

RESUMEN

En el siguiente proyecto se desarrolla una aplicación que permite dar solución a la difícil comprensión del funcionamiento del mercado eléctrico actual, ya que se hace muy tedioso intentar comprender la teoría sin apenas disponer de ejemplos prácticos.

Por esta razón se ha desarrollado una herramienta que permite realizar simulaciones basadas en la realidad del funcionamiento del mercado eléctrico y poder adquirir mejor los conocimientos de la actividad del mercado eléctrico.

El proyecto empieza con una introducción en el campo del sector eléctrico, donde se definen, las reglas y herramientas que componen dicho sector y que permiten comprender las diferentes partes de las que está compuesto el mercado eléctrico.

Finalmente, se desarrolla un software que engloba el modelo de estudio del mercado eléctrico diario y permite al usuario poder realizar las tareas de un agente de mercado de una forma práctica y semejante a la realidad.

INDICE MEMORIA

RESUMEN	1
CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN	5
1.1. Motivación	5
1.2. Objetivo	5
1.3. Alcance.....	6
CAPITULO 2: MERCADO ELÉCTRICO	7
2.1. Mercado eléctrico liberalizado.....	7
2.2. Mercado diario	8
2.2.1.- <i>Presentación de ofertas</i>	9
2.2.2.- <i>Proceso de casación de ofertas</i>	10
2.3.- Determinación del punto de casación	12
2.3.1.- <i>Indeterminaciones en el proceso de casación</i>	14
CAPITULO 3: DESARROLLO DEL SIMULADOR	17
3.1. Antecedentes.....	17
3.2. Diseño	18
3.3. Implementación	20
3.3.1.- <i>Almacenamiento de datos</i>	20
3.3.2.- <i>Procesamiento de datos</i>	33
3.3.2.1.- Acceso al simulador del Mercado Eléctrico Español	35
3.3.2.2.- Registro y validación de usuarios.....	36
3.3.2.3.- Administración de profesores	43
3.3.2.4.- Administración de los grupos.....	46
3.3.2.5.- Creación de tipos de centrales eléctricas.....	49
3.3.2.6.- Acceso al Simulador como usuario profesor.....	52
3.3.2.7.- Administración grupos de alumnos	53
3.3.2.8.- Administración de usuarios alumno	55
3.3.2.9.- Creación de centrales eléctricas	57
3.3.2.10.- Creación de comercializadores y curvas de demanda.....	61
3.3.2.11.- Configuración de una partida nueva	69
3.3.2.12.- Resultados de las partidas del usuario profesor.....	91
3.3.2.13.- Funcionalidades del usuario alumno dentro del simulador del mercado eléctrico.....	106
3.3.2.14.- Entorno de funcionamiento.....	114
CAPITULO 4: CONCLUSIONES	115

4.1 Trabajo futuro	115
CAPITULO 5: PRESUPUESTO	117
5.1 Costes de desarrollo del software	117
5.2 Costes del hardware	118
5.3 Costes Totales.....	118
CAPITULO 6: BIBLIOGRAFIA	119
6.1 Referencias bibliográficas.....	119
6.2 Bibliografía de consulta	119

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Motivación

La motivación por la cual se decidió la realización de este proyecto viene dada por la puesta en práctica de los conocimientos adquiridos durante la formación recibida estos últimos 4 años.

También existe la motivación de ampliar los conocimientos y especialización en el ámbito del sector eléctrico una vez adquirida toda la formación y por otro lado conocer otros sectores como es el caso del desarrollo de una aplicación que permite introducirse en el campo de la programación.

1.2. Objetivo

El objetivo principal de este proyecto es el desarrollo de una página web que permita a los usuarios que accedan a dicha web adquirir o mejorar sus conocimientos sobre el funcionamiento del mercado eléctrico español de forma práctica.

Las tareas para la realización del proyecto consisten en:

- Realizar un estudio de las características que regulan el sector eléctrico en España.
- Analizar el funcionamiento del mercado eléctrico.
- Diseño de la base de datos, estructura y funcionamiento de la página web.
- Implementación del modelo del mercado eléctrico diario en la herramienta a desarrollar.
- Verificación del simulador web en el servidor y comprobación del correcto funcionamiento.

1.3. Alcance

El objetivo principal es adaptar las reglas de funcionamiento del mercado eléctrico en una herramienta que permita al usuario actuar como agente de mercado, concretamente de generación.

La herramienta dispondrá de unos parámetros de configuración donde se generan unas ofertas de compra de energía y los usuarios realizarán las ofertas de venta pudiendo visualizar al final del proceso los resultados obtenidos, tanto gráficamente como numéricamente permitiendo al usuario alternar los conceptos teóricos adquiridos, con las prácticas que permite realizar esta herramienta.

CAPITULO 2: MERCADO ELÉCTRICO

En este capítulo se realizará una introducción sobre cómo ha ido cambiando el mercado el sector eléctrico en los últimos años. Durante los últimos 20 años se han realizado importantes cambios, como la aceptación de la Ley 54/1997 del Sector Eléctrico.

La Ley 54/1997 constituyó un nuevo sistema de regulación económica y técnica fundamentado en la creación de un mercado de generación de electricidad y la liberación del suministro de energía eléctrica.

Este cambio junto con otros posteriores modificaron el marco legal estable hacia un mercado eléctrico liberalizado, con el mercado mayorista de electricidad como figura principal.

Dentro del mercado eléctrico existen diferentes tipos, como puede ser el mercado intradiario, el mercado de subastas de contratos a plazo, el mercado de subastas bilaterales y el mercado diario que es el que se tratara con detalle en este proyecto.

2.1. Mercado eléctrico liberalizado

Con la implantación de la Ley 54/1997, se cambió la metodología de operación en el mercado eléctrico que estaba controlado por empresas públicas o por el estado, y este tenía la potestad de decidir y controlar la operatividad dentro del sistema eléctrico.

Con la nueva ley se descentralizó el mercado eléctrico, consiguiendo separar y liberalizar las funciones de generación y comercialización, de esta manera se quería conseguir la creación de nuevas empresas dedicadas realizar dichas actividades, en un mercado liberalizado.

El objetivo era conseguir un desarrollo y una actuación en el mercado eléctrico más competitivo, mermando posibles inversiones innecesarias que pudieran ocurrir en el anterior modelo e intentando conseguir maximizar los beneficios.

Básicamente un mercado eléctrico liberalizado, se basa en una casación entre una oferta y una demanda de energía, es decir, entre los que venden la energía a un precio determinado y los que están dispuestos a comprar esa energía ofertada.

Los componentes principales del mercado eléctrico liberalizado son los productores o generadores, es decir, cualquier elemento físico capaz de

generar electricidad como puede ser una planta eólica, una turbina o una central de ciclo combinado, etc.

Y también forman parte del mercado eléctrico los consumidores cualificados, es decir, los comercializadores o grandes consumidores que compran la electricidad en el mercado eléctrico a un precio en función de la casación con la oferta.

Los pequeños consumidores para poder tener acceso al consumo de electricidad realizan contratos con los comercializadores.

Este mercado eléctrico consiste en un mercado de producción diario e intradiario, estructurado por OMIE (Operador del Mercado Ibérico Español), que determina el precio y energía a generar para cada una de las horas del año.

El precio resultante de la casación se le denomina precio marginal, ya que es el precio al que se conseguirán todas las ofertas casadas.

2.2. Mercado diario

El mercado diario es uno de los más importantes, tanto económicamente como energéticamente. El objetivo principal del mercado diario es permitir llevar a cabo las transacciones de energía eléctrica para el siguiente día a través de la exposición de ofertas de venta y compra de energía eléctrica por los componentes principales del mercado eléctrico.

El mercado diario está organizado según la Ley 54/1997 y funciona de la siguiente manera, se realizan las ofertas de compra-venta de energía el día anterior al de la entrega de la energía ofertada. Pueden participar como ofertantes todos generadores de electricidad disponibles y que no estén vinculados mediante algún tipo de contrato.

Las ofertas de compra y venta de energía se envían al mercado para cada hora con un máximo de hasta veinticinco bloques, de esta manera se cubren las necesidades de energía eléctrica durante las veinticuatro horas del día siguiente.

Los generadores, importadores y agentes externos son los encargados de vender la energía eléctrica presentando ofertas de venta para cada hora con precios crecientes entre bloque y bloque.

En cambio los comercializadores, grandes consumidores, agentes externos y exportadores se encargan de realizar las ofertas de compra para cada hora con precios decrecientes entre bloque y bloque.

De esta manera OMIE genera las curvas de oferta y demanda para hora del día siguiente.

2.2.1.- Presentación de ofertas

Como se ha comentado anteriormente las ofertas de compra y venta se realizan en bloques que van de uno a veinticinco para cada hora, en cada bloque se oferta la energía a convenir y el precio.

En caso de que se realice una oferta de venta energía, el precio entre bloque y bloque será creciente y en el caso de realizar una oferta de compra de energía el precio será decreciente entre bloques.

Los vendedores de energía eléctrica pueden presentar dos tipos de ofertas, simples o complejas.

Las ofertas simples son aquellas en que la oferta de venta de energía que presentan los vendedores se realiza para cada periodo horario.

Las ofertas complejas son aquellas que además de cumplir las condiciones de la oferta simple, tienen las siguientes condiciones técnicas o económicas.

- Condición de indivisibilidad.
- Gradiente de carga.
- Ingresos mínimos.
- Parada programada.

La condición de indivisibilidad permite fijar en el primer tramo de cada hora un valor mínimo de funcionamiento. Este valor solo puede ser dividido por aplicación de reglas de reparto en caso de ser el precio distinto de cero.

El gradiente de carga permite establecer la diferencia máxima entre la energía de una hora y la energía de hora siguiente de la unidad de producción, lo que limita la energía máxima a casar en función de la casación de la hora anterior y la siguiente, para evitar cambios bruscos en las unidades de producción que no pueden, técnicamente, seguir las mismas.

La condición de ingresos mínimos permite la realización de ofertas en todas las horas, pero respetando que la unidad de producción no participe en el resultado de la casación del día, si no obtiene para el conjunto de su producción en el día, un ingreso superior a una cantidad fija, establecida en euros, más una remuneración variable establecida en euros por cada MWh casado.

La condición de parada programada permite que si la unidad de producción ha sido retirada de la casación por no cumplir la condición de ingresos mínimos solicitada, realice una parada programada en un tiempo máximo de tres horas, evitando parar desde su programa en la última hora del día anterior a cero en la primera hora del día siguiente, mediante la aceptación del primer tramo de las tres primeras horas de su oferta como ofertas simples, con la única condición de que la energía ofertada sea decreciente en cada hora.

2.2.2.- Proceso de casación de ofertas

Una vez terminado el plazo de admisión de ofertas de compra y venta de energía, establecido a las 12h del día anterior al del suministro de energía, el operador del mercado realiza la casación de las ofertas de compra y venta de energía.

Se establecen dos métodos de casación, uno simple y otro complejo, dependiendo de si el tipo de oferta es simple o que existan alguna condición compleja.

El método de casación simple obtiene el precio marginal y el volumen de energía eléctrica para cada hora de manera independiente.

En cambio el método de casación compleja obtiene el precio marginal y el volumen de energía eléctrica a partir del método de casación simple, al que se le aplican los condicionales de gradiente de carga e indivisibilidad, a través de un proceso iterativo.

A continuación se muestra la Figura1 que representa un esquema del funcionamiento del mercado diario desde que los agentes envían las ofertas a OMIE hasta que las ofertas de compra y venta de energía han sido casadas.

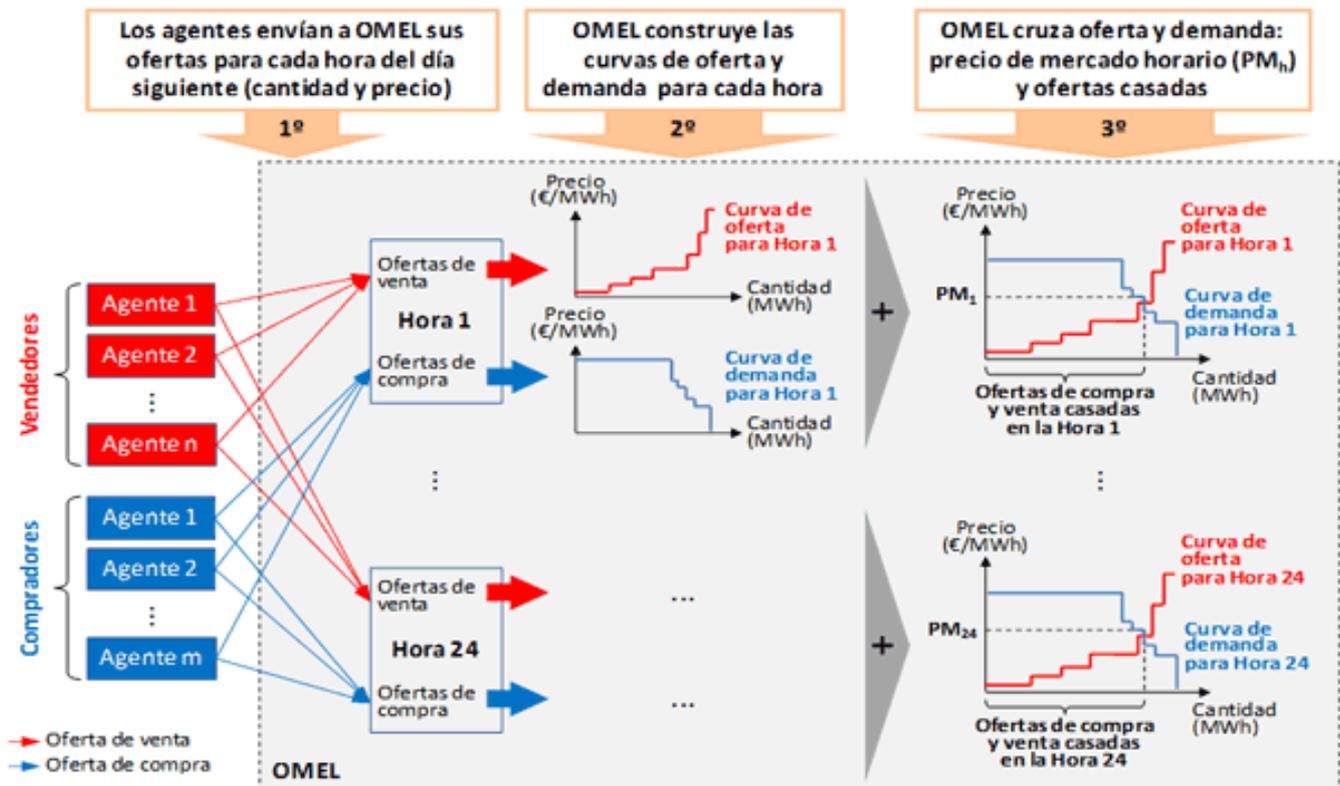


Figura 1. Funcionamiento del mercado eléctrico diario. Fuente [2]

Una de las características que se produce en el mercado diario, es que se pueden dar casos donde se produce energía a precio cero. Esto sucede porque existen productores que necesitan asegurar que su volumen de energía ofertado entra a mercado.

Esperando que el precio final de casación para el día en el que se ha ofertado sea el mayor posible.

Normalmente los productores que ofertan a precio cero suelen ser las energías renovables, ya que el coste de generación es nulo al utilizar una fuente de energía gratuita (sol) y otra de las tecnologías que oferta a precio cero es la nuclear, ya que es muy caro realizar paros en este tipo de central.

Casi todas las tecnologías suelen ofertar normalmente a precios muy similares tal y como se muestra en la Figura 2.

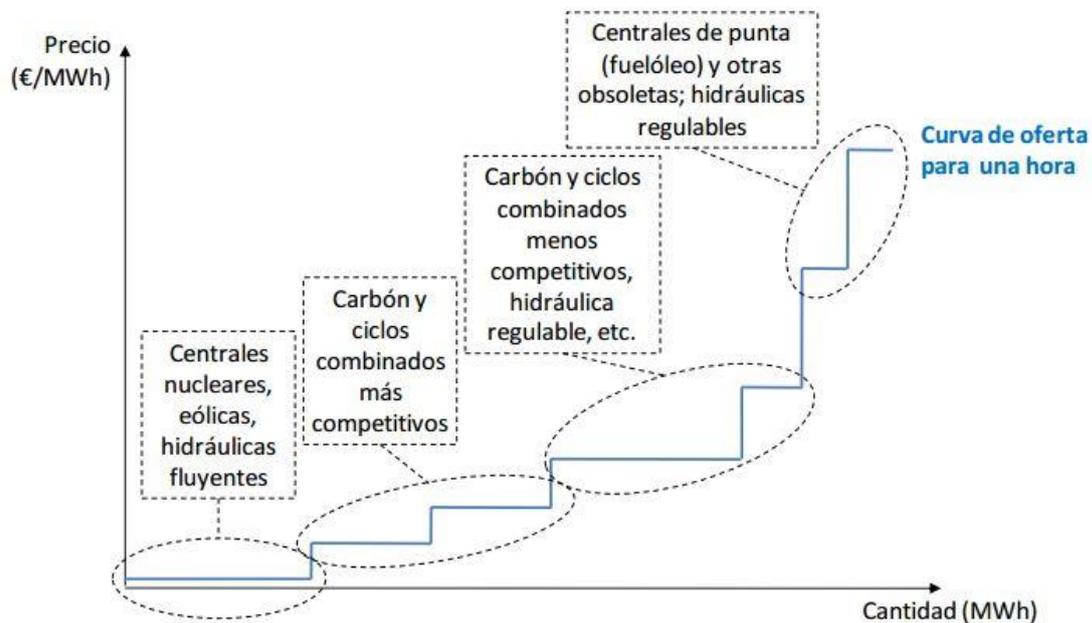


Figura 2. Curva de oferta del mercado eléctrico diario. Fuente [2]

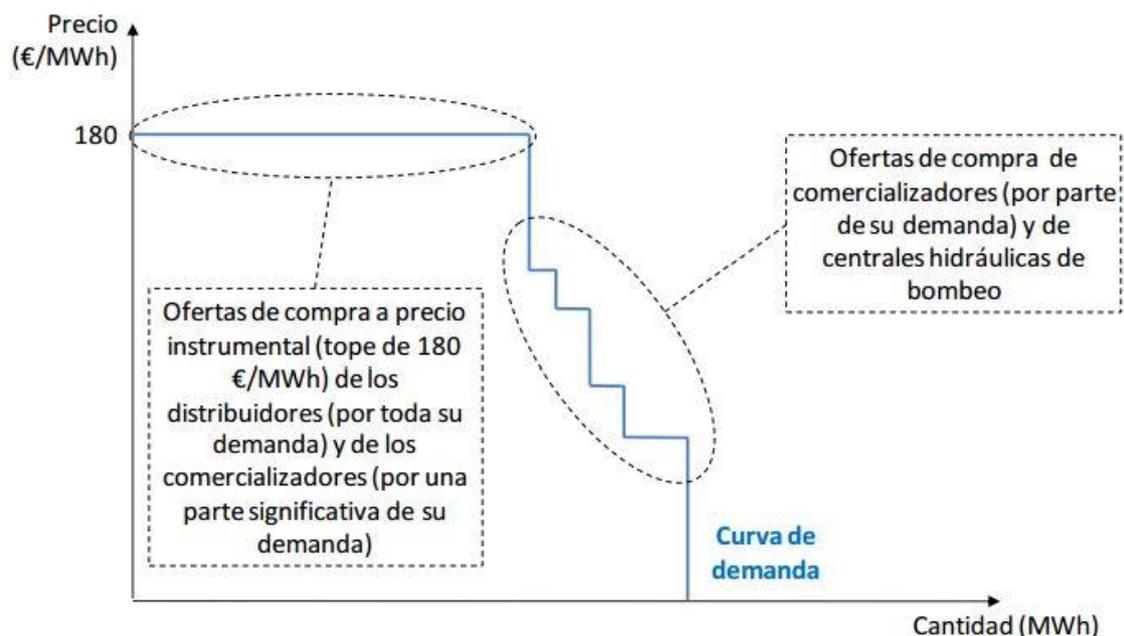


Figura 3. Curva de demanda del mercado eléctrico diario. Fuente [2]

Por otro lado, los comercializadores deben asegurar el suministro eléctrico a sus respectivos clientes, es por eso una parte de ofertas de compra de energía la realizan a 180 €/MWh, es decir, al precio máximo. La otra parte de ofertas de compra es un volumen de energía que pueden arriesgar y por otro lado están las centrales hidráulicas de bombeo que no necesitan energía obligatoriamente y por esta cuestión también pueden ofertar a precios más bajos.

2.3.- Determinación del punto de casación

En este subcapítulo se explica el funcionamiento del proceso de casación, es decir, como obtener de las ofertas de compra de energía (curva de demanda) y de las ofertas de venta de energía (curva de generación) el precio y energía de casación.

Para la generación del modelo se precisa dos tipos de usuario, uno de ellos de tipo configurador que genera las ofertas de compra de energía y el usuario participante en el simulador que realiza las ofertas de venta de energía.

Por otro lado está el operador del mercado, que es el encargado de administrar las ofertas generadas para ejecutar el proceso de casación y obtener los resultados de dicho proceso.

En el mercado diario tanto las ofertas de venta como de compra de energía tienen que cumplir ciertas normas y que después el operador del mercado debe verificar.

Las ofertas de venta de energía como de compra deben contener el precio y energía para cada una de las horas del día en el que se presentan dichas ofertas.

El operador del mercado se encarga de verificar en el caso de las ofertas de compra de energía que el precio máximo no supera los 180€ y que el precio es decreciente para cada bloque de cada hora del día.

En el caso de las ofertas de venta, se comprueba que el precio sea creciente en cada bloque de cada una de las horas ofertadas del día y también se verifica que la energía ofertada en cada hora no supere la capacidad de producción de la central eléctrica.

Una vez realizado dichas validaciones se realiza el proceso de casación, que consiste en encontrar el punto donde se cruzan las ofertas de venta de energía con las ofertas de compra de energía, tal y como se muestra en la Figura 4.

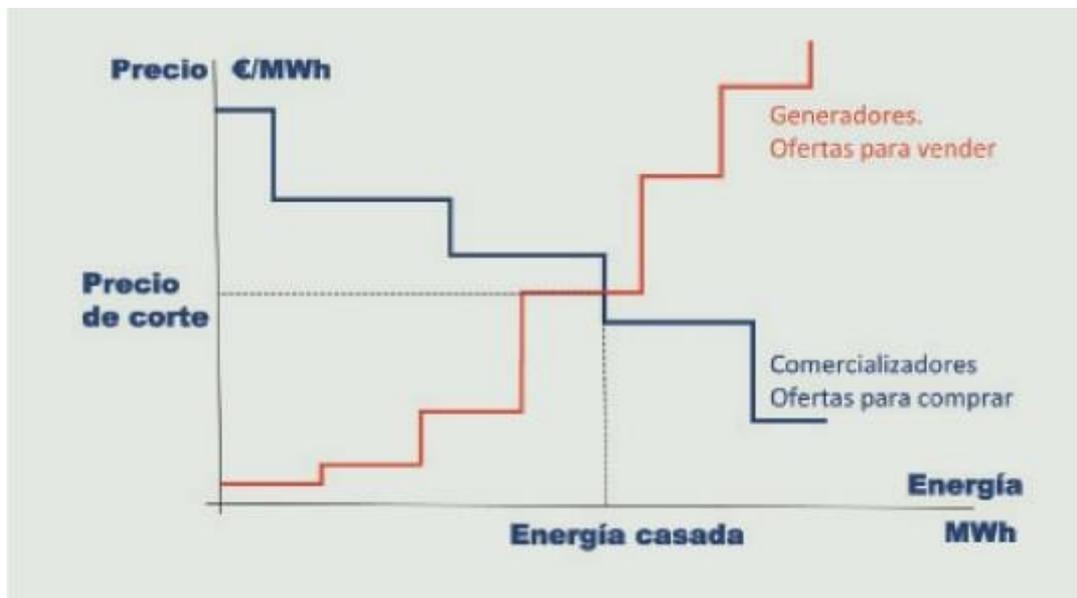


Figura 4. Modelo de casación. Fuente [6]

Sin embargo, se pueden dar diferentes casos en proceso de casación, es decir, dependiendo de cómo se produzca el cruce entre las curvas de generación y demanda ya que se trata de un sistema de ofertas escalonado.

2.3.1.- Indeterminaciones en el proceso de casación

Según las reglas de funcionamiento del mercado de producción de energía eléctrica [1], se han dividido en cuatro casos las posibles indeterminaciones que se pueden producir en el proceso de casación.

1. Exceso de oferta:

Una vez producido el cruce entre la curva de generación y la de demanda, es la curva de generación la que corta horizontalmente a la de demanda. Por lo tanto, para el precio marginal hay ofertado más volumen de energía del necesario. En este caso el exceso de energía se reparte proporcionalmente entre las ofertas pertinentes al precio marginal obtenido en la casación, tal y como se muestra en la Figura 5.

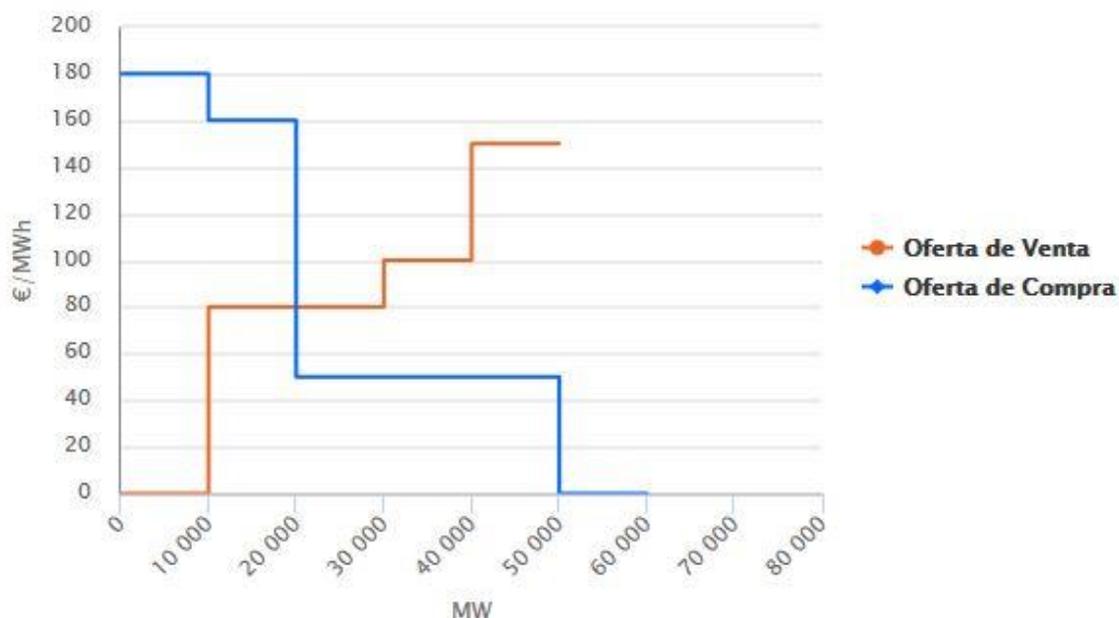


Figura 5. Ejemplo de exceso de oferta. Fuente propia

2. Exceso de demanda:

Este caso es el inverso al anterior, es decir, es la curva de demanda la que corta horizontalmente a la de generación. En este caso se produce un exceso de demanda que no puede entrar a mercado.

Para poder solucionar esta situación también se realiza un reparto proporcional a la energía demanda entre las ofertas que coinciden en el punto de casación, tal y como se muestra en la Figura 6.

El precio marginal en este caso es el precio de la última oferta de venta que entra en casación.

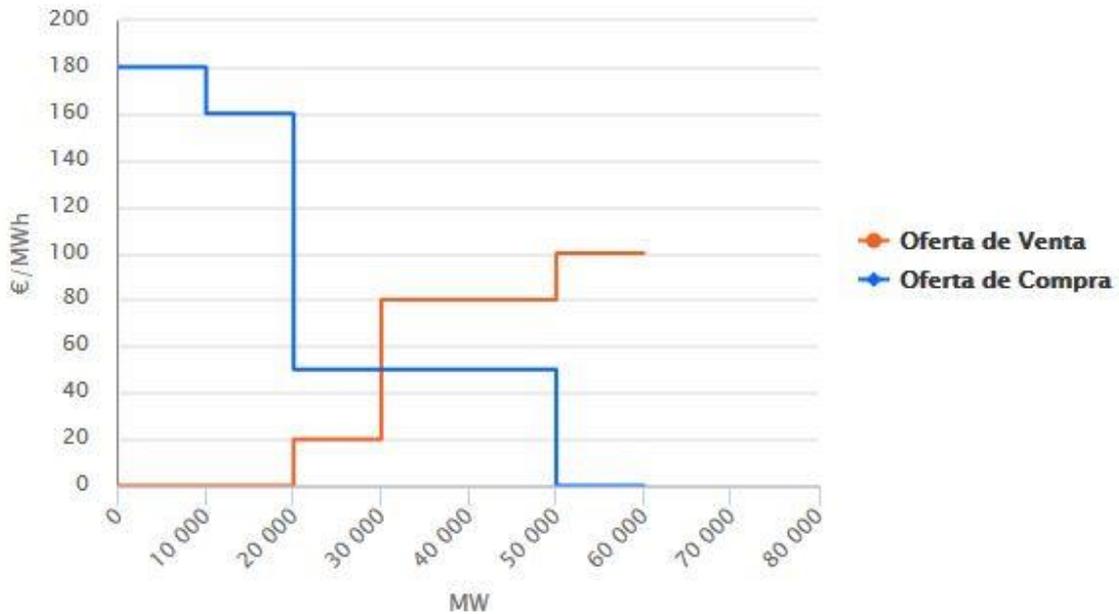


Figura 6. Ejemplo de exceso de demanda. Fuente propia

3. Volumen de energía igual en el punto de casación:

La energía en el punto de casación coincide y se produce una indeterminación en el precio marginal, como se puede observar en la Figura 7. Y que se resuelve de la siguiente manera.

Es precio perteneciente al último tramo de la oferta de venta realizada que haya sido considerada para atender la energía demandada que haya resultado casada.

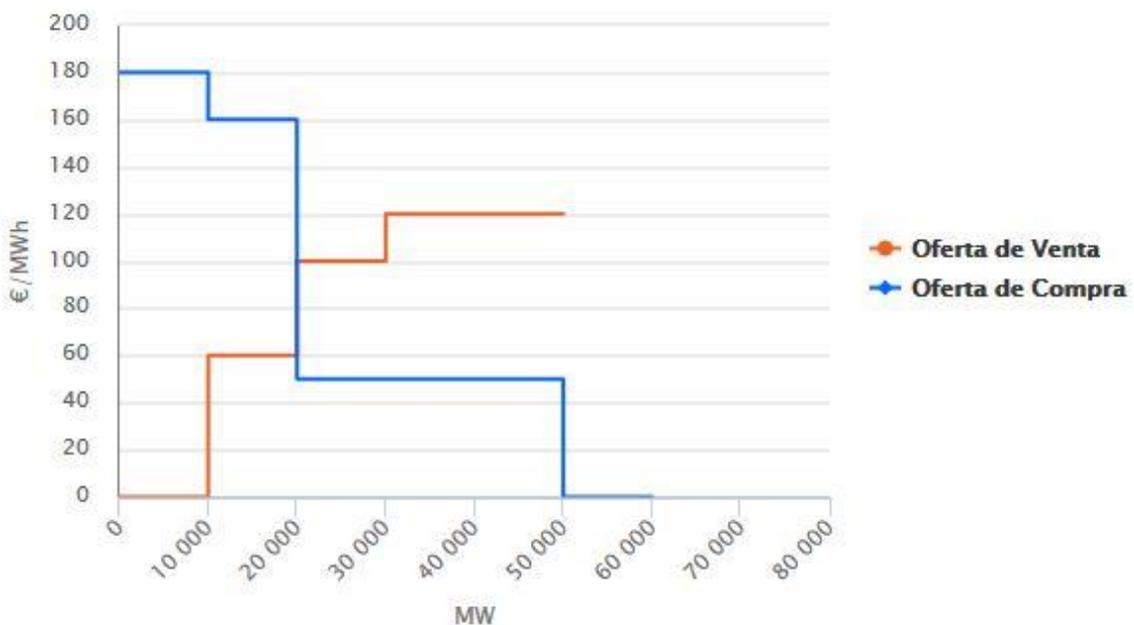


Figura 7. Ejemplo de volumen de energía igual en el punto de casación. Fuente propia

4. Coincidencia del precio en un tramo del punto de casación:

La ultima indeterminación se divide en dos casos ya se pueden generar diversas situaciones.

En el caso A se produce un exceso de energía ofertada de compra por lo que se resuelve de la misma forma que la explicada en el punto 2 (Exceso de demanda).

Sin embargo en el caso B se produce un exceso de energía ofertada de venta y por lo tanto se resuelve con el procedimiento comentado en el punto 1 (Exceso de oferta).

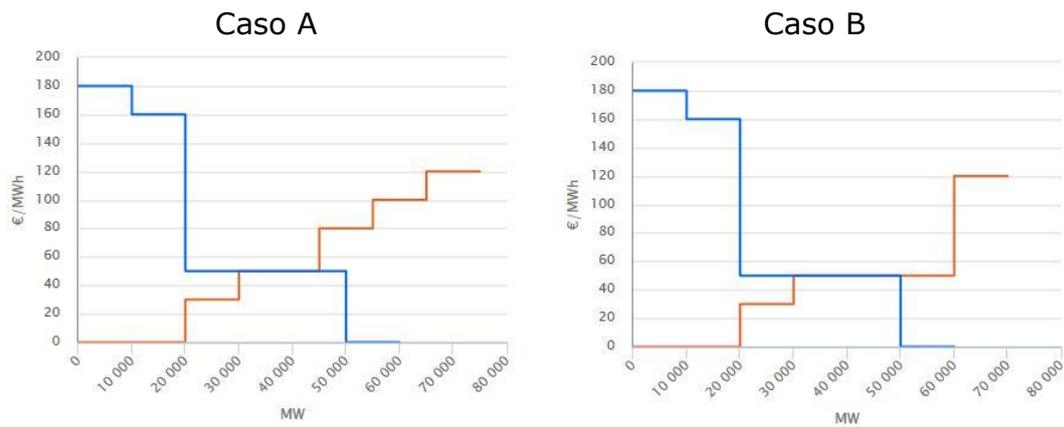


Figura 8. Ejemplo de coincidencia del precio en un tramo del punto de casación. Fuente propia

CAPITULO 3: DESARROLLO DEL SIMULADOR

En este capítulo se va a explicar detalladamente el funcionamiento del simulador del mercado eléctrico español.

Se realizará una breve explicación de los diferentes simuladores que existen actualmente y que realizan funciones similares al simulador que se desarrolla en este proyecto.

A continuación se realiza una explicación detallada de cómo se ha diseñado el simulador y todas las funcionalidades de las que dispone para poder ayudar al usuario a utilizar dicha herramienta y que este le pueda servir para mejorar sus conocimientos sobre cómo funciona el mercado eléctrico español diario.

3.1. Antecedentes

Antes de entrar en detalle con el desarrollo del simulador del mercado eléctrico español se comentan diferentes herramientas que podemos encontrar actualmente y que realizan funciones similares al simulador que se ha desarrollado en este proyecto.

Red eléctrica de España ha diseñado un simulador en el cual se pueden realizar las funciones de los operadores del Centro de Control eléctrico (Cecoel). Fuente [13]

Otro simulador del mercado eléctrico español que también se puede encontrar, está en el siguiente artículo y se ha desarrollado con Visual Basic. Fuente [7]

3.2. Diseño

Después de identificar los modelos de mercado existentes y ver las posibilidades que ofrecen otros simuladores del mercado eléctrico español y las ventajas actuales en los sistemas de comunicaciones, se ha optado por desarrollar una herramienta on-line que permite poderse conectar desde cualquier lugar donde se disponga de un dispositivo con acceso a internet y este disponga de navegador web.

También se tiene en cuenta que todo el software, tanto de desarrollo como de la herramienta en sí, son de código abierto, es decir, totalmente gratuito.

Y con una gran trayectoria, es decir, todo el software de este proyecto lleva años utilizándose por desarrolladores y recibe continuamente actualizaciones y mejoras.

También dispone de comunidades muy grandes que dan soporte continuamente sobre posibles modificaciones, actualizaciones o errores

Así se asegura que este proyecto puede tener continuidad y no se va quedar obsoleto.

Este proyecto en lo referido a diseño se puede dividir en dos grandes bloques:

1. Almacenamiento de datos:

Para el almacenamiento de datos se ha utilizado una base de datos MySQL.

MySQL es un sistema de gestión de bases de datos relacional, que para el desarrollo de este proyecto se adapta a la perfección a las necesidades del tipo de datos que se van manipular para la herramienta a desarrollar.

2. Procesamiento de datos:

En este caso se han utilizado varias herramientas ya que esta parte se encargara de interactuar con los usuarios, en el procesamiento de datos se realizaran todas las operaciones de adquisición y validación de datos antes de ser enviados a la base de datos.

También permite que los usuarios puedan ver la información de una forma más cómoda, clara y ordenada.

Ya que las bases datos no dejan de ser tablas llenas de información y puede ser muy costoso y difícil poder interpretar y manipular la información almacenada.

El procesamiento de datos se ha desarrollado con la metodología MVC (Modelo Vista Controlador)

MVC es un patrón de arquitectura de software, consiste en separar los datos (Modelo), de la interfaz de usuario (Vista) y del módulo encargado de gestionar las comunicaciones (Controlador).



Figura 9. Esquema del funcionamiento del patrón Modelo-Vista-Controlador.
Fuente propia.

Aunque la implantación inicial es laboriosa, con este método se consigue facilitar el desarrollo de la aplicación web y su posterior mantenimiento, ya que está todo separado por diferentes capas y cada una de las funcionalidades del programa está centrada en una parte muy específica de la herramienta a desarrollar y por otro lado también se consigue descargar cada uno de los archivos del programa de código y evitar código repetido ya que como se ha comentado toda esta separado por diferentes capas.

