%d%d0%d.xls',aux(1:3)));
    else

vector_actualizacion=xlsread(sprintf('I90DIA_%d%d%d.xls',aux(1:3)),'I90DIA02','E5:AC2500');

[~,~,raw]=xlsread(sprintf('I90DIA_%d%d%d.xls',aux(1:3)),'I90DIA02','D2');

[~,~,UNIDAD]=xlsread(sprintf('I90DIA_%d%d%d.xls',aux(1:3)),'I90DIA02','A5:A2500');
    delete(sprintf('I90DIA_%d%d%d.xls',aux(1:3)));
    end

%     length_aux(i)=length(vector_actualizacion);

[fil_final_diaria,col]=size(vector_actualizacion);

if col==25

elseif col==24

    a(1:fil_final_diaria,1)='a';
    b=cellstr(a);
    c=str2double(b);
    vector_actualizacion(:,25)=c;

elseif col==23

    a(1:fil_final_diaria,1)='a';
    b=cellstr(a);
    c=str2double(b);
    vector_actualizacion(:,24:25)=c;

end

if l==1

    vector_act_datos=vector_actualizacion;

else
```



```
vector_act_datos=vertcat(vector_act_datos,vector_actualizacion);
```

```
end
```

```
for k=1:fil_final_diaria
```

```
    fechas(j,:)=raw;  
    unidades(l,:)=UNIDAD(k,:);  
    l=l+1;  
    j=j+1;
```

```
end
```

```
clear a;  
clear b;  
clear c;
```

```
end
```

```
vector_fechas_aux=cellstr(fechas);
```

```
longitud_fechas=length(vector_fechas_aux);
```

```
for i=1:longitud_fechas
```

```
    aux_fechas(i,:)=datevec(vector_fechas_aux(i),'dd/mm/yyyy');
```

```
    vector_fechas(i,:)=cellstr(sprintf('%d/%d/%d',aux_fechas(i,2),aux_  
    fechas(i,3),aux_fechas(i,1))); %para meterlo en la bbdd los meses  
    van primero, luego dia, luego año
```

```
    vector_fechas_display(i,:)=cellstr(sprintf('%d/%d/%d',aux_fechas(i,  
    ,3),aux_fechas(i,2),aux_fechas(i,1)));
```

```
end
```

```
% comparacion UP con tecnologia usada
```



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Actualizar datos horizonte n-90 (P48)

```
unidades_programacion=fetch(conn, 'SELECT * FROM COD_TECNOLOGIA');

fil_final=length(unidades);
consulta_final=length(unidades_programacion);
unidades_fechas=horzcat(vector_fechas_display,unidades);
k=1;

for i=1:fil_final

    contador=0;

    for j=1:consulta_final

respuesta(j)=strcmp(unidades_fechas(i,2),unidades_programacion(j,2
));

        if respuesta(j)==1

            unidades_fechas(i,3)=unidades_programacion(j,1);

        else

            contador=contador+1;

        end

    end

    if contador==consulta_final

        unidades_fechas(i,3)={'NUEVA'};
        up_nuevas(k,1)=unidades_fechas(i,2);

fechas_nuevas_aux(k,1)=datenum(unidades_fechas(i,1),'dd/mm/yyyy');
unidades_nuevas=unidades_nuevas+1;
k=k+1;

    end

end
```



```
vector_act_datos=num2cell(vector_act_datos);
vector_actualizacion_gen_unidad =
horzcat(vector_fechas,unidades_fechas(:,3),unidades_fechas(:,2),ve
ctor_act_datos);

%% si ha habido nuevas unidades, ver en que fecha han sido

clear aux;

if k ~= 1

    longitud_nuevas=length(fechas_nuevas_aux);

    for i=1:longitud_nuevas

aux_nuevas_fechas(i,:)=datevec(fechas_nuevas_aux(i,1),'dd/mm/yyyy'
);

fechas_nuevas(i,:)=cellstr(sprintf('%d/%d/%d',aux_nuevas_fechas(i,
3),aux_nuevas_fechas(i,2),aux_nuevas_fechas(i,1)));

        end

fechas_nuevas=cellstr(fechas_nuevas);
vector_up_fecha=horzcat(fechas_nuevas,up_nuevas);

display('Las fechas en las que han aparecido nuevas unidades
son:')
vector_up_fecha
display('Por favor, actualicelas en la tabla COD_TECNOLOGIA Y
GEN_UNIDAD')

%% Preparacion de nuevas unidades para incluir en la base de
datos

up_nuevas_bbdd(1,2)=up_nuevas(1,1);
up_nuevas_bbdd(1,1)={'NUEVA'};
```



```
longitud_consulta=length(up_nuevas);

longitud_variable=1;

for i=1:longitud_consulta

    contador=0;

    for j=1:longitud_variable

respuesta_2(j)=strcmp(up_nuevas_bbdd(j,2),up_nuevas(i,1));

        if respuesta_2(j)==1

            else

                contador=contador+1;

            end

        end

        if contador==longitud_variable %si es igual es que la
unidad no esta incluida en up_nuevas

            up_nuevas_bbdd(longitud_variable+1,1)={'NUEVA'};
            up_nuevas_bbdd(longitud_variable+1,2)=up_nuevas(i,1);
            longitud_variable=longitud_variable+1;

        else

            end

        end

    end

end

%% inclusion en la base de datos

colnames_gen_unidad =
{'Fecha','Tecnologia','Unidad','H1','H2','H3','H4','H5','H6','H7',
'H8','H9','H10','H11','H12','H13','H14','H15','H16','H17','H18','H
19','H20','H21','H22','H23','H24','H25'};
```



```
try

    fastinsert(conn, 'GEN_UNIDAD_2',
colnames_gen_unidad,vector_actualizacion_gen_unidad);
    display('La tabla GEN_UNIDAD ha sido actualizada
correctamente')

catch

    display('Error en la actualiacion de la base de datos
(GEN_UNIDAD)')
    display('Compruebe que tiene cerrada la tabla o tablas a
actualizar')

end

if k~=1

    colnames_cod_tecnologia = {'Tecnologia','Unidad'};

    try

        fastinsert(conn, 'COD_TECNOLOGIA',
colnames_cod_tecnologia,up_nuevas_bbdd);
        display('La tabla COD_TECNOLOGIA ha sido actualizada
correctamente')

    catch

        display('Error en la actualiacion de la base de datos
(COD_TECNOLOGIA)')
        display('Compruebe que tiene cerrada la tabla o tablas
a actualizar')

    end

end

close(conn)
```



4. Modelo 1

Previsión de ofertas

```
clear all;

%% CONEXION A LA BASE DE DATOS
%
% conn=database('BBDD_MODELO_PRECIO','','');
%
setdbprefs({'NullStringRead';'NullNumberRead';'DataReturnFormat'},
{'';'';'cellarray'});

%% DEFINIR FECHAS DE PREVISION

% ango=input('Seleccione el año del que quiere la prevision: ');
% mes=input('Seleccione el mes del que quiere la prevision: ');
% dia=input('Seleccione el dia del que quiere la prevision: ');
% hora=input('Seleccione la hora de la quiere la prevision: ');
% display(sprintf('La prevision se va a realizar para el %d/%d/%d
a las %d horas',dia,mes,ango,hora))

for i=2:24

    conn=database('BBDD_MODELO_PRECIO','','');

    setdbprefs({'NullStringRead';'NullNumberRead';'DataReturnFormat'},
    {'';'';'cellarray'});

    mes=[1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1];
    dia=[1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1];

    hora=[1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,
    24];
    ango=2015;
    ango_1=ango-1; %comprobamos exactamente la misma hora, el
    mismo dia y el mismo mes del año pasado
    ango_2=ango-2; %comprobamos exactamente la misma hora, el
    mismo dia y el mismo mes de hace dos años

    hora_ejemplo=hora(i);
```



```
try

fecha_prevision=datenum(sprintf('%d/%d/%d', dia(i), mes(i), ango), 'dd/mm/yyyy');

aux_fecha_hist_1=datenum(sprintf('%d/%d/%d', dia(i), mes(i), ango_1), 'dd/mm/yyyy');

aux_fecha_hist_2=datenum(sprintf('%d/%d/%d', dia(i), mes(i), ango_2), 'dd/mm/yyyy');

catch

fecha_prevision=datenum(sprintf('%d/%d/%d', dia(i), mes(i), ango), 'dd/mm/yyyy');

aux_fecha_hist_1=datenum(sprintf('%d/%d/%d', dia(i), mes(i), ango_1), 'dd/mm/yyyy');

aux_fecha_hist_2=datenum(sprintf('%d/%d/%d', dia(i), mes(i), ango_2), 'dd/mm/yyyy');

end

dia_prevision=weekday(fecha_prevision);
dia_hist_1=weekday(aux_fecha_hist_1);
dia_hist_2=weekday(aux_fecha_hist_2);

if dia_prevision == 1
    if dia_hist_1 == 1
        if dia_hist_2 == 1
            else
                while(dia_hist_2~=1)
                    aux_fecha_hist_2=aux_fecha_hist_2-1;
                    dia_hist_2=weekday(aux_fecha_hist_2);
                end
            end
        else
            while(dia_hist_1~=1)
                aux_fecha_hist_1=aux_fecha_hist_1-1;
                dia_hist_1=weekday(aux_fecha_hist_1);
            end
            if dia_hist_2 == 1
                else
                    while(dia_hist_2~=1)
                        aux_fecha_hist_2=aux_fecha_hist_2-1;
                        dia_hist_2=weekday(aux_fecha_hist_2);
                    end
                end
            end
        end
    end
end
```



```
        end
    end

elseif dia_prevision == 7

    if dia_hist_1 == 7
        if dia_hist_2 == 7
            else
                while(dia_hist_2~=7)
                    aux_fecha_hist_2=aux_fecha_hist_2+1;
                    dia_hist_2=weekday(aux_fecha_hist_2);
                end
            end
        else
            while(dia_hist_1~=7)
                aux_fecha_hist_1=aux_fecha_hist_1+1;
                dia_hist_1=weekday(aux_fecha_hist_1);
            end
            if dia_hist_2 == 7
                else
                    while(dia_hist_2~=7)
                        aux_fecha_hist_2=aux_fecha_hist_2+1;
                        dia_hist_2=weekday(aux_fecha_hist_2);
                    end
                end
            end
        end
    else
        if dia_hist_1==1 || dia_hist_1==7
            aux_fecha_hist_1=aux_fecha_hist_1+2;
        end
        if dia_hist_2==1 || dia_hist_2 ==7
            aux_fecha_hist_2=aux_fecha_hist_2+2;
        end
    end
end
```

```
vector_fecha_prevision=datevec(fecha_prevision);
aux_hist_1=datevec(aux_fecha_hist_1);
aux_hist_2=datevec(aux_fecha_hist_2);
```

```
%% eolica
```



```
ofertas_eolica_1=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT Energia,
Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='Eolica' And Casada=1 And
(Pais='MI' OR Pais='ES') And Fecha=%d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_1(1),aux_hist_1(2),aux_hist_1(3),aux_hist_1(1),h
ora(i))));
```

```
ofertas_eolica_1_baja=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT
Energia, Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='Eolica (BAJA)'
And Casada=1 And (Pais='MI' OR Pais='ES') And Fecha=%d/%d/%d#
And
Hora=%d',aux_hist_1(1),aux_hist_1(2),aux_hist_1(3),aux_hist_1(1),h
ora(i))));
```