Para la parte de procesamiento de datos se ha utilizado PHP en su versión 7.0.9, este lenguaje de programación es de uso general de código del lado de servidor, este fue diseñado para el desarrollo web de contenido dinámico como es el caso de la herramienta a desarrollar.

Las interfaces o vistas con el usuario, básicamente están compuestas por una carga muy importante de HTML5, CSS3, Bootstrap3 y pluguins de JavaScript y JQuery. Que se encargaran de que el entorno con el usuario sea mucho más amigable y cómodo de utilizar.

HTML5 es la quinta versión del lenguaje básico para el desarrollo de páginas web, define una estructura básica y un código para la definición del contenido de una página web.

Con CSS3 se consigue separar la estructura de un documento (HTML5) de su presentación para poder dar estilos a la página web.

Bootstrap3 es un conjunto de herramientas de código abierto desarrollado por Twitter que contiene todo tipo de plantillas con diseño de tipografías, formularios, botones, menús y otros elementos basados en HTML, CSS y JavaScript que permite desarrollar páginas web de forma “responsive”, es decir, cumpliendo los estándares del desarrollo web y facilitar la adaptación de las páginas web a múltiples dispositivos como pueden ser tabletas, ordenadores o teléfonos móviles.

Y por último están los pluguins en JavaScript y JQuery que nos permiten desarrollar operaciones más específicas para el desarrollo de nuestra herramienta, como pueden ser graficas o métodos de validación en la parte de cliente.

3.3. Implementación

En este apartado se especifica en detalle cómo se ha desarrollado la herramienta del simulador del mercado eléctrico diario y su funcionamiento.

Se ha dividido en dos partes bien diferenciadas, una parte para el funcionamiento de la base datos y la segunda parte para el proceso de datos de la herramienta, ya que la explicación del desarrollo del simulador contiene mucha información y con muchos tecnicismos.

3.3.1.- Almacenamiento de datos

Empezando por el almacenamiento de datos, se detalla la estructura de la base de datos a partir de su esquema lógico tal y como se muestra en la Figura 10, para a continuación ir desglosando tabla a tabla e ir explicando su funcionamiento dentro de la herramienta a desarrollar.

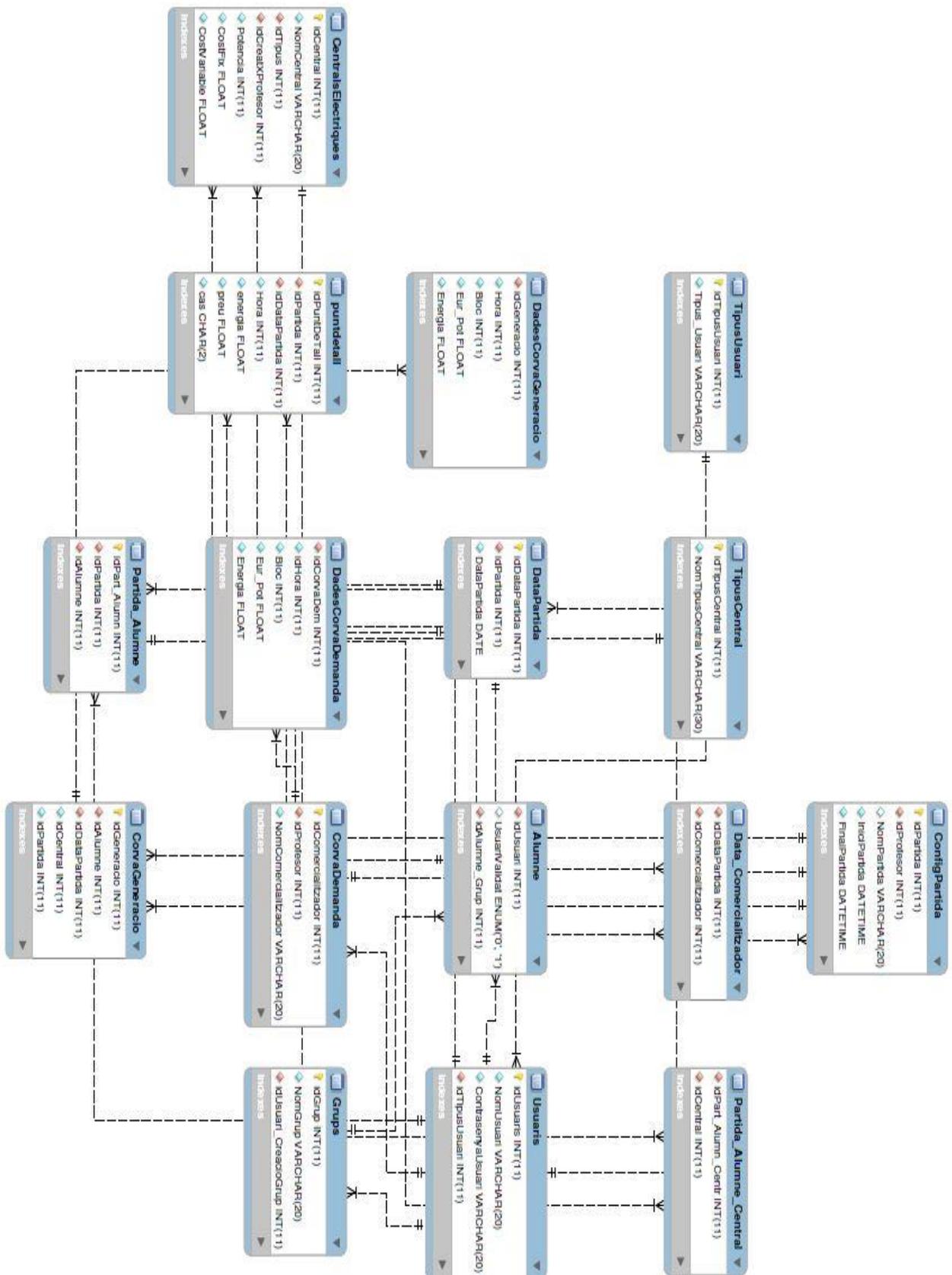


Figura 10. Estructura de la base de datos del simulador del mercado eléctrico Español desarrollado. Fuente propia.

Antes de comenzar a explicar específicamente cada tabla y su función se realiza una introducción a las características que tiene o puede tener un campo de una base de datos.

Todas las tablas de este proyecto están formadas por identificadores, en este trabajo se ha utilizado la palabra "id" seguida de un nombre, normalmente el mismo nombre que el de la tabla a la que corresponde o el nombre de la tabla que relaciona.

Es importante comentar que todos los identificadores de las tablas de las bases de datos son valores de tipo entero, no pueden ser nunca valores nulos y son autoincrementales, es decir, este id llevará un orden incremental en el atributo cada vez que se agregue una nueva fila.

Un campo de la base de datos tipo "INT" significa que este campo almacena datos tipo numéricos enteros y campo tipo "FLOAT" se utiliza para almacenar valores numéricos decimales.

El atributo "VARCHAR(10)" y "CHAR(10)", consiste en una cadena de texto, donde el valor que contiene dentro del paréntesis, en este caso diez, significa que como máximo se podrán almacenar diez caracteres en ese campo de la base de datos

En el caso de un dato o variable "CHAR" este tiene una longitud fija, es decir, que es una cadena de caracteres de 10 posiciones, y ese es el espacio que se empleará para almacenarla.

Un dato o variable "VARCHAR" tiene una longitud variable, es decir, se trata de una cadena de máximo 10 posiciones. El espacio que se empleará para almacenar esa cadena es solo el que ocupe.

Otro atributo que se utiliza también en este proyecto es "ENUM('0','1')" que funciona como un booleano, es decir, se utiliza para realizar acciones de verdadero o falso.

Las propiedades "DATETIME" y "DATE" se utilizan para almacenar datos tipo fecha y hora en el caso de un "DATETIME" y en el caso de un "DATE" se almacena únicamente una fecha.

Una vez realizada esta introducción a las propiedades de los campos de la base de datos, se empieza explicando la estructura de la base de datos de la herramienta a desarrollar (Figura 10), por las tablas que se utilizan para el registro de usuarios, ya que como se menciona anteriormente al ser una aplicación web orientada a un determinado número de usuarios, esta deberá implementar un sistema de registro y administración de usuarios y a partir de estas tablas se irán relacionando las tablas correspondientes a toda la metodología del simulador.

Estos usuarios estarán clasificados por categorías y dependiendo de dichas categorías se dispone de diferentes niveles de acceso a datos y permisos, tal y como se muestra en la Figura 11.

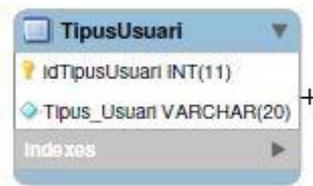


Figura 11. Tabla de la base de datos "TipusUsuari". Fuente propia.

La clasificación de los tipos de usuario se realiza en la tabla "TipusUsuari" que dispone de dos campos, un identificador único "idTipusUsuari" y que tiene la característica de identificar unívocamente cada fila.

El segundo campo de la tabla es "Tipus_Usuari" que es de tipo "varchar" y no nulo, en este caso de un máximo de 20 caracteres.

Dicha tabla "TipusUsuari" se define cuando se crea la base de datos nueva en el servidor, es decir, los datos contenidos en la tabla los inserta el administrador de sistemas al insertar el modelo de la base de datos en el servidor y dispone de tres tipos de usuario, administrador, profesor y alumno.

Los permisos de los que dispone cada tipo de usuario se definen en el apartado de procesamiento de datos (3.3.2.- *Procesamiento de datos*).

A continuación se detalla la tabla de la base de datos "Usuaris" tal y como se muestra en la Figura 12.

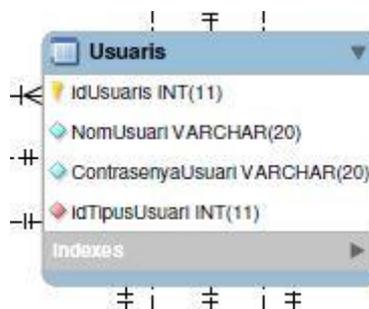


Figura 12. Tabla de la base de datos "Usuaris". Fuente propia.

La tabla "Usuaris" consta de cuatro parámetros, el campo "idUsuaris" como identificador único de dicha tabla.

El siguiente parámetro es "NomUsuari" que contiene el nombre de los usuarios registrados, este campo es de tipo "varchar" y no nulo, en este caso admite 20 caracteres como máximo.

Cada usuario a parte del nombre también tendrá una contraseña, este parámetro se guarda en el campo de la base de datos "ContrasenyaUsuari" que también es una cadena de texto de 20 caracteres como máximo y valor no nulo.

Y por último "idTipusUsuari" que es un campo relacional con la tabla comentada anteriormente "TipusUsuari" (Figura 11) y que permite conocer para cada usuario registrado que tipo de usuario que es y por lo tanto los permisos y acciones que puede realizar.

La tabla "Grups", también se relaciona con la tabla "Usuaris" y consiste en una la tabla donde los usuarios tipo profesor almacenan grupos de alumnos, que más adelante, dichos grupos se pueden asignar a partidas.

La tabla "Grups" está formada por tres campos tal y como se muestra en la Figura 13.



Figura 13. Tabla de la base de datos "Grups". Fuente propia.

Un identificador único "idGrup", un campo "NomGrup" para almacenar los nombres de los grupos creados por los usuarios profesor que es de tipo cadena de texto y permite un máximo de 20 caracteres.

El tercer campo "IdUsuari_CreacioGrup" es un identificador que relaciona un usuario de tipo profesor de la tabla "Usuaris" (Figura 12) con uno o varios grupos de la tabla "Grups" (Figura 13).

Otra tabla relacionada con la tabla "Usuaris" (Figura 12), es la tabla "Alumne", dicha tabla contiene tres campos, tal y como se muestra en la Figura 14.



Figura 14. Tabla de la base de datos "Alumne". Fuente propia.

Un identificador relacional "idUsuari" que se utiliza para relacionar la tabla "Alumne" (Figura 14) con la tabla "Usuaris" (Figura 12), ya que un alumno no deja de ser también un usuario dentro de la aplicación aunque este tenga un determinado número de permisos y acciones. Y por esta cuestión la creación de esta tabla.

El campo "UsuariValidat" es de tipo "Enum (0,1)", cuando un alumno tiene el campo "UsuariValidat" a 0, este podrá acceder a su menú principal, pero no podrá realizar ninguna acción hasta que el usuario con permisos de profesor ponga este campo en valor 1, entonces sí que podrá acceder realmente a las opciones del simulador.

Esta tabla también dispone de una segunda relación, el campo "idAlumne_Grup" que permite relacionar la tabla "Alumne" (Figura 14) con la

tabla "Grups" (Figura 13) para conseguir que usuario profesor pueda añadir tantos alumnos como quiera en un grupo creado.

Con el conjunto de tablas explicadas anteriormente, que van desde la tabla "TipusUsuari" hasta la tabla "Alumne" se cierra el conjunto de tablas que administra toda la parte de registro y administración de usuarios.

A continuación se explican las tablas que permiten almacenar todos los datos que actúan sobre la lógica del juego del simulador del mercado eléctrico español.

Empezando por la tabla "TipusCentral", que es la encargada de almacenar tipos de centrales eléctricas creadas por el usuario de tipo administrador y que serán utilizadas dichas centrales por el usuario profesor para asignarlas a un usuario tipo alumno, donde este podrá disponer de dichos tipos de central para poder realizar las ofertas de venta de energía, tal y como se muestra en la siguiente Figura 15.

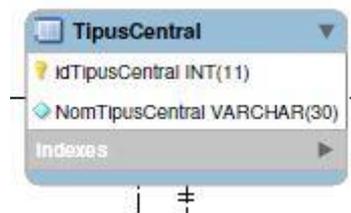


Figura 15. Tabla de la base de datos "TipusCentral". Fuente propia.

Esta tabla dispone de un identificador único "idTipusCentral" de tipo entero y también dispone de un campo "NomTipusCentral" de tipo cadena de texto que permite almacenar los nombres de los tipos de centrales eléctricas con un máximo de 30 caracteres.

La tabla que sigue a la anterior es "CentralsElectriques", que permite almacenar los datos de las centrales eléctricas creadas por el usuario de tipo profesor, tal y como se muestra en la Figura 16.

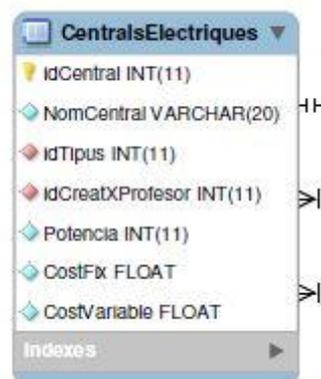


Figura 16. Tabla de la base de datos "CentralsElectriques". Fuente propia.

Contiene siete campos, el primero "idCentral" es un identificador único para cada central almacenada, continúa con el campo "NomCentral", donde se almacena el nombre de la central con un máximo de 20 caracteres.

El identificador relacional "idTipus" se utiliza para relacionar la tabla "CentralsElectricues" (Figura 16) con la tabla "TipusCentral" (Figura 15), con esta relación se consigue almacenar tantas centrales eléctricas como se necesite para los diferentes tipos de central eléctrica.

El caso del identificador "idCreatXProfesor", también es de tipo relacional con la tabla "CentralsElectricues" (Figura 16) y "Usuaris" (Figura 12). El objetivo de esta relación consiste en que cada usuario tipo profesor pueda almacenar sus propias centrales eléctricas con las propiedades que desee.

El campo de la base de datos "Potencia" es de tipo entero y almacena la potencia de la central eléctrica.

Y por último, los campos "CostFix" y "CostVariable" que son de tipo decimal y almacenan los costes fijos y variables de una central eléctrica.

La siguiente tabla "CorvaDemanda" almacena datos de las curvas de demanda, esta tabla también dispone de un identificador único "idComercialitzador" tal y como se muestra en la siguiente Figura 17.

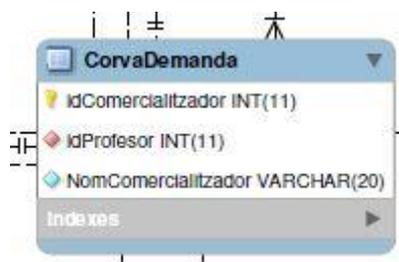


Figura 17. Tabla de la base de datos "CorvaDemanda". Fuente propia.

El campo "idProfesor" es un identificador relacional con el que se relaciona la tabla "CorvaDemanda" (Figura 17) y la tabla "Usuaris" (Figura 12). Con dicha relación se consigue que el usuario tipo profesor puede almacenar tantas curvas de demanda como se requiera.

El campo "NomComercialitzador" almacena el nombre de la curva demanda que se le quiera asignar, evidentemente este campo es de tipo cadena de texto y con un máximo de 20 caracteres.

En definitiva, en esta tabla "CorvaDemanda" solo se almacenara el identificador del creador de la curva de demanda y su nombre para que en la tabla presentada a continuación "DadesCorvaDemanda" se puedan almacenar todos los datos correspondientes a una curva de demanda, es decir, el precio y la energía principalmente, también la hora y el número de bloque al que pertenece.

En la siguiente Figura 18 se puede observar la tabla "DadesCorvaDemanda", donde el identificador "idCorvaDem" es de tipo relacional con la tabla anterior "CorvaDemanda" (Figura 17) como se comenta anteriormente, esto permite que para una curva de demanda se puedan añadir un número ilimitado de datos para dicha curva.

Column Name	Data Type
IdCorvaDem	INT(11)
IdHora	INT(11)
Bloc	INT(11)
Eur_Pot	FLOAT
Energia	FLOAT

Figura 18. Tabla de la base de datos "DadesCorvaDemanda". Fuente propia.

A continuación del identificador, se muestran los campos necesarios para para la creación de una curva de demanda, el campo "idHora" y "Bloc".

Como se ha definido anteriormente (2.2.- Mercado Diario). El sistema del mercado diario funciona por horas y para cada hora se pueden realizar ofertas de compra de energía que van de 1 a 25 bloques, para este proyecto el número de bloques se ha fijado, es decir, para una hora determinada se pueden almacenar un número limitado de bloques, que más adelante, en la parte de programación del simulador se limitara a cinco, es decir, se pueden formar curvas de demanda para una hora y hasta un máximo de cinco bloques y estos con precios decrecientes que se almacenaran en el campo "Eur_Pot" de tipo decimal y diferentes energías que se guardaran en el campo "Energia" también de tipo decimal.

Con el conjunto de tablas que se agrupan desde la tabla "TipusCentral" hasta la tabla "DadesCorvaGeneracio", se consigue toda la información necesaria para que en la tabla "ConfigPartida" mostrada en la Figura 19. Se puedan almacenar los datos para que el usuario tipo profesor pueda configurar una partida donde poder realizar una simulación del mercado continuo eléctrico español.

La tabla "ConfigPartida" dispone de dos identificadores, un identificador único "idPartida" para identificar cada una de las partidas creadas y un identificador relacional "idProfesor" que relaciona la tabla "ConfigPartida" (Figura 19) con la tabla "Usuaris" (Figura 12) y conseguir que cada usuario con permisos de profesor pueda almacenar sus partidas.

Column Name	Data Type
IdPartida	INT(11)
IdProfesor	INT(11)
NomPartida	VARCHAR(20)
IniciPartida	DATETIME
FinalPartida	DATETIME

Figura 19. Tabla de la base de datos "ConfigPartida". Fuente propia.

El campo "NomPartida" permite almacenar el nombre de la partida y que es de tipo cadena de texto con un máximo de 20 caracteres.

Y los campos "IniciPartida" y "FinalPartida" almacenan la fecha y hora del inicio y final de una partida. El parámetro hora se utiliza para fijar la hora de apertura y cierre del mercado.

La siguiente tabla "DataPartida" mostrada en la Figura 20, también forma parte de la configuración de la partida, consta de dos identificadores, un identificador único "idDataPartida" y un identificador relacional "idPartida", que relaciona la tabla "DataPartida" (Figura 20) con la tabla "ConfigPartida" (Figura 19), ya que para una partida con fecha de inicio y final de varios días, internamente la base de datos tiene una partida por día desde el inicio fijado en el campo "IniciPartida" en la tabla "ConfigPartida" (Figura 19) hasta la fecha final fijada en el campo "FinalPartida" la misma tabla, por esa cuestión la necesidad de la tabla "DataPartida" que se muestra a continuación.

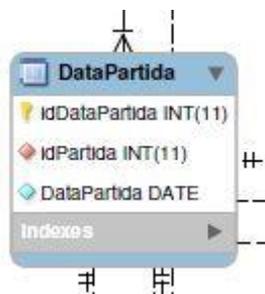


Figura 20. Tabla de la base de datos "DataPartida". Fuente propia.

El campo "DataPartida" es de tipo "DATE" para almacenar todas los días que hay una partida.

Las tablas que se muestran a continuación forman parte de toda la información que el usuario tipo alumno necesita para poder utilizar el simulador del mercado eléctrico diario, introducir datos o recuperarlos para ver los resultados de dicho simulador.

La primera de ellas es la tabla "Partida_Alumne" (Figura 21) donde se relacionan y almacenan las partidas creadas por el usuario profesor y este le ha asignado a dicha partida uno o un conjunto de alumnos.

Con esta tabla se consigue también la flexibilidad de que un usuario alumno puede tener diferentes partidas activas creadas por diferentes profesores.



Figura 21. Tabla de la base de datos "Partida_Alumne". Fuente propia.

La tabla "Partida_Alumne" contiene un identificador único "idPart_Alumn" y dos identificadores relacionales.

El primer identificador "idPartida" relaciona la tabla "Partida_Alumne" (Figura 21) con la tabla "ConfigPartida" (Figura 19), ya que un usuario tipo alumno puede tener muchas partidas.

El segundo identificador es "idAlumne" que relaciona la tabla "Partida_Alumne" (Figura 21) con la tabla "Usuarios" (Figura 12), es decir, se almacenan los usuarios tipo alumno asignados a una o varias partidas.

Una vez almacenada la partida y alumnos, el usuario profesor puede asignar una central eléctrica al usuario alumno o usuarios alumno que juegan dicha partida para que más adelante pueda realizar ofertas de venta de energía con la central asignada, dicha acción se almacenará en la tabla "Partida_Alumne_Central" tal y como se muestra en la Figura 22.

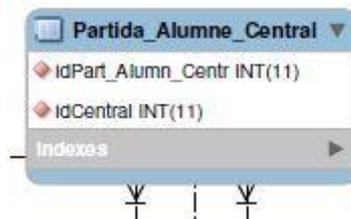


Figura 22. Tabla de la base de datos "Partida_Alumne_Central". Fuente propia.

La tabla "Partida_Alumne_Central" consta de dos identificadores relacionales, el identificador "idPart_Alumn_Centr" relaciona la tabla "Partida_Alumne_Central" (Figura 22) con la tabla "Partida_Alumne" (Figura 21) y la otra relación es el identificador "idCentral" que se relaciona con la tabla "CentralsElectricas" (Figura 16).

Con estas relaciones se puede almacenar un usuario alumno con una central eléctrica, ya que una de las lógicas del juego y de las reglas establecidas por el mercado eléctrico diario es que un usuario tipo alumno pueda tener una central eléctrica para una partida.

La tabla "Data_Comercializador", que se utiliza para asignar comercializadores, es decir, ofertas de compra de energía en cada uno de los días que haya una partida en juego. Esta tabla se compone de dos identificadores tal y como se muestra en la Figura 23.



Figura 23. Tabla de la base de datos "Data_Comercializador". Fuente propia.

El identificador relacional "idDataPartida" que relaciona la tabla "Data_Comercializador" (Figura 23) con la tabla "DataPartida" (Figura 20) y

el otro identificador relacional es "idComercialitzador" que relaciona la tabla "Data_Comercialitzador" (Figura 23) con la tabla "CorvaDemanda" (Figura 17). Con estas dos relaciones se consigue que para cada fecha en la que existe una partida se pueden asignar uno o varios comercializadores, es decir, se crean todas las ofertas de compra (curvas de demanda) para todos los días de la partida.

Una vez se va completando el proceso de ir almacenando datos dentro de las tablas que permiten asignar una partida a un usuario tipo alumno se introducen los datos correspondientes para formar las ofertas de venta de energía que el usuario tipo alumno podrá realizar con las centrales eléctricas asignadas anteriormente.

Para poder almacenar los datos correspondientes a las ofertas de venta de energía se utilizan dos tablas, que son las siguientes.

La primera de ellas es la tabla "CorvaGeneracio" que se muestra en la Figura 24.

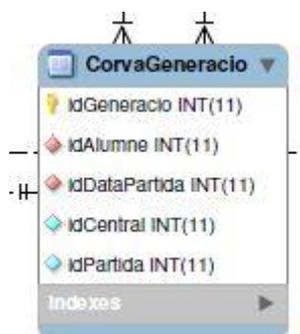


Figura 24. Tabla de la base de datos "CorvaGeneracio". Fuente propia.

Compuesta por un identificador único "idGeneracio".

Un identificador relacional "idAlumne" encargado de relacionar la tabla "CorvaGeneracio" (Figura 24) con la tabla "Alumne" (Figura 14), ya que cada oferta venta de energía estará asociada a un alumno.

Otro campo de la base de datos, es el identificador relacional "idDataPartida", que relaciona la tabla "CorvaDemanda" (Figura 17) con la tabla "DataPartida" (Figura 20). Con lo que se consigue relacionar el día de la partida en el que se ha creado una oferta de venta de energía.

Esta tabla de la base de datos también tiene dos identificadores únicos que se utilizan para conseguir una mayor precisión y especificación a la hora de tener que recuperar la información o insertarla.

Estos campos son "idCentral" que es el identificador de la central eléctrica que se ha utilizado para almacenar la oferta de venta y un identificador "idPartida" que es el valor de la partida para el que se realiza dicha oferta.

Una vez almacenado quien es el alumno y la central eléctrica para la cual se quiere generar una oferta de venta de energía para un día específico de una

partida, se necesita almacenar los datos correspondientes a la energía y precio (curva de generación).

Estos datos se almacenan en la tabla "DadesCorvaGeneracio", tal y como se muestran en la Figura 25.



Figura 25. Tabla de la base de datos "DadesCorvaGeneracio". Fuente propia.

Esta tabla está configurada de la siguiente manera, un identificador relacional "idGeneracio" encargado de relacionar la tabla "DadesCorvaGeneracio" (Figura 25) con la tabla "CorvaGeneracio" (Figura 24) y así poder enlazar el alumno y la central eléctrica asignada con los datos de la oferta de venta de energía.

Un campo "Hora" de tipo entero, ya que las ofertas de venta de energía se realizan hora a hora en mercado eléctrico diario, este campo permite especificar para que hora del día de la partida es la oferta de venta de energía.

El campo "Bloc" funciona de la misma manera que en la tabla "DadesCorvaDemanda" (Figura 18), es decir, para una hora determinada se han fijado un máximo de cinco bloques, aunque según las reglas de funcionamiento del mercado eléctrico diario (2.2.- Mercado Diario), se pueden realizar de una a veinticinco bloques.

Y por último se almacenan los datos de precio y energía en los campos "Eur_Pot" y "Energia", que son de tipo decimal.

La última tabla utilizada para este proyecto es la tabla "PuntDeTall", su función es la de almacenar los puntos de corte que se generan cuando cierra el mercado eléctrico en un día de una partida creada, es decir, almacenar el precio marginal y la energía casada.

Esta tabla es muy importante ya que a partir de los puntos de corte almacenados se podrán realizar todos los cálculos necesarios para ayudar a los usuarios tipo alumno a entender el funcionamiento del mercado eléctrico español diario.

Los campos que contiene dicha tabla se muestran en la Figura 26.



Figura 26. Tabla de la base de datos "PuntDeTall". Fuente propia.

Como se puede observar contiene tres identificadores. Un identificador único "idPuntDeTall" y dos identificadores relacionales.

El campo "idPartida" para relacionar la tabla "PuntDeTall" (Figura 26) con la tabla "ConfigPartida" (Figura 19) y el otro identificador "idDataPartida" que también relaciona "PuntDeTall" (Figura 26) con la tabla "DataPartida" (Figura 20) y así conseguir almacenar los puntos de corte generados cuando se cruzan la curva de demanda con la curva de generación energía para cada partida y día y hora creados.

El campo "Hora" almacena en qué hora se ha producido el punto de corte y el campo "Energia" y "Preu" almacenan la energía casada y precio marginal.

El campo "cas" almacena el tipo de cruce que se genera, que dependiendo del tipo de cruce, las reglas del mercado eléctrico diario español especifican unos métodos a aplicar y que se han comentado en el apartado 2.3.1. Indeterminaciones en el proceso de casación.

Con la estructura de la base de datos únicamente tenemos unas tablas con muchos datos pero que hacen que sea muy difícil interpretarlos, por esto a continuación se ha programado toda una lógica para dar sentido a todos los datos almacenados en la base de datos y que permite mostrar todos estos datos almacenados de una forma muy clara y que facilita el uso de esta herramienta a todos los usuarios que tienen acceso a ella.

3.3.2.- Procesamiento de datos

A continuación se detalla toda la parte de procesamiento de datos y la lógica se ha utilizado internamente a la vez que se explica el funcionamiento del simulador del mercado eléctrico español.

Antes de comenzar a detallar cada uno de los procesos, se expone el esquema global MVC del proyecto desarrollado (Figura 27), donde se puede observar como esta todo el proyecto centralizado dentro de un Control "Control Principal" y a partir de dicho control se va ramificando todo el proyecto hacia subcontroles con funciones más detalladas que a continuación se desglosan paso a paso, para entender todo el funcionamiento del simulador del mercado eléctrico diario.

Se comienza la explicación de dicho simulador desde la pantalla de inicio y se desglosaran todas las pantallas que hay disponibles para los diferentes tipos de usuario que tienen acceso a diferentes opciones dentro de la aplicación desarrollada.

Como se comenta en el apartado 3.2 Diseño, se ha utilizado la metodología Modelo-Vista-Controlador y el lenguaje principal de programación es PHP.

Paso a paso se van a desglosar cada una de las carpetas e ir describiendo que función realiza cada una de ellas.

Para entender toda esta lógica de programación se realizara una simulación tal y como si un usuario accediera a la herramienta.

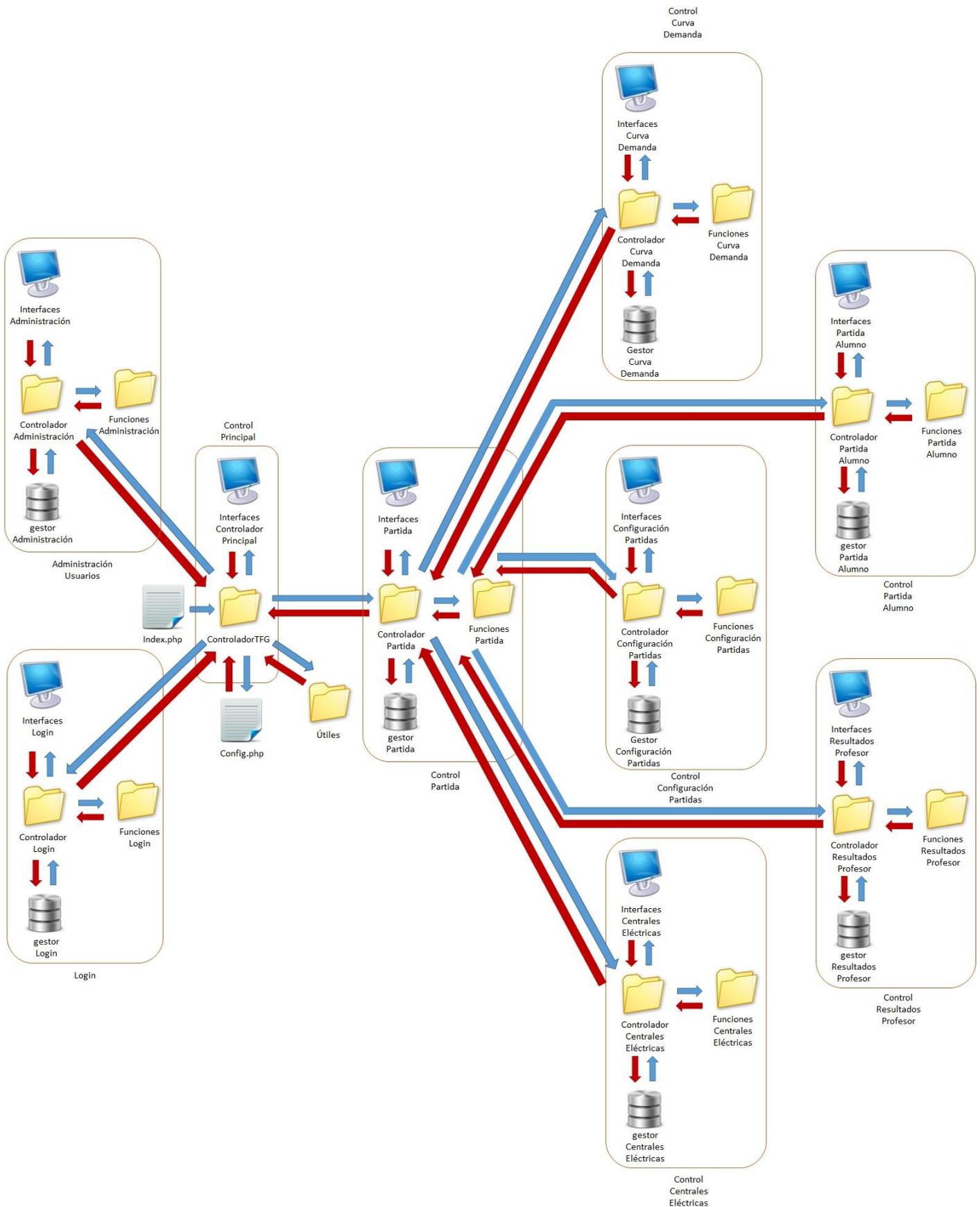


Figura 27. Esquema del Modelo-Vista-Controlador del proyecto del Simulador del Mercado Eléctrico diario desarrollado. Fuente propia.

3.3.2.1.- Acceso al simulador del Mercado Eléctrico Español

En el momento que escribimos la dirección web en el navegador para acceder al simulador y cargar la página, lo que se está haciendo realmente es acceder al archivo "index.php" del proyecto, e inicializar el "controlador TFG" que esta contenido dentro del "control Principal" tal y como se muestra en la Figura 28.

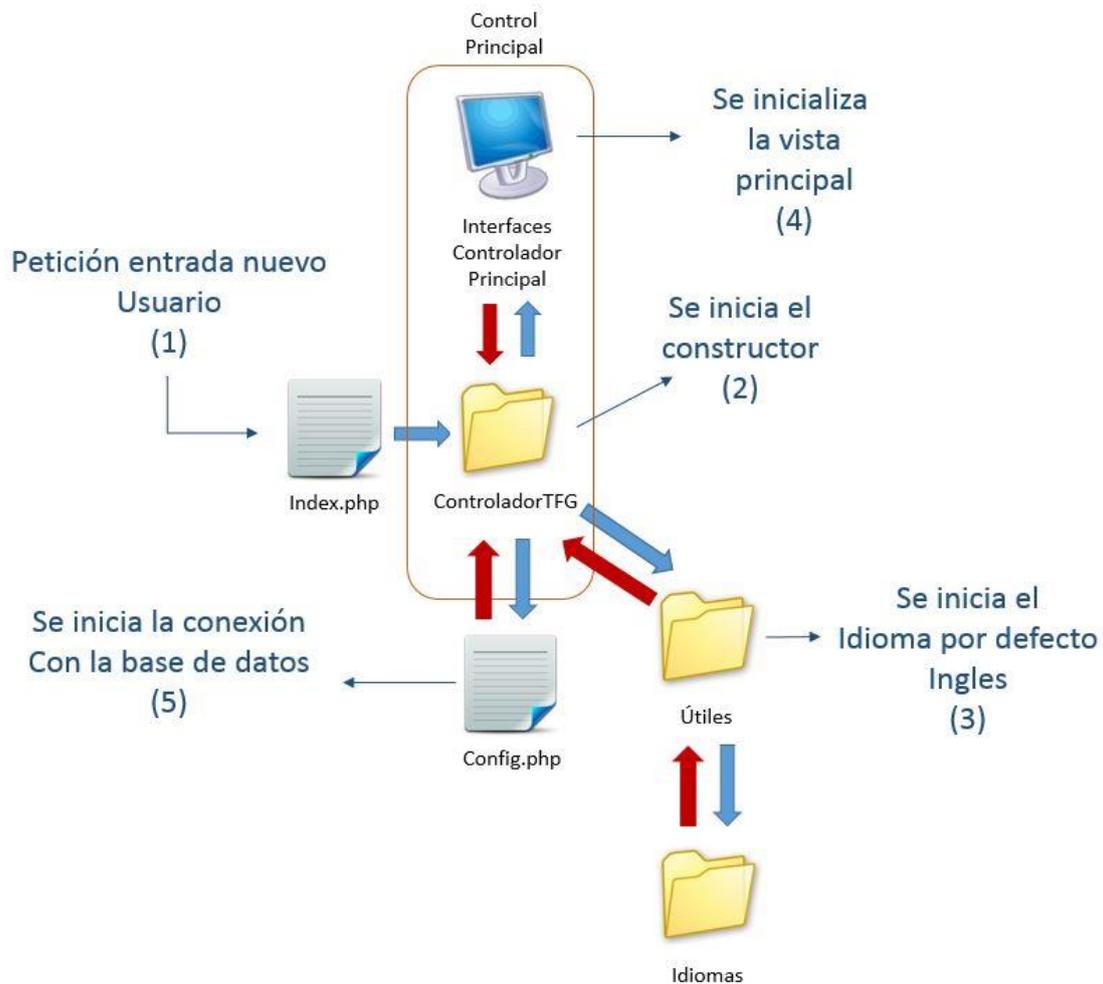


Figura 28. Estructura del Control Principal y herramientas. Fuente propia

Dentro del "controlador TFG" se encuentra la función "__construct" que se encarga de iniciar una sesión nueva.

También carga el idioma por defecto que es el inglés, lo que se hace en este caso el realizar una llamada "Utiles.php" dentro de la carpeta "útiles" y este a su vez llama al archivo "en_GB.php" dentro de la carpeta "Idiomas" donde se almacenan los tres idiomas de los que dispone este proyecto, que son inglés, castellano y catalán.