```
ofertas_eolica_2=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT Energia,
Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='Eolica' And Casada=1 And
(Pais='MI' OR Pais='ES') And Fecha=%d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_2(1),aux_hist_2(2),aux_hist_2(3),aux_hist_2(1),h
ora(i))));
```

```
ofertas_eolica_2_baja=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT
Energia, Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='Eolica (BAJA)'
And Casada=1 And (Pais='MI' OR Pais='ES') And Fecha=%d/%d/%d#
And
Hora=%d',aux_hist_2(1),aux_hist_2(2),aux_hist_2(3),aux_hist_2(1),h
ora(i))));
```

```
estructura_ofertas.eolica.uno=ofertas_eolica_1;
estructura_ofertas.eolica.uno_baja=ofertas_eolica_1_baja;
estructura_ofertas.eolica.dos=ofertas_eolica_2;
estructura_ofertas.eolica.dos_baja=ofertas_eolica_2_baja;
```

```
%% solar
```

```
ofertas_solar_1=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT Energia,
Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='Solar' And Casada=1 And
(Pais='MI' OR Pais='ES') And Fecha=%d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_1(1),aux_hist_1(2),aux_hist_1(3),aux_hist_1(1),h
ora(i))));
```

```
ofertas_solar_1_baja=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT
Energia, Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='Solar (BAJA)'
And Casada=1 And (Pais='MI' OR Pais='ES') And Fecha=%d/%d/%d#
And
Hora=%d',aux_hist_1(1),aux_hist_1(2),aux_hist_1(3),aux_hist_1(1),h
ora(i))));
```

```
ofertas_solar_2=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT Energia,
Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='Solar' And Casada=1 And
(Pais='MI' OR Pais='ES') And Fecha=%d/%d/%d# And
```



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

PREVISIÓN DE OFERTAS MODELO 1

```
Hora=%d',aux_hist_2(1),aux_hist_2(2),aux_hist_2(3),aux_hist_2(1),h  
ora(i))));  
    ofertas_solar_2_baja=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT  
Energia, Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='Solar (BAJA)'  
And Casada=1 And (Pais='MI' OR Pais='ES') And Fecha=#d/%d/%d#  
And  
Hora=%d',aux_hist_2(1),aux_hist_2(2),aux_hist_2(3),aux_hist_2(1),h  
ora(i))));
```

```
estructura_ofertas.solar.uno=ofertas_solar_1;  
estructura_ofertas.solar.uno_baja=ofertas_solar_1_baja;  
estructura_ofertas.solar.dos=ofertas_solar_2;  
estructura_ofertas.solar.dos_baja=ofertas_solar_2_baja;
```

```
%% carbon
```

```
    ofertas_carbon_1=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT Energia,  
Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='Carbon' And Casada=1 And  
(Pais='MI' OR Pais='ES') And Fecha=#d/%d/%d# And  
Hora=%d',aux_hist_1(1),aux_hist_1(2),aux_hist_1(3),aux_hist_1(1),h  
ora(i))));  
    ofertas_carbon_1_baja=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT  
Energia, Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='Carbon (BAJA)'  
And Casada=1 And (Pais='MI' OR Pais='ES') And Fecha=#d/%d/%d#  
And  
Hora=%d',aux_hist_1(1),aux_hist_1(2),aux_hist_1(3),aux_hist_1(1),h  
ora(i))));
```

```
    ofertas_carbon_2=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT Energia,  
Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='Carbon' And Casada=1 And  
(Pais='MI' OR Pais='ES') And Fecha=#d/%d/%d# And  
Hora=%d',aux_hist_2(1),aux_hist_2(2),aux_hist_2(3),aux_hist_2(1),h  
ora(i))));  
    ofertas_carbon_2_baja=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT  
Energia, Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='Carbon (BAJA)'  
And Casada=1 And (Pais='MI' OR Pais='ES') And Fecha=#d/%d/%d#  
And  
Hora=%d',aux_hist_2(1),aux_hist_2(2),aux_hist_2(3),aux_hist_2(1),h  
ora(i))));
```

```
estructura_ofertas.carbon.uno=ofertas_carbon_1;  
estructura_ofertas.carbon.uno_baja=ofertas_carbon_1_baja;  
estructura_ofertas.carbon.dos=ofertas_carbon_2;  
estructura_ofertas.carbon.dos_baja=ofertas_carbon_2_baja;
```

```
%% hidraulica
```



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

PREVISIÓN DE OFERTAS MODELO 1

```
ofertas_hidraulica_1=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT
Energia, Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='Hidraulica' And
Casada=1 And (Pais='MI' OR Pais='ES') And Fecha=%d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_1(1),aux_hist_1(2),aux_hist_1(3),aux_hist_1(1),h
ora(i))));
ofertas_hidraulica_1_baja=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT
Energia, Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='Hidraulica
(BAJA)' And Casada=1 And (Pais='MI' OR Pais='ES') And
Fecha=%d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_1(1),aux_hist_1(2),aux_hist_1(3),aux_hist_1(1),h
ora(i))));

ofertas_hidraulica_2=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT
Energia, Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='Hidraulica' And
Casada=1 And (Pais='MI' OR Pais='ES') And Fecha=%d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_2(1),aux_hist_2(2),aux_hist_2(3),aux_hist_2(1),h
ora(i))));
ofertas_hidraulica_2_baja=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT
Energia, Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='Hidraulica
(BAJA)' And Casada=1 And (Pais='MI' OR Pais='ES') And
Fecha=%d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_2(1),aux_hist_2(2),aux_hist_2(3),aux_hist_2(1),h
ora(i))));

estructura_ofertas.hidraulica.uno=ofertas_hidraulica_1;
estructura_ofertas.hidraulica.uno_baja=ofertas_hidraulica_1_baja;
estructura_ofertas.hidraulica.dos=ofertas_hidraulica_2;
estructura_ofertas.hidraulica.dos_baja=ofertas_hidraulica_2_baja;

%% ciclo combinado

ofertas_CC_1=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT Energia,
Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='Ciclo Combinado' And
Casada=1 And (Pais='MI' OR Pais='ES') And Fecha=%d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_1(1),aux_hist_1(2),aux_hist_1(3),aux_hist_1(1),h
ora(i))));
ofertas_CC_1_baja=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT Energia,
Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='Ciclo Combinado (BAJA)'
And Casada=1 And (Pais='MI' OR Pais='ES') And Fecha=%d/%d/%d#
And
Hora=%d',aux_hist_1(1),aux_hist_1(2),aux_hist_1(3),aux_hist_1(1),h
ora(i))));

ofertas_CC_2=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT Energia,
Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='Ciclo Combinado' And
Casada=1 And (Pais='MI' OR Pais='ES') And Fecha=%d/%d/%d# And
```



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

PREVISIÓN DE OFERTAS MODELO 1

```
Hora=%d',aux_hist_2(1),aux_hist_2(2),aux_hist_2(3),aux_hist_2(1),h  
ora(i))));
```

```
ofertas_CC_2_baja=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT Energia,  
Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='Ciclo Combinado (BAJA)'  
And Casada=1 And (Pais='MI' OR Pais='ES') And Fecha=#d/%d/%d#  
And
```

```
Hora=%d',aux_hist_2(1),aux_hist_2(2),aux_hist_2(3),aux_hist_2(1),h  
ora(i))));
```

```
estructura_ofertas.CC.uno=ofertas_CC_1;  
estructura_ofertas.CC.uno_baja=ofertas_CC_1_baja;  
estructura_ofertas.CC.dos=ofertas_CC_2;  
estructura_ofertas.CC.dos_baja=ofertas_CC_2_baja;
```

```
%% nuclear
```

```
ofertas_nuclear_1=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT Energia,  
Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='Nuclear' And Casada=1  
And (Pais='MI' OR Pais='ES') And Fecha=#d/%d/%d# And  
Hora=%d',aux_hist_1(1),aux_hist_1(2),aux_hist_1(3),aux_hist_1(1),h  
ora(i))));
```

```
ofertas_nuclear_1_baja=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT  
Energia, Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='Nuclear (BAJA)'  
And Casada=1 And (Pais='MI' OR Pais='ES') And Fecha=#d/%d/%d#  
And
```

```
Hora=%d',aux_hist_1(1),aux_hist_1(2),aux_hist_1(3),aux_hist_1(1),h  
ora(i))));
```

```
ofertas_nuclear_2=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT Energia,  
Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='Nuclear' And Casada=1  
And (Pais='MI' OR Pais='ES') And Fecha=#d/%d/%d# And  
Hora=%d',aux_hist_2(1),aux_hist_2(2),aux_hist_2(3),aux_hist_2(1),h  
ora(i))));
```

```
ofertas_nuclear_2_baja=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT  
Energia, Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='Nuclear (BAJA)'  
And Casada=1 And (Pais='MI' OR Pais='ES') And Fecha=#d/%d/%d#  
And
```

```
Hora=%d',aux_hist_2(1),aux_hist_2(2),aux_hist_2(3),aux_hist_2(1),h  
ora(i))));
```

```
estructura_ofertas.nuclear.uno=ofertas_nuclear_1;  
estructura_ofertas.nuclear.uno_baja=ofertas_nuclear_1_baja;  
estructura_ofertas.nuclear.dos=ofertas_nuclear_2;  
estructura_ofertas.nuclear.dos_baja=ofertas_nuclear_2_baja;
```



%% termica renovable

```
ofertas_termica_renovable_1=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT
Energia, Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='Termica
Renovable' And Casada=1 And (Pais='MI' OR Pais='ES') And
Fecha=#d/%d/%d# And
Hora=#d',aux_hist_1(1),aux_hist_1(2),aux_hist_1(3),aux_hist_1(1),h
ora(i))));
```

```
ofertas_termica_renovable_1_baja=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELE
CT Energia, Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='Termica
Renovable (BAJA)' And Casada=1 And (Pais='MI' OR Pais='ES')
And Fecha=#d/%d/%d# And
Hora=#d',aux_hist_1(1),aux_hist_1(2),aux_hist_1(3),aux_hist_1(1),h
ora(i))));
```

```
ofertas_termica_renovable_2=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT
Energia, Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='Termica
Renovable' And Casada=1 And (Pais='MI' OR Pais='ES') And
Fecha=#d/%d/%d# And
Hora=#d',aux_hist_2(1),aux_hist_2(2),aux_hist_2(3),aux_hist_2(1),h
ora(i))));
```

```
ofertas_termica_renovable_2_baja=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELE
CT Energia, Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='Termica
Renovable (BAJA)' And Casada=1 And (Pais='MI' OR Pais='ES')
And Fecha=#d/%d/%d# And
Hora=#d',aux_hist_2(1),aux_hist_2(2),aux_hist_2(3),aux_hist_2(1),h
ora(i))));
```

```
estructura_ofertas.termica_renovable.uno=ofertas_termica_renovable
_1;
```

```
estructura_ofertas.termica_renovable.uno_baja=ofertas_termica_reno
vable_1_baja;
```

```
estructura_ofertas.termica_renovable.dos=ofertas_termica_renovable
_2;
```

```
estructura_ofertas.termica_renovable.dos_baja=ofertas_termica_reno
vable_2_baja;
```

%% no casa



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

PREVISIÓN DE OFERTAS MODELO 1

```
ofertas_no_casa_1=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT Energia,
Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='No casa' And Casada=1
And (Pais='MI' OR Pais='ES') And Fecha=%d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_1(1),aux_hist_1(2),aux_hist_1(3),aux_hist_1(1),h
ora(i))));
```

```
ofertas_no_casa_1_baja=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT
Energia, Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='No casa (BAJA)'
And Casada=1 And (Pais='MI' OR Pais='ES') And Fecha=%d/%d/%d#
And
Hora=%d',aux_hist_1(1),aux_hist_1(2),aux_hist_1(3),aux_hist_1(1),h
ora(i))));
```

```
ofertas_no_casa_2=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT Energia,
Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='No casa' And Casada=1
And (Pais='MI' OR Pais='ES') And Fecha=%d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_2(1),aux_hist_2(2),aux_hist_2(3),aux_hist_2(1),h
ora(i))));
```

```
ofertas_no_casa_2_baja=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT
Energia, Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='No casa (BAJA)'
And Casada=1 And (Pais='MI' OR Pais='ES') And Fecha=%d/%d/%d#
And
Hora=%d',aux_hist_2(1),aux_hist_2(2),aux_hist_2(3),aux_hist_2(1),h
ora(i))));
```

```
estructura_ofertas.no_casa.uno=ofertas_no_casa_1;
estructura_ofertas.no_casa.uno_baja=ofertas_no_casa_1_baja;
estructura_ofertas.no_casa.dos=ofertas_no_casa_2;
estructura_ofertas.no_casa.dos_baja=ofertas_no_casa_2_baja;
```

```
%% duda
```

```
ofertas_duda_1=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT Energia,
Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='Duda' And Casada=1 And
(Pais='MI' OR Pais='ES') And Fecha=%d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_1(1),aux_hist_1(2),aux_hist_1(3),aux_hist_1(1),h
ora(i))));
```

```
ofertas_duda_1_baja=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT
Energia, Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='Duda (BAJA)'
And Casada=1 And (Pais='MI' OR Pais='ES') And Fecha=%d/%d/%d#
And
Hora=%d',aux_hist_1(1),aux_hist_1(2),aux_hist_1(3),aux_hist_1(1),h
ora(i))));
```

```
ofertas_duda_2=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT Energia,
Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='Duda' And Casada=1 And
(Pais='MI' OR Pais='ES') And Fecha=%d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_2(1),aux_hist_2(2),aux_hist_2(3),aux_hist_2(1),h
ora(i))));
```



```
ofertas_duda_2_baja=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT
Energia, Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='Duda (BAJA)''
And Casada=1 And (Pais='MI'' OR Pais='ES'') And Fecha=%d/%d/%d#
And
Hora=%d',aux_hist_2(1),aux_hist_2(2),aux_hist_2(3),aux_hist_2(1),h
ora(i))));
```

```
estructura_ofertas.duda.uno=ofertas_duda_1;
estructura_ofertas.duda.uno_baja=ofertas_duda_1_baja;
estructura_ofertas.duda.dos=ofertas_duda_2;
estructura_ofertas.duda.dos_baja=ofertas_duda_2_baja;
```

```
%% NUEVA
```

```
ofertas_NUEVA_1=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT Energia,
Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='NUEVA'' And Casada=1 And
(Pais='MI'' OR Pais='ES'') And Fecha=%d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_1(1),aux_hist_1(2),aux_hist_1(3),aux_hist_1(1),h
ora(i))));
```

```
ofertas_NUEVA_1_baja=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT
Energia, Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='NUEVA (BAJA)''
And Casada=1 And (Pais='MI'' OR Pais='ES'') And Fecha=%d/%d/%d#
And
Hora=%d',aux_hist_1(1),aux_hist_1(2),aux_hist_1(3),aux_hist_1(1),h
ora(i))));
```

```
ofertas_NUEVA_2=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT Energia,
Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='NUEVA'' And Casada=1 And
(Pais='MI'' OR Pais='ES'') And Fecha=%d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_2(1),aux_hist_2(2),aux_hist_2(3),aux_hist_2(1),h
ora(i))));
```

```
ofertas_NUEVA_2_baja=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT
Energia, Precio FROM CURVAS_%d WHERE Tecnologia='NUEVA (BAJA)''
And Casada=1 And (Pais='MI'' OR Pais='ES'') And Fecha=%d/%d/%d#
And
Hora=%d',aux_hist_2(1),aux_hist_2(2),aux_hist_2(3),aux_hist_2(1),h
ora(i))));
```

```
estructura_ofertas.NUEVA.uno=ofertas_NUEVA_1;
estructura_ofertas.NUEVA.uno_baja=ofertas_NUEVA_1_baja;
estructura_ofertas.NUEVA.dos=ofertas_NUEVA_2;
estructura_ofertas.NUEVA.dos_baja=ofertas_NUEVA_2_baja;
```

```
%% comercializadora
```



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

PREVISIÓN DE OFERTAS MODELO 1

```
ofertas_comercializadora_1=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT
Energia, Precio FROM CURVAS_%d WHERE
Tecnologia='Comercializadora' And Casada=1 And (Pais='MI' OR
Pais='ES') And Fecha=#d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_1(1),aux_hist_1(2),aux_hist_1(3),aux_hist_1(1),h
ora(i))));
```

```
ofertas_comercializadora_1_baja=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELEC
T Energia, Precio FROM CURVAS_%d WHERE
Tecnologia='Comercializadora (BAJA)' And Casada=1 And
(Pais='MI' OR Pais='ES') And Fecha=#d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_1(1),aux_hist_1(2),aux_hist_1(3),aux_hist_1(1),h
ora(i))));
```

```
ofertas_comercializadora_2=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT
Energia, Precio FROM CURVAS_%d WHERE
Tecnologia='Comercializadora' And Casada=1 And (Pais='MI' OR
Pais='ES') And Fecha=#d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_2(1),aux_hist_2(2),aux_hist_2(3),aux_hist_2(1),h
ora(i))));
```

```
ofertas_comercializadora_2_baja=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELEC
T Energia, Precio FROM CURVAS_%d WHERE
Tecnologia='Comercializadora (BAJA)' And Casada=1 And
(Pais='MI' OR Pais='ES') And Fecha=#d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_2(1),aux_hist_2(2),aux_hist_2(3),aux_hist_2(1),h
ora(i))));
```

```
estructura_ofertas.comercializadora.uno=ofertas_comercializadora_1
;
```

```
estructura_ofertas.comercializadora.uno_baja=ofertas_comercializad
ora_1_baja;
```

```
estructura_ofertas.comercializadora.dos=ofertas_comercializadora_2
;
```

```
estructura_ofertas.comercializadora.dos_baja=ofertas_comercializad
ora_2_baja;
```

```
%% demanda
```

```
demanda_1=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT Demanda FROM
DEMANDA WHERE Fecha=#d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_1(2),aux_hist_1(3),aux_hist_1(1),hora(i))));
```

```
demanda_2=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT Demanda FROM
DEMANDA WHERE Fecha=#d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_2(2),aux_hist_2(3),aux_hist_2(1),hora(i))));
```



```
estructura_demanda.casada.uno=demanda_1;
estructura_demanda.casada.dos=demanda_2;

%% demanda prevista

demanda_prev_1=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT
Demanda_prevista FROM DEMANDA_PREVISTA WHERE Fecha=%d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_1(2),aux_hist_1(3),aux_hist_1(1),hora(i))));
demanda_prev_2=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT
Demanda_prevista FROM DEMANDA_PREVISTA WHERE Fecha=%d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_2(2),aux_hist_2(3),aux_hist_2(1),hora(i))));

estructura_demanda.prevista.uno=demanda_prev_1;
estructura_demanda.prevista.dos=demanda_prev_2;

% demanda dia esperado

demanda_dia_prevision=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT
Demanda_prevista FROM DEMANDA_PREVISTA WHERE Fecha=%d/%d/%d# And
Hora=%d',vector_fecha_prevision(2),vector_fecha_prevision(3),vector_fecha_prevision(1),hora(i))));

%% PRECIOS HISTORICOS

precio_hist_1=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT Precio FROM
PRECIO WHERE Fecha=%d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_1(2),aux_hist_1(3),aux_hist_1(1),hora(i))));
precio_hist_2=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT Precio FROM
PRECIO WHERE Fecha=%d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_2(2),aux_hist_2(3),aux_hist_2(1),hora(i))));

%% prevision eolica

prev_eolica_REE_1=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT
Prevision FROM PREVISION_EOLICA WHERE Fecha=%d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_1(2),aux_hist_1(3),aux_hist_1(1),hora(i))));
prev_eolica_REE_2=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT
Prevision FROM PREVISION_EOLICA WHERE Fecha=%d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_2(2),aux_hist_2(3),aux_hist_2(1),hora(i))));

prev_eolica_xtraders_1=fetch(conn,sprintf('SELECT * FROM
EOLICA_XTRADERS WHERE Fecha_prevision=%d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_1(2),aux_hist_1(3),aux_hist_1(1),hora(i))));
```



```
prev_eolica_xtraders_2=fetch(conn,sprintf('SELECT * FROM
EOLICA_XTRADERS WHERE Fecha_prevision=%d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_2(2),aux_hist_2(3),aux_hist_2(1),hora(i)));

observado.real_eolica_1=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT
Real FROM EOLICA_XTRADERS_REAL WHERE Fecha=%d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_1(2),aux_hist_1(3),aux_hist_1(1),hora(i))));
observado.real_eolica_2=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT
Real FROM EOLICA_XTRADERS_REAL WHERE Fecha=%d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_2(2),aux_hist_2(3),aux_hist_2(1),hora(i))));

previsiones.REE_eolica_1=prev_eolica_REE_1;
previsiones.REE_eolica_2=prev_eolica_REE_2;
previsiones.prev_eolica_1=prev_eolica_xtraders_1;
previsiones.prev_eolica_2=prev_eolica_xtraders_2;

%% prevision solar fotovoltaica

prev_eolica_xtraders_1=fetch(conn,sprintf('SELECT * FROM
SOLAR_XTRADERS WHERE Fecha_prevision=%d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_1(2),aux_hist_1(3),aux_hist_1(1),hora(i)));
prev_eolica_xtraders_2=fetch(conn,sprintf('SELECT * FROM
SOLAR_XTRADERS WHERE Fecha_prevision=%d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_2(2),aux_hist_2(3),aux_hist_2(1),hora(i)));

observado.real_solar_1=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT
Real FROM SOLAR_XTRADERS_REAL WHERE Fecha=%d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_1(2),aux_hist_1(3),aux_hist_1(1),hora(i))));
observado.real_solar_2=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT
Real FROM SOLAR_XTRADERS_REAL WHERE Fecha=%d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_2(2),aux_hist_2(3),aux_hist_2(1),hora(i))));

previsiones.prev_solar_1=prev_eolica_xtraders_1;
previsiones.prev_solar_2=prev_eolica_xtraders_2;

%% prevision hidro

prev_hidro_xtraders_1=fetch(conn,sprintf('SELECT * FROM
HIDRO_XTRADERS WHERE Fecha_prevision=%d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_1(2),aux_hist_1(3),aux_hist_1(1),hora(i)));
prev_hidro_xtraders_2=fetch(conn,sprintf('SELECT * FROM
HIDRO_XTRADERS WHERE Fecha_prevision=%d/%d/%d# And
Hora=%d',aux_hist_2(2),aux_hist_2(3),aux_hist_2(1),hora(i)));
```