La carpeta "útiles" es una carpeta que almacena herramientas que se van a utilizar en todas las partes de programa como pueden ser los idiomas, funciones para formatear fechas o la conexión con la base de datos.

Una vez cargado el idioma se inicializa el archivo "interficiesControlPrincipal.php" disponible también en el "controlPrincipal" y también se inicializa la conexión de la base de datos.

Para iniciar la conexión con la base de datos, el inicializador recoge los datos del archivo "config.php" donde se especifica el servidor, el usuario, la contraseña y la base de datos.

3.3.2.2.- Registro y validación de usuarios

Después de haber inicializado los parámetros comentados anteriormente se comprueba si el usuario ha iniciado sesión. Como es la primera vez que entra el resultado será falso, entonces para este caso se inicializa el "controladorLogin.php" dentro del control "Login" y lo primero que hace este controlador es cargar el archivo "interficiesLogin" como se puede observar en el esquema de la Figura 29

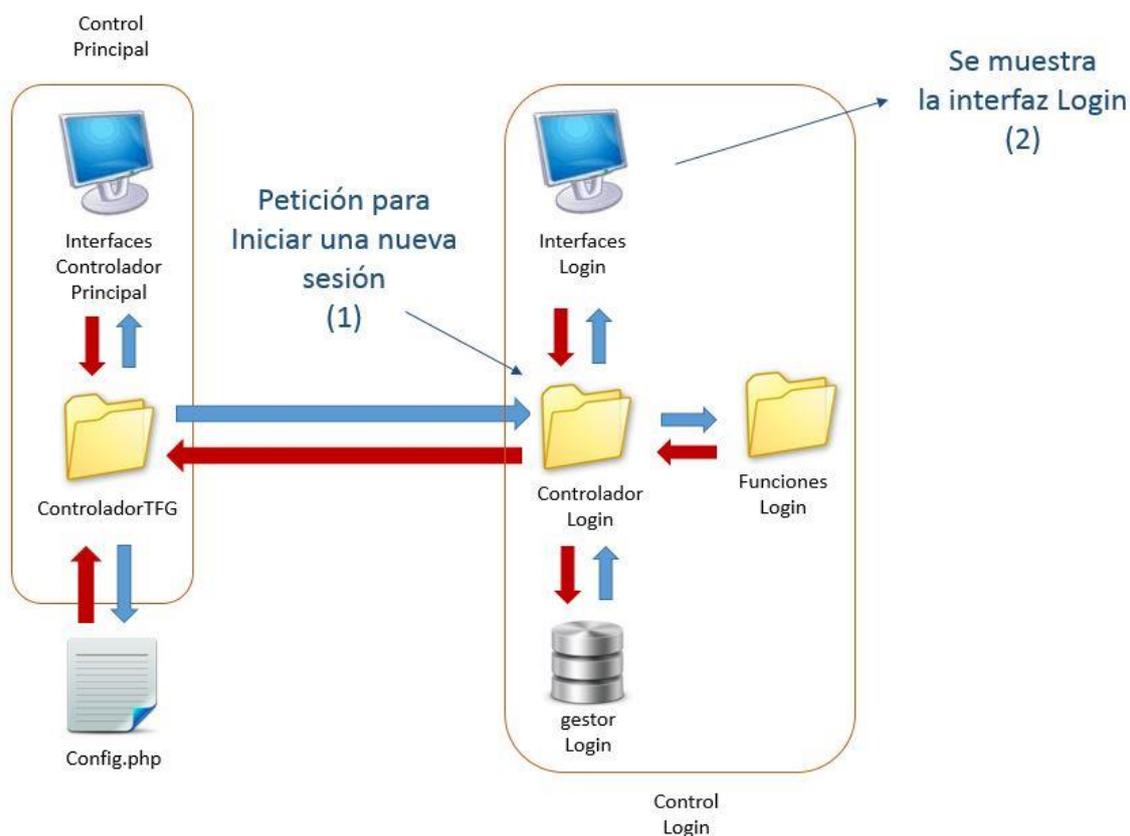


Figura 29. Esquema del sistema de registro y validación de usuarios. Fuente propia

Todos los esquemas están basados en el patrón Modelo-Vista-Controlador, es decir, el archivo "gestor" es el encargado de enviar y recibir información del modelo de la base de datos, el archivo "controlador" y "funcions" son los encargados de recoger la información que el usuario envía y procesarla para que el gestor la pueda enviar a la base de datos y también realizar el proceso

inverso, recoger la información de la base de datos y transformarla para que el usuario pueda entender de forma más clara toda la información.

La carpeta "funcions" se utiliza para descargar el controlador de código y así separar todavía más por capas el programa, en la carpeta funciones se realizaran básicamente las operaciones de cálculo más costosas y que requieren de mucho código de programación, validaciones de formularios, etc.

Y por último las "interficies" que se encargan de mostrar las vistas que el usuario necesita en cada momento para poder utilizar correctamente esta herramienta.

Todos los esquemas que se van a ir mostrando durante la explicación del funcionamiento del simulador del mercado eléctrico están estructuradas siguiendo dicho patrón MVC.

Una vez inicializado el archivo "interficiesLogin" se llama a las funciones que permiten que el usuario pueda ver por pantalla la Figura 30 que se muestra a continuación.



Figura 30. Pantalla inicial del Simulador del Mercado Eléctrico. Fuente propia

Dentro de esta pantalla podremos realizar varias operaciones, una de ellas es cambiar el idioma, que se almacenara en la sesión del usuario y se destruirá una vez el usuario finalice la sesión.

Otra opción es poder registrarse como nuevo usuario en caso de no disponer de un nombre y contraseña para poder acceder al simulador, esta operación se realiza clicando en el enlace de color azul que muestra el texto "Regístrate como nuevo miembro".

Una vez se pulsa en el enlace lo que ocurre es lo siguiente, se realiza una petición al controlador "controlador Login" y este a se encarga de retornar el formulario de registro tal y como se muestra en el esquema de la Figura 31.

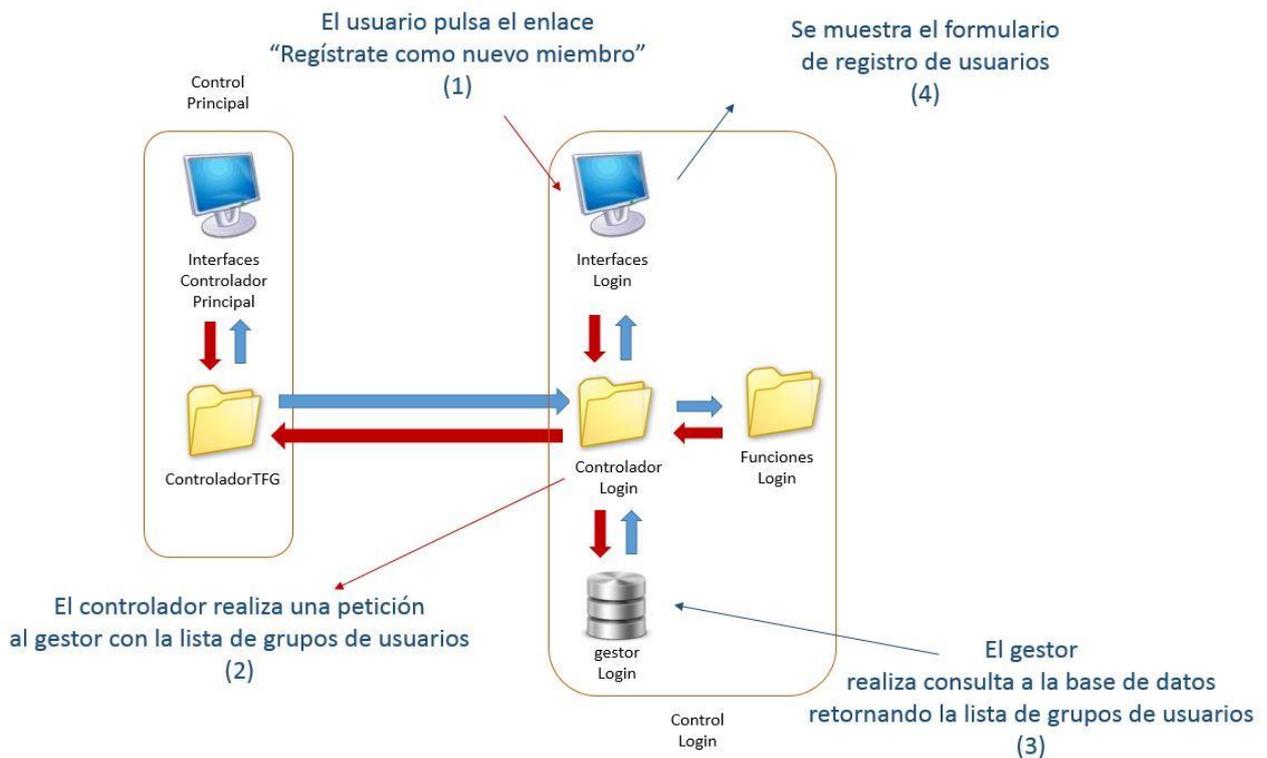


Figura 31. Esquema de petición del formulario de registro de usuarios. Fuente propia

A dicho formulario también se le pasa una lista de grupos a través del gestor "gestor Login" que realizara una consulta a tabla "Grups" (Figura 13) de la base de datos para recoger los grupos existentes en la base de datos creados por el usuario profesor (apartado 3.3.2.7. Administración de grupos de alumnos) para a continuación visualizar el formulario de registro que se muestra en la Figura 32.

Bienvenido

Al simulador del
mercado eléctrico

Formulario de registro

Nombre de usuario

Selección de grupo

SFD

Contraseña

Repita la contraseña

Regístrate

[Ya estoy registrado](#)

Figura 32. Formulario de Registro del Simulador del Mercado Eléctrico. Fuente propia.

Este formulario de registro solo sirve para usuarios tipo alumno, ya que el administrador ya está por defecto creado en la base de datos y los profesores solo los puede registrar el administrador dentro de su perfil. Se ha diseñado esta estructura por seguridad.

En el formulario de registro se puede observar hay un campo para introducir el nombre de usuario, y dos campos contraseña para mayor seguridad.

También se observa un desplegable para seleccionar un grupo al que pertenecerá el nuevo usuario, este grupo será creado por el usuario tipo profesor que informara al alumno que grupo tiene que seleccionar al realizar el registro.

Una vez rellenado el formulario de registro con los datos del alumno y pulsado el botón "Regístrate", se envía una petición al controlador "controlador Login" que ejecuta la validación de los datos implementados en el formulario, es

decir, comprueba si las contraseñas son iguales y que el usuario no existe, y en caso de que el usuario ya existe en la base de datos se reporta un error. Se deberán corregir los errores para posteriormente ejecutar la función de guardar un nuevo registro en el "gestor Login", donde se realiza una inserción en la tabla "Usuarios" (Figura 12) de la base de datos y se guardan los datos del alumno registrado tal y como se muestra en el esquema de la Figura 33.

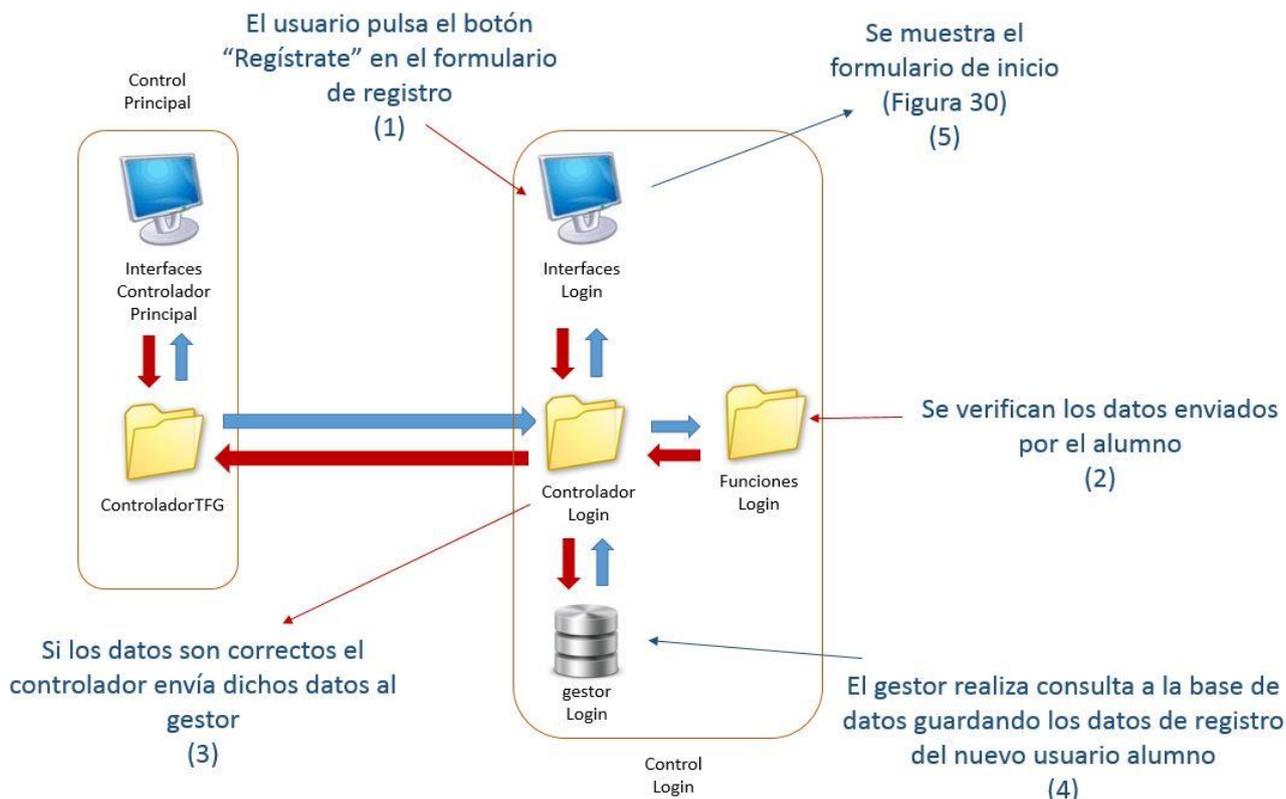


Figura 33. Esquema MVC del registro de un nuevo usuario alumno. Fuente propia.

Una vez realizado este proceso, el controlador "controlador Login", vuelve a cargar la pantalla de inicio tal y como se muestra en la Figura 30.

Una vez en la pantalla de inicio (Figura 30) se accederá primero como usuario administrador y se explicaran con detalle todas las funcionalidades de dicho usuario.

El administrador al introducir el nombre de usuario, contraseña y pulsar el botón de validar, envía los datos al controlador "controlador Login" y este verifica a través del gestor "gestor Login" si los enviados a través del formulario con los datos almacenados en la base de datos son correctos, en caso negativo se muestra un mensaje de error y en caso afirmativo se abre una sesión nueva para el usuario administrador.

En el esquema de la Figura 34 se puede ver todo el proceso de validación de la información del formulario desde que se pulsa el botón validar hasta que inicializa la sesión administrador y se muestra por pantalla el menú del usuario administrador.

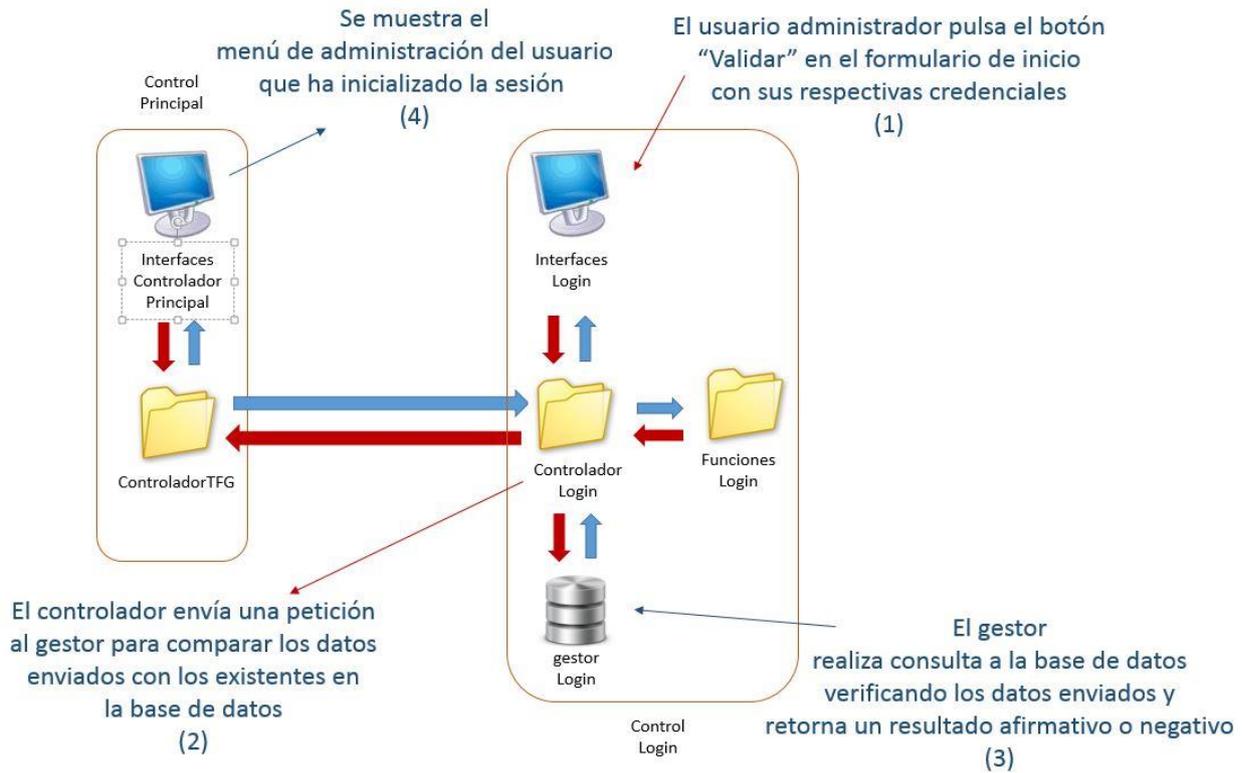


Figura 34. Esquema del funcionamiento de la inicialización de una nueva sesión. Fuente propia.

Una vez validada la información e inicializada la sesión del usuario administrador, dicho usuario puede ver por pantalla el menú de administrador del simulador del mercado eléctrico, tal y como se muestra en la Figura 35.

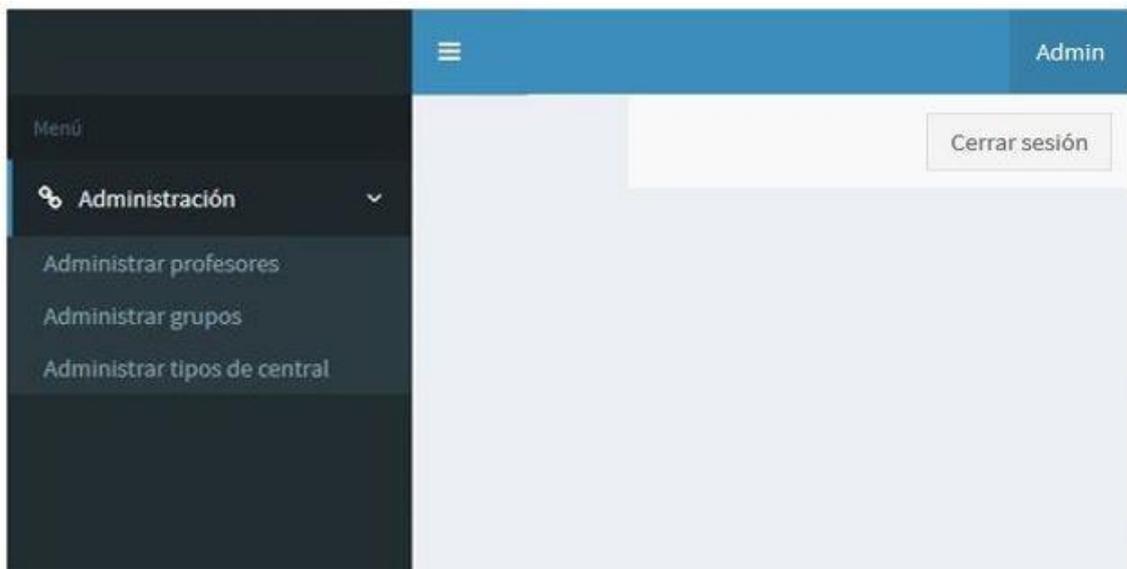


Figura 35. Formulario de inicio del usuario administrador. Fuente propia.

Como se puede observar en la parte superior derecha aparece el nombre del administrador y en este caso clicando en el nombre podrá cerrar la sesión.

En la parte izquierda del menú aparecen todas las opciones que puede realizar dicho administrador.

En la parte derecha se mostraran todos los formularios para poder utilizar el simulador del mercado eléctrico.

Se muestra un ejemplo (Figura 36) de como se ve en el navegador toda la interfaz de usuario.

Durante las siguientes explicaciones se mostraran directamente las interfaces para poder obtener más detalle a la hora de visualizar el proyecto, ya que si representamos toda la interfaz se pierde mucha calidad de imagen.

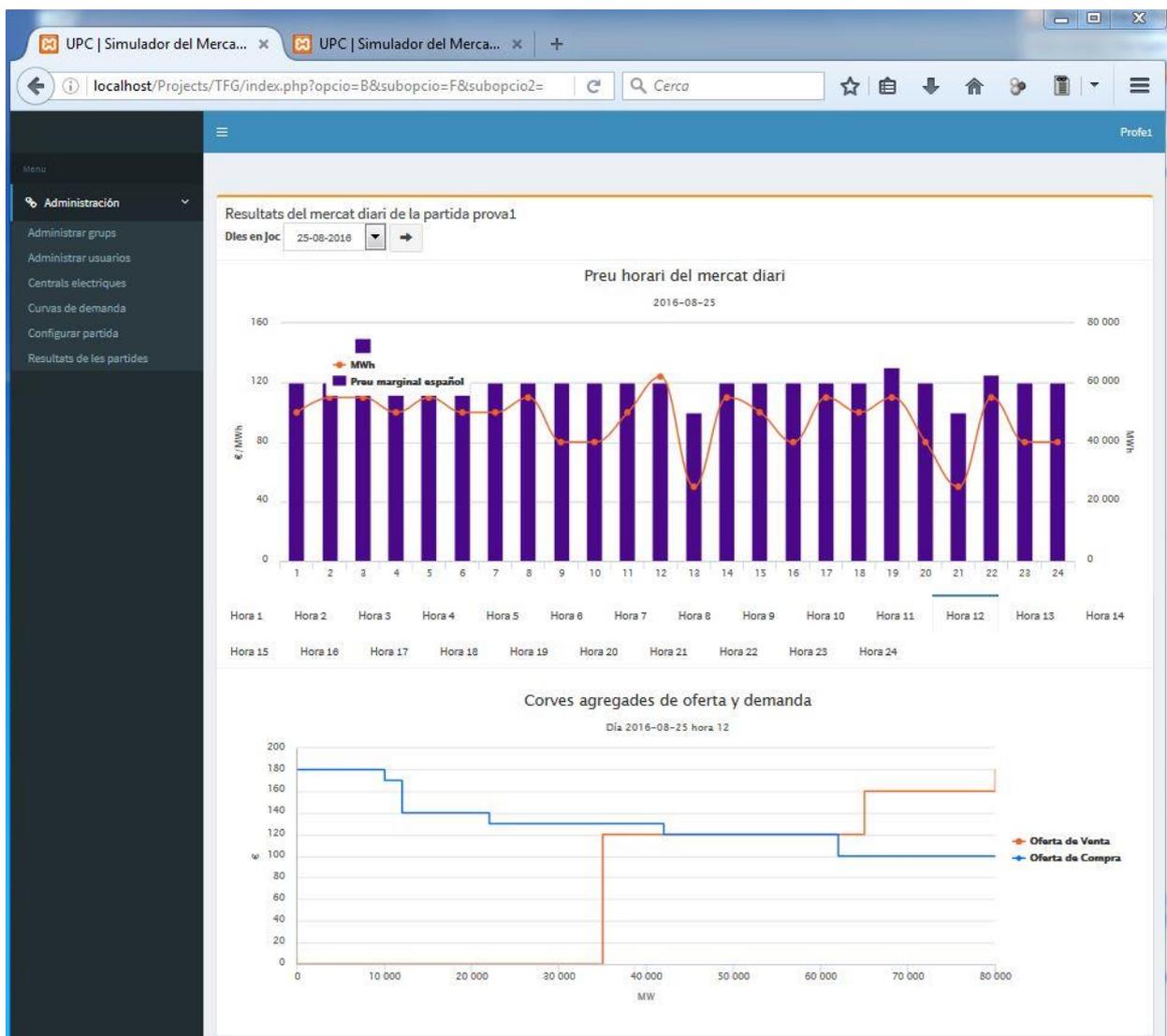


Figura 36. Interfaz visual completa del Simulador del mercado eléctrico a modo de ejemplo. Fuente propia.

3.3.2.3.- Administración de profesores

Este módulo se ha creado para que el usuario administrador gestione todo la parte de altas y bajas de usuarios profesor. Si accedemos al elemento de la lista "Administrar profesores" (Figura 35) sucede lo siguiente.

La interfaz "interfaces Control Principal" se comunica con el controlador "controlador TFG", al recibir la petición dicho controlador realiza la siguiente operación, se comunica con el controlador "controlador Administración" que es el encargado de realizar todas las tareas de administración del simulador tal y como se muestra en el esquema de la Figura 37.

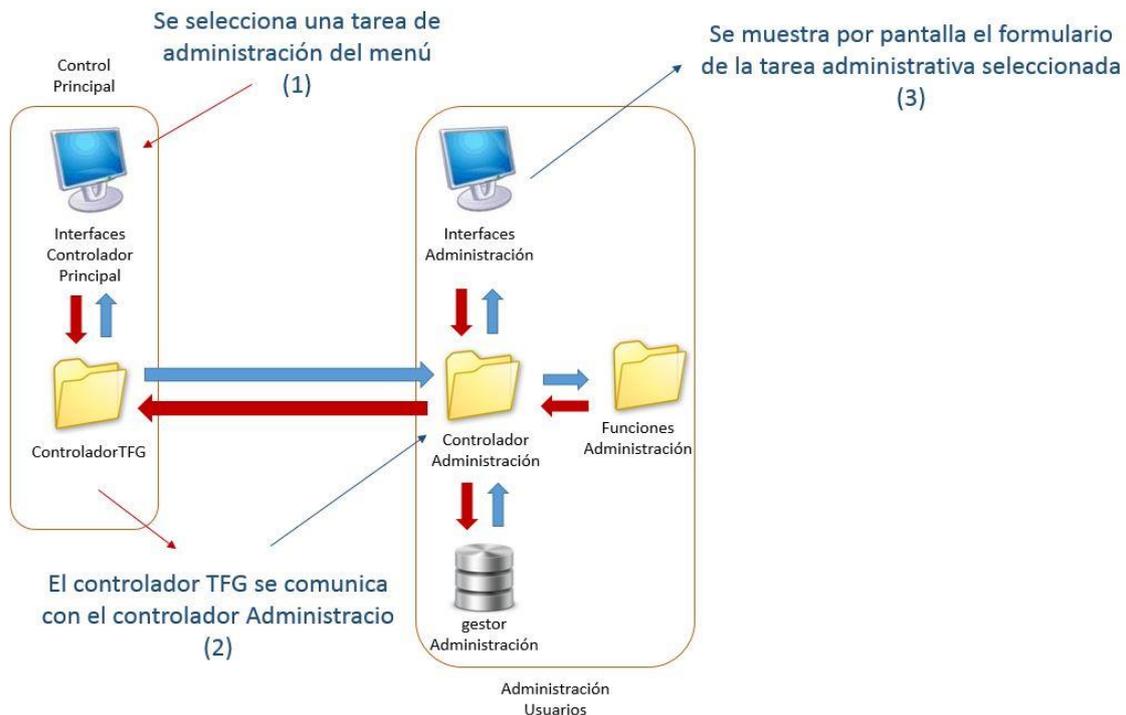


Figura 37. Esquema del funcionamiento de solicitud para realizar una tarea de administración del Simulador del Mercado Eléctrico. Fuente propia.

Algunas de las operaciones administrativas que se pueden realizar, son dar de alta a profesores, gestionar grupos, crear grupos de alumnos, etc.

Una vez pulsada la opción "Administrar profesores" (Figura 35) y realizado el proceso explicado anteriormente (Figura 37) se muestra por pantalla la interfaz de la Figura 38.

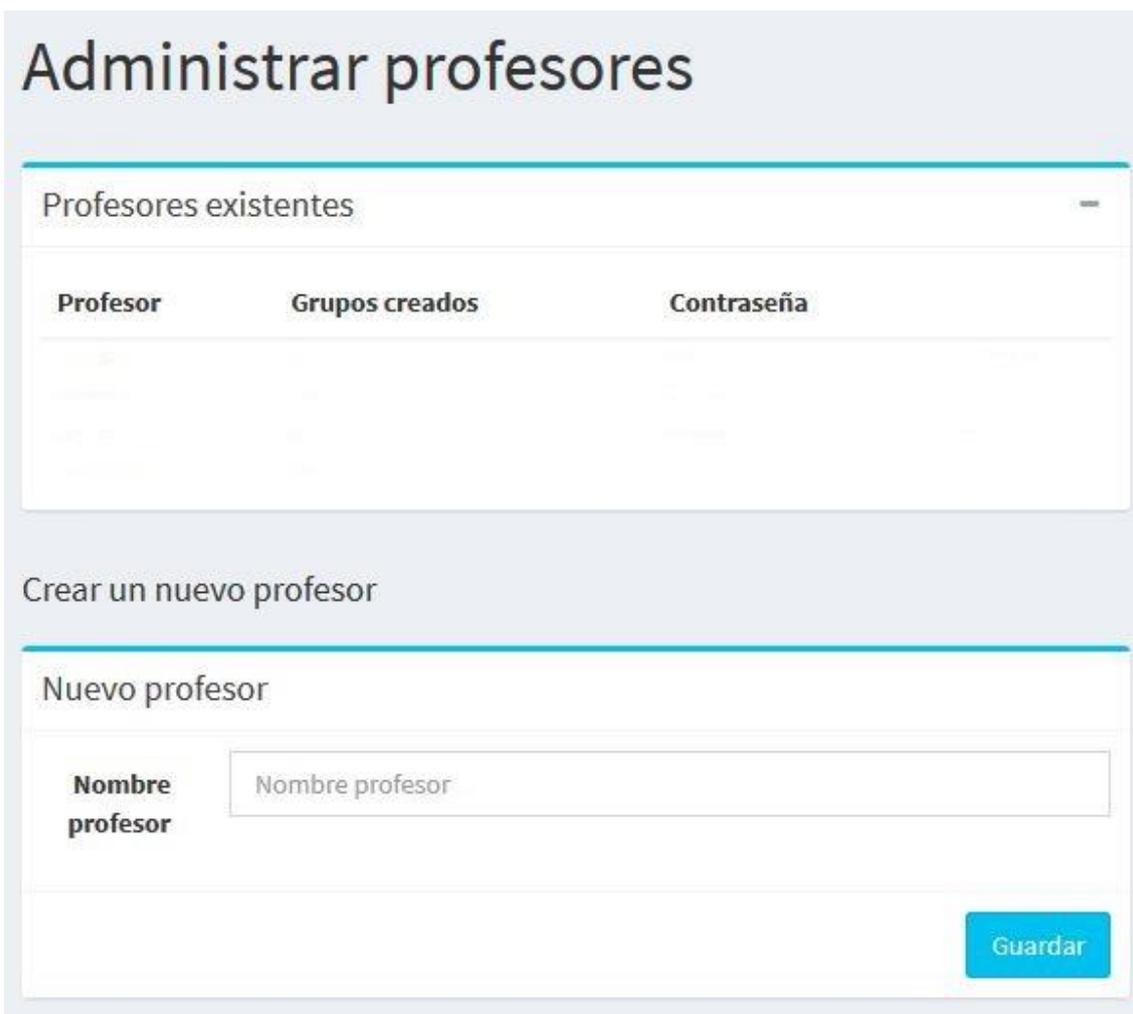


Figura 38. Interfaz Administración de profesores. Fuente propia.

En este caso el administrador es el encargado de dar alta a profesores, como se muestra en la opción nuevo profesor se puede escribir un nombre y pulsar guardar, al realizar esta acción "interfaces Administración" llama al controlador "controlador Administración" que recibe los datos del formulario y realiza las siguientes validaciones tal y como se muestra en la Figura 39.

Comprueba que el nombre del profesor no existe en la base de datos a través del "gestor Administración", en caso negativo devuelve un mensaje de error y en caso afirmativo se realiza a través del gestor una inserción en la tabla "Usuarios" (Figura 12) de la base de datos con los datos del profesor, es decir, con el nombre introducido por el administrador y una contraseña de 6 dígitos encriptada con el algoritmo de reducción criptográfico MD5.

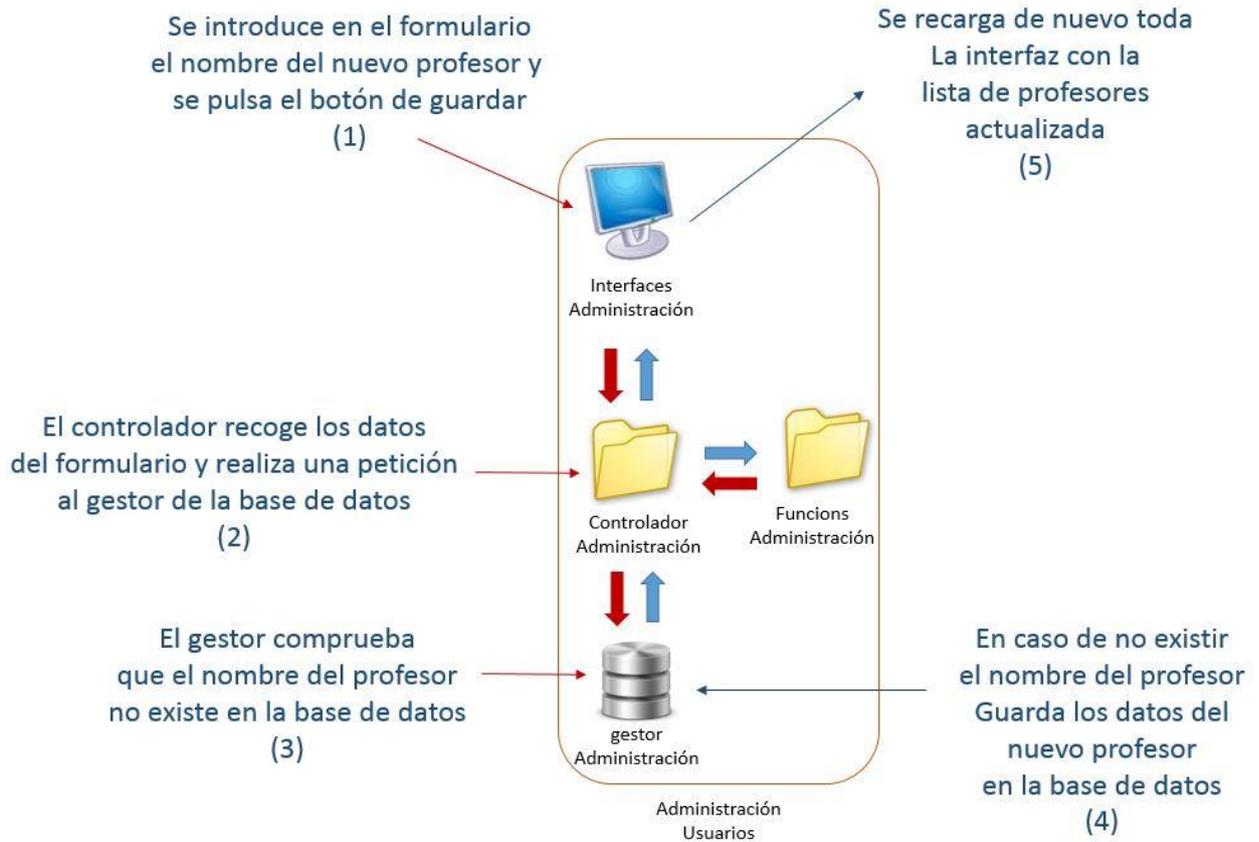


Figura 39. Esquema para la creación de un nuevo profesor en el Simulador del Mercado Eléctrico. Fuente propia.

Una vez realizada la inserción en la base de datos de manera satisfactoria el controlador vuelve a llamar a la interfaz "interfases Administración" mostrando la vista con la lista de profesores actualizada (Figura 40).



Figura 40. Interfaz Administración de profesores después de la inserción en la base de datos. Fuente propia.

3.3.2.4.- Administración de los grupos

Finalizado el proceso de altas y bajas de profesores, otra opción que puede seleccionar el usuario administrador es el enlace "Administrar grupos" (Figura 35) que consiste en un módulo que permite al usuario administrador poder ver todos los grupos que pertenecen a todos los usuarios profesor.

Al seleccionar este enlace se reproduce un proceso similar al explicado anteriormente (3.3.2.4.- Administración de profesores), en este caso las diferencias están en que se realiza una consulta a la base de datos y la interfaz que se le muestra al usuario, tal y como se observa en la Figura 41.

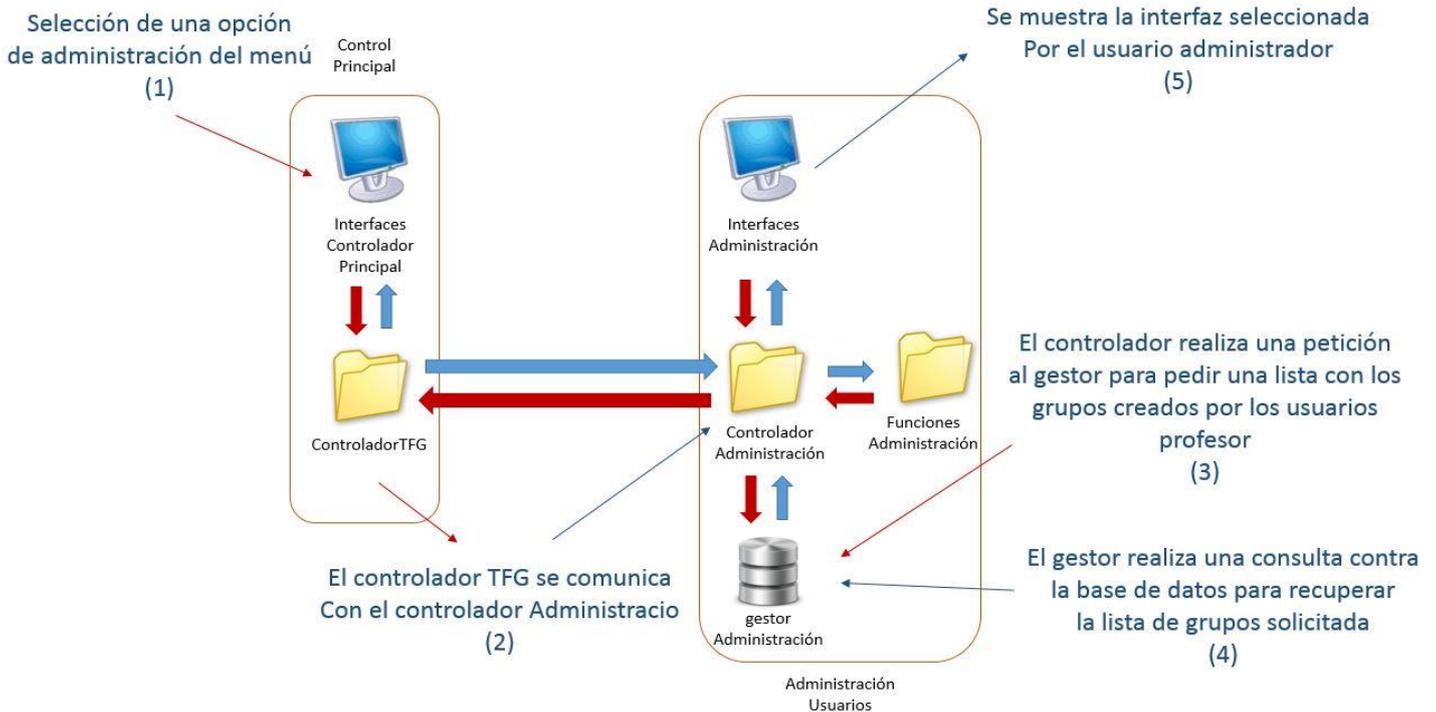


Figura 41. Esquema de solicitud de acceso a la administración de grupos del usuario administrador. Fuente propia.

La interfaz que se le muestra al usuario administrador es la siguiente (Figura 42).

En esta interfaz se muestran todos los grupos de alumnos creados por todos los profesores que están registrados dentro del simulador.



Figura 42. Interfaz Administración de grupos de alumnos. Fuente propia.

En dicha interfaz aparte de mostrar la lista de grupos está la posibilidad de eliminar algún grupo en concreto pulsando el botón de la papelera, en este caso desde la interfaz "interfases Administración" se envía el identificador del grupo seleccionado al controlador y este le envía una solicitud al gestor

“gestor Administración” que ejecuta una consulta contra la tabla “Grups” (Figura 13) de la base de datos para eliminar el grupo seleccionado tal y como se muestra en el esquema de la Figura 43.

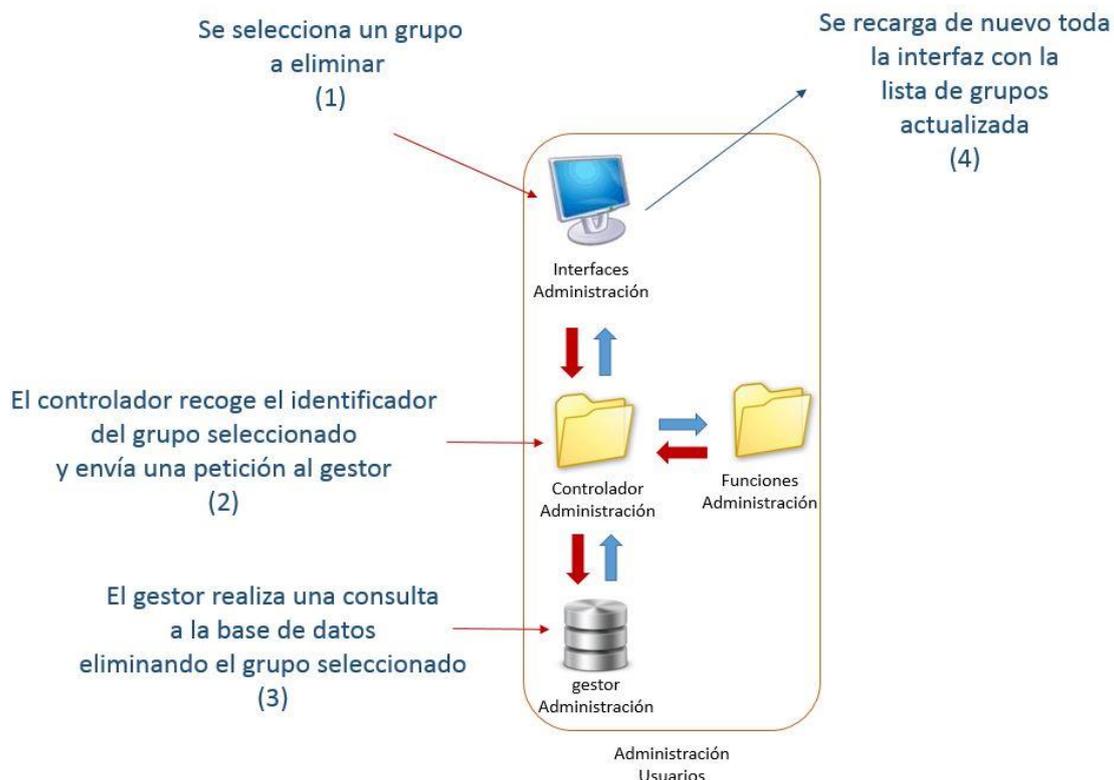


Figura 43. Esquema del proceso de eliminación de un grupo de alumnos del profesor. Fuente propia.

En caso de haber alumnos asociados al grupo y partidas también las eliminaría, ya que se trata de una base de datos relacional y la tabla “Grups” (Figura 13) de la base de datos está relacionada con la tabla “Usuaris” (Figura 12) que a su vez se relaciona con “Alumne” (Figura 14) y estos con las posibles partidas que tenga el grupo eliminado.

Esta operación es muy agresiva ya que elimina muchos datos, pero permite que en caso de haber grupos inactivos se puedan borrar los datos de la base de datos y no acumular espacio innecesario.

3.3.2.5.- Creación de tipos de centrales eléctricas

La última opción que puede realizar el usuario administrador es crear tipos de centrales eléctricas.

Para realizar esta operación, se selecciona la opción del menú "Administrar tipos de centrales" (Figura 35), el proceso de acceso es muy similar al de cualquier opción del menú administración con alguna variante como se muestra en la Figura 44, en este caso antes de mostrar la interfaz al usuario administrador se comprueba si hay algún tipo de central en la tabla "TipusCentral" (Figura 15) de la base de datos y en caso afirmativo se envía una lista que contiene lo dichos tipos de centrales eléctricas a la interfaz "interfaces Administración".

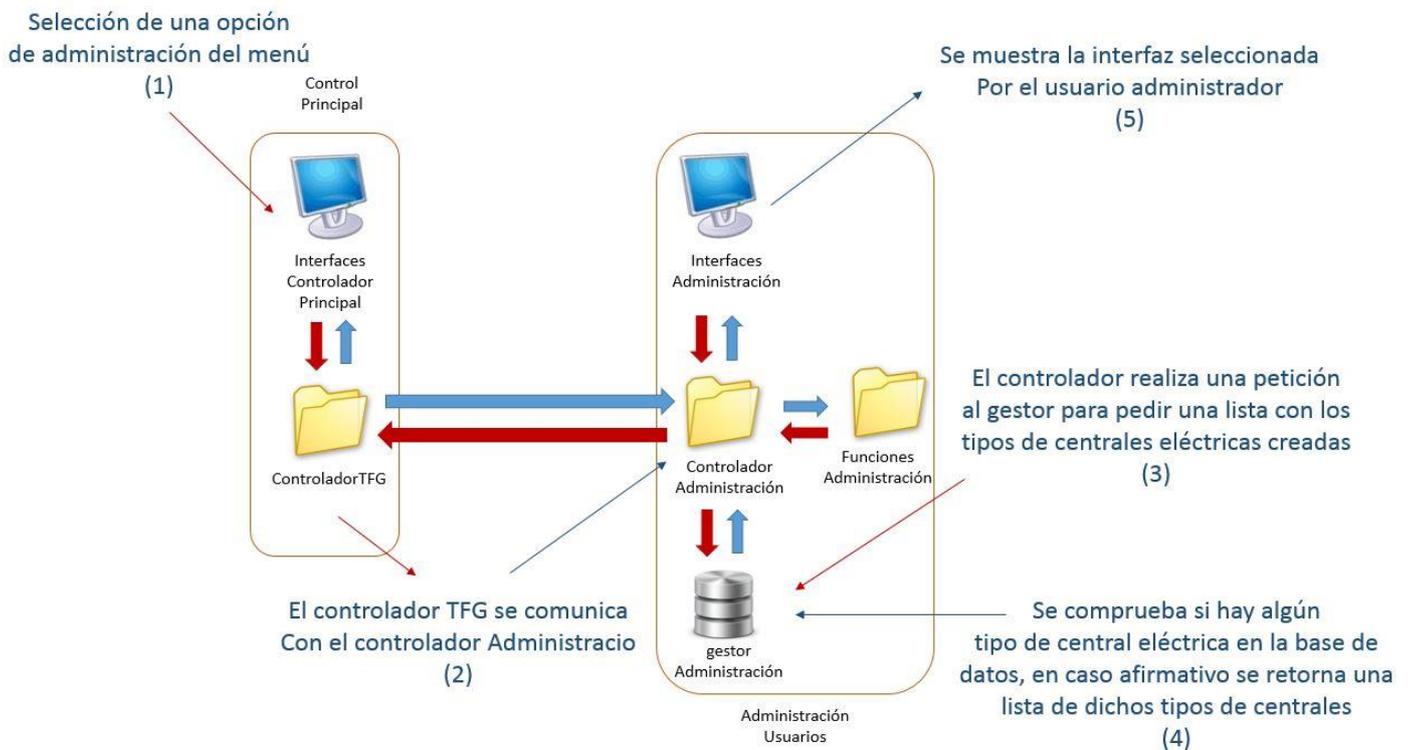


Figura 44. Esquema de acceso al menú administración de tipos de centrales eléctricas. Fuente propia.

Una vez realizado todo el proceso de acceso al formulario de creación de tipos de centrales eléctricas se muestra la siguiente interface (Figura 45).

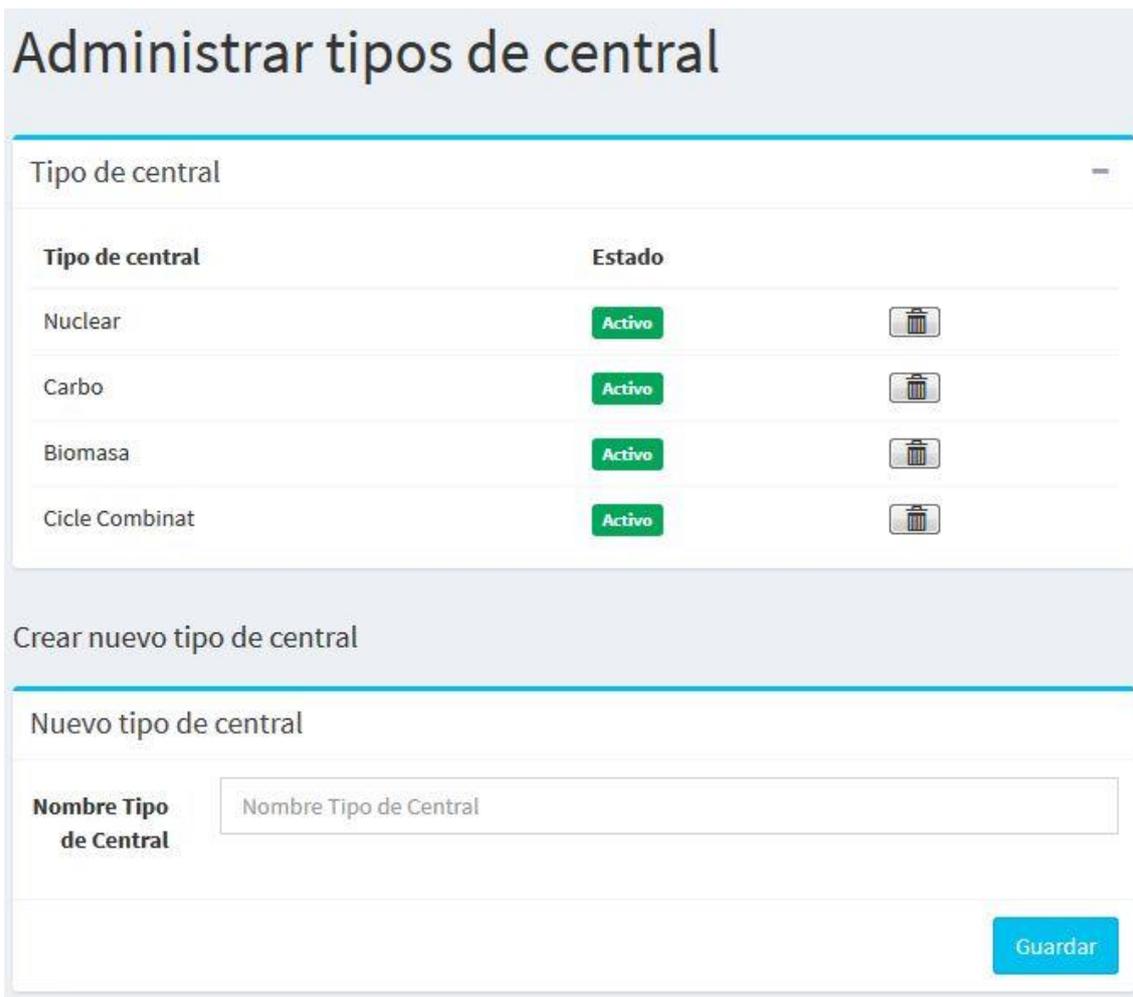


Figura 45. Interfaz Administrar tipos de centrales eléctricas. Fuente propia.

Donde se pueden realizar dos operaciones, eliminar un tipo de central eléctrica pulsando el botón de la papelera y se reproduce el mismo proceso que el explicado anteriormente para eliminar un grupo de alumnos (Figura 43) lo que en este caso se elimina un tipo de central eléctrica.

La otra operación a realizar es crear un tipo de central eléctrica nueva, en este caso se introduce el nombre que desee el usuario administrador y se pulsa el botón guardar.

Al realizar esta acción se ejecuta el proceso mostrado en la Figura 46. La interfaz "interfaces Administración" le pasa el nombre del tipo de central al controlador "controlador Administración" y este verifica que realmente el parámetro introducido es una cadena de texto, en ese caso envía la cadena de texto al gestor, que realiza una inserción en la tabla "TipusCentral" (Figura 15) de la base de datos, para finalmente volver a recargar la interfaz (Figura 45) con la lista de tipos de centrales actualizada.

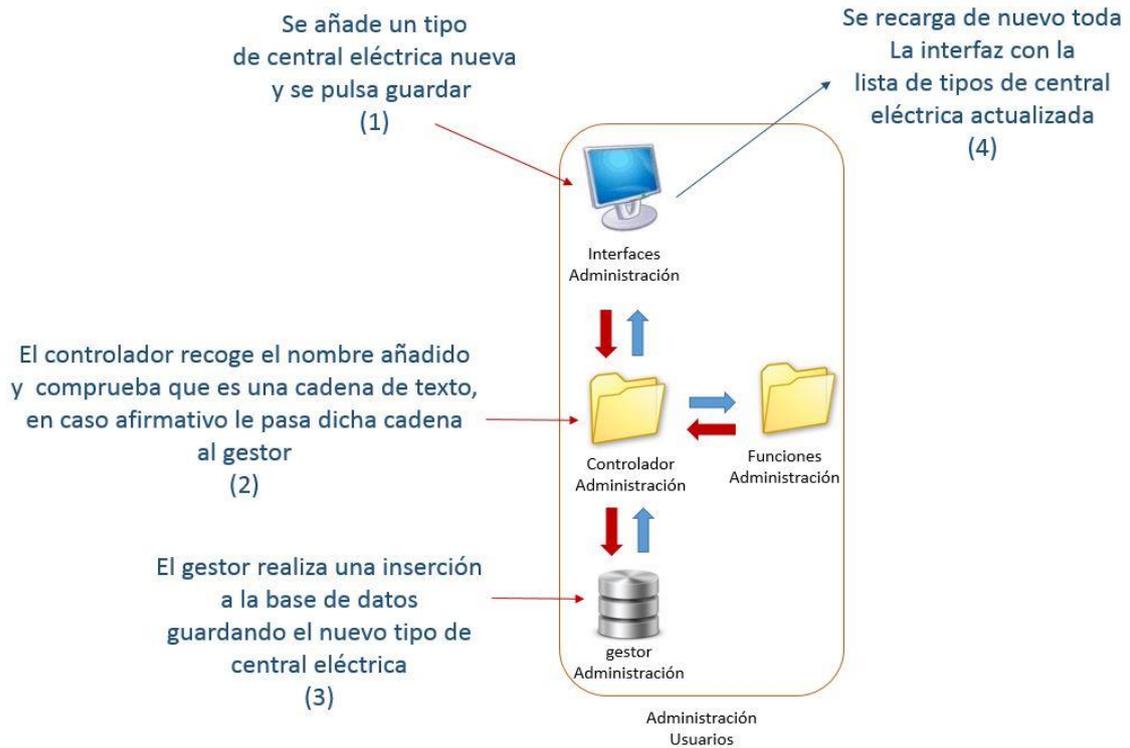


Figura 46. Esquema proceso de creación de un tipo de central eléctrica nueva.
Fuente propia.

Una vez llegado a este punto se ha finalizado todas las acciones que puede realizar el usuario administrador.

3.3.2.6.- Acceso al Simulador como usuario profesor

A continuación se explican todas las operaciones que realiza el usuario profesor partiendo desde el inicio, donde se realiza la operación de validación del usuario y contraseña tal y como se explica en el apartado 3.3.2.2.- Registro y validación de usuarios (Figura 30).

En este caso cuando la validación del usuario profesor ha sido correcta, la interfaz que dispone dicho usuario es la mostrada en la Figura 47.

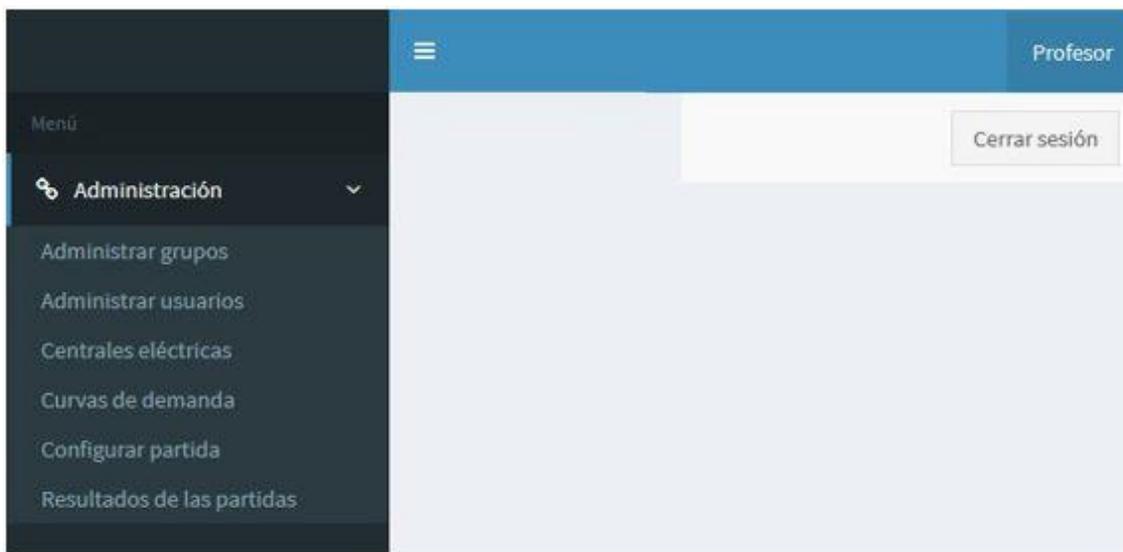


Figura 47. Formulario de inicio del usuario profesor. Fuente propia.

Como se puede observar en la Figura 47, la estructura de la vista es igual que en el usuario administrador, lo que varía son las acciones que puede realizar cada usuario.

El usuario profesor en este caso realiza operaciones de administración, que son "Administrar grupos" y "Administrar usuarios" y estas operaciones se realizan dentro del conjunto Modelo - Vista - Controlador "Administración Usuarios".

Y también realiza las operaciones "Centrales eléctricas", "Curvas de demanda" y "Configurar partida" que forman parte del conjunto MVC "Control Partida" que a su vez se divide en modelos más específicos que permiten tener un mayor control de código, como son el "Control Curva Demanda", "Control Configuración Partida", "Control Centrales Eléctricas", etc. Tal y como se muestra en el esquema de la Figura 27.

3.3.2.7.- Administración grupos de alumnos

En primera de las opciones del menú (Figura 47), se encuentra la opción "Administrar grupos", la función principal es que el usuario profesor pueda crear grupos de alumnos para posteriormente poder crear partidas con los grupos de alumnos que desee.

Como se comentó anteriormente se trata una opción de administración, es decir, pertenece al modelo "Administración de Usuarios". Al realizar la selección de esta opción, el proceso de acceso es el mismo que para cualquier acción perteneciente a dicho modelo con alguna variante tal y como se puede observar en el esquema de la Figura 48.

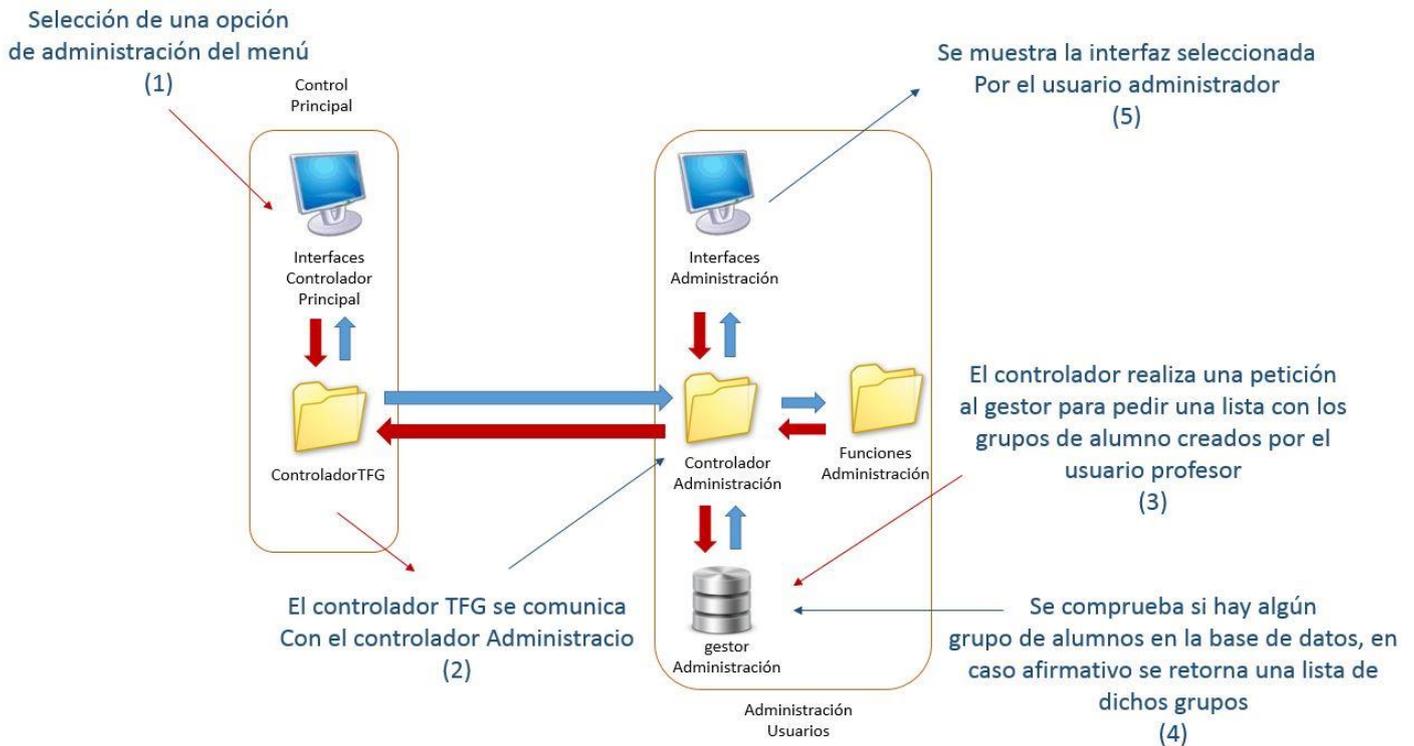


Figura 48. Formulario de inicio del usuario profesor. Fuente propia.

En este caso al solicitar acceso a la administración de grupos de alumnos a través de un usuario profesor, previo a mostrar la interfaz visual, en el controlador "Controlador Administración" se comprueba si dicho usuario profesor tiene algún grupo de alumnos creado, en caso afirmativo el controlador realiza una petición al gestor.

El gestor se encarga de realizar una consulta contra la tabla "Grups" (Figura 13) de la base de datos retornando una lista con los grupos de alumnos creados por dicho profesor.

Una vez generada dicha lista se muestra por pantalla la interfaz visual de la Figura 49.

Administrar grupos

Grupos existentes

Grupo	Participantes	Estado	
Grupo 1	0	Activo	

Crear un nuevo grupo

Nuevo grupo

Nombre grupo

Figura 49. Formulario de administración grupos de alumnos del usuario profesor.
Fuente propia.

Como se puede observar en el formulario de la Figura 49, se pueden realizar diferentes operaciones.

La primera de ellas es eliminar un grupo de alumnos ya creado, pulsando el icono de la papelera del grupo que se quiera eliminar. En este caso el proceso de eliminación es el mismo que el de eliminar un grupo del usuario administrador (Figura 43), lo único que cambia es el identificador del grupo seleccionado y la tabla de la base de datos en la que se ejecuta la consulta para eliminar el campo seleccionado, es decir, en este caso es la tabla "Grups" (Figura 13).

La segunda opción es crear un nuevo grupo, para realizar esta acción se tiene que escribir en el campo de texto "Nombre grupo" el nombre del grupo a crear y pulsar el botón guardar.

Al realizar esta acción se realiza un proceso similar al comentado anteriormente en el apartado 3.3.2.5.- Creación de tipos de centrales eléctricas (Figura 44), donde en el caso actual el parámetro que se pasa al controlador es el nombre de un nuevo grupo de alumnos y al final de proceso

se volverá a recarga la interfaz mostrada en la Figura 49 con la lista de grupos de alumnos actualizada.

3.3.2.8.- Administración de usuarios alumno

La siguiente de las opciones a comentar dentro del menú de opciones del usuario profesor es "Administrar usuarios" (Figura 47). En este módulo usuario profesor puede gestionar todas las funcionalidades relacionadas a la verificación, alta y baja de usuarios alumnos.

Al seleccionar dicha opción se ejecuta el proceso carga de una opción de administración muy similar al esquema de la Figura 41, la diferencia se encuentra en las consultas a la base de datos y la interfaz visual que el usuario profesor visualizara al final de todo el proceso.

En este caso se realizan dos consultas a la base de datos sobre la misma tabla "Alumne" (Figura 14) y se generan dos listas, la primera consulta genera una lista con los alumnos que el usuario profesor ha confirmado como válidos para poder hacer uso del simulador del mercado eléctrico.

La segunda consulta genera una lista con los alumnos que se han dado de alta en alguno de los grupos creados por este usuario profesor pero que están a la espera de ser confirmados.

Finalmente se llama a la interfaz visual enviando las dos listas de usuarios alumnos. A modo de prueba se registran varios alumnos para el grupo creado por el usuario profesor anteriormente (Figura 49) y el resultado de dicha operación se muestra en la Figura 50.

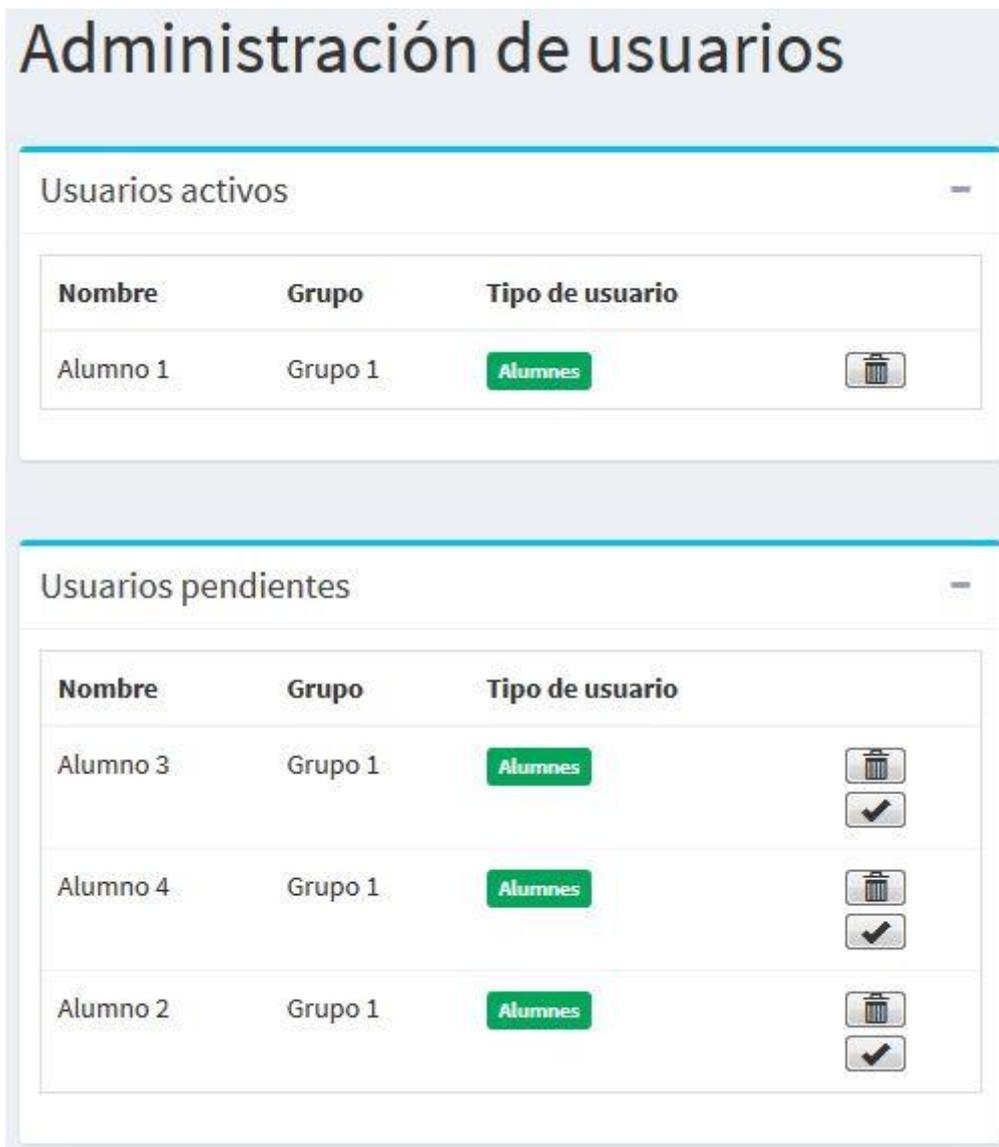


Figura 50. Formulario de administración de usuarios alumnos. Fuente propia.

Como se puede observar en la Figura 50, se muestra una lista con los alumnos confirmados y que ya tienen acceso al simulador y por otro lado una lista con los alumnos pendientes de confirmar por el usuario profesor.

En dicho formulario se pueden realizar dos operaciones, estas consisten en eliminar (botón papelera) o confirmar (botón check) un usuario alumno.

El proceso que se realiza internamente para eliminar o confirmar un usuario alumno es el mismo que para cualquier proceso de eliminación dentro del Modelo – Vista – Controlador “Administración Usuarios” como puede ser el mostrado en la Figura 43.

Teniendo en cuenta que en el proceso de eliminar cambia el identificador seleccionado y la tabla de la base de datos donde se ejecuta la consulta de eliminación de un usuario alumno, en este caso la tabla “Usuaris” (Figura 12).

Y en el proceso de confirmación se realiza una consulta sobre la tabla "Alumne" (Figura 14) realizando una modificación en el campo "UsuariValidat" y cambiando el valor por defecto que es 0 a 1.

Cada vez que se ejecuta cualquiera de los dos procesos de forma independiente se volverá a recargar la interfaz mostrada en la Figura 50 actualizada con el último cambio.

3.3.2.9.- Creación de centrales eléctricas

A continuación la siguiente operación a realizar por el usuario profesor es crear centrales eléctricas, donde dicho usuario puede crear tantas centrales eléctricas como desee con las características que se comentan a continuación para más adelante poder asignarlas a usuarios alumno en una partida y que estos puedan realizar ofertas de venta de energía.

En este caso la creación de centrales eléctricas forma parte del MVC "Control Partida" (Figura 27), es decir, al acceder a través del enlace del menú principal "Centrales eléctricas" (Figura 47) el proceso de acceso a la interfaz de creación de una central eléctrica es diferente a los comentados anteriormente, ya que en este caso al pulsar el enlace del menú dicha interfaz se comunica con tres controladores como se puede ver en la Figura 51 para poder acceder al control de centrales eléctricas.

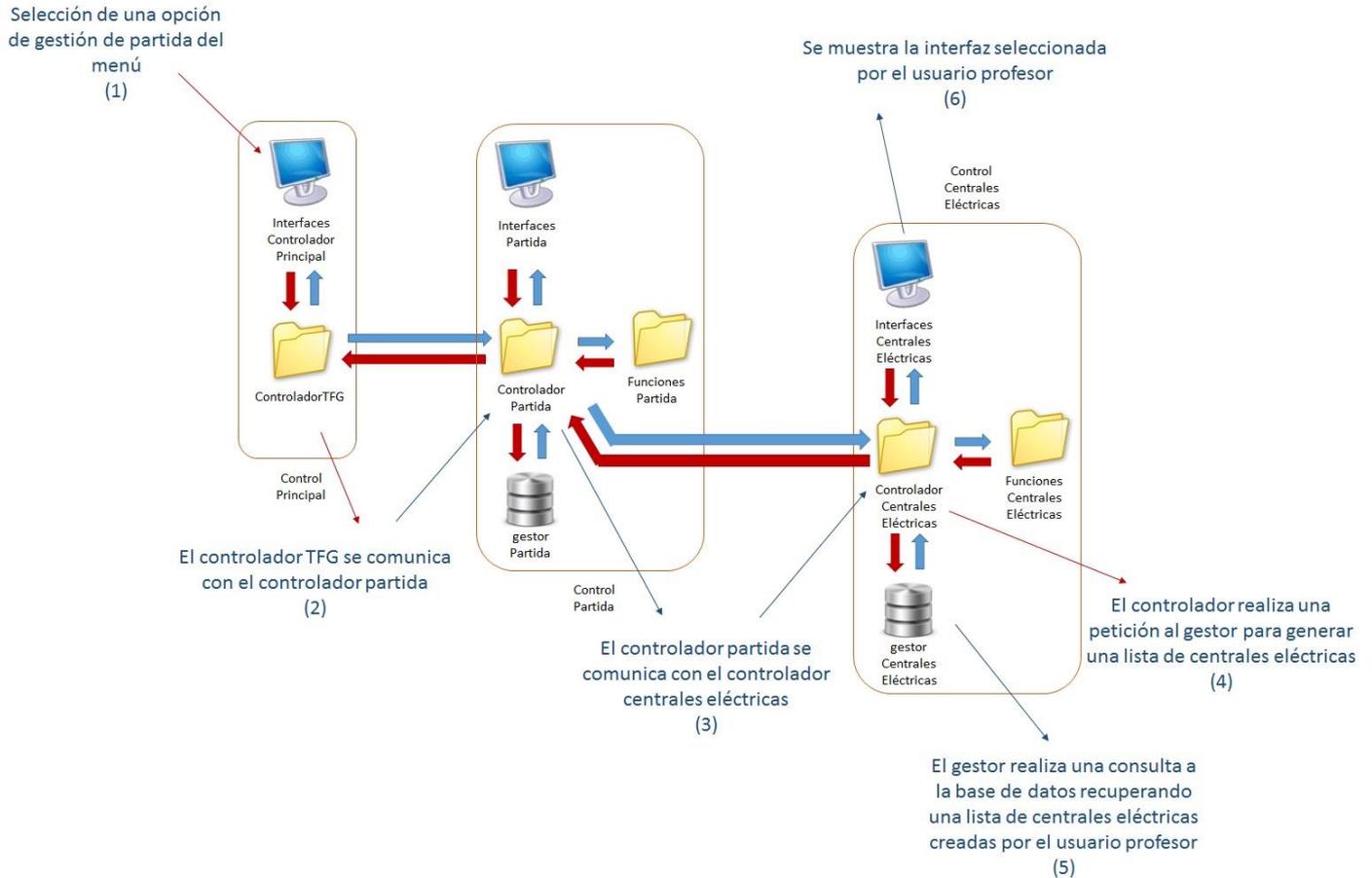


Figura 51. Esquema de acceso al formulario de creación de centrales eléctricas.
Fuente propia.

Una vez accedido a dicho control, el controlador “controlador centrales eléctricas” realiza una petición al gestor para solicitar una lista de centrales eléctricas creadas por el usuario profesor.

El gestor “gestor centrales eléctricas” realiza una consulta en la tabla “CentralesElectricas” (Figura 16) de la base de datos generando una lista de centrales eléctricas creadas por el usuario profesor.