```
observado.real_hidro_1=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT
Real FROM HIDRO_XTRADERS_REAL WHERE Fecha=#d/%d/%d# And
Hora=#d',aux_hist_1(2),aux_hist_1(3),aux_hist_1(1),hora(i))));
observado.real_hidro_2=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT
Real FROM HIDRO_XTRADERS_REAL WHERE Fecha=#d/%d/%d# And
Hora=#d',aux_hist_2(2),aux_hist_2(3),aux_hist_2(1),hora(i))));

previsiones.prev_hidro_1=prev_hidro_xtraders_1;
previsiones.prev_hidro_2=prev_hidro_xtraders_2;

%% previsiones dia

prevision_hidro=fetch(conn,sprintf('SELECT Prevision FROM
HIDRO_XTRADERS WHERE Fecha_prevision=#d/%d/%d# And
Hora=#d',vector_fecha_prevision(2),vector_fecha_prevision(3),vector_fecha_prevision(1),hora(i)));
prevision_solar=fetch(conn,sprintf('SELECT Prevision FROM
SOLAR_XTRADERS WHERE Fecha_prevision=#d/%d/%d# And
Hora=#d',vector_fecha_prevision(2),vector_fecha_prevision(3),vector_fecha_prevision(1),hora(i)));
prevision_eolica=fetch(conn,sprintf('SELECT Prevision FROM
EOLICA_XTRADERS WHERE Fecha_prevision=#d/%d/%d# And
Hora=#d',vector_fecha_prevision(2),vector_fecha_prevision(3),vector_fecha_prevision(1),hora(i)));

previsiones.REE_eolica_dia=cell2mat(fetch(conn,sprintf('SELECT
Prevision FROM PREVISION_EOLICA WHERE Fecha=#d/%d/%d# And
Hora=#d',vector_fecha_prevision(2),vector_fecha_prevision(3),vector_fecha_prevision(1),hora(i))));

previsiones_dia.prev_hidro_dia_prev=prevision_hidro;
previsiones_dia.prev_solar_dia_prev=prevision_solar;
previsiones_dia.prev_eolica_dia_prev=prevision_eolica;

close(conn);

save(sprintf('hora%d',i));

clear all;

%% cerrar base de datos

end
```



Algoritmo

```
clear all;

%% cargar ofertas

load COMPLETO10B

% estos coeficientes se usaran para saber que porcentaje de la
demanda
% prevista total se va a gestionar en el mercado diario. Utilizo
los
% historicos de los dos años anteriores y hago la media suponiendo
que la
% energía gestionada será esa

coeficiente_2013=demanda_prev_1(1,1)/demanda_1(1,1);
coeficiente_2014=demanda_prev_2(1,1)/demanda_2(1,1);
coeficiente_2015=(coeficiente_2013+coeficiente_2014)/2;
demanda_casacion_prevista=(demanda_dia_prevision(1,1)/coeficiente_
2015);

coeficiente_demanda_2013=(demanda_casacion_prevista/demanda_2(1,1)
);
coeficiente_demanda_2014=(demanda_casacion_prevista/demanda_1(1,1)
);

% Aquí le doy un peso específico a cada una de las ofertas,
normalmente
% daré más peso a las ofertas más antiguas que a las mas recientes

peso_2013=0.3;
peso_2014=0.7;

%% errores en previsiones

% estos errores se usaran para corregir las previsiones
historicas, si
% asume que el error que habrá ahora será igual al que hubo el año
pasado o
% hace dos

% Para los datos extraidos de Xtraders, es posible que haya algun
dato que
% este vacío, en el cálculo de los errores supondré que el error
es cero (1
```



```
% en nuestro script ya que es un factor de corrección. Esta
situación ocurre
% con hidraulica, solar y eolica (las sacadas de Xtraders)

%% ERROR HIDRO

dia_actual_aux=datenum(today)-5;
dia_prevision=datenum(vector_fecha_prevision);

if dia_actual_aux>dia_prevision

    if isempty(observado.real_hidro_1) ||
isempty(previsiones.prev_hidro_1{1,4})
        error_hidro_1=1;
    elseif observado.real_hidro_1==0 ||
previsiones.prev_hidro_1{1,4}==0
        error_hidro_1=1;
    else

error_hidro_1=observado.real_hidro_1(1,1)/previsiones.prev_hidro_1
{1,4};
        end

        if isempty(observado.real_hidro_2) ||
isempty(previsiones.prev_hidro_2{1,4})
            error_hidro_2=1;
        elseif observado.real_hidro_2==0 ||
previsiones.prev_hidro_2{1,4}==0
            error_hidro_2=1;
        else

error_hidro_2=observado.real_hidro_2(1,1)/previsiones.prev_hidro_
{1,4};
            end

    else

        dia_actual=datenum(today);
        dias_diferencia=dia_prevision-dia_actual;

        diferencia_1=datenum(previsiones.prev_hidro_1{1,2})-
datenum(previsiones.prev_hidro_1{1,1});
        j=1;

        if diferencia_1~=dias_diferencia
            while(diferencia_1~=dias_diferencia)
                diferencia_1=datenum(previsiones.prev_hidro_1{1,2})-
datenum(previsiones.prev_hidro_1{j,1});
                j=j+1;
            end
        end
    end
end
```



```
        if j==6
            display('No se puede hacer la prevision de dicho
dia')
        end
    end

    fila_hidro=j-1;

    if isempty(observado.real_hidro_1) ||
isempty(previsiones.prev_hidro_1{j-1,4})
        error_hidro_1=1;
    elseif observado.real_hidro_1==0 ||
previsiones.prev_hidro_1{j-1,4}==0
        error_hidro_1=1;
    else

error_hidro_1=observado.real_hidro_1(1,1)/previsiones.prev_hidro_1
{j-1,4};
    end

    else

        if isempty(observado.real_hidro_1) ||
isempty(previsiones.prev_hidro_1{1,4})
            error_hidro_1=1;
        elseif observado.real_hidro_1==0 ||
previsiones.prev_hidro_1{1,4}==0
            error_hidro_1=1;
        else

error_hidro_1=observado.real_hidro_1(1,1)/previsiones.prev_hidro_1
{1,4};
        end

    end

    diferencia_2=datenum(previsiones.prev_hidro_2{1,2})-
datenum(previsiones.prev_hidro_2{1,1});
    j=1;

    if diferencia_2~=dias_diferencia
        while(diferencia_2~=dias_diferencia)
            diferencia_2=datenum(previsiones.prev_hidro_2{1,2})-
datenum(previsiones.prev_hidro_2{j,1});
            j=j+1;
            if j==6
                display('No se puede hacer la prevision de dicho
dia')
            end
        end
    end
```



```
        if isempty(observado.real_hidro_2) ||
isempty(previsiones.prev_hidro_2{j-1,4})
            error_hidro_2=1;
        elseif observado.real_hidro_2==0 ||
previsiones.prev_hidro_2{j-1,4}==0
            error_hidro_2=1;
        else

error_hidro_2=observado.real_hidro_2(1,1)/previsiones.prev_hidro_2
{j-1,4};
            end

        else

            if isempty(observado.real_hidro_2) ||
isempty(previsiones.prev_hidro_2{1,4})
                error_hidro_2=1;
            elseif observado.real_hidro_2==0 ||
previsiones.prev_hidro_2{1,4}==0
                error_hidro_2=1;
            else

error_hidro_2=observado.real_hidro_2(1,1)/previsiones.prev_hidro_2
{1,4};
            end

        end

end

%% ERROR SOLAR

dia_actual_aux=datenum(today)-5;
dia_prevision=datenum(vector_fecha_prevision);

if dia_actual_aux>dia_prevision

    if isempty(observado.real_solar_1) ||
isempty(previsiones.prev_solar_1{1,4})
        error_solar_1=1;
    elseif observado.real_solar_1==0 ||
previsiones.prev_solar_1{1,4}==0
        error_solar_1=1;
    else
```



```
error_solar_1=observado.real_solar_1(1,1)/previsiones.prev_solar_1
{1,4};
    end

    if isempty(observado.real_solar_2) ||
isempty(previsiones.prev_solar_2{1,4})
        error_solar_2=1;
    elseif observado.real_solar_2==0 ||
previsiones.prev_solar_2{1,4}==0
        error_solar_2=1;
    else

error_solar_2=observado.real_solar_2(1,1)/previsiones.prev_solar_{
1,4};
    end

else

    dia_actual=datenum(today);
    dias_diferencia=dia_prevision-dia_actual;

    diferencia_1=datenum(previsiones.prev_solar_1{1,2})-
datenum(previsiones.prev_solar_1{1,1});
    j=1;

    if diferencia_1~=dias_diferencia
        while(diferencia_1~=dias_diferencia)
            diferencia_1=datenum(previsiones.prev_solar_1{1,2})-
datenum(previsiones.prev_solar_1{j,1});
            j=j+1;
            if j==6
                display('No se puede hacer la prevision de dicho
dia')
            end
        end

        fila_solar=j-1;

        if isempty(observado.real_solar_1) ||
isempty(previsiones.prev_solar_1{j-1,4})
            error_solar_1=1;
        elseif observado.real_solar_1==0 ||
previsiones.prev_solar_1{j-1,4}==0
            error_solar_1=1;
        else

error_solar_1=observado.real_solar_1(1,1)/previsiones.prev_solar_1
{j-1,4};
        end

end
```



```
else

    if isempty(observado.real_solar_1) ||
    isempty(previsiones.prev_solar_1{1,4})
        error_solar_1=1;
    elseif observado.real_solar_1==0 ||
    previsiones.prev_solar_1{1,4}==0
        error_solar_1=1;
    else

error_solar_1=observado.real_solar_1(1,1)/previsiones.prev_solar_1
{1,4};
        end

    end

    diferencia_2=datenum(previsiones.prev_solar_2{1,2})-
    datenum(previsiones.prev_solar_2{1,1});
    j=1;

    if diferencia_2~=dias_diferencia
        while(diferencia_2~=dias_diferencia)
            diferencia_2=datenum(previsiones.prev_solar_2{1,2})-
            datenum(previsiones.prev_solar_2{j,1});
            j=j+1;
            if j==6
                display('No se puede hacer la prevision de dicho
dia')
            end
        end

        if isempty(observado.real_solar_2) ||
        isempty(previsiones.prev_solar_2{j-1,4})
            error_solar_2=1;
        elseif observado.real_solar_2==0 ||
        previsiones.prev_solar_2{j-1,4}==0
            error_solar_2=1;
        else

error_solar_2=observado.real_solar_2(1,1)/previsiones.prev_solar_2
{j-1,4};
        end

    else

        if isempty(observado.real_solar_2) ||
        isempty(previsiones.prev_solar_2{1,4})
            error_solar_2=1;
```



```
elseif observado.real_solar_2==0 ||
previsiones.prev_solar_2{1,4}==0
    error_solar_2=1;
else

error_solar_2=observado.real_solar_2(1,1)/previsiones.prev_solar_2
{1,4};
    end

end

end

end

%% ERROR EOLICA REE

if isempty(observado.real_eolica_1) ||
isempty(previsiones.REE_eolica_1)
    error_eolica_REE_1=1;
else

error_eolica_REE_1=observado.real_eolica_1(1,1)/previsiones.REE_eo
lica_1(1,1);
end

if isempty(observado.real_eolica_2) ||
isempty(previsiones.REE_eolica_2)
    error_eolica_REE_2=1;
else

error_eolica_REE_2=observado.real_eolica_2(1,1)/previsiones.REE_eo
lica_2(1,1);
end