Finalmente se envía dicha lista a la interfaz “interfases centrales eléctricas” para mostrar por pantalla la vista de la Figura 52.

Centrales eléctricas

Nombre/Codigo	Potencia nominal	Coste fijo	Coste variable	
Central 1	250000 MWh	20000 €	30000 €	
Central 3	120000 MWh	30000 €	60000 €	

Nueva central eléctrica

Tipo de central

Nuclear ▼

Nombre/Codigo

Nom o Codi de la central

Potencia nominal

Potencia nominal MWh

Coste fijo

Coste fijo €

Coste variable

Coste variable €

Guardar

Figura 52. Formulario para crear centrales eléctricas del usuario profesor. Fuente propia.

Este formulario como se puede observar está dividido en dos partes, una parte con el título Centrales eléctricas que contiene el listado de centrales eléctricas creadas y la otra parte que es el formulario que recoge los datos que el usuario profesor necesita implementar para crear una nueva central eléctrica.

Para crear una nueva central eléctrica se debe seleccionar un tipo de central eléctrica del desplegable y completar el resto de campos del formulario con los valores correspondientes, ya que al pulsar guardar se produce el esquema de la Figura 53.

La interfaz "interfaces centrales eléctricas" envía los datos del formulario al controlador "controlador centrales eléctricas" que comprueba que los campos implementado son correctos, es decir, el campo potencia nominal, coste fijo

y coste variable han de ser de tipo numérico y el campo nombre / código ha de ser de tipo cadena de texto, si alguno de estos campos no cumple la condición se mostrara un mensaje de error y se deberá corregir el campo incorrecto.

En caso de que todo este correctamente implementado, el controlador envía los datos al gestor "gestor centrales eléctricas" para que este realice una inserción en la tabla "CentralsElectricues" (Figura 16) de la base de datos.

Al finalizar el proceso se vuelve a cargar la interfaz de la Figura 52 con los datos actualizados.

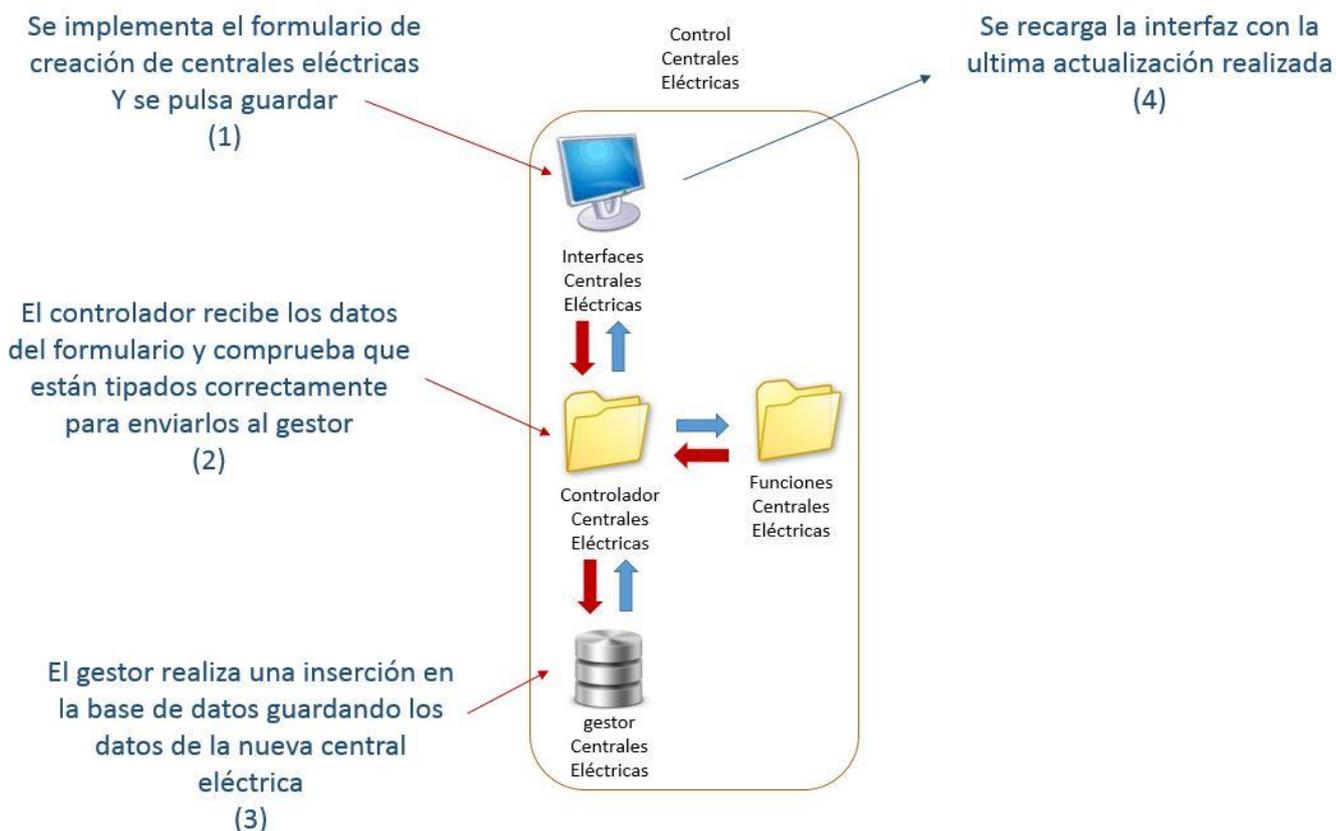


Figura 53. Esquema del proceso de creación de una central eléctrica. Fuente propia.

Una vez creada la central eléctrica y actualizada en la parte superior de la Figura 52 se observa la lista de centrales eléctricas disponibles para este usuario profesor y que permite poder ser eliminada en caso de ser necesario pulsando el botón de la papelera.

Al pulsar dicho botón la interfaz "interfaces centrales eléctricas" le pasa al controlador "controlador centrales eléctricas" el identificador de la central seleccionada y este realiza una petición al gestor "gestor centrales eléctricas" que ejecuta una consulta contra la tabla "CentralsElectricues" (Figura 16) de la base de datos eliminando la central eléctrica con el identificador seleccionado y finalmente se vuelve a actualizar la vista tal y como se muestra en el proceso de la Figura 54.

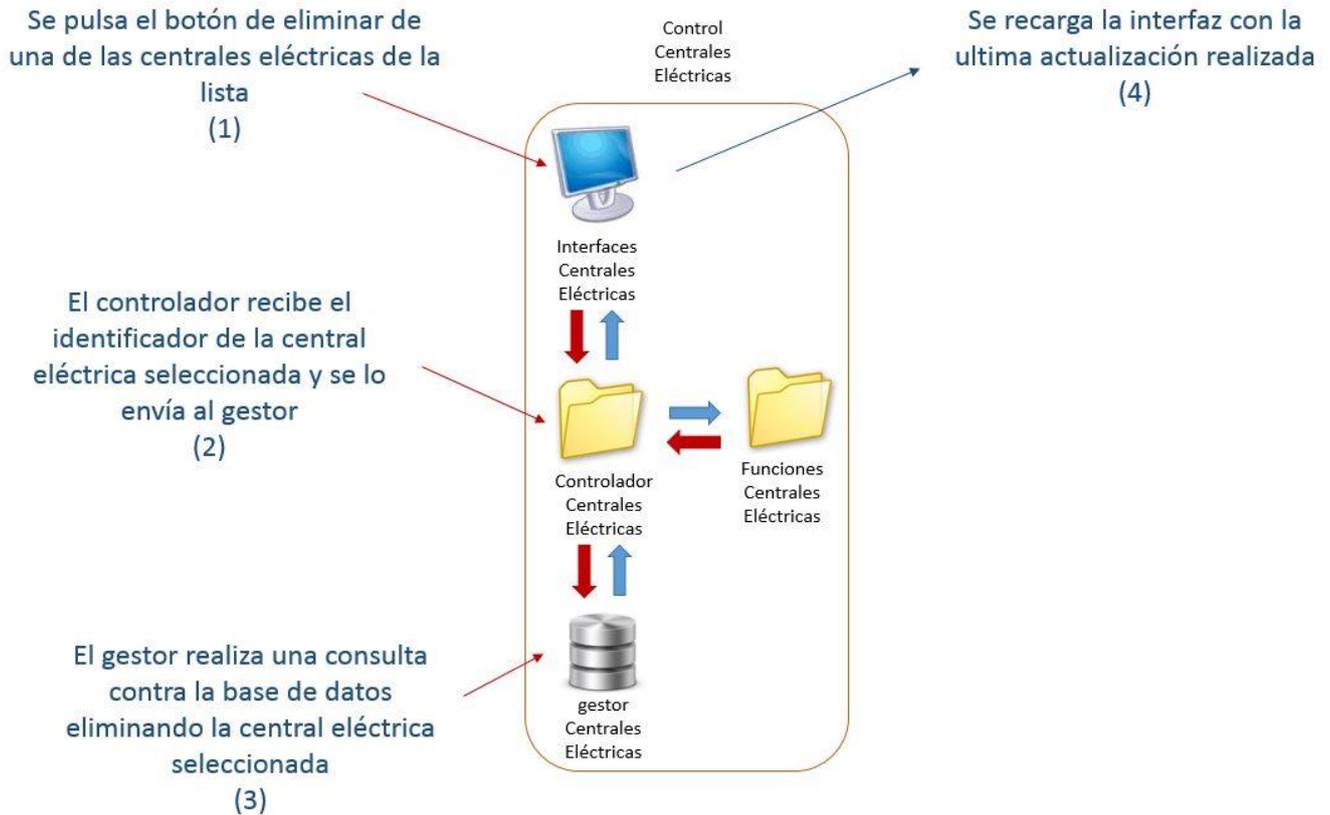


Figura 54. Esquema del proceso de eliminación de una central eléctrica. Fuente propia.

3.3.2.10.- Creación de comercializadores y curvas de demanda

A continuación el siguiente proceso que puede realizar el usuario profesor es realizar es la creación de curvas de demanda a través del enlace "Curvas de demanda" (Figura 47).

Al seleccionar el enlace "Curvas de demanda", se produce un proceso muy similar al comentado en el apartado anterior 3.3.2.9.- Creación de centrales eléctricas (Figura 51), el cambio se produce en que en este caso se ejecuta el control curva demanda tal y como se muestra en la figura 55 y se realiza una consulta en la base de datos que retorna una lista de comercializadores creados por este usuario profesor.

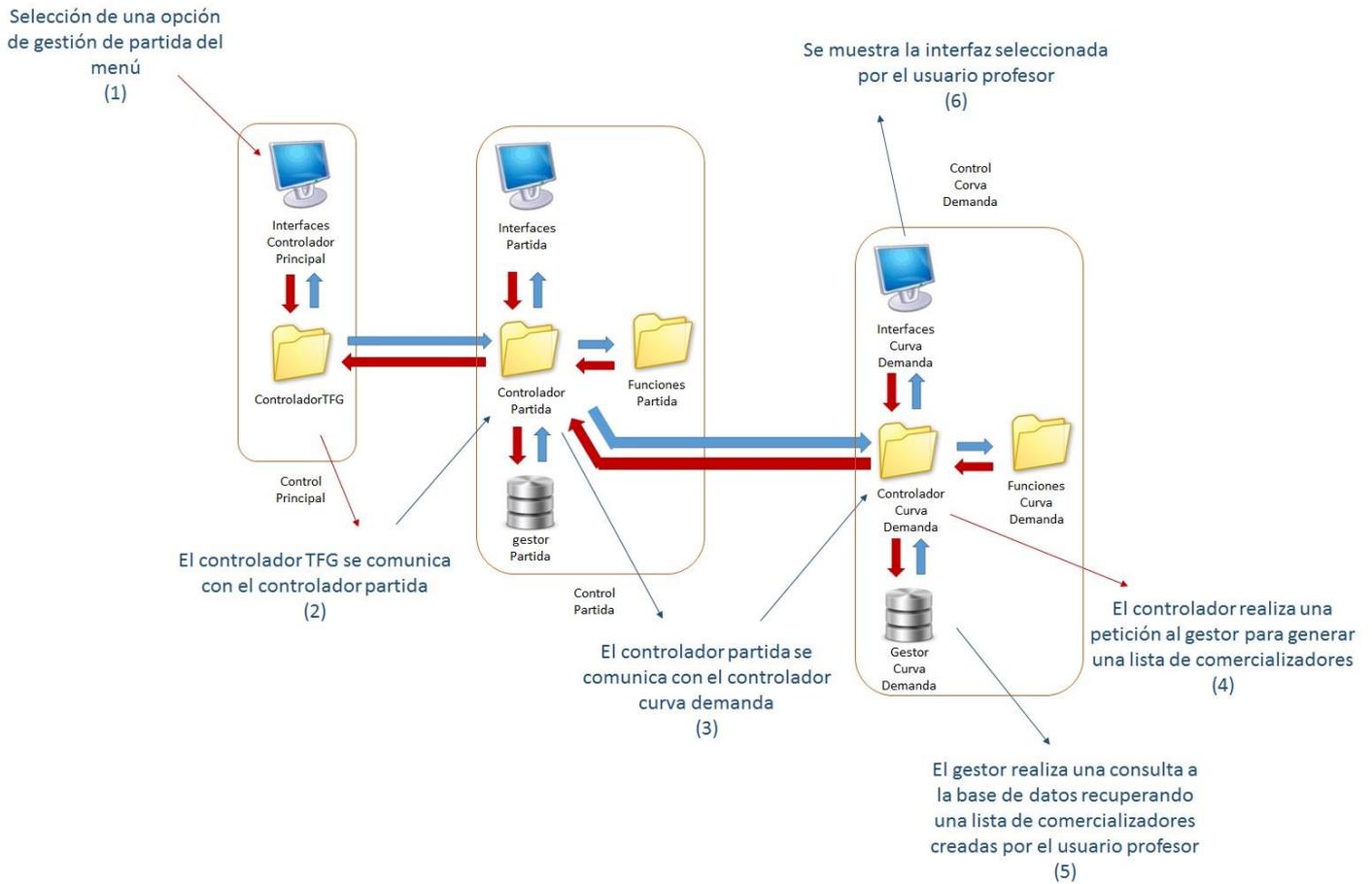


Figura 55. Esquema de acceso al formulario de comercializadores. Fuente propia.

Una vez generada la lista de comercializadores se llama la interfaz "interfaz curva demanda" pasando dicha lista de comercializadores tal y como se muestra en la Figura 56.

The image shows a web interface for managing commercializers. It is divided into two main sections. The top section, titled 'Comercializadores', displays a list of three commercializers: 'Comercializador 1', 'Comercializador 2', and 'Comercializador 3'. Each entry has a trash icon to its right, indicating a delete function. The bottom section, titled 'Añadir nuevo comercializador', features a text input field labeled 'Nombre del comercializador' and a blue 'Guardar' button at the bottom right.

Figura 56. Formulario para la gestión de comercializadores. Fuente propia.

En el formulario mostrado en la Figura 56 se pueden realizar las operaciones siguientes, crear nuevos comercializadores, eliminar comercializadores o generar ofertas de compra de energía (curvas de demanda) como se explica a continuación.

Si se pulsa el botón de la papelera de cualquiera de los comercializadores mostrados en la lista de la Figura 56 se ejecuta el proceso de eliminación del comercializador seleccionado como se muestra en la Figura 57.

La interfaz "interfaces curva demanda" envía el identificador del comercializador seleccionado al controlador "controlador curva demanda" para que este realice una petición al gestor "gestor curva demanda" que realiza una consulta contra la tabla "CorvaDemanda" (Figura 17) eliminando el comercializador seleccionado y finalmente se recarga el formulario de la Figura 56.

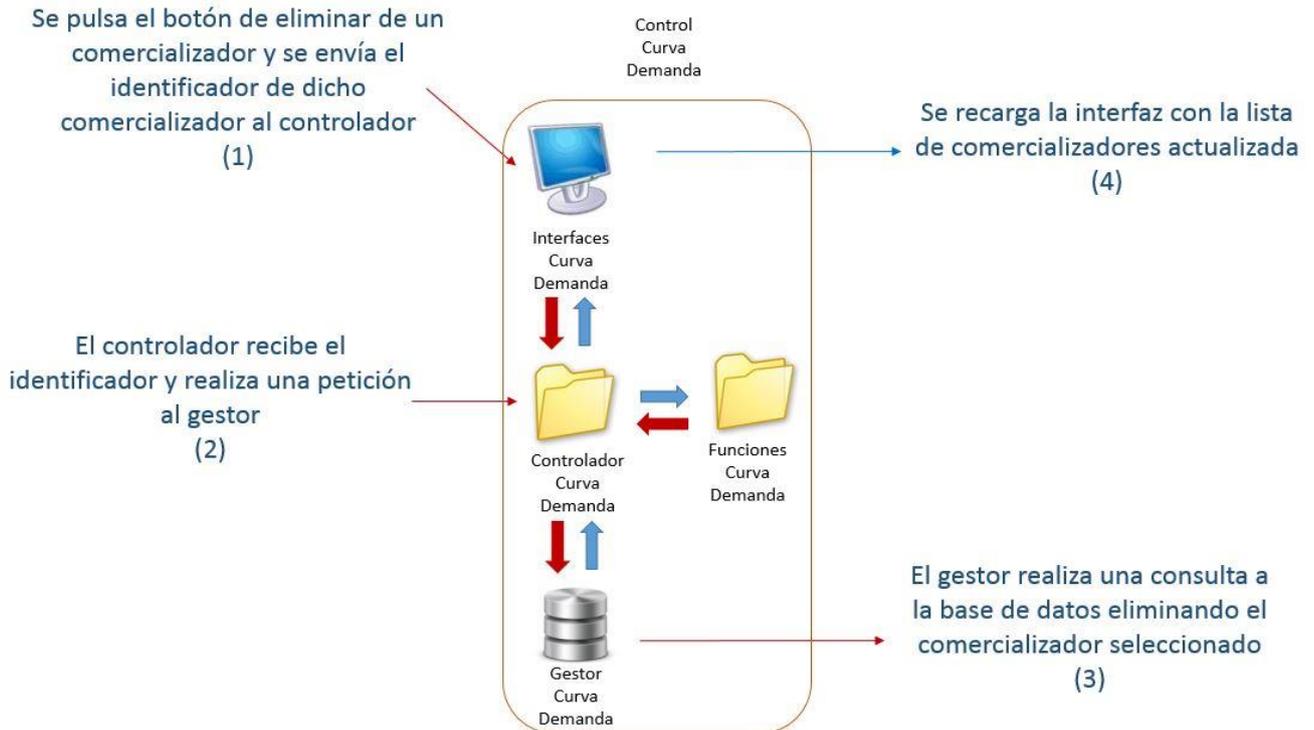


Figura 57. Esquema del proceso de eliminación de un comercializador. Fuente propia.

Por otro lado si se desea crear un nuevo comercializador, se dispone de un pequeño formulario (Figura 56) en la parte inferior, donde se introduce el nombre que desee el usuario profesor y se pulsa el botón guardar.

Al realizar dicha acción se inicia el proceso mostrado en la Figura 58, la interfaz "interfases curva demanda" envía el nombre del comercializador al controlador "controlador curva demanda" y este comprueba si dicho parámetro es de tipo cadena de texto, sino es así se envía a la vista un mensaje de error para corregir la información del formulario.

En caso afirmativo se envía el nombre del comercializador al gestor "gestor curva demanda" que realiza una inserción en la tabla "CorvaDemanda" (Figura 17) de la base de datos guardando el nuevo comercializador, para finalmente recargar la interfaz con la lista de comercializadores actualizada.

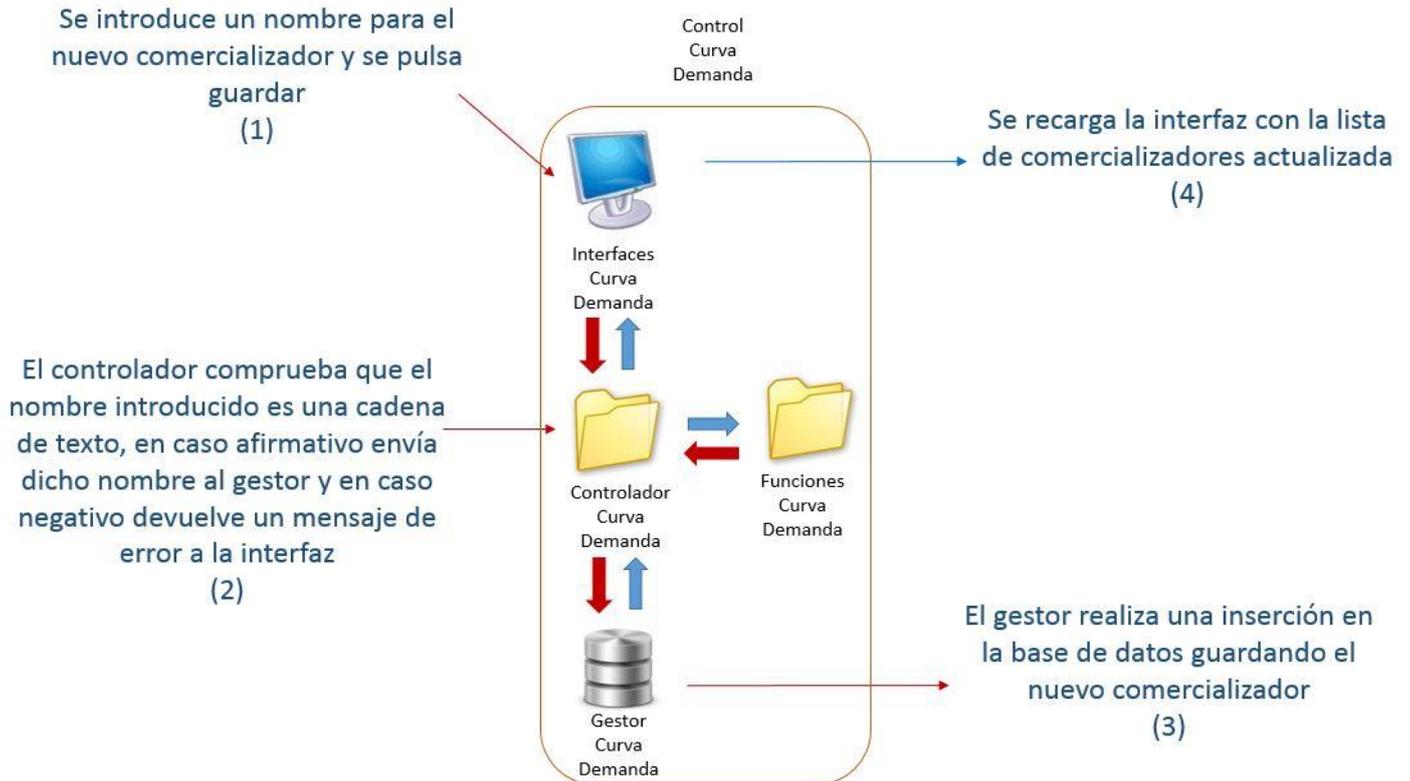


Figura 58. Esquema del proceso de creación de un nuevo comercializador. Fuente propia.

A continuación se explica cómo generar a modo de ejemplo una oferta de compra de energía para el comercializador "Comercializador 1" (Figura 56).

Consiste en seleccionar el nombre "Comercializador 1" ya que se trata de un enlace que realiza el proceso mostrado en la Figura 59.

Al pulsar el enlace del comercializador seleccionado, la interfaz "interfaces curva demanda" envía el identificador al controlador "controlador curva demanda" que realiza una petición al gestor "gestor curva demanda" reclamando una lista con la oferta de compra de energía para el comercializador seleccionado en caso de que dicho comercializador tenga alguna oferta de compra.

El gestor realiza una consulta sobre la tabla "DadesCorvaDemanda" (Figura 18) retornando una lista con los parámetros de la oferta de compra de energía para el comercializador seleccionado, sino hay datos la lista estará vacía.

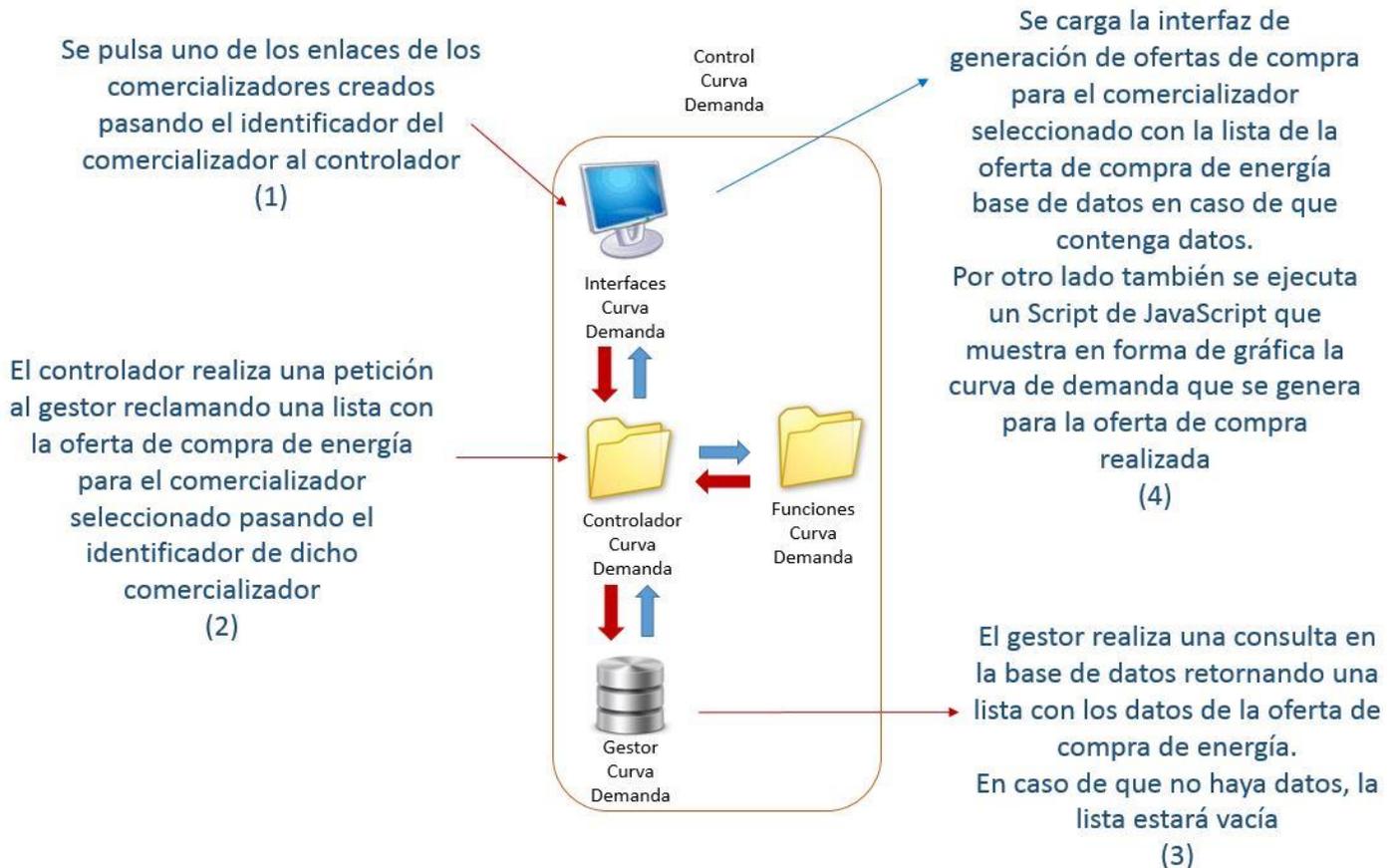


Figura 59. Esquema del proceso de carga del formulario de generación de ofertas de compra de energía para los comercializadores. Fuente propia.

Finalmente se llama a la interfaz que contiene el formulario para la generación de ofertas de compra de energía y se le pasa la lista con la oferta generada por el comercializador "Comercializador 1".

También se ejecuta un Script de JavaScript encargado de generar las gráficas que permiten visualizar la oferta de compra de energía en una curva de demanda tal y como se muestra en la Figura 60.

Comercializador

Hora 1 -

Numero de bloques

2

Bloque1	Bloque2
10000	10000
180	160

Hora 24 -

Numero de bloques

2

Bloque1	Bloque2
Energía	Energía
Precio	Precio

Validar

Hora 1
Hora 2
Hora 3
Hora 4
Hora 5
Hora 6
Hora 7
Hora 8

Hora 9
Hora 10
Hora 11
Hora 12
Hora 13
Hora 14
Hora 15

Hora 16
Hora 17
Hora 18
Hora 19
Hora 20
Hora 21
Hora 22

Hora 23
Hora 24

Curvas agregadas de oferta y demanda

Hora 1

Figura 60. Formulario para crear ofertas de compra de energía. Fuente propia.

Como se puede observar en la interfaz de la Figura 60 en la parte superior se ha generado el formulario con la oferta de compra de energía para el comercializador "Comercializador 1". Este formulario se ha optimizado para presentarlo en este documento ya que no tiene sentido presentarlo todo completo por motivos de espacio.

En realidad el formulario con la oferta de compra de energía va de la hora 1 a la hora 24 de hora en hora para poder realizar una oferta de compra de energía para cada una de las horas que contiene un día completo.

Para cada una de las 24 horas se puede seleccionar un número de bloques, este número de bloques va de 0 a 5.

En el Mercado eléctrico diario se pueden realizar ofertas para cada hora de hasta 25 bloques (apartado 2.2.- Mercado diario), pero se ha pensado que para los usuarios que utilizaran el simulador no tiene demasiado sentido tener más de 5 bloques.

Cada bloque contiene dos campos de tipo numérico, un campo para la energía en MW y otro para el precio en €.

En la parte inferior de la vista (Figura 60) se puede observar un formulario que contiene las 24 horas, y que permite ver las curvas de demanda que se van generando al realizar la oferta de compra de energía, en este caso esta seleccionada la hora 1 correspondiente a los datos de precio y energía completados para la hora 1.

En caso de querer ampliar más bloques para la hora 1 se tendría que seleccionar un número mayor de bloques en el desplegable y completar los campos de energía y precio para cada bloque o también se pueden completar el resto de horas con el número de bloques que se desee hasta un máximo de 5 completando también los campos de energía y precio.

Una vez completado el formulario con la oferta de compra de energía que se desee, se ha de pulsar validar para guardar los datos introducidos y entonces se ejecuta un proceso de validación de los datos introducidos en la oferta de compra de energía tal y como se muestra en la Figura 61.

La interfaz "interfaces curva demanda" envía todos los datos de la oferta de compra de energía al controlador "controlador curva demanda" y este a través de una función de validación dentro de "funciones curva demanda" comprueba que todos los campos de la oferta de compra son de tipo numérico, que el precio máximo para cada hora es de 180€ y el mínimo de 0€, que entre bloque y bloque para cada hora el precio es decreciente, es decir, si en la hora uno bloque uno se oferta a 180€, para la hora uno bloque dos el precio ha de ser inferior a 180€ tal y como se especifica en las reglas del mercado eléctrico diario (apartado 2.2.1.- Presentación de ofertas).

En caso de no cumplirse alguna de las condiciones el controlador envía un mensaje de error a la vista informando donde se hay un dato un incorrecto.

En cambio si la validación es correcta, el controlador envía los datos de la oferta de compra de energía al gestor y este realiza una consulta contra la tabla "DadesCorvaDemanda" (Figura 18) de la base de datos guardando los datos de la oferta de compra de energía para el comercializador seleccionado.

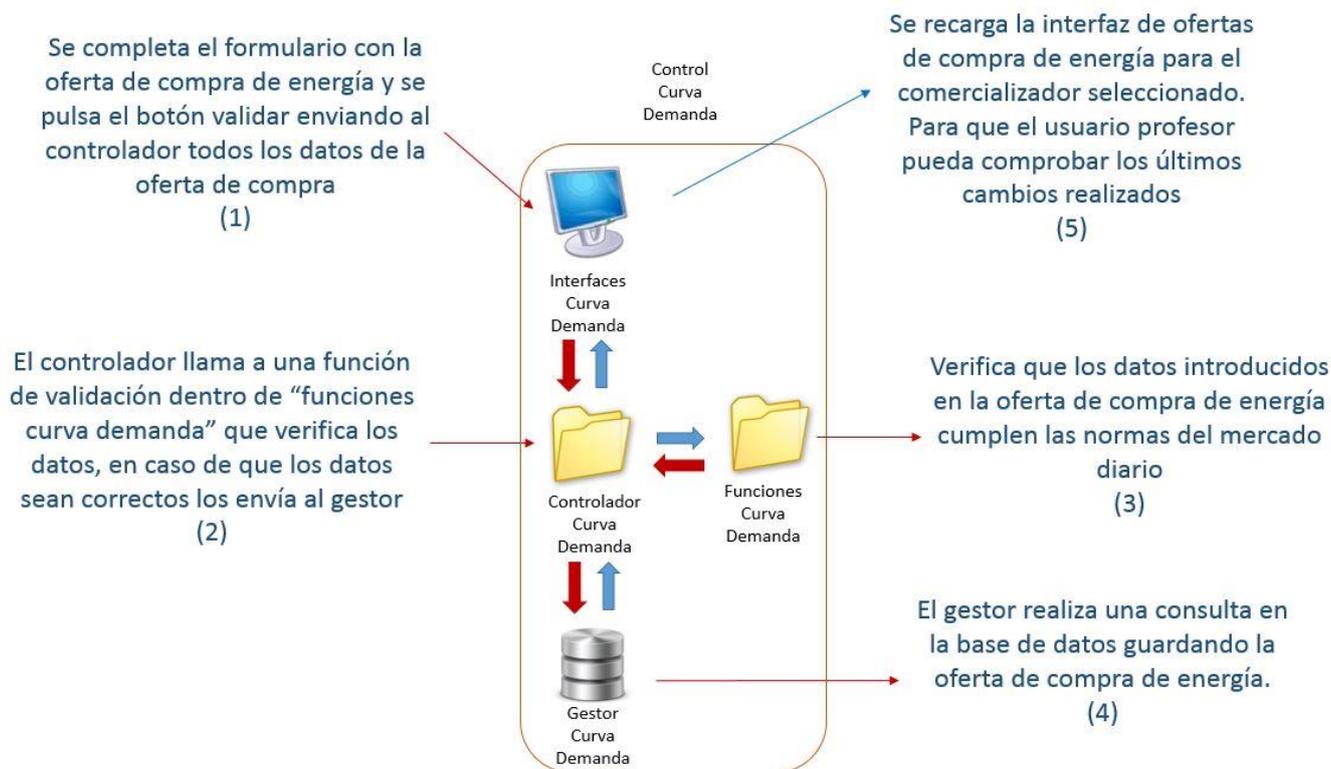


Figura 61. Esquema del proceso de creación de una oferta de compra de energía.
Fuente propia.

3.3.2.11.- Configuración de una partida nueva

A continuación se detallan los pasos necesarios para configurar una partida a modo de ejemplo.

Para acceder al formulario de configuración de una partida se ha de seleccionar la opción del menú "Configurar Partida" (Figura 47).

Al seleccionar dicha opción se genera el proceso mostrado en la Figura 62, toda la gestión relacionada con la parte de configuración de una partida o creación está contenida dentro del "Control configuración partida", para acceder a dicho control la interfaz "interfases controlador principal" que contiene las opciones del menú se comunica con los controladores "controlador TFG" y "Controlador Partida" para a continuación acceder al controlador "controlador configuración partida", una vez accedido a dicho controlador, este realiza una petición al gestor "gestor configuración partida" para que este realice una consulta a la tabla "ConfigPartida" (Figura 19) retornando una lista de partidas creadas por el usuario profesor si es que hay alguna ya creada, sino la lista estará vacía.

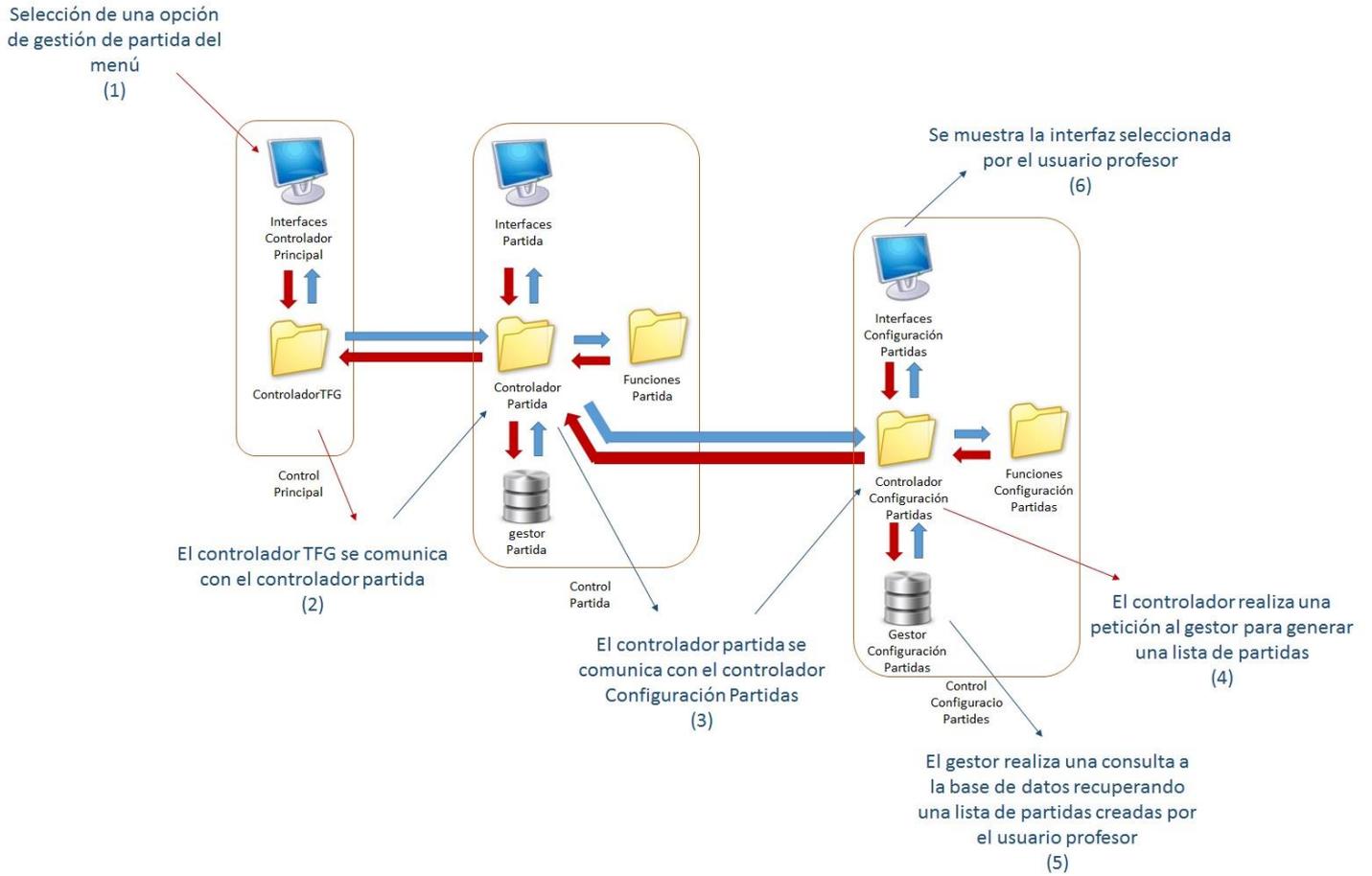


Figura 62. Esquema del proceso de acceso a la interfaz de configuración y creación de partidas. Fuente propia.

Al final de todo el proceso, se carga del formulario para crear y configurar partidas tal y como se muestra en la Figura 63.

The screenshot shows a web interface with two main sections. The top section, titled 'Partidas creadas', contains a table with the following data:

Nombre de la partida	Fecha y hora de inicio	Fecha y hora de final			
Partida 1	07-09-2016 00:00	07-09-2016 15:00			

The bottom section, titled 'Crear nueva partida', is a form with the following fields:

- Nombre de la partida:** A text input field with the placeholder text 'Nombre de la partida'.
- Fecha y hora de inicio:** A date and time input field with a calendar icon on the right.
- Fecha y hora de final:** A date and time input field with a calendar icon on the right.

A blue 'Guardar' button is located at the bottom right of the form.

Figura 63. Formulario para crear y configurar nuevas partidas. Fuente propia.

En la segunda parte de la vista, se observa un formulario "Crear nueva partida", que contiene tres campos, uno para el nombre de la partida, y otros dos para la fecha y hora de inicio y final.

La hora final también tiene la funcionalidad de cerrar el mercado para el día o los días de partida seleccionados. Aunque realmente el cierre del mercado se produce a las 12h del día anterior al del suministro de energía (apartado 2.2.2.- Proceso de casación de ofertas). Se ha flexibilizado este parámetro para que el usuario profesor pueda poner la hora de cierre de mercado que mejor se adapte a las necesidades que pueda tener, ya que se trata de una herramienta educativa.

Si la partida es de un día, la fecha y hora final significaran el final de dicha partida.

Si se completa el formulario y se pulsa el botón guardar, la interfaz "interfaces Configuración Partida" le pasa al controlador "controlador Configuración Partida" los datos del formulario y el identificador del usuario profesor.

En el controlador se realizan diferentes operaciones como se muestra en la Figura 64.

Primero se comprueba que el nombre de la partida no este vacío, que se trate de una cadena de texto y que no exista ya esa partida en la base de datos, si ese fuese el caso, se muestra un error por pantalla y en el caso opuesto el controlador realiza una petición al gestor de la base de datos "gestor configuración partida" enviando los datos de la nueva partida y dicho gestor realiza una inserción en la tabla "ConfigPartida" (figura 19) de la base de datos, a parte también se realiza una inserción en la tabla "dataPartida" (figura 20) que almacenara los días de la partida día a día, ya que internamente la herramienta necesita saber cuántos días tiene la partida nueva y que días son.

Una vez realizadas dichas operaciones, se vuelve a cargar la interfaz "interfaces configuración partidas" con la lista de partidas actualizada (Figura 63).

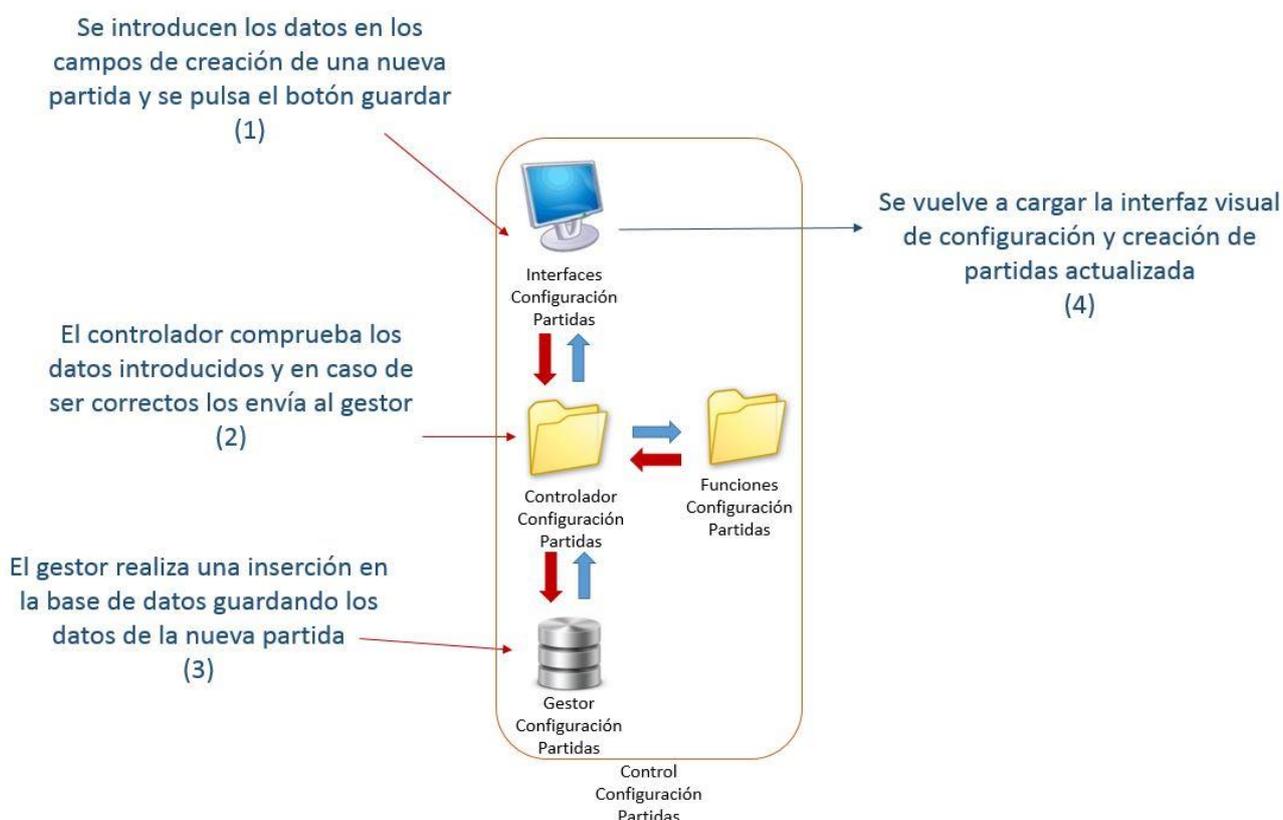


Figura 64. Esquema del proceso de creación de una partida nueva. Fuente propia.

Retornando al apartado de "Partidas creadas" (Figura 63) se pueden realizar cuatro acciones sobre la partida ya creada, estas consisten en eliminar la partida, copiar la partida creada con una nueva fecha de inicio, imprimir en una hoja de cálculo un resumen con los datos de la partida y configurar la partida.

Comenzando por la configuración de la partida, se realiza pulsando sobre el enlace del nombre de la partida, en este caso, pulsando sobre "Partida 1".

Al pulsar sobre dicho enlace se realiza el proceso mostrado en la Figura 65, la interfaz "interfases Configuración Partida" se comunica con el controlador "controlador Configuración Partida" y este realiza varias peticiones al gestor "gestor configuración partida", estas son las siguientes, una lista con los alumnos asignados a la partida, en caso de ser la primera vez que se accede a esta interfaz no habrá ningún alumno asignado a la partida y por lo tanto esta lista estará vacía.

Por otro lado también se requiere una lista con los grupos de alumnos creados por este usuario profesor y una lista para cada uno de los grupos con los alumnos que forman parte de cada uno de los grupos y que no están asignados en la partida.

El gestor realiza tres consultas, una a la tabla "Partida_Alumne" (Figura 21) de la base de datos para retornar una lista con los alumnos asignados a la partida.

La segunda consulta se realiza contra la tabla "Grups" (Figura 13) para devolver la lista de grupos creados por este usuario profesor.

La última de las consultas se realiza contra las dos tablas anteriores "Partida_Alumne" y "Grups" para devolver una lista de alumnos que pertenecen a los grupos creados por este usuario profesor y que no están asignados a la partida "Partida 1".

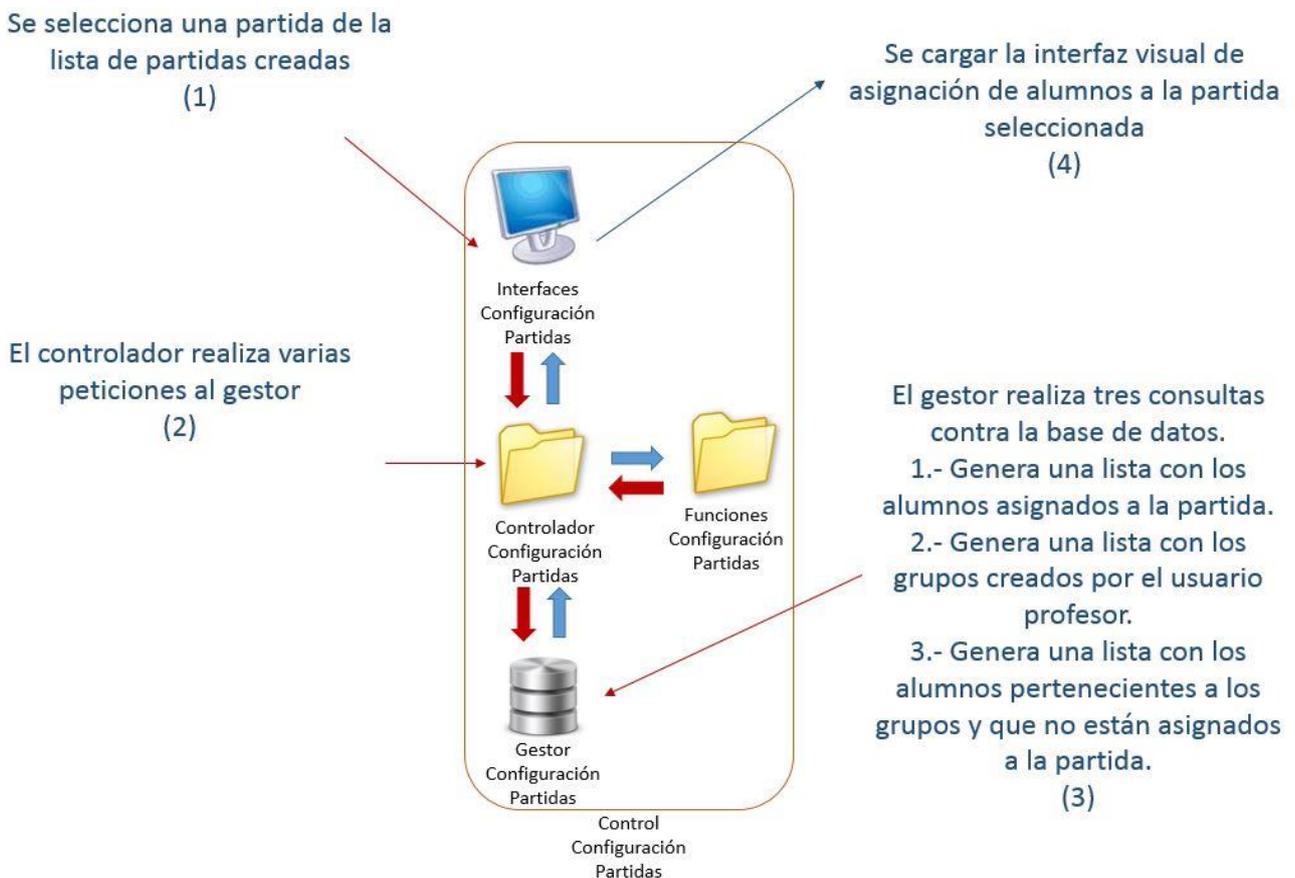


Figura 65. Esquema del proceso de acceso al formulario de asignación de alumnos a una partida. Fuente propia.

Finalmente se carga la interfaz visual mostrada en la Figura 66, donde se observa que hay dos alumnos asignados a la partida y que para el grupo de alumnos creado por el usuario profesor "Grupo 1" hay dos alumnos pendientes de asignar si fuese requerido.

The image shows two panels from a web application. The top panel, titled "Alumnos asignados a la partida Partida 1", contains a table with the following data:

Nombre	Grupo	Tipo de usuario	
Alumno 1	Grupo 1	Alumno	
Alumno 2	Grupo 1	Alumno	

Below the table is a green button labeled "Siguiete".

The bottom panel, titled "Seleccionar usuarios para la partida Partida 1", features a "Selecciona grup" dropdown menu set to "Grupo 1" with a right-pointing arrow button. Below this is another table:

Nombre	Grupo	Tipo de usuario	
Alumno 4	Grupo 1	Alumnes	<input checked="" type="checkbox"/>
Alumno 3	Grupo 1	Alumnes	<input type="checkbox"/>

At the bottom right of this panel is a blue button labeled "Asignar".

Figura 66. Formulario para asignar alumnos a la partida a configurar. Fuente propia.

Dentro del formulario de asignación de alumnos a la partida (Figura 66) se pueden realizar diferentes operaciones que se explican a continuación.

Para asignar un alumno a la parida primero se debe seleccionar el grupo que el usuario profesor y pulsar el botón de la flecha hacia la derecha para cargar la lista de los alumnos pertenecientes al grupo seleccionado y que no están asignados a la partida, es decir, se realiza el proceso descrito en la Figura 65 pero en este caso solo se llama a la tercera consulta del gestor.

Una vez cargada la lista de alumnos se selecciona los alumnos o alumno deseado como se observa en la Figura 66 con el alumno 4 que tiene la marca del "check" y se pulsa el botón asignar.

Con lo que la interfaz "interfaces configuración partida" envía el identificador del alumno asignado y el identificador de la partida a configurar al controlador "controlador configuración partida" y este realiza una petición al gestor

“gestor configuración partida” enviando dichos identificadores para que este realice una inserción en la tabla “Partida_Alumne” (Figura 21). Dicho proceso se puede ver en la Figura 67.

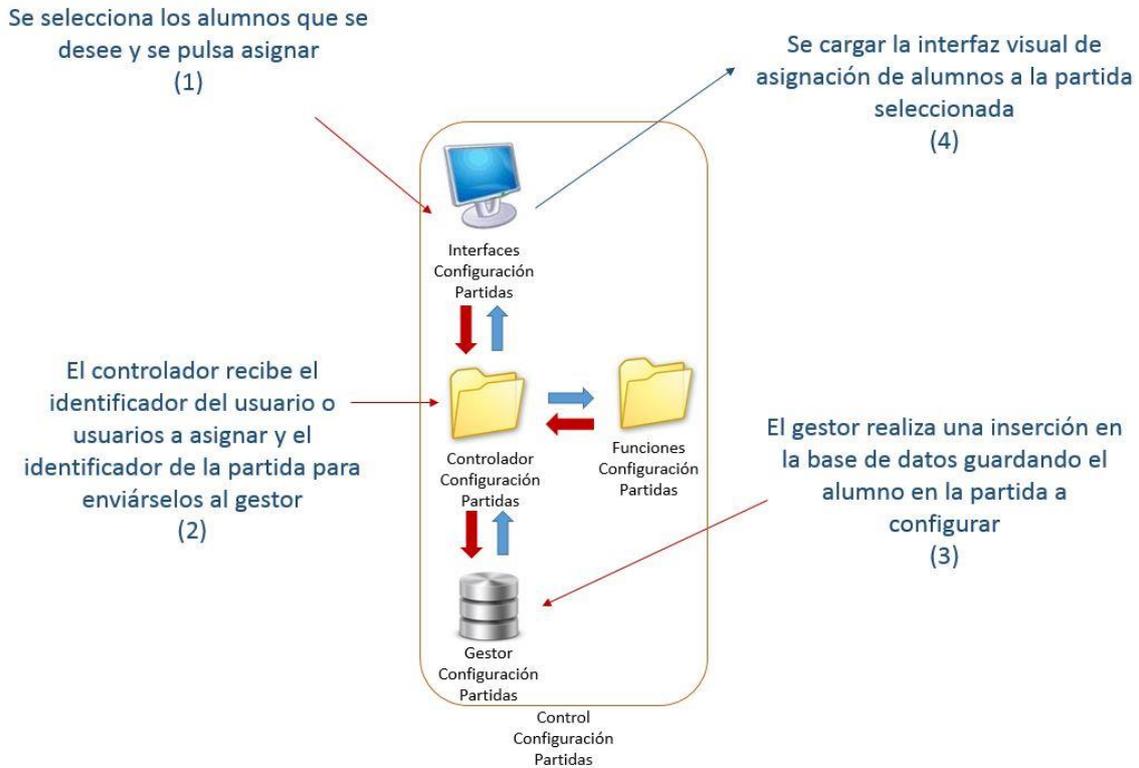


Figura 67. Esquema del proceso de asignación de un alumno a una partida.
Fuente propia.

Finalizado el proceso se vuelve a cargar la interfaz de asignación de alumnos con los datos actualizados tal y como se muestra en la Figura 68.

Alumnos asignados a la partida Partida 1 -

Nombre	Grupo	Tipo de usuario	
Alumno 1	Grupo 1	Alumno	
Alumno 2	Grupo 1	Alumno	
Alumno 4	Grupo 1	Alumno	

Siguiete

Seleccionar usuarios para la partida Partida 1 -

Selecciona un grupo →

Nombre	Grupo	Tipo de usuario	<input type="checkbox"/>
Alumno 3	Grupo 1	Alumnes	<input type="checkbox"/>

Asignar

Figura 68. Formulario de asignación de alumnos a la partida actualizada. Fuente propia.

En la lista de alumnos asignados a la partida se puede eliminar un alumno asignado si es necesario, este alumno eliminado retornará a la lista del grupo perteneciente y pendiente de asignar.

El proceso de eliminación es el siguiente (Figura 69), se pulsa el botón de la papelera del alumno a eliminar y la interfaz "interfaces configuración partida" envía el identificador del alumno seleccionado y el identificador de la partida al controlador "controlador configuración partida" para que este realice una petición al gestor "gestor configuración partida", que realiza una consulta eliminando de la tabla "Partida_Alumne" (Figura 21) el alumno seleccionado para la partida a configurar.

Una vez realizado este proceso se actualiza la interfaz de asignación de alumnos a la partida con los cambios actualizados.

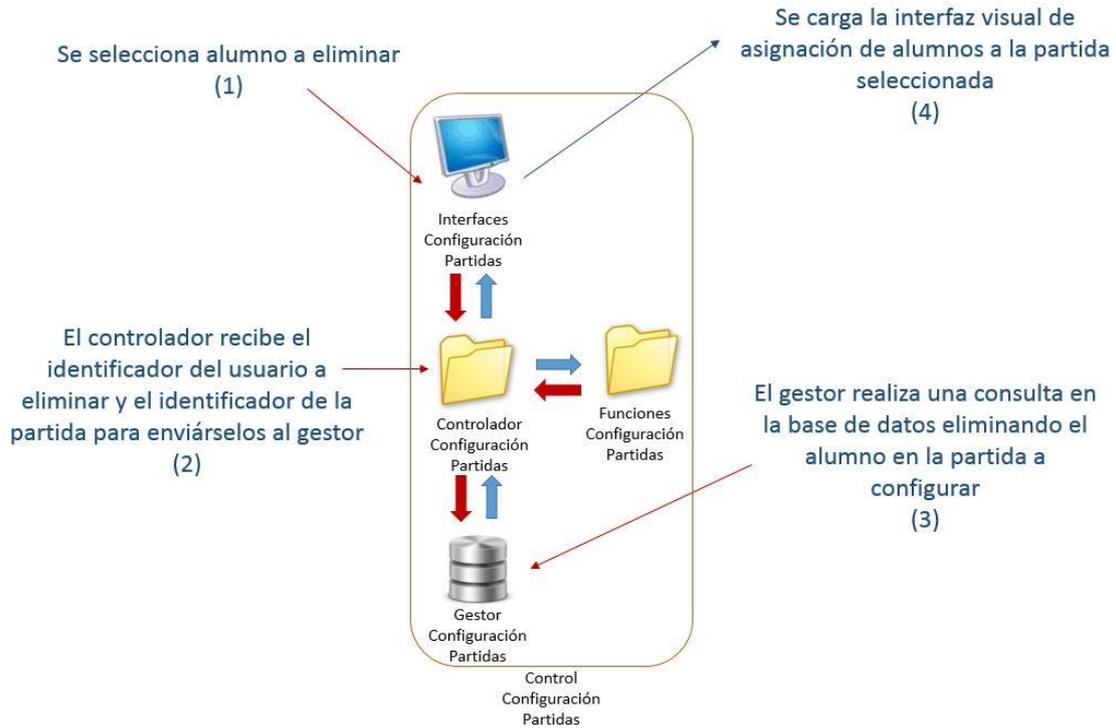


Figura 69. Esquema del proceso para eliminar alumnos asignados a una partida.
Fuente propia.

Una vez asignados los alumnos deseados a la partida, se asignará una central eléctrica a cada uno de los alumnos que participan en la partida, para que cuando estos jueguen la partida puedan generar ofertas de venta de energía con la central eléctrica que tengan asignada.

Para poder acceder al formulario de asignación de centrales eléctricas se debe pulsar el botón siguiente (Figura 68). Al pulsar dicho botón se ejecuta el proceso de la Figura 70, se llama al controlador "controlador configuración partida" y este realiza una petición al gestor "gestor configuración partida" para que devuelva dos listas, una con los alumnos asignados a la partida y la otra lista con las centrales eléctricas creadas por este usuario profesor.

El gestor realiza una consulta contra la tabla "Partida_Alumne" (Figura 21) de la base de datos para devolver la lista de alumnos asignados a la partida. Y por otro lado realiza una consulta contra la tabla "Partida_Alumne_Central" (Figura 22) de la base de datos para devolver las centrales eléctricas asignadas y no asignadas a los alumnos que participan en la partida.

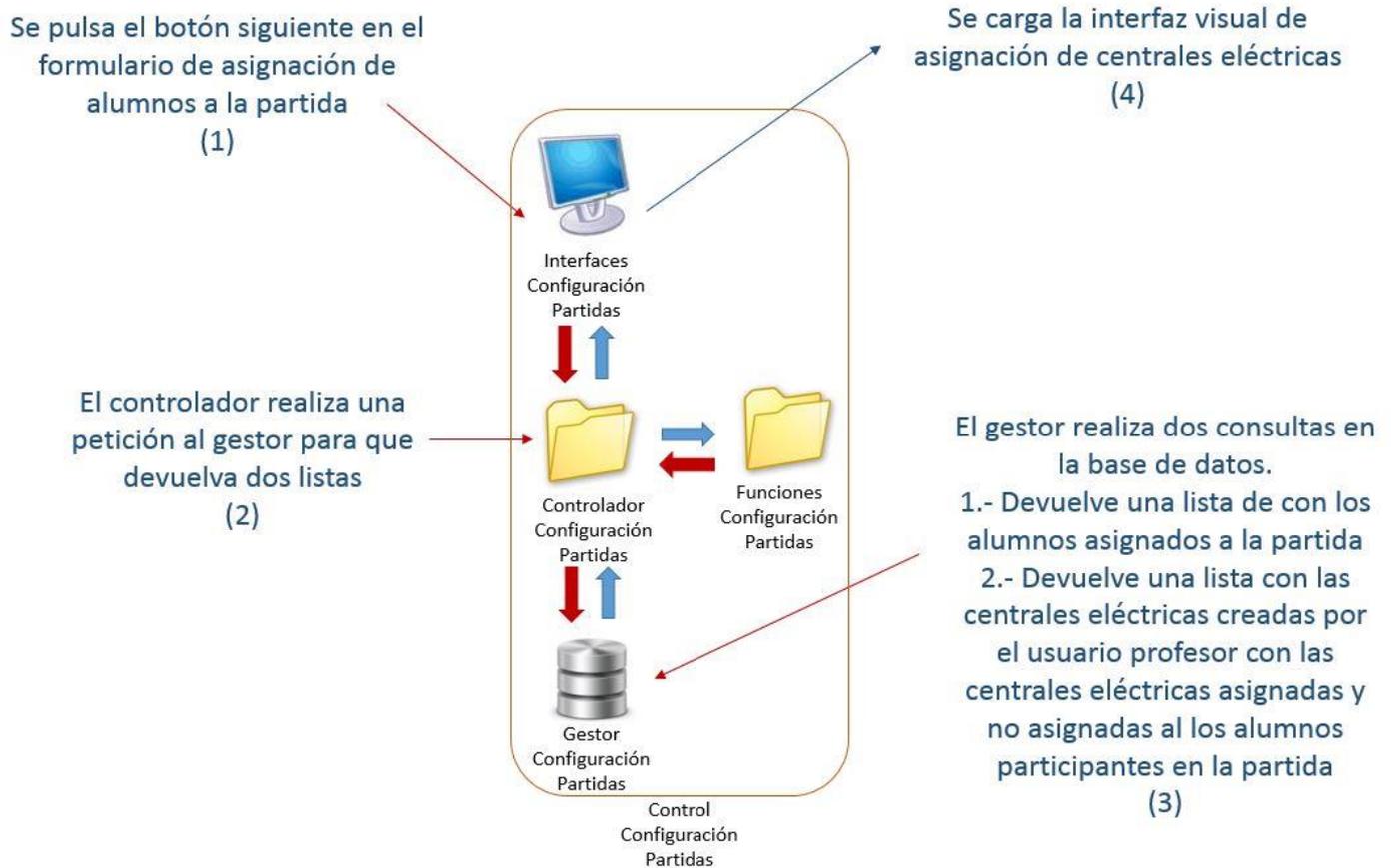


Figura 70. Esquema del proceso de carga del formulario de asignación de centrales eléctricas a los alumnos participantes en la partida a configurar. Fuente propia.

La interfaz que se muestra por pantalla al usuario profesor es la siguiente (Figura 71), donde se muestran los alumnos que anteriormente se habían asignado a la partida "Partida 1" y en este caso a dos de los alumnos ya se les ha asignado una central eléctrica.

Asignar centrales eléctricas para la partida Partida 1

Alumno 1 -

Selección de centrales

Central 2

Central 3

Central 8

Alumno 2 -

Selección de centrales

Central 2

Central 3

Central 8

Alumno 4 -

Selección de centrales

Central 2

Central 3

Central 8

Siguiete
Validar

Figura 71. Formulario para asignar una central eléctrica a un usuario alumno.
Fuente propia.

Una vez mostrado el formulario de la Figura 71 el usuario profesor puede seleccionar una central eléctrica de la lista para cada usuario alumno de la partida a configurar.

Una vez seleccionada la central eléctrica a cada usuario alumno, el paso siguiente es pulsar el botón validar para realizar el proceso de validación y guardar los datos de configuración de la partida tal y como se muestra en la Figura 72.

Al pulsar validar la interfaz "interfaces configuración partida" le pasa el identificado de la partida, el del alumno y el identificador de la central eléctrica seleccionada al controlador "controlador configuración partida" y este realiza una petición al gestor "gestor configuración partida" que se encarga de realizar una consulta contra la tabla "Partida_Alumne_Central" (Figura 22) de la base de datos guardando el alumno y la central eléctrica que se le ha asignado a la partida.

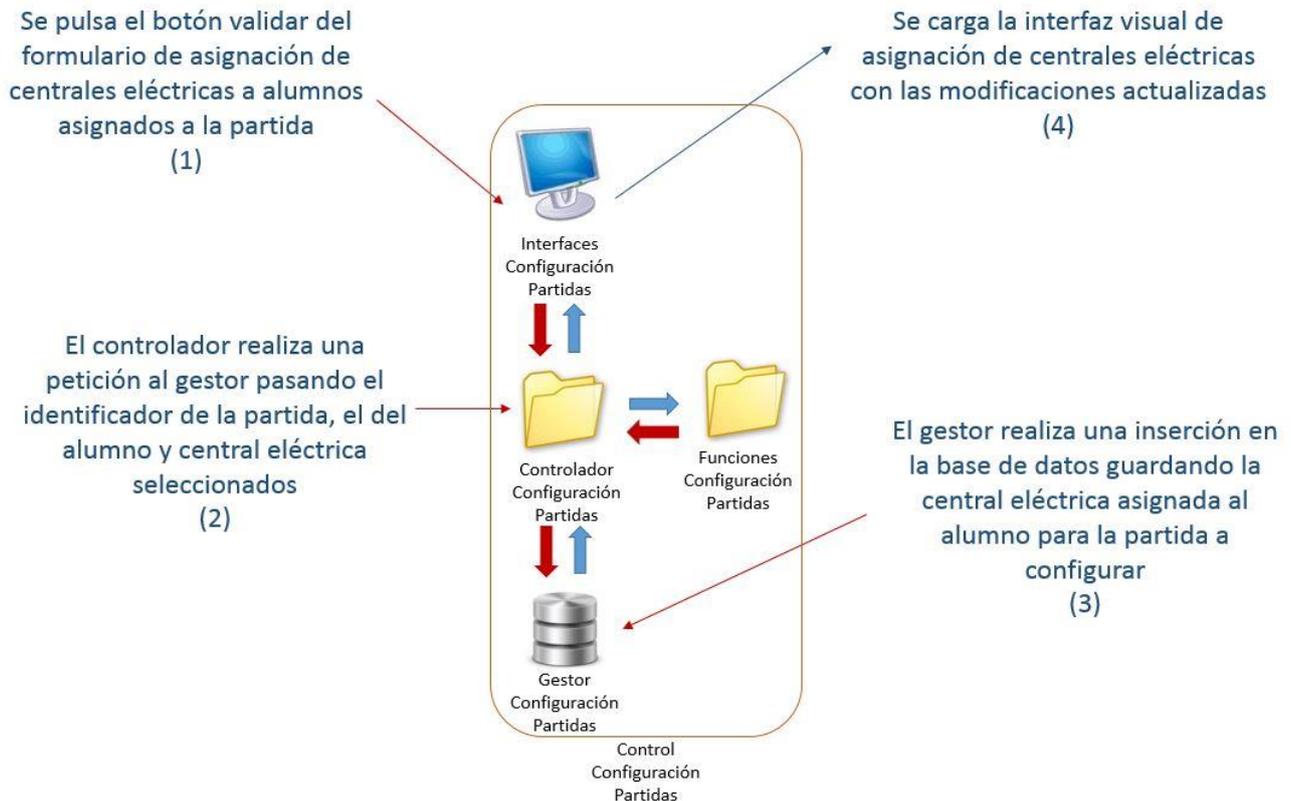


Figura 72. Esquema del proceso de asignación de una central eléctrica a un alumno para la partida a configurar. Fuente propia.

Al finalizar este proceso el controlador vuelve a llamar a la a la interfaz "interfaces configuración partida" con los datos guardados y actualizados tal y como se muestra en la Figura 73.

Asignar centrales eléctricas para la partida Partida 1

Alumno 1

Selección de centrales

- Central 2
- Central 3
- Central 8

Alumno 2

Selección de centrales

- Central 2
- Central 3
- Central 8

Alumno 4

Selección de centrales

- Central 2
- Central 3
- Central 8

Siguiente Validar

Figura 73. Formulario con una central eléctrica asignada a cada usuario alumno.
Fuente propia.

Una vez asignada una central eléctrica a cada usuario alumno y validados los datos correctamente, pulsando el botón "Siguiente" accedemos al último de los pasos para configurar una partida, este consiste en asignar comercializadores a los días de la partida, es decir, asignar a la partida las ofertas de compra de energía para que cuando el usuario alumno realice sus ofertas de venta de energía poder realizar todos los cálculos de casación correspondientes.

Al pulsar el botón siguiente (Figura 73) se ejecuta el siguiente proceso, el controlador "controlador configuración partida" realiza una petición al gestor "gestor configuración partida" para que este genere una lista de los días en los que hay partida consultando la tabla "dataPartida" (Figura 20) de la base de datos y por otro lado también se requiere generar una lista con todos los comercializadores creados por este usuario profesor consultando en la tabla "CorvaDemanda" (Figura 17) y si alguno de estos está asignado a la partida.

En el caso de que algún comercializador este asignado a la partida el gestor realiza una consulta contra la tabla "DadesCorvaDemanda" (Figura 18) recuperando la oferta de compra de energía del comercializado o comercializadores asignados.

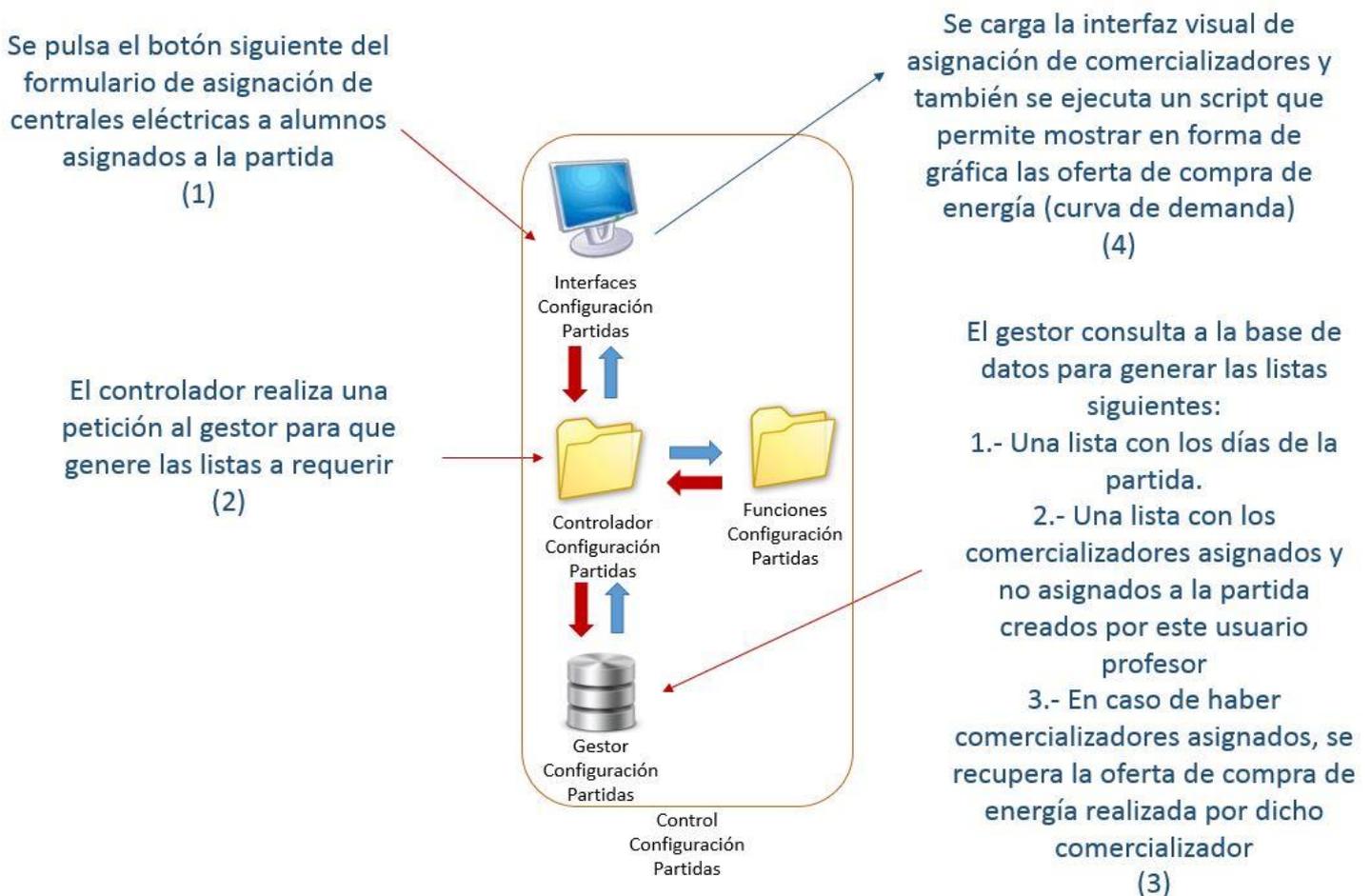


Figura 74. Esquema del proceso de acceso al formulario de asignación de comercializadores. Fuente propia.

Una vez generadas las listas en el gestor, el controlador llama a la interfaz mostrada en la Figura 75 pasándole dichas listas.