%% ERROR EOLICA METEOLÓGICA

dia_actual_aux=datenum(today)-5;
dia_prevision=datenum(vector_fecha_prevision);

if dia_actual_aux>dia_prevision

    if isempty(observado.real_eolica_1) ||
isempty(previsiones.prev_eolica_1{1,4})
        error_eolica_1=1;
    elseif observado.real_eolica_1==0 ||
previsiones.prev_eolica_1{1,4}==0
        error_eolica_1=1;
    else
```



```
error_eolica_1=observado.real_eolica_1(1,1)/previsiones.prev_eolica_1{1,4};
    end

    if isempty(observado.real_eolica_2) ||
    isempty(previsiones.prev_eolica_2{1,4})
        error_eolica_2=1;
    elseif observado.real_eolica_2==0 ||
    previsiones.prev_eolica_2{1,4}==0
        error_eolica_2=1;
    else

error_eolica_2=observado.real_eolica_2(1,1)/previsiones.prev_eolica_2{1,4};
    end

else

    dia_actual=datenum(today);
    dias_diferencia=dia_prevision-dia_actual;

    diferencia_1=datenum(previsiones.prev_eolica_1{1,2})-
    datenum(previsiones.prev_eolica_1{1,1});
    j=1;

    if diferencia_1~=dias_diferencia
        while(diferencia_1~=dias_diferencia)
            diferencia_1=datenum(previsiones.prev_eolica_1{1,2})-
            datenum(previsiones.prev_eolica_1{j,1});
            j=j+1;
            if j==6
                display('No se puede hacer la prevision de dicho
dia')
            end
        end

        fila_eolica=j-1;

        if isempty(observado.real_eolica_1) ||
        isempty(previsiones.prev_eolica_1{j-1,4})
            error_eolica_1=1;
        elseif observado.real_eolica_1==0 ||
        previsiones.prev_eolica_1{j-1,4}==0
            error_eolica_1=1;
        else

error_eolica_1=observado.real_eolica_1(1,1)/previsiones.prev_eolica_1{j-1,4};
    end
```



```
else

    if isempty(observado.real_eolica_1) ||
    isempty(previsiones.prev_eolica_1{1,4})
        error_eolica_1=1;
    elseif observado.real_eolica_1==0 ||
    previsiones.prev_eolica_1{1,4}==0
        error_eolica_1=1;
    else

error_eolica_1=observado.real_eolica_1(1,1)/previsiones.prev_eolica_1{1,4};
        end

    end

    diferencia_2=datenum(previsiones.prev_eolica_2{1,2})-
    datenum(previsiones.prev_eolica_2{1,1});
    j=1;

    if diferencia_2~=dias_diferencia
        while(diferencia_2~=dias_diferencia)
            diferencia_2=datenum(previsiones.prev_eolica_2{1,2})-
            datenum(previsiones.prev_eolica_2{j,1});
            j=j+1;
            if j==6
                display('No se puede hacer la prevision de dicho
dia')
            end
        end

        if isempty(observado.real_eolica_2) ||
        isempty(previsiones.prev_eolica_2{j-1,4})
            error_eolica_2=1;
        elseif observado.real_eolica_2==0 ||
        previsiones.prev_eolica_2{j-1,4}==0
            error_eolica_2=1;
        else

error_eolica_2=observado.real_eolica_2(1,1)/previsiones.prev_eolica_2{j-1,4};
            end

        else

            if isempty(observado.real_eolica_2) ||
            isempty(previsiones.prev_eolica_2{1,4})
                error_eolica_2=1;
```




```
coeficiente_eolica_xtraders_2=(previsiones_dia.prev_eolica_dia_pre
v{1,1}/previsiones.prev_eolica_2{1,4})*error_eolica_2;
end

else

    if
    isempty(previsiones_dia.prev_eolica_dia_prev{fila_eolica,1}) ||
    isempty(previsiones.prev_eolica_1{fila_eolica,4})
        coeficiente_eolica_xtraders_1=1;
    elseif previsiones_dia.prev_eolica_dia_prev{fila_eolica,1}==0
    || previsiones.prev_eolica_1{fila_eolica,4}==0
        coeficiente_eolica_xtraders_1=1;
    else

coeficiente_eolica_xtraders_1=(previsiones_dia.prev_eolica_dia_pre
v{fila_eolica,1}/previsiones.prev_eolica_1{fila_eolica,4})*error_e
olica_1;
end

    if
    isempty(previsiones_dia.prev_eolica_dia_prev{fila_eolica,1}) ||
    isempty(previsiones.prev_eolica_2{fila_eolica,4})
        coeficiente_eolica_xtraders_2=1;
    elseif previsiones_dia.prev_eolica_dia_prev{fila_eolica,1}==0
    || previsiones.prev_eolica_2{fila_eolica,4}==0
        coeficiente_eolica_xtraders_2=1;
    else

coeficiente_eolica_xtraders_2=(previsiones_dia.prev_eolica_dia_pre
v{fila_eolica,1}/previsiones.prev_eolica_2{fila_eolica,4})*error_e
olica_2;
end

end

%% COEFICIENTE DUDA

% coeficiente_duda_1=(prev_eolica_dia(1,1)/prev_eolica_1(1,1));
% coeficiente_duda_2=(prev_eolica_dia(1,1)/prev_eolica_2(1,1));

%% COEFICIENTE HIDRAULICA

if dia_actual_aux>dia_prevision

    if isempty(previsiones_dia.prev_hidro_dia_prev{1,1}) ||
    isempty(previsiones.prev_hidro_1{1,4})
        coeficiente_hidro_xtraders_1=1;
    elseif previsiones_dia.prev_hidro_dia_prev{1,1}==0 ||
    previsiones.prev_hidro_1{1,4}==0
```



```
        coeficiente_hidro_xtraders_1=1;
    else

coeficiente_hidro_xtraders_1=(previsiones_dia.prev_hidro_dia_prev{
1,1}/previsiones.prev_hidro_1{1,4})*error_hidro_1;
    end

    if isempty(previsiones_dia.prev_hidro_dia_prev{1,1}) ||
isempty(previsiones.prev_hidro_2{1,4})
        coeficiente_hidro_xtraders_2=1;
    elseif previsiones_dia.prev_hidro_dia_prev{1,1}==0 ||
previsiones.prev_hidro_2{1,4}==0
        coeficiente_hidro_xtraders_2=1;
    else

coeficiente_hidro_xtraders_2=(previsiones_dia.prev_hidro_dia_prev{
1,1}/previsiones.prev_hidro_2{1,4})*error_hidro_2;
    end

else

    if isempty(previsiones_dia.prev_hidro_dia_prev{fila_hidro,1})
|| isempty(previsiones.prev_hidro_1{fila_hidro,4})
        coeficiente_hidro_xtraders_1=1;
    elseif previsiones_dia.prev_hidro_dia_prev{fila_hidro,1}==0 ||
previsiones.prev_hidro_1{fila_hidro,4}==0
        coeficiente_hidro_xtraders_1=1;
    else

coeficiente_hidro_xtraders_1=(previsiones_dia.prev_hidro_dia_prev{
fila_hidro,1}/previsiones.prev_hidro_1{fila_hidro,4})*error_hidro_
1;
    end

    if isempty(previsiones_dia.prev_hidro_dia_prev{fila_hidro,1})
|| isempty(previsiones.prev_hidro_2{fila_hidro,4})
        coeficiente_hidro_xtraders_2=1;
    elseif previsiones_dia.prev_hidro_dia_prev{fila_hidro,1}==0 ||
previsiones.prev_hidro_2{fila_hidro,4}==0
        coeficiente_hidro_xtraders_2=1;
    else

coeficiente_hidro_xtraders_2=(previsiones_dia.prev_hidro_dia_prev{
fila_hidro,1}/previsiones.prev_hidro_2{fila_hidro,4})*error_hidro_
2;
    end

end

%% COEFICIENTE SOLAR
```



```
if dia_actual_aux>dia_prevision

    if isempty(previsiones_dia.prev_solar_dia_prev{1,1}) ||
    isempty(previsiones.prev_solar_1{1,4})
        coeficiente_solar_xtraders_1=1;
    elseif previsiones_dia.prev_solar_dia_prev{1,1}==0 ||
    previsiones.prev_solar_1{1,4}==0
        coeficiente_solar_xtraders_1=1;
    else

coeficiente_solar_xtraders_1=(previsiones_dia.prev_solar_dia_prev{
1,1}/previsiones.prev_solar_1{1,4})*error_solar_1;
    end

    if isempty(previsiones_dia.prev_solar_dia_prev{1,1}) ||
    isempty(previsiones.prev_solar_2{1,4})
        coeficiente_solar_xtraders_2=1;
    elseif previsiones_dia.prev_solar_dia_prev{1,1}==0 ||
    previsiones.prev_solar_2{1,4}==0
        coeficiente_solar_xtraders_2=1;
    else

coeficiente_solar_xtraders_2=(previsiones_dia.prev_solar_dia_prev{
1,1}/previsiones.prev_solar_2{1,4})*error_solar_2;
    end

else

    if isempty(previsiones_dia.prev_solar_dia_prev{fila_solar,1})
    || isempty(previsiones.prev_solar_1{fila_solar,4})
        coeficiente_solar_xtraders_1=1;
    elseif previsiones_dia.prev_solar_dia_prev{fila_solar,1}==0 ||
    previsiones.prev_solar_1{fila_solar,4}==0
        coeficiente_solar_xtraders_1=1;
    else

coeficiente_solar_xtraders_1=(previsiones_dia.prev_solar_dia_prev{
fila_solar,1}/previsiones.prev_solar_1{fila_solar,4})*error_solar_
1;
    end

    if isempty(previsiones_dia.prev_solar_dia_prev{fila_solar,1})
    || isempty(previsiones.prev_solar_2{fila_solar,4})
        coeficiente_solar_xtraders_2=1;
    elseif previsiones_dia.prev_solar_dia_prev{fila_solar,1}==0 ||
    previsiones.prev_solar_2{fila_solar,4}==0
        coeficiente_solar_xtraders_2=1;
    else

coeficiente_solar_xtraders_2=(previsiones_dia.prev_solar_dia_prev{
```



```
fila_solar,1}/previsiones.prev_solar_2{fila_solar,4})*error_solar_2;  
end
```

```
end
```

```
%% COEFICIENTE CARBON
```

```
coeficiente_carbon_1=coeficiente_2014;  
coeficiente_carbon_2=coeficiente_2013;
```

```
%% COEFICIENTE CC
```

```
coeficiente_CC_1=coeficiente_2014;  
coeficiente_CC_2=coeficiente_2013;
```

```
%% COEFICIENTE NUCLEAR
```

```
coeficiente_nuclear_1=0.8;  
coeficiente_nuclear_2=0.8;
```

```
%% COEFICIENTE TR
```

```
coeficiente_termica_renovable_1=1;  
coeficiente_termica_renovable_2=1;
```

```
%% NO CASA Y DUDA
```

```
coeficiente_no_casa_1=coeficiente_2014;  
coeficiente_no_casa_2=coeficiente_2013;
```

```
coeficiente_duda_1=coeficiente_eolica_diaria_1;  
coeficiente_duda_2=coeficiente_eolica_diaria_2;
```

```
%% comercializadora
```

```
coeficiente_comercializadora_1=coeficiente_2014;  
coeficiente_comercializadora_2=coeficiente_2013;
```

```
%% que coeficiente eolico usar
```

```
coeficiente_eolica_1=(coeficiente_eolica_REE_1+coeficiente_eolica_1)/2;  
coeficiente_eolica_2=(coeficiente_eolica_REE_2+coeficiente_eolica_2)/2;
```