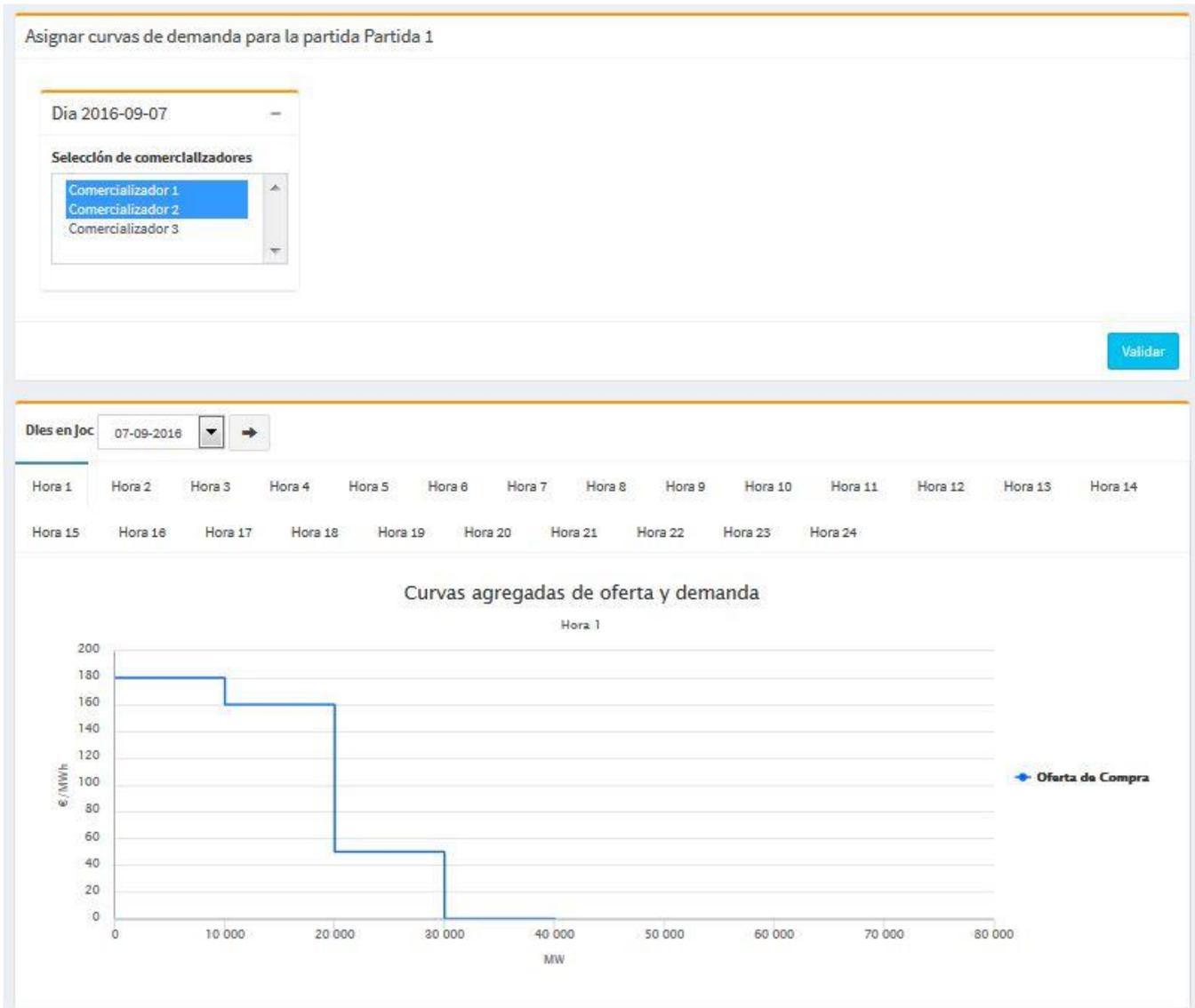


Figura 75. Formulario de asignación de comercializadores a la partida a configurar. Fuente propia.

Como se puede observar en la vista de la Figura 75 están asignados dos comercializadores a la partida, en este caso esta partida es de un solo día, si la partida tuviese más días estos estarían a continuación con su lista de comercializadores a asignar.

En la parte inferior se muestra un listado de pestañas de la hora 1 a la 24 con las curvas de demanda generadas para el día de la partida por dichos comercializadores, en la Figura 75 se muestra para la hora 1 del día en el que se juega la partida.

El usuario profesor en esta vista puede asignar y desasignar tantos comercializadores como disponga para los días en que hay una partida y ver las curvas de demanda que se generan al asignar diferentes comercializadores.

Para poder asignar un comercializador se ha de escoger en el día de la partida los comercializadores que se desee y pulsar el botón validar, ya que con esta acción se comprueban diferentes validaciones para poder finalizar correctamente la configuración de la partida como se muestra en la Figura 76.

Al pulsar el botón "Validar" la interfaz "interfaces configuración partida" le pasa el identificador de la partida, los días que tiene dicha partida y los identificadores seleccionado para cada día a controlador "controlador configuración partida" y este realiza las comprobaciones siguientes.

Comprueba que el de sumatorio de energía todas las centrales eléctricas seleccionadas para la partida en cada usuario alumno, es mayor que el sumatorio de energías de los comercializadores seleccionados para todos los días de duración de la partida y toda esta comprobación se realiza a través de una función correspondiente a "funciones configuración partida" con lo que se intenta asegurar con esta validación que las ofertas de venta de energía cubrirán las demandas.

En caso de que no se cumpla dicha validación se muestra un error y el usuario profesor deberá asignar o desasignar algún comercializador o cambiar alguna central eléctrica para poder cumplir con este requisito.

Si la validación es correcta el controlador le pasa los identificadores comentados anteriormente al gestor "gestor configuración partida" para que este realice una inserción en la tabla "Data_Comercialitzador" (Figura 23) guardando los comercializadores asignados a cada día de la partida.

Una vez realizado todo el proceso se vuelve a actualizar la interfaz (Figura 75) con las modificaciones realizadas y comprobar gráficamente el resultado de las curvas de demanda generadas (ofertas de compra de energía).

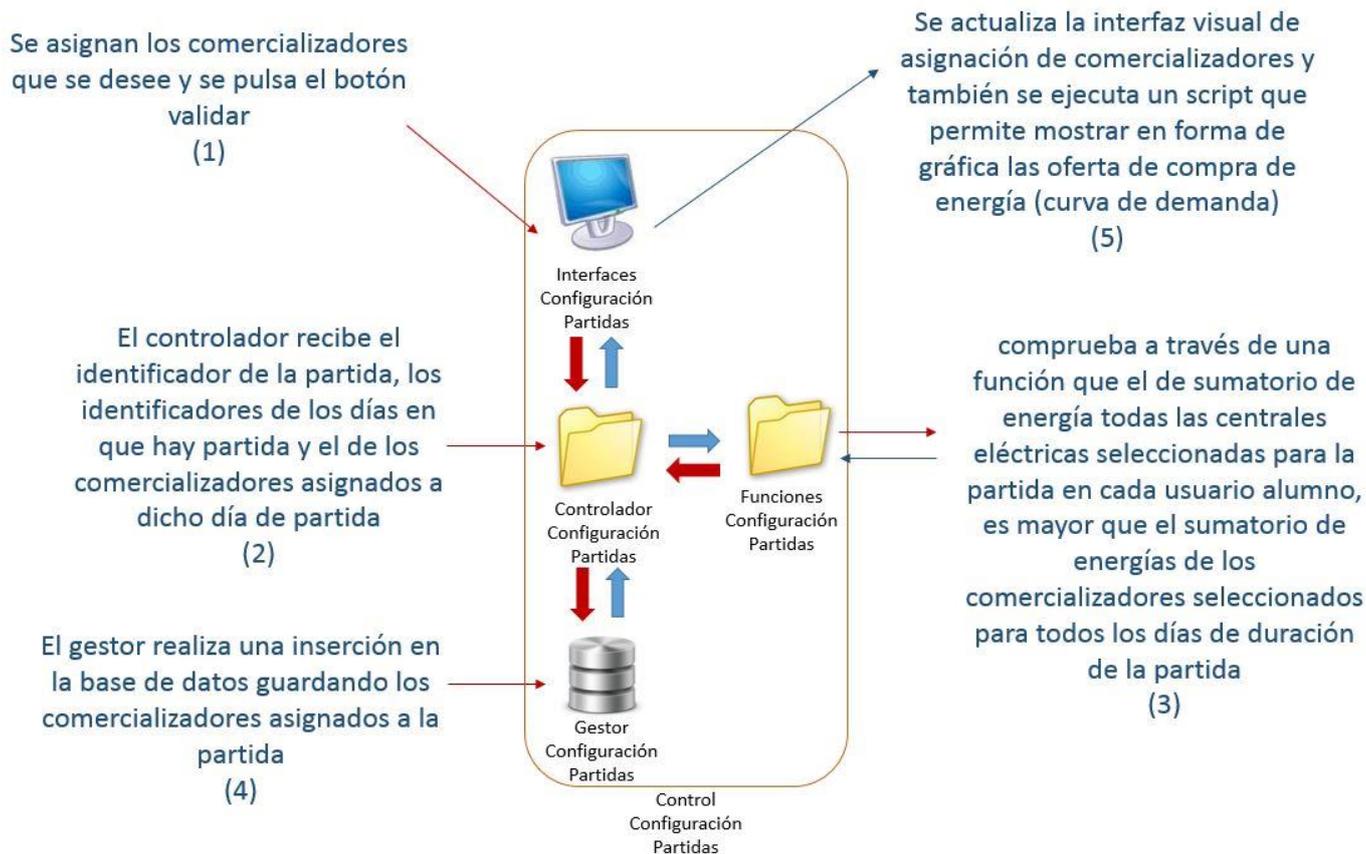


Figura 76. Esquema del proceso de asignación de comercializadores a una partida. Fuente propia.

Una vez comprobado el resultado de las ofertas generadas por los comercializadores seleccionados, se ha finalizado todo el proceso de configuración de una partida.

Retornando otra vez al menú de partidas creadas por el usuario profesor (Figura 63) y ya teniendo la partida "Partida 1" configurada quedan tres opciones más, que consisten en eliminar la partida, copiar la partida y exportar un Excel con los datos de la partida.

Se comienza explicando el proceso de eliminación de una partida. Este proceso es idéntico al utilizado para eliminar un alumno asignado a una partida (Figura 69), con una pequeñas diferencias que se comentan a continuación.

Al pulsar sobre el botón con el icono de la papelera de la partida que se desea eliminar, el identificador que recibe en este caso el controlador es el de la partida seleccionada y la consulta que ejecuta el gestor es contra la tabla "ConfigPartida" (Figura 19), eliminando la partida y todos los datos que están relacionados con ella.

Una vez eliminada la partida se vuelve a recarga la vista de la Figura 69, pero en este caso la partida eliminada no aparece.

La siguiente opción a comentar es el copiado de partidas, que se realiza pulsando el icono con el dibujo de la hoja y la flecha y consiste en hacer una copia de la partida ya creada y configurada con otra fecha de inicio, ya que con este procedimiento el usuario profesor se evita de realizar el laborioso proceso de configurar una partida cada vez que este lo necesite, en el caso de que por ejemplo se necesite repetir la misma partida con una fecha de inicio diferente pero con el resto de parámetros de configuración idénticos.

Una vez copiada una partida se pueden entrar en los formularios de configuración comentados anteriormente y realizar los cambios que se requieran.

El proceso de copiado es el siguiente (Figura 79), se pulsa el botón copiar de la partida que se desea realizar el copiado, en este momento la interfaz "interfaces configuración partida" pasa el identificador de la partida seleccionada al controlador y este realiza una petición al gestor para que realice una consulta a la base de datos retornando los datos de la partida a copiar, una vez realizada la consulta se carga la interfaz mostrada en la Figura 77.



Copiar partida

Nombre de la partida

Partida 1

Fecha y hora de inicio

07-09-2016 00:00

Guardar

Figura 77. Formulario para copiar partidas ya creadas. Fuente propia.

El formulario contiene los datos de la partida que se ha seleccionado para copiar.

Ahora se puede cambiar el nombre de la partida y la fecha de inicio de la partida, como se muestra en la figura 78 y pulsar a guardar.

Figura 78. Formulario para copiar partidas ya creadas con datos nuevos. Fuente propia.

Al pulsar el botón de guardar se ejecuta la siguiente acción, la interfaz "interfaz configuración partida" se comunica con el controlador "controlador configuración partida" y este llama al gestor "gestor configuración partida" que ejecuta las siguientes consultas.

Primero realiza una inserción en la tabla "ConfigPartida" (Figura 19) de la base de datos copiando los nuevos datos insertados.

Como se puede comprobar en el formulario de la Figura 77 solo se requiere la fecha de inicio, ya que la fecha final se calcula a partir del número de días de duración de la partida copiada y la fecha de inicio introducida por el usuario profesor.

Una vez calculados los días de la partida desde el inicio se realiza una inserción en la tabla "DataPartida" (Figura 20) de la base de datos añadiendo todas las fechas de duración de la partida.

Una vez insertadas todas las fechas de la partida se realiza la copia de los alumnos asignados a la ejecutando una inserción en la tabla "Partida_Alumne" (Figura 21) de la base de datos con los mismos alumnos que participan en la partida copiada.

El siguiente paso que se realiza es copiar las centrales asociadas a cada usuario alumno en la partida y que se realiza mediante una inserción en la tabla "Partida_Alumne_Central" (Figura 22) de la base de datos.

Por ultimo para finalizar la copia de la partida se realiza la copia de los comercializadores asignados a cada día de la partida y esta acción ejecuta una inserción con los datos de los comercializadores en la tabla "Data_Comercializador" (Figura 23) de la base de datos.

Una vez realizadas todas estas acciones, la partida ya se ha copiado con todos los parámetros de la partida seleccionada a copiar, en este caso la "Partida 1".

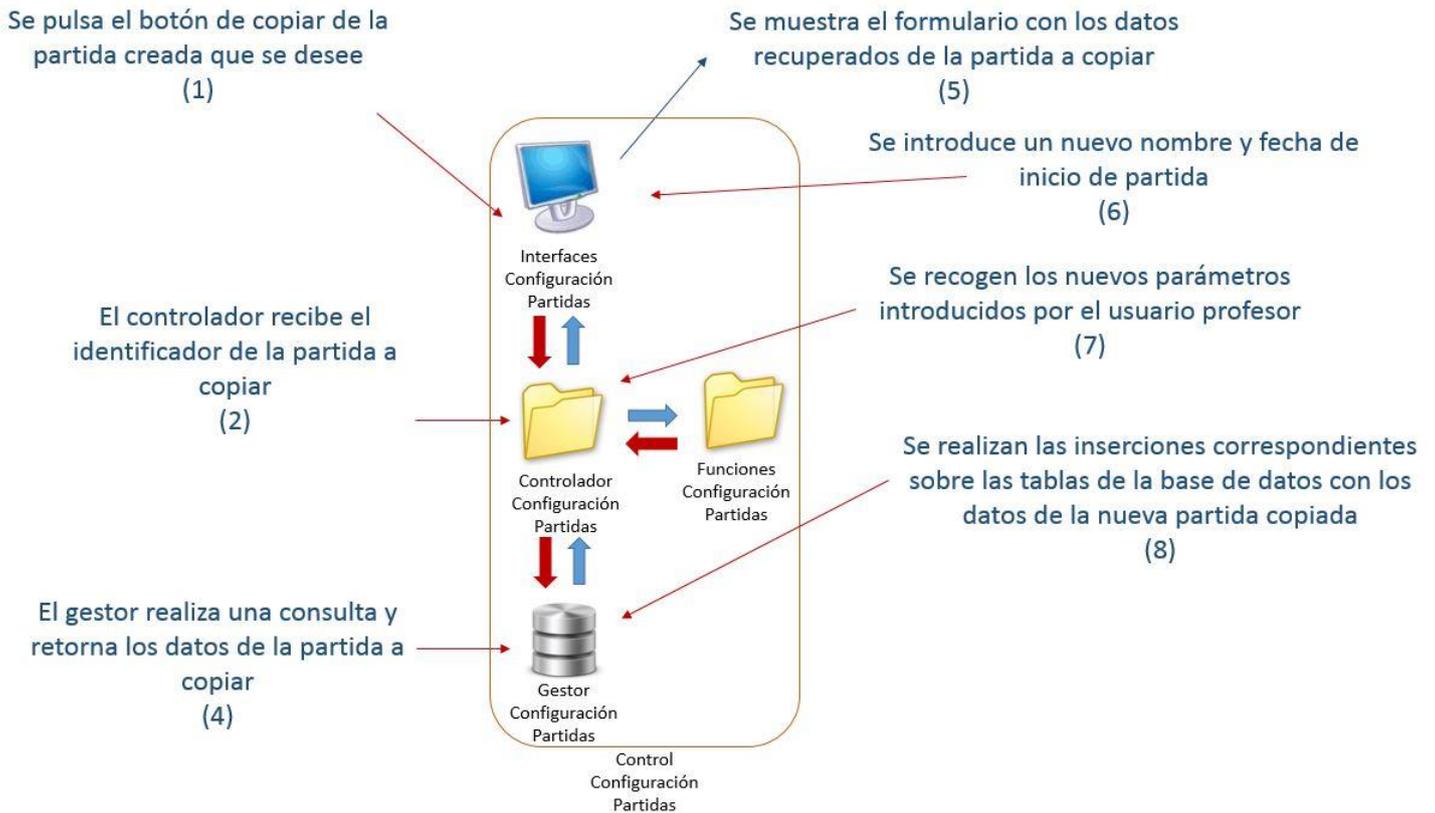


Figura 79. Esquema del proceso de copiado de una partida. Fuente propia.

Si se accede al menú "Configurar Partida" se muestra la lista de partidas creadas y también la partida copiada "Partida 2" tal y como se muestra en la Figura 80 y si se accede a dicha partida copiada se pueden observar que todos los parámetros de configuración son idénticos a la partida "Partida 1" ya que ha sido la seleccionada para realizar el copiado.

Partidas creadas

Nombre de la partida	Fecha y hora de inicio	Fecha y hora de final	
Partida 1	07-09-2016 00:00	07-09-2016 15:00	
Partida 2	03-10-2016 00:00	04-10-2016 00:00	

Crear nueva partida

Nombre de la partida

Fecha y hora de inicio **Fecha y hora de final**

Figura 80. Formulario con las partidas creadas y copiadas. Fuente propia.

La última opción a realizar en el formulario de partidas creadas es la exportación a Excel de los datos de la partida, esta acción se realiza pulsando el botón con el icono de la impresora de la partida que se desee exportar (Figura 80).

Al pulsar dicho botón la interfaz "interfaces Configuración Partida" se comunica directamente por referencia con el archivo "descarga Excel" que está contenido dentro de la carpeta "útiles" como se muestra en el esquema de la figura 81.

En este caso no se cumple el patrón MVC ya que al descargar un archivo la web deja de tener comunicación con lo que se pueda realizar posteriormente en el archivo descargado y no tenía demasiado sentido aplicar dicho patrón para esta operación.

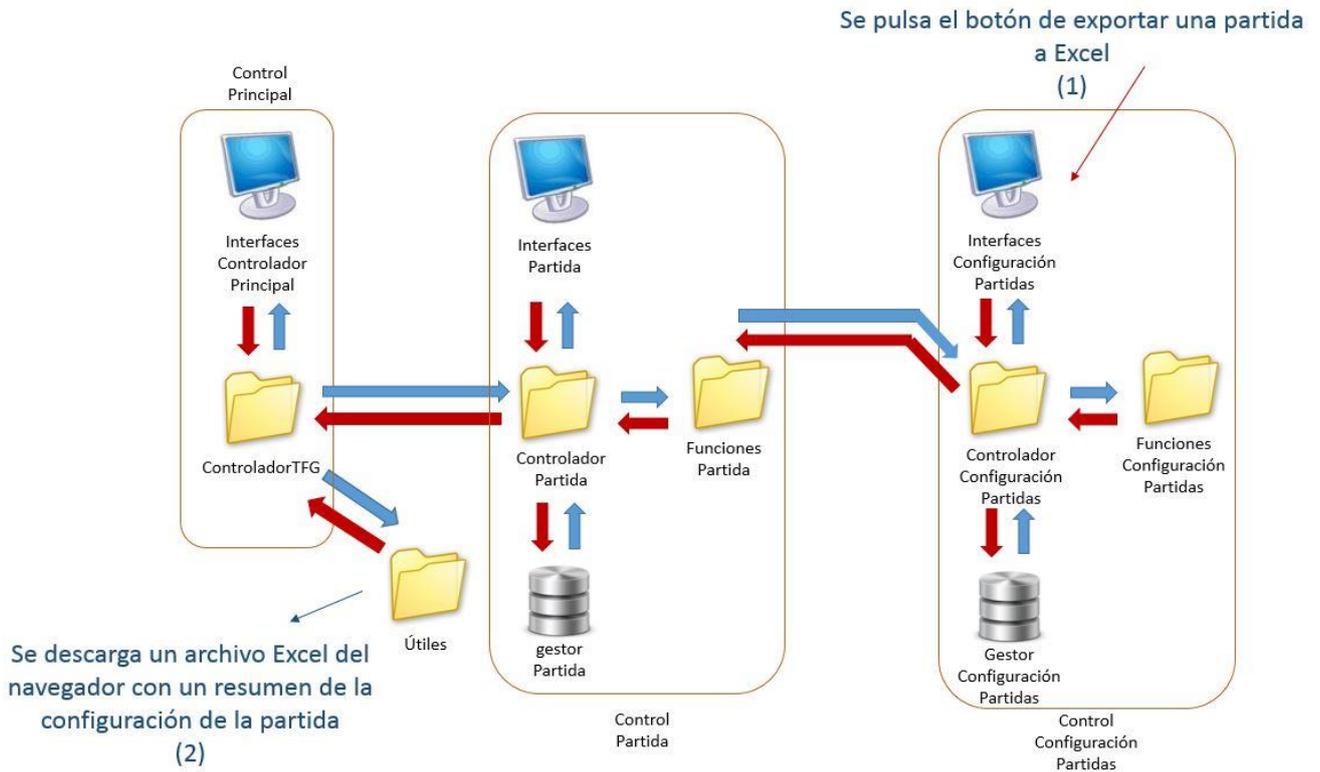


Figura 81. Esquema del proceso de exportación de un archivo Excel. Fuente propia.

El propio archivo "descargaExcel" realiza las funciones de gestor recuperando la información que necesita para maquetar el Excel.

Recupera la lista de alumnos que juegan la partida seleccionada a exportar con la información de las centrales eléctricas asignadas a cada alumno y los parámetros de estas.

Por otro también recupera los comercializadores asignados a cada día de la partida.

Una vez recuperada la información se genera el archivo Excel que se descarga del propio navegador y al abrirlo se dispone de la información mostrada en la Figura 82 y Figura 83.

	A	B	C	D	E	F
1	Alumno	Centrales eléctricas	Potencia nominal	Coste fijo	Coste variable	Tipo de central
2						
3	Alumno 1	Central 1	52000	10000	15000	Nuclear
4	Alumno 2	Central 2	60000	12000	8000	Biomasa
5						
6						

Figura 82. Excel con el resumen de los alumnos y centrales asignados para la Partida 1. Fuente propia.

	A	B	C
1	Fecha	Comercializadores	
2			
3	2016-09-07	Comercializador 1	
4	2016-09-07	Comercializador 2	
5			
6			

◀ ▶ | Alumno **Comercializadores**

Figura 83. Excel con el resumen de comercializadores asignados para cada día de la Partida 1. Fuente propia.

Todas estas opciones de configuración de partidas comentadas anteriormente son las que puede realizar un usuario profesor dentro del simulador desarrollado.

3.3.2.12.- Resultados de las partidas del usuario profesor

Una vez se vayan jugando las partidas el usuario profesor puede acceder a la opción del menú "Resultados de las partidas" (Figura 47) e ir visualizando la evolución de los usuarios alumnos y sus resultados.

Al pulsar el enlace "Resultados de las partidas" se ejecuta el proceso mostrado en la Figura 84 y comentado a continuación.

La interfaz "interfaces control principal" se comunica con el controlador "controlador partida" y este realiza el siguiente procedimiento.

Realiza una petición al gestor "gestor partida" retornando las partidas en juego y finalizadas de este usuario profesor a través de la tabla "ConfigPartida" (Figura 19) y "DataPartida" (Figura 20) de la base de datos y comprueba si la fecha actual es mayor a la fecha de cierre de mercado de alguna de las partidas en juego o finalizadas por el usuario profesor, en el caso afirmativo se realizan los cálculos para obtener los resultados de las partidas en juego.

En el caso de las partidas finalizadas se comprueba si alguna de ellas no tiene resultados, en ese caso, se ejecuta la función para calcular los resultados de dichas partidas.

Una vez calculados los resultados de las partidas pendientes el gestor realiza una inserción en la tabla "PuntDeTall" (Figura 26) guardando los el precio y energía de casación, es decir, el punto donde cortan las curvas de generación y demanda

Después del proceso comentado se llama a controlador "controlador resultados profesor" que realiza una petición al gestor "gestor resultados

profesor” realiza dos consultas a la base de datos y las dos a la tabla “ConfigPartida” (Figura 19) para generar dos listas, una con las partidas en juego, es decir, con fecha de finalización de la partida superior a la fecha actual y otra lista con las partidas con fecha de finalización inferior a la actual.

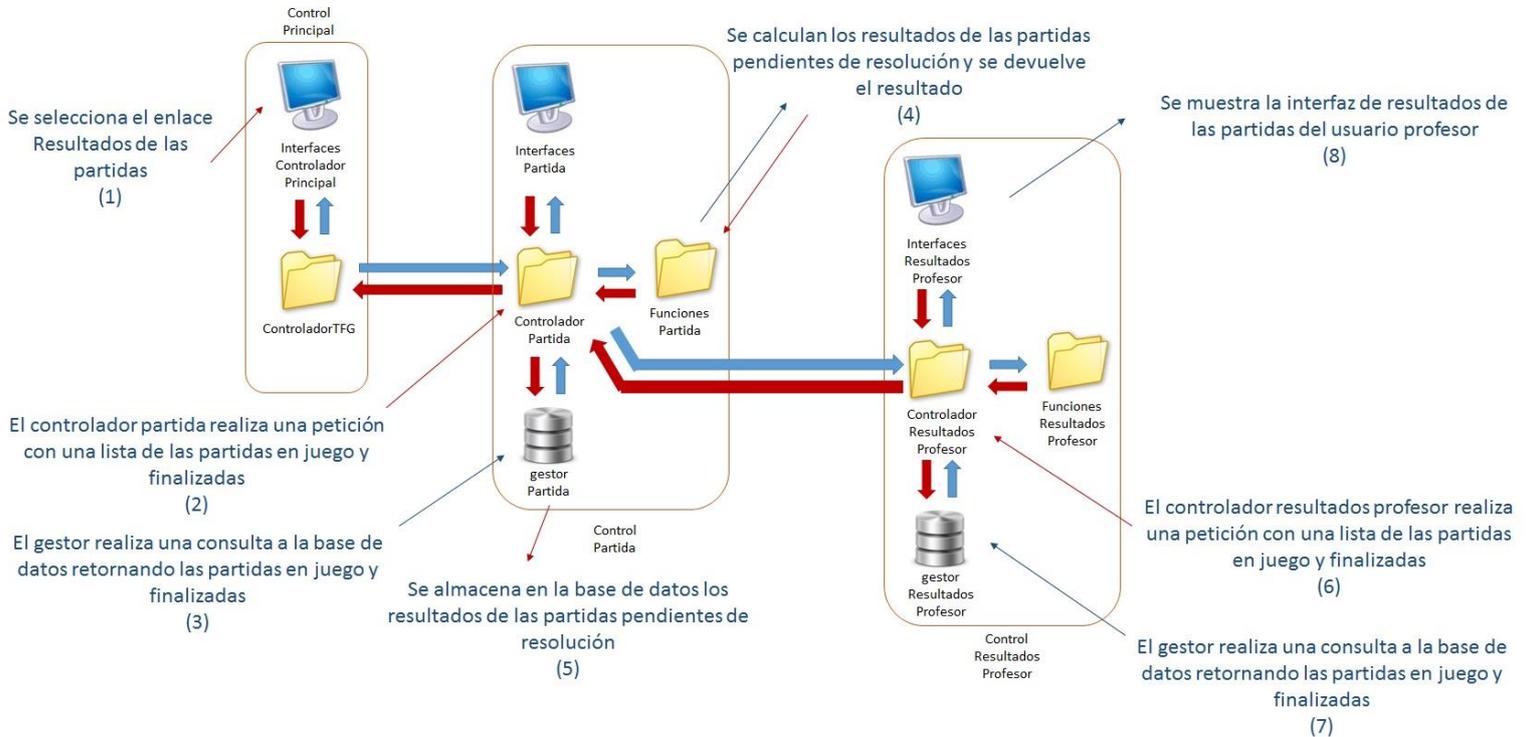


Figura 84. Proceso de acceso a la interfaz de resultados del usuario profesor.
Fuente propia.

Finalmente llama a la interfaz “interfaces resultados profesor” para mostrar la vista por pantalla tal y como se puede observar en la Figura 85.

Donde se pueden observar dos partidas activas “Partida 2” y “Partida 3” y una partida finalizada “Partida 1”.

Partidas activas							
Nombre de la partida	Fecha y hora de inicio	Fecha y hora de final	Resultados horarios	Ranking Energía Vendida	Ranking Ingresos obtenidos	Ranking Margen de negocio	Exportar a Excel
Partida 2	03-10-2016 00:00	04-10-2016 00:00					
Partida 3	05-10-2016 00:00	06-10-2016 21:00					

Partidas finalizadas							
Nombre de la partida	Fecha y hora de inicio	Fecha y hora de final	Resultados horarios	Ranking Energía Vendida	Ranking Ingresos obtenidos	Ranking Margen de negocio	Exportar a Excel
Partida 1	07-09-2016 00:00	07-09-2016 15:00					

Figura 85. Interfaz para acceder a los resultados de las partidas creadas por el usuario profesor. Fuente propia.

En este apartado se van a mostrar los resultados de la partida "Partida 1" ya que es la partida que ha finalizado y todos los resultados se han calculado.

Todas las opciones e interfaces tanto de partidas activas como las finalizadas son iguales, la única diferencia entre una partida activa y una finalizada, es que cuando se accede a los resultados de las partidas activas hasta que no se cumple el cierre del mercado, la función de cálculo del resultado de la partida explicada anteriormente no realiza ninguna operación, por lo tanto no se calculan los resultados de dichas partidas.

Pero si una partida activa tiene una duración de varios días como es el caso de la partida "Partida 3" y si se da el caso que estamos a día 06/10/2016 a las 19h, la función que calcula el resultado de la partida realiza los cálculos para el día 05/10/2016, ya que la fecha actual es mayor y por lo tanto se podrán visualizar los resultados del día 05/10/2016, pero no se podrán visualizar los del día 06/10/2016 hasta que se supere la hora de cierre de mercado, es decir, las 21h.

En cada una de las partidas se dispone de seis acciones, estas son las siguientes, visualizar los resultados horarios, visualizar la clasificación de los usuarios alumno que más energía han vendido, también una clasificación con los usuario alumno que más ingresos han obtenido, otra clasificación con los usuario alumno que han obtenido un mayor margen de negocio, la opción de exportar a un Excel todos los resultados de todas las clasificaciones y por último la opción de acceder a la partida y ver la evolución de cada usuario alumno con cada una de sus centrales eléctricas.

Comenzando por la primera de las opciones "resultados horarios" realiza el proceso mostrado en la Figura 86. Al pulsar el botón la interfaz "interfaces resultados profesor" pasa el identificador de la partida al controlador "controlador resultados profesor" y este llama a al gestor "gestor resultados profesor" que realiza varias consultas sobre la base de datos con el identificador de la partida seleccionado.

Una consulta sobre la tabla "PuntDeTall" (figura 26) de la base de datos, retornando una lista con los precios y energía de casación.

Por otro lado se realiza una consulta a la tabla "DadesCorvaDemanda" (Figura 18) y "DadesCorvaGeneracio" (Figura 25) de la base de datos que retornan las curvas de demanda y generación para el día seleccionado de la partida, es decir, las ofertas de compra y venta de energía que se realizaron ese día.

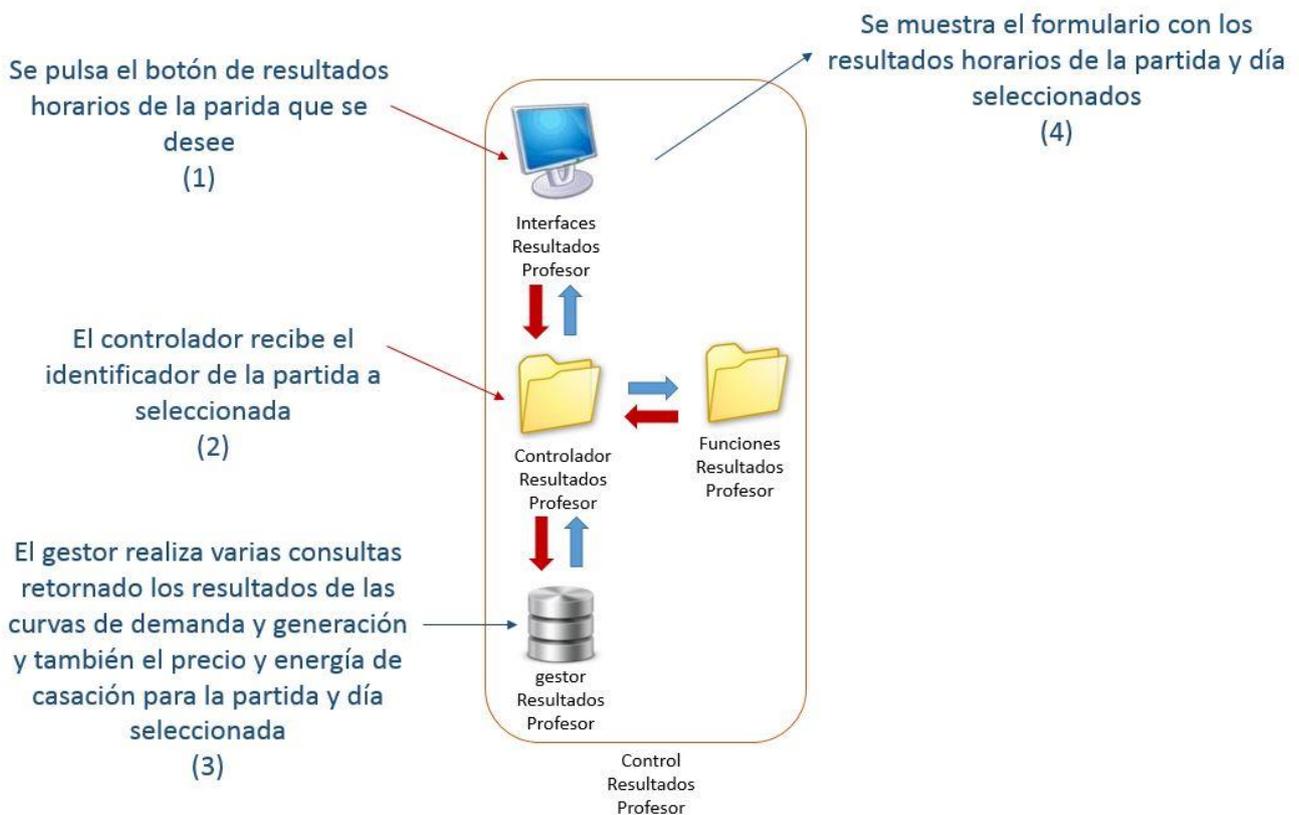


Figura 86. Esquema del proceso de acceso al formulario de resultados horarios.
Fuente propia.

Cuando se han realizado las consultas pertinentes en la base de datos y obtenido el resultado se llama a la interfaz "interfaces resultados profesor" y se ejecuta un Script de JavaScript al que se le cargan los datos obtenidos de las consultas de la base de datos para mostrar las gráficas contenidas en el formulario de la Figura 87.



Figura 87. Interfaz con los resultados horarios. Fuente propia.

Donde se puede observar una primera gráfica con el resultado del precio y energía de casación del mercado para las veinticuatro horas del día seleccionado y más abajo una segunda grafica en el que se ha seleccionado la hora doce con el resultado de la oferta de venta y compra de energía del mismo día (curvas de demanda y generación).

Las siguiente opciones a comentar son los correspondientes al "Ranking energía vendida", "Ranking de beneficios obtenidos" y el "Ranking de margen de negocio" ya que el proceso es el mismo para los tres casos y la única variante es la función de cálculo de los resultados, además se da el caso de que estos resultados son los mismos que el usuario alumno también visualiza y por lo tanto este proceso también se ejecutara de una manera similar cuando el usuario alumno lo solicite.

Aunque el proceso mostrado en la Figura 88 parezca un poco extraño de entender es una de las peculiaridades que permite el patrón de MVC y es que

se pueden aprovechar las funciones de diferentes controladores para optimizar la aplicación y evitar duplicidades de código.

A continuación se explica el proceso de acceso a los resultados "Ranking" desde la sesión del usuario profesor. Al pulsar en cualquiera de las opciones de "Ranking" de una partida se ejecuta el siguiente proceso, la interfaz "interfaces resultados profesor" recoge el identificador de la partida y se comunica con el controlado "controlador resultados profesor" que a su vez se direcciona hasta el controlador "partida alumno" que contiene los condicionales de todos los resultados, este controlador se comunicara con el gestor "gestor partida alumno" que realiza una consulta contra la tabla "DadesCorvaGeneracio" (Figura 25) y "PuntDeTall" (Figura 26) recogiendo los datos de las ofertas de venta de energía para cada día de la partida y cada alumno y por otro lado recoge el precio y energía de casación.

Una vez realizadas las consultas y retornadas al controlador, este llama a una función perteneciente a "funciones partida alumno" que dependiendo de la opción de ranking seleccionada realizara los siguientes procesos.

- Ranking energía obtenida: Se ejecuta una función que comprueba toda la energía de las ofertas de venta de los alumnos que participan en la partida y que está por debajo del precio y energía de casación para cada una de las horas y días de la partida. La energía que está por debajo del precio de casación es la que entra a mercado y es asignada a cada uno de los alumnos. Si se da el caso de una indeterminación en el proceso de casación (apartado 2.3.1 Indeterminación en el proceso de casación), se calcula la energía a repartir entre los usuarios que ofertaron en el punto de casación.
- Ranking beneficios obtenidos: Se ejecuta la función utilizada para el cálculo del ranking de energía y al final del proceso, es decir, cuando se va realizando el cálculo de energía que entra a mercado para cada hora y día de la partida, esta es multiplicada por el precio de casación también obtenidas en cada una de las horas y días de la partida.
- Ranking margen de negocio: Se utiliza la función de ranking de beneficios obtenidos, es decir, se utilizan las dos anteriores y una vez obtenidos los beneficios a estos se le aplica la resta del sumatorio de los costes fijos y variables que son recuperados a través de una consulta a la tabla "centralsElectricques" (Figura 16) de la base de datos.