```
%% modificacion eolicas

l1=size(estructura_ofertas.eolica.uno);
l2=size(estructura_ofertas.eolica.uno_baja);
l3=size(estructura_ofertas.eolica.dos);
l4=size(estructura_ofertas.eolica.dos_baja);

for i=1:l1(1)

estructura_ofertas.eolica.uno(i,1)=estructura_ofertas.eolica.uno(i
,1)*coeficiente_eolica_1;
end

for i=1:l2(1)

estructura_ofertas.eolica.uno_baja(i,1)=estructura_ofertas.eolica.
uno_baja(i,1)*coeficiente_eolica_1;
end

for i=1:l3(1)

estructura_ofertas.eolica.dos(i,1)=estructura_ofertas.eolica.dos(i
,1)*coeficiente_eolica_2;
end

for i=1:l4(1)

estructura_ofertas.eolica.dos_baja(i,1)=estructura_ofertas.eolica.
dos_baja(i,1)*coeficiente_eolica_2;
end

% %% modificacion duda
%
% l1=size(estructura_ofertas.duda.uno);
% l2=size(estructura_ofertas.duda.uno_baja);
% l3=size(estructura_ofertas.duda.dos);
% l4=size(estructura_ofertas.duda.dos_baja);
%
% for i=1:l1(1)
%
estructura_ofertas.duda.uno(i,2)=estructura_ofertas.duda.uno(i,2)*
coeficiente_duda_1;
% end
%
% for i=1:l2(1)
%
estructura_ofertas.duda.uno_baja(i,2)=estructura_ofertas.duda.uno_
baja(i,2)*coeficiente_duda_1;
```



```
% end
%
% for i=1:13(1)
%
estructura_ofertas.duda.dos(i,2)=estructura_ofertas.duda.dos(i,2)*
coeficiente_duda_2;
% end
%
% for i=1:14(1)
%
estructura_ofertas.duda.dos_baja(i,2)=estructura_ofertas.duda.dos_
baja(i,2)*coeficiente_duda_2;
% end

%% modificacion hidraulica

l1=size(estructura_ofertas.hidraulica.uno);
l2=size(estructura_ofertas.hidraulica.uno_baja);
l3=size(estructura_ofertas.hidraulica.dos);
l4=size(estructura_ofertas.hidraulica.dos_baja);

for i=1:l1(1)

estructura_ofertas.hidraulica.uno(i,1)=estructura_ofertas.hidrauli
ca.uno(i,1)*coeficiente_hidraulica_1;
end

for i=1:l2(1)

estructura_ofertas.hidraulica.uno_baja(i,1)=estructura_ofertas.hid
raulica.uno_baja(i,1)*coeficiente_hidraulica_1;
end

for i=1:l3(1)

estructura_ofertas.hidraulica.dos(i,1)=estructura_ofertas.hidrauli
ca.dos(i,1)*coeficiente_hidraulica_2;
end

for i=1:l4(1)

estructura_ofertas.hidraulica.dos_baja(i,1)=estructura_ofertas.hid
raulica.dos_baja(i,1)*coeficiente_hidraulica_2;
end

%% modificacion solar

l1=size(estructura_ofertas.solar.uno);
l2=size(estructura_ofertas.solar.uno_baja);
l3=size(estructura_ofertas.solar.dos);
```



```
l4=size(estructura_ofertas.solar.dos_baja);

for i=1:l1(1)

estructura_ofertas.solar.uno(i,1)=estructura_ofertas.solar.uno(i,1)
*coeficiente_solar_1;
end

for i=1:l2(1)

estructura_ofertas.solar.uno_baja(i,1)=estructura_ofertas.solar.uno
o_baja(i,1)*coeficiente_solar_1;
end

for i=1:l3(1)

estructura_ofertas.solar.dos(i,1)=estructura_ofertas.solar.dos(i,1)
*coeficiente_solar_2;
end

for i=1:l4(1)

estructura_ofertas.solar.dos_baja(i,1)=estructura_ofertas.solar.do
s_baja(i,1)*coeficiente_solar_2;
end

%% modificacion carbon

l1=size(estructura_ofertas.carbon.uno);
l2=size(estructura_ofertas.carbon.uno_baja);
l3=size(estructura_ofertas.carbon.dos);
l4=size(estructura_ofertas.carbon.dos_baja);

for i=1:l1(1)

estructura_ofertas.carbon.uno(i,1)=estructura_ofertas.carbon.uno(i
,1)*coeficiente_carbon_1;
end

for i=1:l2(1)

estructura_ofertas.carbon.uno_baja(i,1)=estructura_ofertas.carbon.
uno_baja(i,1)*coeficiente_carbon_1;
end

for i=1:l3(1)

estructura_ofertas.carbon.dos(i,1)=estructura_ofertas.carbon.dos(i
,1)*coeficiente_carbon_2;
```



```
end

for i=1:l4(1)

estructura_ofertas.carbon.dos_baja(i,1)=estructura_ofertas.carbon.
dos_baja(i,1)*coeficiente_carbon_2;
end

%% modificacion CC

l1=size(estructura_ofertas.CC.uno);
l2=size(estructura_ofertas.CC.uno_baja);
l3=size(estructura_ofertas.CC.dos);
l4=size(estructura_ofertas.CC.dos_baja);

for i=1:l1(1)

estructura_ofertas.CC.uno(i,1)=estructura_ofertas.CC.uno(i,1)*coef
iciente_CC_1;
end

for i=1:l2(1)

estructura_ofertas.CC.uno_baja(i,1)=estructura_ofertas.CC.uno_baja
(i,1)*coeficiente_CC_1;
end

for i=1:l3(1)

estructura_ofertas.CC.dos(i,1)=estructura_ofertas.CC.dos(i,1)*coef
iciente_CC_2;
end
for i=1:l4(1)

estructura_ofertas.CC.dos_baja(i,1)=estructura_ofertas.CC.dos_baja
(i,1)*coeficiente_CC_2;
end

%% modificacion nuclear

l1=size(estructura_ofertas.nuclear.uno);
l2=size(estructura_ofertas.nuclear.uno_baja);
l3=size(estructura_ofertas.nuclear.dos);
l4=size(estructura_ofertas.nuclear.dos_baja);

for i=1:l1(1)

estructura_ofertas.nuclear.uno(i,1)=estructura_ofertas.nuclear.uno
(i,1)*coeficiente_nuclear_1;
```



```
end

for i=1:12(1)

estructura_ofertas.nuclear.uno_baja(i,1)=estructura_ofertas.nuclear.uno_baja(i,1)*coeficiente_nuclear_1;
end

for i=1:13(1)

estructura_ofertas.nuclear.dos(i,1)=estructura_ofertas.nuclear.dos(i,1)*coeficiente_nuclear_2;
end

for i=1:14(1)

estructura_ofertas.nuclear.dos_baja(i,1)=estructura_ofertas.nuclear.dos_baja(i,1)*coeficiente_nuclear_2;
end

%% modificacion termica_renovable

l1=size(estructura_ofertas.termica_renovable.uno);
l2=size(estructura_ofertas.termica_renovable.uno_baja);
l3=size(estructura_ofertas.termica_renovable.dos);
l4=size(estructura_ofertas.termica_renovable.dos_baja);

for i=1:l1(1)

estructura_ofertas.termica_renovable.uno(i,1)=estructura_ofertas.termica_renovable.uno(i,1)*coeficiente_termica_renovable_1;
end

for i=1:l2(1)

estructura_ofertas.termica_renovable.uno_baja(i,1)=estructura_ofertas.termica_renovable.uno_baja(i,1)*coeficiente_termica_renovable_1;
end

for i=1:l3(1)

estructura_ofertas.termica_renovable.dos(i,1)=estructura_ofertas.termica_renovable.dos(i,1)*coeficiente_termica_renovable_2;
end

for i=1:l4(1)

estructura_ofertas.termica_renovable.dos_baja(i,1)=estructura_ofertas.termica_renovable.dos_baja(i,1)*coeficiente_termica_renovable_2;
end
```



```
end

%% modificacion comercializadora

l1=size(estructura_ofertas.comercializadora.uno);
l2=size(estructura_ofertas.comercializadora.uno_baja);
l3=size(estructura_ofertas.comercializadora.dos);
l4=size(estructura_ofertas.comercializadora.dos_baja);

for i=1:l1(1)

estructura_ofertas.comercializadora.uno(i,1)=estructura_ofertas.co
mercializadora.uno(i,1)*coeficiente_comercializadora_1;
end

for i=1:l2(1)

estructura_ofertas.comercializadora.uno_baja(i,1)=estructura_ofert
as.comercializadora.uno_baja(i,1)*coeficiente_comercializadora_1;
end

for i=1:l3(1)

estructura_ofertas.comercializadora.dos(i,1)=estructura_ofertas.co
mercializadora.dos(i,1)*coeficiente_comercializadora_2;
end

for i=1:l4(1)

estructura_ofertas.comercializadora.dos_baja(i,1)=estructura_ofert
as.comercializadora.dos_baja(i,1)*coeficiente_comercializadora_2;
end

%% modificacion duda

l1=size(estructura_ofertas.duda.uno);
l2=size(estructura_ofertas.duda.uno_baja);
l3=size(estructura_ofertas.duda.dos);
l4=size(estructura_ofertas.duda.dos_baja);

for i=1:l1(1)

estructura_ofertas.duda.uno(i,1)=estructura_ofertas.duda.uno(i,1)*
coeficiente_duda_1;
end

for i=1:l2(1)
```



```
estructura_ofertas.duda.uno_baja(i,1)=estructura_ofertas.duda.uno_baja(i,1)*coeficiente_duda_1;
end

for i=1:13(1)

estructura_ofertas.duda.dos(i,1)=estructura_ofertas.duda.dos(i,1)*coeficiente_duda_2;
end

for i=1:14(1)

estructura_ofertas.duda.dos_baja(i,1)=estructura_ofertas.duda.dos_baja(i,1)*coeficiente_duda_2;
end
%
%
ofertas_uno=[estructura_ofertas.eolica.uno;estructura_ofertas.solar.uno;estructura_ofertas.carbon.uno;estructura_ofertas.hidraulica.uno;estructura_ofertas.CC.uno;estructura_ofertas.nuclear.uno;estructura_ofertas.termica_renovable.uno;estructura_ofertas.comercializadora.uno];
%
ofertas_uno_baja=[estructura_ofertas.eolica.uno_baja;estructura_ofertas.solar.uno_baja;estructura_ofertas.hidraulica.uno_baja];
%
ofertas_2014=ofertas_uno;
%
%
ofertas_dos=[estructura_ofertas.eolica.dos;estructura_ofertas.solar.dos;estructura_ofertas.carbon.dos;estructura_ofertas.hidraulica.dos;estructura_ofertas.CC.dos;estructura_ofertas.nuclear.dos;estructura_ofertas.termica_renovable.dos;estructura_ofertas.comercializadora.dos];
%
ofertas_dos_baja=[estructura_ofertas.eolica.dos_baja;estructura_ofertas.solar.dos_baja;estructura_ofertas.hidraulica.dos_baja];
%
ofertas_2013=ofertas_dos;

clear ind;

ind=find(isnan(ofertas_2013));
ofertas_2013(ind)=0;

clear ind;

ind=find(isnan(ofertas_2014));
ofertas_2014(ind)=0;
```



```
clear ind;
%
%
% energia_uno_baja_preciocero=0;
% energia_uno_baja=0;
%
% for i=1:length(ofertas_uno_baja)
%     if ofertas_uno_baja(i,2)==0
%
% energia_uno_baja_preciocero=energia_uno_baja_preciocero+ofertas_uno_baja(i,1);
%     else
%         energia_uno_baja=energia_uno_baja+ofertas_uno_baja(i,1);
%     end
% end
%
% contador_uno_preciocero=0;
% contador_uno=0;
%
% for i=1:length(ofertas_uno)
%     if ofertas_uno(i,2)==0
%         contador_uno_preciocero=contador_uno_preciocero+1;
%     else
%         contador_uno=contador_uno+1;
%     end
% end
%
%
%
% energia_dividida_preciocero_uno=energia_uno_baja_preciocero/contador_uno_preciocero;
% energia_dividida_uno=energia_uno_baja/contador_uno;
%
%
%
% energia_dos_baja_preciocero=0;
% energia_dos_baja=0;
%
% for i=1:length(ofertas_dos_baja)
%
%     if ofertas_dos_baja(i,2)==0
%
% energia_dos_baja_preciocero=energia_dos_baja_preciocero+ofertas_dos_baja(i,1);
%     else
%         energia_dos_baja=energia_dos_baja+ofertas_dos_baja(i,1);
%     end
% end
%
% contador_dos_preciocero=0;
% contador_dos=0;
```



```
%  
% for i=1:length(ofertas_dos)  
%     if ofertas_dos(i,2)==0  
%         contador_dos_preciocero=contador_dos_preciocero+1;  
%     else  
%         contador_dos=contador_dos+1;  
%     end  
% end  
%  
%  
%  
energia_dividida_preciocero_dos=energia_dos_baja_preciocero/contad  
or_dos_preciocero;  
% energia_dividida_dos=energia_dos_baja/contador_dos;  
  
%  
%  
coeficiente_total_2014=(coeficiente_CC_1+coeficiente_carbon_1+coef  
iciente_duda_1+coeficiente_eolica_1+coeficiente_hidraulica_1+coefi  
ciente_nuclear_1+coeficiente_solar_1+coeficiente_termica_renovable  
_1+coeficiente_2014)/9;  
%  
coeficiente_total_2013=(coeficiente_CC_2+coeficiente_carbon_2+coef  
iciente_duda_2+coeficiente_eolica_2+coeficiente_hidraulica_2+coefi  
ciente_nuclear_2+coeficiente_solar_2+coeficiente_termica_renovable  
_2+coeficiente_2013)/9;  
%  
% peso_2013=1-(abs(1-coeficiente_total_2013)/(abs(1-  
coeficiente_total_2013)+abs(1-coeficiente_total_2014)));  
% peso_2014=1-(abs(1-coeficiente_total_2014)/(abs(1-  
coeficiente_total_2013)+abs(1-coeficiente_total_2014)));  
  
energia_dividida_preciocero_dos=0;  
energia_dividida_dos=0;  
energia_dividida_preciocero_uno=0;  
energia_dividida_uno=0;  
  
for i=1:length(ofertas_2013)  
  
    if ofertas_2013(i,2)==0  
  
ofertas_2013_pond(i,1)=(ofertas_2013(i,1)+energia_dividida_precioc  
ero_dos)*peso_2013;  
        ofertas_2013_pond(i,2)=ofertas_2013(i,2);  
    else  
  
ofertas_2013_pond(i,1)=(ofertas_2013(i,1)+energia_dividida_dos)*pe  
so_2013;
```



```
        ofertas_2013_pond(i,2)=ofertas_2013(i,2);
    end
end

for i=1:length(ofertas_2014)

    if ofertas_2014(i,2)==0

ofertas_2014_pond(i,1)=(ofertas_2014(i,1)+energia_dividida_precioc
ero_uno)*peso_2014;
        ofertas_2014_pond(i,2)=ofertas_2014(i,2);
    else

ofertas_2014_pond(i,1)=(ofertas_2014(i,1)+energia_dividida_uno)*pe
so_2014;
        ofertas_2014_pond(i,2)=ofertas_2014(i,2);
    end

end

prevision_ofertas_2015=[ofertas_2013_pond;ofertas_2014_pond];

[A,k]=sort(prevision_ofertas_2015(:,2));
A=[prevision_ofertas_2015(k) A];

% ind=find(isnan(A));
% A(ind)=0;

j=1;

for i=1:length(A)
    if A(i,1)==0
    else
        MATRIZ_OFERTAS(j,1)=A(i,1);
        MATRIZ_OFERTAS(j,2)=A(i,2);
        j=j+1;
    end
end

energia_total=0;

for i=1:length(MATRIZ_OFERTAS)

    energia_total=energia_total+MATRIZ_OFERTAS(i,1);
end
```



```
%% ESTA OPCION ES CON LA PENDIENTE

if energia_total>demanda_casacion_prevista
    energia=0;
    j=1;
    while(energia<demanda_casacion_prevista)
        energia=energia+MATRIZ_OFERTAS(j,1);
        j=j+1;
    end
    precio=MATRIZ_OFERTAS(j-1,2);
else
    k=1;
    precio=MATRIZ_OFERTAS(length(MATRIZ_OFERTAS),2);
    % while(precio<MATRIZ_OFERTAS(length(MATRIZ_OFERTAS)-10,2))
    %     precio=MATRIZ_OFERTAS(k,2);
    %     k=k+1;
    % end
    %
    % precio_pendiente=MATRIZ_OFERTAS(k,2)-MATRIZ_OFERTAS(k+8,2);
    % contador=0;
    % energia_pendiente=0;
    % for i=k:length(MATRIZ_OFERTAS)
    %     energia_pendiente=energia_pendiente+MATRIZ_OFERTAS(i,1);
    %     contador=contador+1;
    % end
    % energia_unitario=energia_pendiente/contador;
    % precio_unitario=precio_pendiente/contador;
    %
    % while(energia_total<demanda_casacion_prevista)
    %     energia_total=energia_total+2*energia_unitario;
    %     if 0<precio<10
    %
    precio=MATRIZ_OFERTAS(length(MATRIZ_OFERTAS),2)+precio_unitario;
    %     elseif 10<precio<30
    %
    precio=MATRIZ_OFERTAS(length(MATRIZ_OFERTAS),2)+precio_unitario;
    %     else
    %
    precio=MATRIZ_OFERTAS(length(MATRIZ_OFERTAS),2)+precio_unitario;
    %     end
    % end
end

j=1;
energia_agregada(1,1)=MATRIZ_OFERTAS(1,1);
for i=2:length(MATRIZ_OFERTAS)
```



```
energia_agregada(j+1,1)=energia_agregada(j,1)+MATRIZ_OFERTAS(i,1);  
    j=j+1;  
  
end  
vector_curvas=[MATRIZ_OFERTAS(:,2) energia_agregada];  
  
plot(vector_curvas(1:length(vector_curvas),2),vector_curvas(1:length(vector_curvas),1))
```



5. Modelo 2

Obtención del orden de mérito

```
clear all;

%% analisis 2013

conn=database('BBDD_MODELO_PRECIO','','');

codigos=fetch(conn,'SELECT * FROM COD_TECNOLOGIA WHERE
Tecnologia='Bombeo Generacion' OR Tecnologia='Carbon' OR
Tecnologia='Ciclo Combinado' OR Tecnologia='Consumo Bombeo' OR
Tecnologia='Eolica' OR Tecnologia='Geotermica' OR
Tecnologia='Hidraulica' OR Tecnologia='Nuclear' OR
Tecnologia='Solar Fotovoltaica' OR Tecnologia='Solar Termica'
OR Tecnologia='Termica RE No Renovable' OR Tecnologia='Termica
RE Renovable''');

precios=fetch(conn,'SELECT * FROM PRECIO WHERE Fecha Between
#01/01/2013# And #12/31/2014# ');

for i=1:length(precios)
    vector_fecha_precios(i,1)=datenum(precios(i,1));
end

precios=precios(:,2:3);
precios=cell2mat(precios);
precios=[vector_fecha_precios,precios];

longitud=length(codigos);

l=0;

for i=1:longitud

    l=l+1;

    datos_unidad_2013=fetch(conn,sprintf('SELECT * FROM GEN_UNIDAD
WHERE Unidad='%s' And Fecha Between #01/01/2013# And
#12/31/2013# ',codigos{i,2}));
    datos_unidad_2014_1=fetch(conn,sprintf('SELECT * FROM
GEN_UNIDAD WHERE Unidad='%s' And Fecha> #12/31/2013#
',codigos{i,2}));
```



```
datos_unidad_2014_2=fetch(conn,sprintf('SELECT * FROM
GEN_UNIDAD_2 WHERE Unidad='%s' And Fecha Between #01/01/2014#
And #12/31/2014# ',codigos{i,2}));

datos_unidad=[datos_unidad_2013;datos_unidad_2014_1;datos_unidad_2
014_2];

if isempty(datos_unidad)
    display(sprintf('La unidad %s no ha funcionado en todo
2013 y 2014',codigos{i,2}))
    precio_medio(1,1)=500;
    energia_media(1,1)=1000000000;
else
    aux=size(datos_unidad);
    for j=1:aux(1)
        vector_fecha(j,1)=datenum(datos_unidad(j,1));
    end

    datos_unidad=datos_unidad(:,4:28);
    datos_unidad=cell2mat(datos_unidad);
    ind=find(isnan(datos_unidad));
    datos_unidad(ind)=0;

    datos_analisis=[vector_fecha,datos_unidad];

    contador=0;
    producto=0;
    energia_acumulada=0;
    aux=size(datos_analisis);
    for q=1:aux(1)
        for j=1:length(precios)
            if datos_analisis(q,1)==precios(j,1)
                dia=precios(j,1);
                p=j;
                k=2;
                while(precios(p,1)>5)

producto=producto+datos_analisis(q,k)*precios(p,3);

energia_acumulada=energia_acumulada+datos_analisis(q,k);
                p=p+1;
                k=k+1;
                if datos_analisis(q,k)==0
                    else
                        contador=contador+1;
                    end
                if k==26
                    break;
                elseif p>(8760*2)
                    break;
                end
            end
        end
    end
end
```



```
end

end

end

end

precio_medio(1,1)=producto/energia_acumulada;
energia_media(1,1)=energia_acumulada/contador;
display(sprintf('El precio medio de la unidad %s esta
calculado y es %d',codigos{1,2},precio_medio(1,1)))
display(sprintf('y su energia media es
%d',energia_media(1,1)))
end

clear datos_unidad;
clear vector_fecha;
clear datos_analisis;
clear datos_unidad;

end

save PRECIOS_ENERGIA_MEDIOS

close(conn);
```



UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

GRADO INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

ORDEN DE MÉRITO MODELO 2



Algoritmo

```
clear all;

conn=database('BBDD_MODELO_PRECIO','','');

% TABLA_FINAL=fetch(conn,'SELECT * FROM ORDEN_MERITO_NC');

load ORDEN_MERITO_UO_OCT_OCT
load coef(3_4semana_febrero)

%% Seleccionar el día de la prevision

% dia=input('Seleccione el día de la prevision: ');
% mes=input('Seleccione el mes de la prevision: ');
% ango=input('Seleccione el año de la prevision: ');
% hora=input('Seleccione la hora de la prevision: ');

mes=3;
ango=2015;

% hora=19;

% pot_eolica_instalada=930;
pot_eolica_instalada=962;

pot_solar_FV_instalada=4428;
pot_solar_termica_instalada=2300;

% pot_solar_total_instalada=1300;
pot_solar_total_instalada=1385;

% pot_hidro_instalada=4657;
pot_hidro_instalada=4855;

%% conectar con la base de datos y coger todos los datos

for dia=1:14
    for hora=1:24

        conn=database('BBDD_MODELO_PRECIO','','');
```



```
dia_prevision=datenum(sprintf('%d/%d/%d', dia, mes, ang), 'dd/mm/yyyy');
primer_dia_precio_2=datenum('3/03/2015', 'dd/mm/yyyy');

gen_hidraulica_aux=fetch(conn, sprintf('SELECT
Dia_prevision, Fecha_prevision, Prevision FROM HIDRO_XTRADERS
WHERE Fecha_prevision=#d/%d/%d# And Hora=#d', mes, dia, ang, hora));
gen_eolica_aux=fetch(conn, sprintf('SELECT Dia_prevision,
Fecha_prevision, Prevision FROM EOLICA_XTRADERS WHERE
Fecha_prevision=#d/%d/%d# And Hora=#d', mes, dia, ang, hora));
gen_FV_aux=fetch(conn, sprintf('SELECT Dia_prevision,
Fecha_prevision, Prevision FROM SOLAR_XTRADERS WHERE
Fecha_prevision=#d/%d/%d# And Hora=#d', mes, dia, ang, hora));
gen_solar_termica_aux=fetch(conn, sprintf('SELECT
Dia_prevision, Fecha_prevision, Prevision FROM
SOLAR_TERMICA_XTRADERS WHERE Fecha_prevision=#d/%d/%d# And
Hora=#d', mes, dia, ang, hora));

demanda_prevista=cell2mat(fetch(conn, sprintf('SELECT
Demanda_prevista FROM DEMANDA_PREVISTA WHERE Fecha=#d/%d/%d# And
Hora=#d', mes, dia, ang, hora)));

pot_disponible_hidraulica=cell2mat(fetch(conn, sprintf('SELECT
Hidraulica FROM POT_DISPONIBLE_2 WHERE Fecha=#d/%d/%d# And
Hora=#d', mes, dia, ang, hora)));

if dia_prevision<primer_dia_precio_2
    precio_hist=cell2mat(fetch(conn, sprintf('SELECT Precio
FROM PRECIO WHERE Fecha=#d/%d/%d# And
Hora=#d', mes, dia, ang, hora)));
else
    precio_hist=cell2mat(fetch(conn, sprintf('SELECT Precio
FROM PRECIO_2 WHERE Fecha=#d/%d/%d# And
Hora=#d', mes, dia, ang, hora)));
end

aux=size(gen_hidraulica_aux);

for i=1:aux(1)
    numero_dia(i,1)=datenum(gen_hidraulica_aux{i,1});
    dia_prevision(i,1)=datenum(gen_hidraulica_aux{i,2});
    dif_dias(i,1)=dia_prevision(i,1)-numero_dia(i,1);
end

if aux(1)==1
    prev_hidraulica=cell2mat(gen_hidraulica_aux(1,3));
elseif aux(1)==2
    indice=find(dif_dias==3);
```



```
prev_hidraulica=cell2mat(gen_hidraulica_aux(indice,3));
    elseif aux(1)==3
        indice=find(dif_dias==2);

prev_hidraulica=cell2mat(gen_hidraulica_aux(indice,3));
    elseif aux(1)==4
        indice=find(dif_dias==2);

prev_hidraulica=cell2mat(gen_hidraulica_aux(indice,3));
end

clear numero_dia;
clear dia_prevision;
clear dif_dias;

aux=size(gen_eolica_aux);

for i=1:aux(1)
    numero_dia(i,1)=datenum(gen_eolica_aux{i,1});
    dia_prevision(i,1)=datenum(gen_eolica_aux{i,2});
    dif_dias(i,1)=dia_prevision(i,1)-numero_dia(i,1);
end

if aux(1)==1
    prev_eolica=cell2mat(gen_eolica_aux(1,3));
elseif aux(1)==2
    indice=find(dif_dias==3);
    prev_eolica=cell2mat(gen_eolica_aux(indice,3));
elseif aux(1)==3
    indice=find(dif_dias==2);
    prev_eolica=cell2mat(gen_eolica_aux(indice,3));
elseif aux(1)==4
    indice=find(dif_dias==2);
    prev_eolica=cell2mat(gen_eolica_aux(indice,3));
end

clear numero_dia;
clear dia_prevision;
clear dif_dias;

aux=size(gen_FV_aux);

for i=1:aux(1)
    numero_dia(i,1)=datenum(gen_FV_aux{i,1});
    dia_prevision(i,1)=datenum(gen_FV_aux{i,2});
    dif_dias(i,1)=dia_prevision(i,1)-numero_dia(i,1);
end

if aux(1)==1
    prev_FV=cell2mat(gen_FV_aux(1,3));
```



```
elseif aux(1)==2
    indice=find(dif_dias==3);
    prev_FV=cell2mat(gen_FV_aux(indice,3));
elseif aux(1)==3
    indice=find(dif_dias==2);
    prev_FV=cell2mat(gen_FV_aux(indice,3));
elseif aux(1)==4
    indice=find(dif_dias==2);
    prev_FV=cell2mat(gen_FV_aux(indice,3));
end

clear numero_dia;
clear dia_prevision;
clear dif_dias;

aux=size(gen_solar_termica_aux);

for i=1:aux(1)
    numero_dia(i,1)=datenum(gen_solar_termica_aux{i,1});

dia_prevision(i,1)=datenum(gen_solar_termica_aux{i,2});
    dif_dias(i,1)=dia_prevision(i,1)-numero_dia(i,1);
end

if aux(1)==1

prev_solar_termica=cell2mat(gen_solar_termica_aux(1,3));
elseif aux(1)==2
    indice=find(dif_dias==3);

prev_solar_termica=cell2mat(gen_solar_termica_aux(indice,3));
elseif aux(1)==3
    indice=find(dif_dias==2);

prev_solar_termica=cell2mat(gen_solar_termica_aux(indice,3));
elseif aux(1)==4
    indice=find(dif_dias==2);

prev_solar_termica=cell2mat(gen_solar_termica_aux(indice,3));
end

clear numero_dia;
clear dia_prevision;
clear dif_dias;

porcentajes=cell2mat(fetch(conn,'SELECT * FROM
PORCENTAJES_DEMANDA'));

close(conn);
```



```
%% casación

prev_solar_total=prev_solar_termica+prev_FV;

porcentaje_hidro=prev_hidraulica/pot_hidro_instalada;

porcentaje_solar=prev_solar_total/pot_solar_total_instalada;
porcentaje_eolica=prev_eolica/pot_eolica_instalada;

demanda_casada=0;
demanda_hidro=0;
demanda_solar=0;
demanda_eolica=0;

dia_prevision=datenum(sprintf('%d/%d/%d', dia, mes, ang), 'dd/mm/yyyy
');

dia_semana=weekday(dia_prevision);

for k=1:length(porcentajes)
    if (porcentajes(k,1)==dia_semana) &&
(porcentajes(k,2)==hora)
        porcentaje_demanda=porcentajes(k,3);
    end
end

demanda_prevista=demanda_prevista*0.6;

j=0;

for i=1:length(TABLA_FINAL)
    if demanda_casada>demanda_prevista
        break;
    else
        comp_solar(i,1)=strcmp(TABLA_FINAL{i,1}, 'Solar');
comp_hidro(i,1)=strcmp(TABLA_FINAL{i,1}, 'Hidraulica');
comp_eolica(i,1)=strcmp(TABLA_FINAL{i,1}, 'Eolica');

        if comp_solar(i,1)==1
            if demanda_solar<prev_solar_total
                j=j+1;
            end
        end
    end
end

demanda_casada=demanda_casada+TABLA_FINAL{i,4}*porcentaje_solar;
demanda_solar=demanda_solar+TABLA_FINAL{i,4}*porcentaje_solar;
```



```
        curva(j,1)=TABLA_FINAL{i,3};

curva(j,2)=TABLA_FINAL{i,4}*porcentaje_solar;
    end

    elseif comp_hidro(i,1)==1
        if demanda_hidro<prev_hidraulica
            j=j+1;

demanda_casada=demanda_casada+TABLA_FINAL{i,4}*porcentaje_hidro;
demanda_hidro=demanda_hidro+TABLA_FINAL{i,4}*porcentaje_hidro;
            curva(j,1)=TABLA_FINAL{i,3};

curva(j,2)=TABLA_FINAL{i,4}*porcentaje_hidro;
    end

    elseif comp_eolica(i,1)==1
        if demanda_eolica<prev_eolica
            j=j+1;

demanda_casada=demanda_casada+TABLA_FINAL{i,4}*porcentaje_eolica;
demanda_eolica=demanda_eolica+TABLA_FINAL{i,4}*porcentaje_eolica;
            curva(j,1)=TABLA_FINAL{i,3};

curva(j,2)=TABLA_FINAL{i,4}*porcentaje_eolica;
    end

    else
        j=j+1;

demanda_casada=demanda_casada+TABLA_FINAL{i,4};
        curva(j,1)=TABLA_FINAL{i,3};
        curva(j,2)=TABLA_FINAL{i,4};
    end
end
end

dia_actual=weekday(dia_prevision);

if dia_actual==1
    error_porcentaje=vector_precios_domingo(hora,4);
elseif dia_actual==7
    error_porcentaje=vector_precios_sabado(hora,4);
else
    error_porcentaje=vector_precios_laborable(hora,4);
end
```



```
precio(hora,1)=curva(length(curva),1)-
(curva(length(curva),1)*error_porcentaje);

if precio(hora,1)<0
    precio(hora,1)=0;
elseif precio(hora,1)>180.3
    precio(hora,1)=180.3;
end

if precio(hora,1)==0
    if hora==1
        precio(hora,1)=5;
    else
        precio(hora,1)=precio(hora-1,1)*0.9;
    end
end

precio_historico(hora,1)=precio_hist;

clear curva;
end

media_precio_prediccion=0;
media_precio_historico=0;

for hora=1:24
media_precio_prediccion=media_precio_prediccion+precio(hora,1);
media_precio_historico=media_precio_historico+precio_historico(hor
a,1);
end

media_precio_prediccion=media_precio_prediccion/24;
media_precio_historico=media_precio_historico/24;

%IMPORTANTE CAMBIARLO LUEGO

%REVISAR SI SE QUIERE USAR MENSUALMENTE!!!

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

if dia==1 || dia==15
```



```
    precio_acumulado=precio;  
    precio_acumulado_historico=precio_historico;  
    precio_medio_dia=media_precio_historico;  
    precio_prediccion_medio_dia=media_precio_prediccion;  
else  
    precio_acumulado=[precio_acumulado;precio];  
  
precio_acumulado_historico=[precio_acumulado_historico;precio_hist  
orico];  
  
precio_medio_dia=[precio_medio_dia;media_precio_historico];  
  
precio_prediccion_medio_dia=[precio_prediccion_medio_dia;media_pre  
cio_prediccion];  
  
    end  
  
end  
  
comprobacion_horaria=[precio_acumulado,precio_acumulado_historico]  
;  
comprobacion_diaria=[precio_prediccion_medio_dia,precio_medio_dia]  
;  
  
subplot(2,1,1)  
  
plot(comprobacion_horaria(1:length(comprobacion_horaria),1:2))  
  
subplot(2,1,2)  
  
plot(comprobacion_diaria(1:length(comprobacion_diaria),1:2))
```