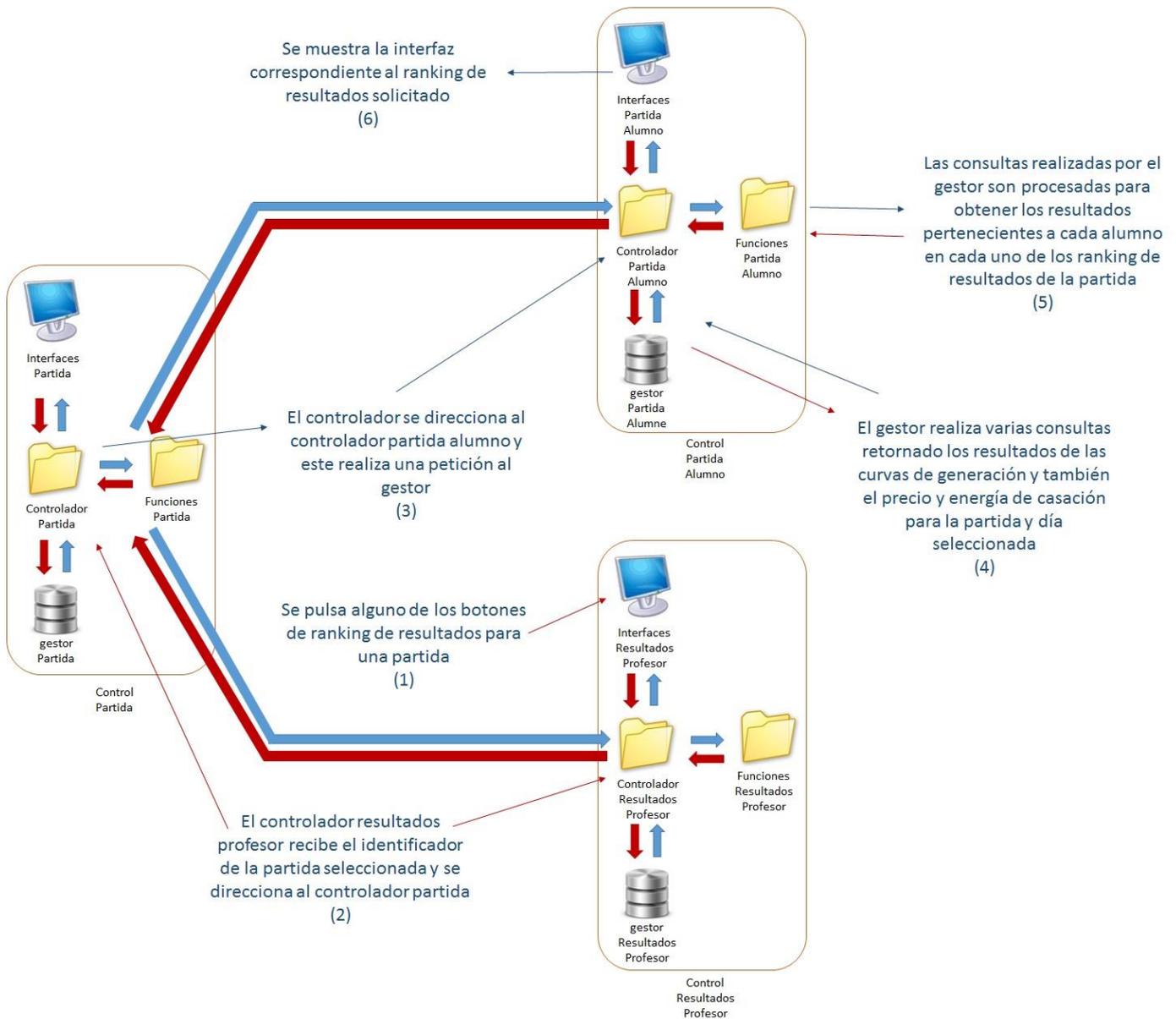


Figura 88. Esquema del proceso de acceso a los rankings de resultados. Fuente propia.

Cuando se han obtenido los resultados de los cálculos se llama a la interfaz correspondiente al ranking seleccionado y se muestran las vistas de la Figura 89, Figura 90 y Figura 91.

Ranking Energía Vendida		
Posición	Jugador	Energía
1	Alum1	886000 MWh
2	Alum4	256000 MWh

Figura 89. Interfaz ranking energía obtenida para la partida seleccionada. Fuente propia.

Ranking Ingresos obtenidos		
Posición	Jugador	Ranking Ingresos obtenidos
1	Alum1	107120000 €
2	Alum4	31395000 €

Figura 90. Interfaz ranking ingresos obtenidos para la partida seleccionada.
Fuente propia.

Ranking Margen de negocio		
Posición	Jugador	Margen
1	Alum4	37450000 €
2	Alum1	34900000 €

Figura 91. Interfaz ranking margen de negocio para la partida seleccionada.
Fuente propia.

La siguiente acción que se puede realizar es exportar todos los resultados de la partida que el usuario profesor seleccione a un Excel.

El funcionamiento es muy similar al descrito en el apartado 3.3.2.11.- Configuración de una nueva partida (Figura 81), es decir, desde la interfaz del usuario profesor al pulsar el botón de exportación a Excel se llama a un archivo php de la carpeta "Útiles" y dicho archivo se encarga de realizar las consultas necesarias para obtener la información contenida en el archivo Excel.

En este caso las diferencias se muestran en la Figura 92, donde la interfaz desde donde se llama el archivo php y el propio archivo.php que en este caso es diferente ya que las consultas a realizar son totalmente diferentes al descrito en el apartado anterior.

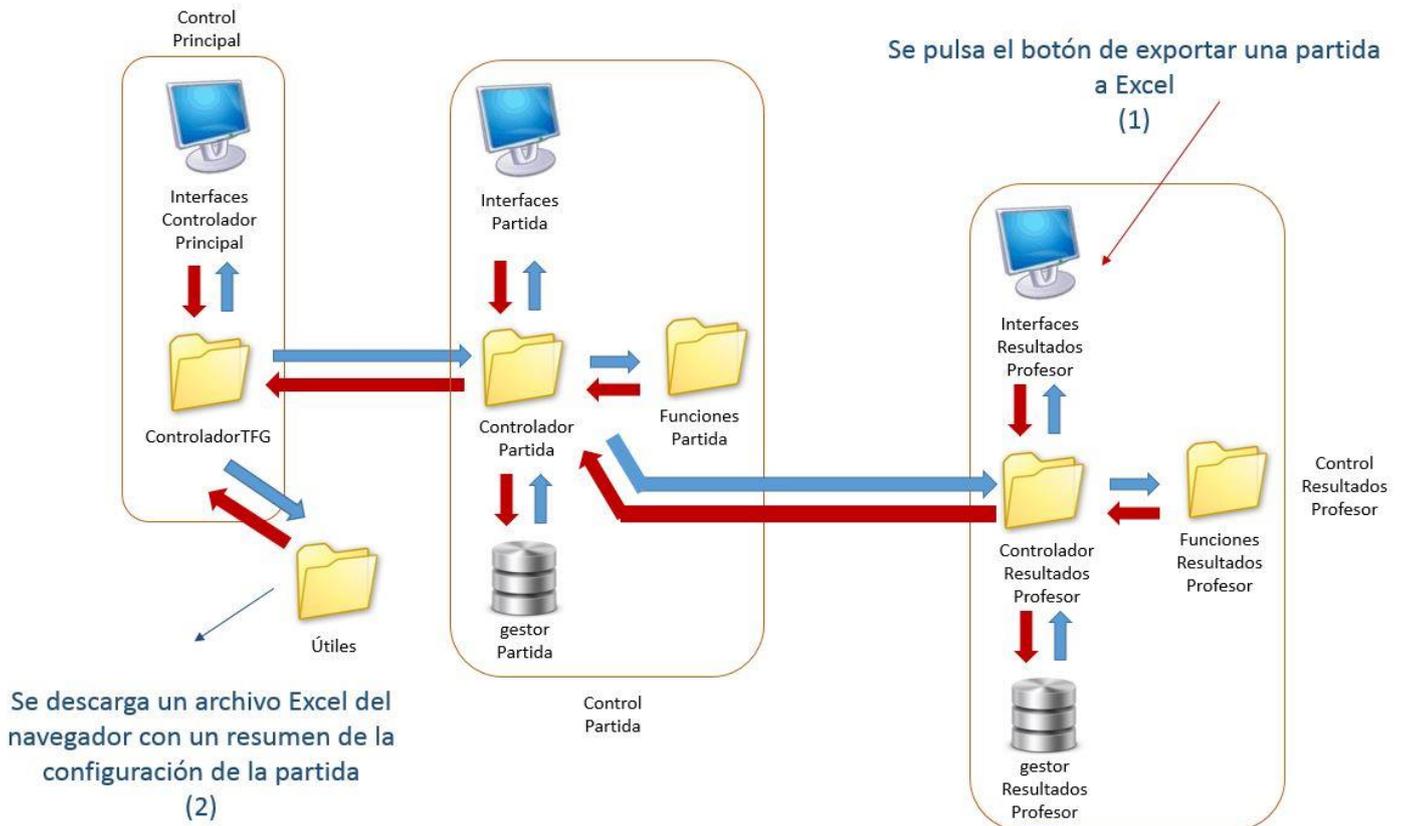


Figura 92. Esquema del proceso de exportación de los resultados de una partida a Excel. Fuente propia.

El archivo php genera las listas de resultados de todos los ranking, para poder generarlos realiza las consultas en la base de datos y las funciones de cálculo del proceso comentado en la Figura 88 para finalmente descargar a través del navegador el archivo Excel que al abrir se obtienen los resultados mostrados en la Figura 93, Figura 94 y Figura 95.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Posició	Alumne	Energía				
2							
3		1 Alum1	886000				
4		2 Alum4	256000				
5							
6							

Ranking Energía | RankingIngresos | RankingMarge

LISTO

Figura 93. Resultados del ranking de energía obtenida exportados a Excel. Fuente propia.

	A	B	C	D	E
1	Posició	Alumne	Ranking Ingresos obtinguts		
2					
3	1	Alum1	107120000		
4	2	Alum4	31395000		
5					
6					

Ranking Energia **RankingIngresos** RankingMarge

LISTO

Figura 94. Resultados del ranking de ingresos obtenidos exportados a Excel.
Fuente propia.

	A	B	C	D	E
1	Posició	Alumne	Ranking Marge de negoci		
2					
3	1	Alum4	37450000		
4	2	Alum1	34900000		
5					
6					

Ranking Energia RankingIngresos **RankingMarge**

LISTO

Figura 95. Resultados del ranking del margen de negocio exportados a Excel.
Fuente propia.

La última de las acciones a realizar en el menú "Resultados de las partidas" (Figura 85) es acceder al resumen de la partida, es decir, si pulsamos sobre el nombre de la partida, se accede a un formulario que contiene las centrales asignadas a la partida y se puede realizar un seguimiento de la evolución de cada uno de los usuarios alumnos con su central.

Al seleccionar dicha opción se ejecuta el proceso mostrado en la Figura 96, la interfaz "interfaces resultados profesor" le pasa el identificador de la partida seleccionada al controlador "controlador resultados profesor" y este realiza una petición al gestor "gestor resultados profesor" que realiza una consulta contra la tabla "Partida_alumne_central" (Figura 22) de la base de datos para obtener la lista de centrales asignadas a la partida.

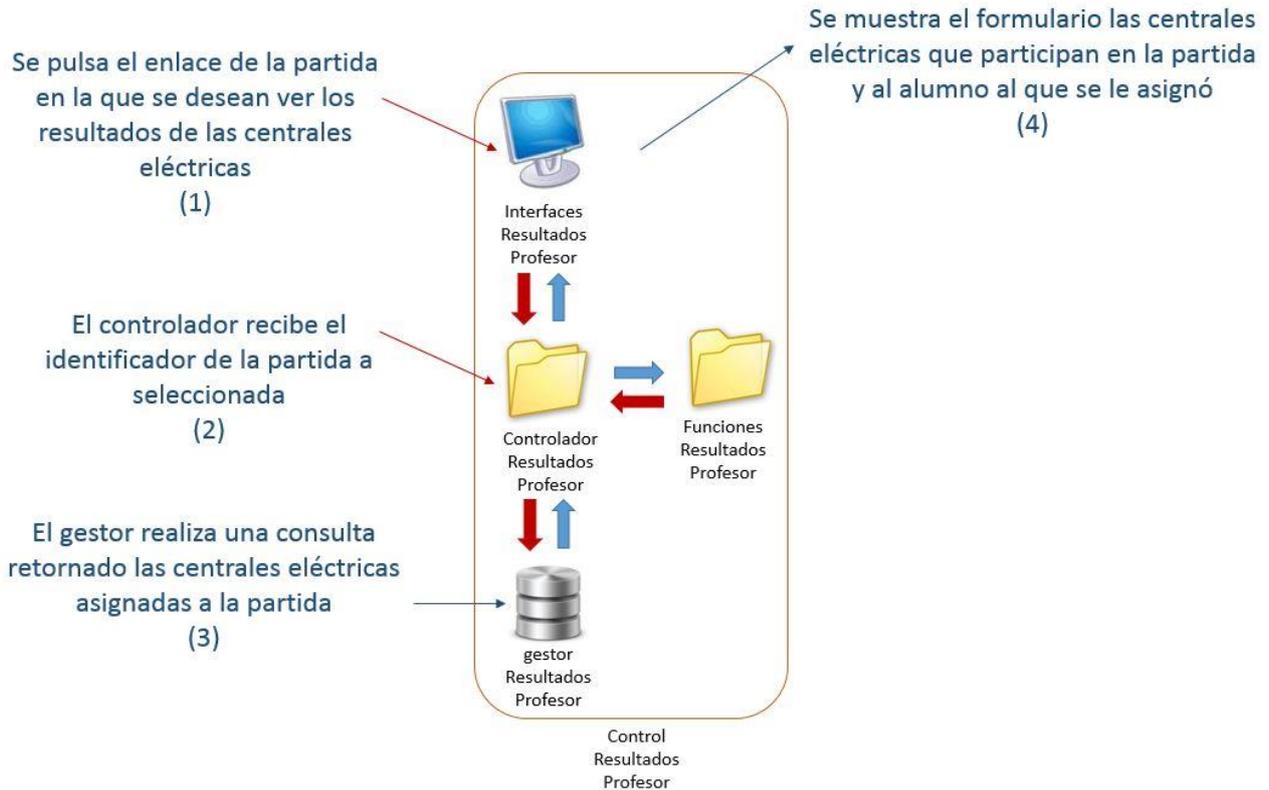


Figura 96. Esquema del proceso de acceso al formulario de resultados de las centrales eléctricas asignadas a cada alumno en la partida seleccionada. Fuente propia.

Una vez se han generado las consultas y retornado el resultado se maqueta la vista con un resumen de las centrales eléctricas asignadas a la partida y el alumno que ha realizado las ofertas de venta de energía con dicha central, tal y como se muestra en la Figura 97.

Resultados de la partida Partida 1						
Central 1 - Alum1						
Ofertas para el día	Cierre del mercado	Estado de la oferta	Energía Vendida	Ingresos obtenidos	Margen de negocio	Exportar a Excel
07-09-2016	15:00	✓			€	
Central 3 - Alum4						
Ofertas para el día	Cierre del mercado	Estado de la oferta	Energía Vendida	Ingresos obtenidos	Margen de negocio	Exportar a Excel
07-09-2016	15:00	✗			€	

Figura 97. Resultados de las centrales asignadas a la partida "Partida 1". Fuente propia.

Observando la Figura 97, básicamente es una tabla con la información para cada una de las centrales asignadas a la partida, se puede observar el día en que se pueden realizar ofertas y el cierre de mercado, es decir, la hora hasta la que el usuario alumno puede realizar una oferta de venta de energía con la central que tiene asignada.

Como la partida es de un solo día, para cada una de las centrales únicamente se muestra la posibilidad de ver los resultados para el día en cuestión.

En la columna de estado de la oferta, se observa la marca de un "check" de color verde para la central 1 y una marca de una cruz roja para la central 3.

Estas marcas informan al usuario profesor de que en el caso de la central 3, es decir, el usuario alumno 4 no ha realizado ninguna oferta para ese día, por lo tanto todos los resultados de ese día son cero.

Sin embargo alumno 1 sí que ha realizado alguna oferta, por lo tanto, al pulsar cualquiera de las opciones de resultados, como pueden ser la energía vendida, los ingresos obtenidos y el margen de negocio, en este caso es posible siempre que haya entrado a mercado, los resultados obtenidos sean diferentes de cero.

A continuación se explica cómo se han realizado el proceso los cálculos previos a los resultados de energía, ingresos y margen y también como se muestran por pantalla.

En este caso los resultados de cada central son generados por cada uno de los alumnos participantes en la partida, por esta cuestión estos resultados también se ejecutan en el módulo "Control Partida Alumno" y el proceso de ejecución es idéntico al mostrado en la Figura 88.

Las diferencias se producen en las consultas en la base de datos, se realiza una consulta contra de la tabla "DadesCorvaGeneracio" (Figura 25) y por otro lado otra consulta contra la tabla "PuntDeTall" (Figura 26), pero en este caso se requieren los resultados de la central seleccionada para el día de la partida elegido.

Los cálculos también se realizan en una función perteneciente a "funciones partida alumno", y se realiza el mismo procedimiento de cálculo, pero en este caso solo se evalúa los resultados de la central, alumno y día seleccionado y se calculan los resultados que ha obtenido para cada una de las horas del día en el que ha realizado alguna oferta de venta de energía.

Finalmente se muestran los resultados obtenidos de cada una de las opciones disponibles en el simulador, tal y como se muestra a continuación en la Figura 98, Figura 99 y Figura 100.

Classificación energía ganada por la Central 1 en la partida Partida 1	
Hora	Energía casada
1	10000 MWh
2	10000 MWh
3	10000 MWh
23	10000 MWh
24	10000 MWh
Total	255000 MWh

Figura 98. Interfaz con los resultados de la energía casada de la central, alumno y día seleccionado. Fuente propia.

Classificación ganancias obtenidas por la Central 1 en la partida Partida 1	
Hora	Ranking Ingresos obtenidos
1	1500000 €
2	1200000 €
3	1600000 €
23	1400000 €
24	1350000 €
Total	38650000 €

Figura 99. Interfaz con los resultados de los beneficios obtenidos de la central, alumno y día seleccionado. Fuente propia.

Classificación margen de beneficio obtenido por la Central 1 en la partida Partida 1		
Posición	Jugador	Margen
1	Alum4	37450000 €

Figura 100. Interfaz con los resultados del margen de beneficio obtenido de la central, alumno y día seleccionado. Fuente propia.

Para los resultados de energía casada y beneficios la imagen se ha reducido por motivos de tamaño, pero para estos casos se muestran los resultados de obtenidos en la venta de energía y beneficios para cada una de las horas del día seleccionado con el sumatorio del total de energía y beneficios obtenidos ese día.

En cambio el margen de negocio, se muestra el resultado total obtenido para el día seleccionado.

La última de las opciones a realizar dentro de los resultados obtenidos por cada alumno asignado a la partida consiste en exportar a un Excel los resultados diarios de la partida.

Para obtener dicho Excel se ejecuta el mismo proceso comentado anteriormente Figura 92 pero se ejecuta un archivo php diferente que internamente genera las consultas realizadas para obtener los resultados de energía casada, beneficios y margen de negocio diarios.

Cuando se finaliza dicho proceso, se descarga del navegador un archivo Excel con el contenido mostrado en la Figura 101, Figura 102 y Figura 103.

	A	B	C	D
1	Hora	Energía casada		
2				
3	1	10000		
4	2	10000		
5	3	10000		
6	4	10000		
7	5	10000		
8	6	10000		
9	7	10000		
10	8	10000		
11	9	10000		
12	10	10000		
13	11	10000		
14	12	10000		
15	13	10000		
16	14	10000		
17	15	20000		
18	16	10000		
19	17	10000		
20	18	15000		
21	19	10000		
22	20	10000		
23	21	10000		
24	22	10000		
25	23	10000		
26	24	10000		
27				
28				

Energía Ingresos Marge

Figura 101. Resultado de la exportación a Excel con la energía casada el día seleccionado. Fuente propia.

	A	B	C
1	Hora	Ranking Ingresos obtenidos	
2			
3	1	1500000	
4	2	1200000	
5	3	1600000	
6	4	1600000	
7	5	1600000	
8	6	1500000	
9	7	1500000	
10	8	1600000	
11	9	1500000	
12	10	1500000	
13	11	1500000	
14	12	1400000	
15	13	1600000	
16	14	1500000	
17	15	3400000	
18	16	1550000	
19	17	1600000	
20	18	2550000	
21	19	1600000	
22	20	1500000	
23	21	1000000	
24	22	1600000	
25	23	1400000	
26	24	1350000	
27			
28			

Energía Ingresos Marge

Figura 102. Resultado de la exportación a Excel con los beneficios obtenidos el día seleccionado. Fuente propia.

	A	B	C
1	Posición	Alumno	Ranking Margen de negocio
2			
3		1 Alum4	37450000
4			
5			
6			

Figura 103. Resultado de la exportación a Excel con margen de negocio obtenido el día seleccionado. Fuente propia.

3.3.2.13.- Funcionalidades del usuario alumno dentro del simulador del mercado eléctrico

En este subcapítulo se comentan todas las funcionalidades de las que dispone el usuario alumno y las acciones dentro del simulador del mercado eléctrico.

De la manera que se ha desarrollado todo el proyecto es en este momento donde el usuario alumno que tenga asignadas partidas puede participar en dichas partidas generando ofertas de venta de energía para central eléctrica que tiene asignada y poder comprobar el funcionamiento del mercado eléctrico diario y la evolución de los resultados que va obteniendo durante las partidas que vaya jugando.

Cuando el usuario alumno valida sus credenciales (Figura 30) accede al siguiente menú de administración que se muestra a continuación en la Figura 104.

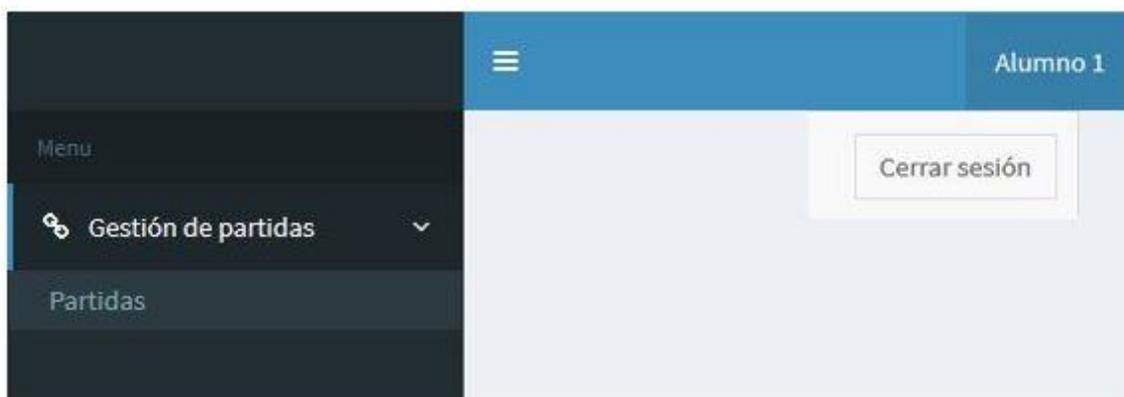


Figura 104. Menú del usuario alumno. Fuente propia.

Dentro del menú de administración el usuario alumno puede ejecutar solamente el enlace a partidas, al ejecutar dicho enlace se realiza el siguiente proceso.

La interfaz “interfaz controlador principal” recoge el identificado del alumno de la sesión y este pasa del controlador “controlador TFG” al controlador “controlador partida” donde este realiza una petición al gestor “gestor partida” retornando las partidas en juego y finalizadas de este usuario alumno

a través de la tabla "ConfigPartida" (Figura 19) y "DataPartida" (Figura 20) de la base de datos y comprueba si la fecha actual es mayor a la fecha de cierre de mercado de alguna de las partidas en juego o finalizadas por el usuario profesor, en el caso afirmativo se realizan los cálculos para obtener los resultados de las partidas en juego.

Se repite el mismo procedimiento de calculo que para el usuario profesor, pero en este caso para las partidas del usuario alumno, ya que se pueden dar diferentes situaciones, como que el usuario alumno inicie una sesión antes que el usuario profesor o que el usuario alumno tenga partidas de diferentes profesores, por esta razón en la sesión del usuario alumno también se realiza el procedimiento del cálculo de resultados.

Remarcar que la función del cálculo de resultados solo se ejecutará en caso de que existan partidas por calcular, si ya están calculados los resultados de las partidas no se ejecutará dicho proceso.

Una vez calculados los resultados de las partidas pendientes el gestor realiza una inserción en la tabla "PuntDeTall" (Figura 26) guardando los el precio y energía de casación.

Después del proceso comentado se llama a controlador "controlador partida alumno" que realiza una petición al gestor "gestor partida alumno" y este genera dos listas a través de una consulta a la tabla "ConfigPartida" (Figura 19) de la base datos, una de las listas con las partidas activas y otra lista con las partidas finalizadas de este usuario alumno tal y como se muestra en la Figura 105.

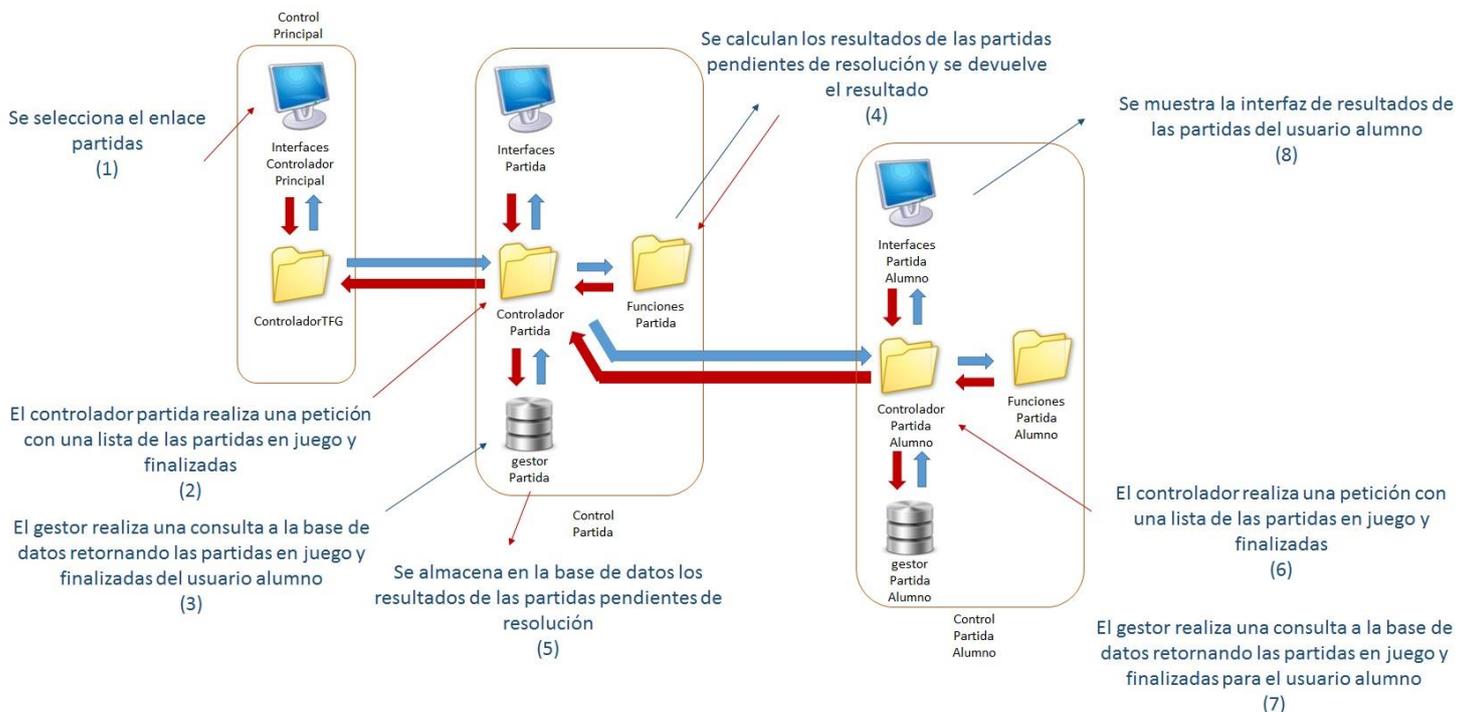


Figura 105. Esquema del proceso de acceso al formulario de partidas del usuario alumno. Fuente propia.

Una vez generadas las consultas, se llama a la interfaz "interfaces partida alumno" encargada de mostrar por pantalla la vista de la Figura 106.

Partidas activas							
Nombre de la partida	Fecha y hora de inicio	Fecha y hora de final	Resultados horarios	Ranking Energía Vendita	Ranking Ingresos obtenidos	Ranking Margen de negocio	
Partida 8	2016-10-03 00:00:00	2016-10-06 17:00:00					

Partidas finalizadas							
Nombre de la partida	Fecha y hora de inicio	Fecha y hora de final	Resultados horarios	Ranking Energía Vendita	Ranking Ingresos obtenidos	Ranking Margen de negocio	
Partida 1	2016-09-07 00:00:00	2016-09-07 15:00:00					
Partida 2	2016-10-03 00:00:00	2016-10-04 00:00:00					

Figura 106. Formulario de partidas del usuario alumno. Fuente propia.

Como se puede observar es un formulario similar al de partidas del usuario y los procesos de ejecución en algunos casos son idénticos, ya que como se comentó anteriormente MVC permite compartir funciones entre controladores y conseguir un programa mucho más optimizado.

Las diferencias entre el usuario profesor y alumno básicamente se producen en los gestores, es decir, en las consultas a la base de datos.

Ya que el usuario profesor puede ver los resultados de todos los alumnos asignados a una partida, en cambio, el usuario alumno solo puede ver sus resultados.

Las acciones a realizar dentro del formulario de partidas del usuario alumno son exactamente iguales que en el formulario de resultados de las partidas del usuario profesor cambiando únicamente el filtro que generan las consultas en la base de datos para un perfil u otro.

Tanto los resultados horarios como los ranking y la exportación a Excel son exactamente iguales que los mostrados al usuario profesor, ya que dichos resultados son globales para todos los usuarios y en este caso el procedimiento interno también es igual al realizado en el apartado 3.3.2.12 Resultados de las partidas del usuario profesor.

El único proceso que cambia en el usuario alumno es el comentado a continuación.

Si por ejemplo accedemos a la partida "Partida 8" (Figura 106), se produce el siguiente procedimiento. La interfaz "interfaces partida alumno" envía el

identificador de la partida seleccionada y el del alumno al controlador "controlador partida alumno" que peticiona al gestor "gestor partida alumno" la central asignada al alumno para esta partida y una lista de los días en los que hay partida, es decir, los días en los que se pueden realizar ofertas de venta de energía. Este proceso se muestra en la Figura 107.

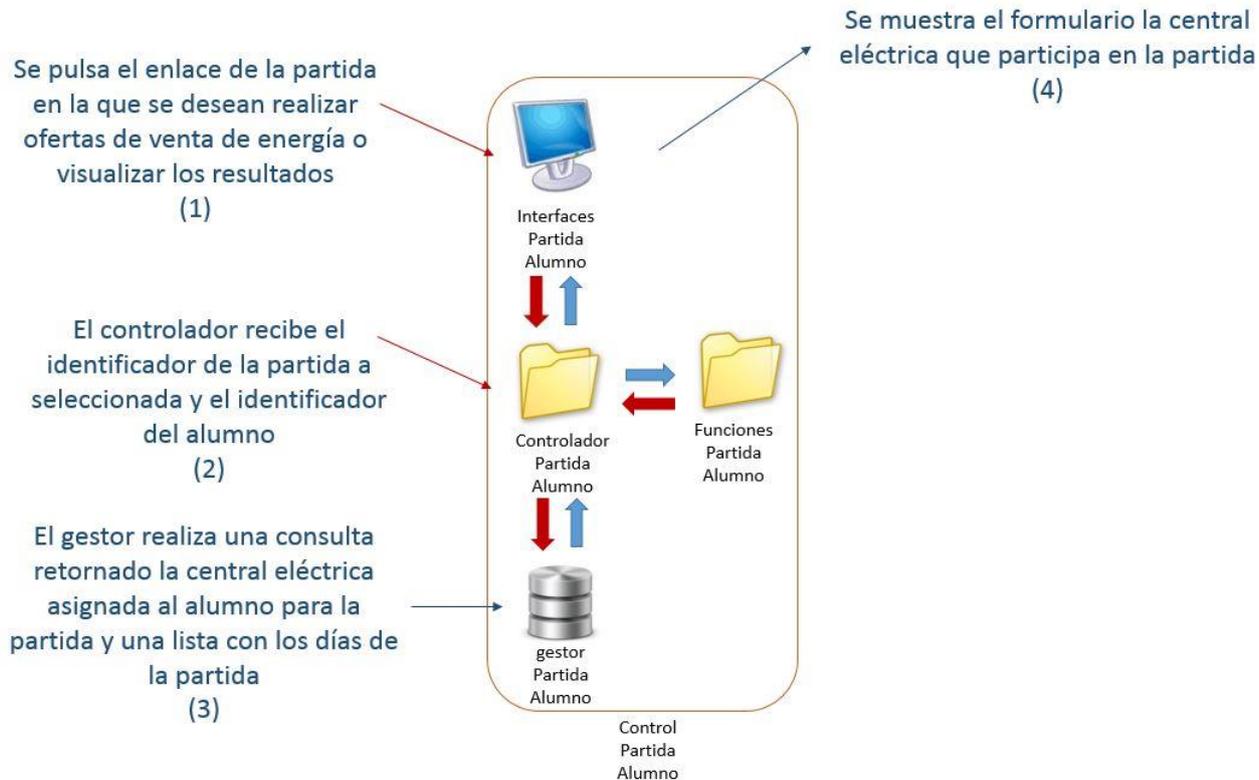


Figura 107. Esquema del proceso de acceso al formulario de gestión de la central eléctrica en la partida seleccionada. Fuente propia.

La interfaz que se genera es la siguiente Figura 108, donde se puede observar que la partida tiene varios días de juego y por lo tanto con la central asignada se pueden realizar ofertas de venta de energía para dichos días.

Partida 8							
Central 2							
Ofertas para el día	Cierre del mercado	Estado de la oferta	Generar oferta	Ranking Energía Vendida	Ranking Ingresos obtenidos	Ranking Margen de negocio	
03-10-2016	17:00	✓					
04-10-2016	17:00	✓					
05-10-2016	17:00	✗					
06-10-2016	17:00	✗					

Figura 108. Formulario con la central eléctrica asignada para la partida seleccionada y las opciones de generación. Fuente propia.

Se ha simulado una partida donde ya han pasado dos días desde el inicio y todavía faltan dos más. Para los días anteriores al actual como se puede observar ya no se puede generar ninguna oferta de venta porque el mercado ya ha cerrado, sin embargo, se pueden consultar los resultados de las ofertas generadas dichos días.

Para los días siguientes al actual sí que se pueden realizar ofertas de venta de energía y como se observa todavía no se ha realizado ninguna.

En cuanto se genere una oferta el estado de la oferta pasará a tener un "check", eso no quiere decir que la oferta que de cerrada, ya que mientras el mercado esté abierto se puede modificar la oferta tantas veces como se necesite.

Si se pulsa el botón de generar oferta la interfaz "interfaces partida alumno" envía el identificador de la central eléctrica, el de la fecha seleccionada y el del alumno al controlador "controlador partida alumno" para que este llame al gestor "gestor partida alumno" que se encarga de recuperar una lista con la oferta de venta de energía de la central eléctrica para el día seleccionado a través de una consulta a la tabla "DadesCorvaGeneracio" (Figura 25) de la base de datos en el caso de que exista alguna oferta realizada para este día con la central asignada, sino la lista generada está vacía.

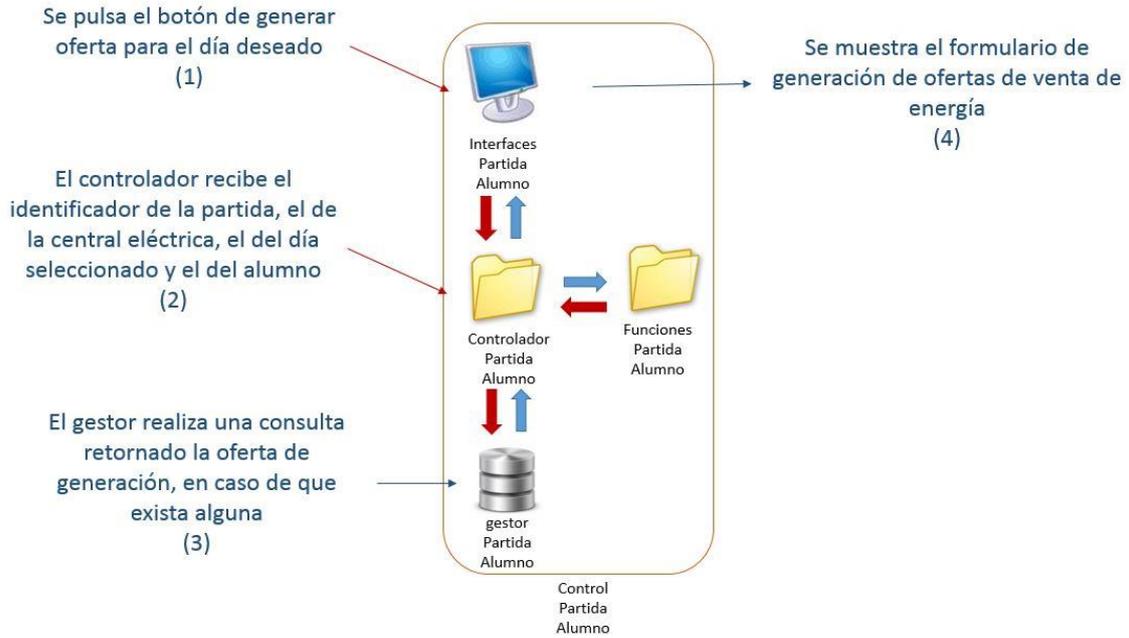


Figura 109. Esquema del proceso de acceso al formulario de generación de ofertas de venta de energía. Fuente propia.

Se genera un formulario similar que el de generación de ofertas de compra (Figura 60), en este caso para la central asignada.

También se generan las 24 horas, en las cuales se pueden realizar ofertas para cada hora con un máximo de 5 bloques tal y como se muestra en la Figura 110.

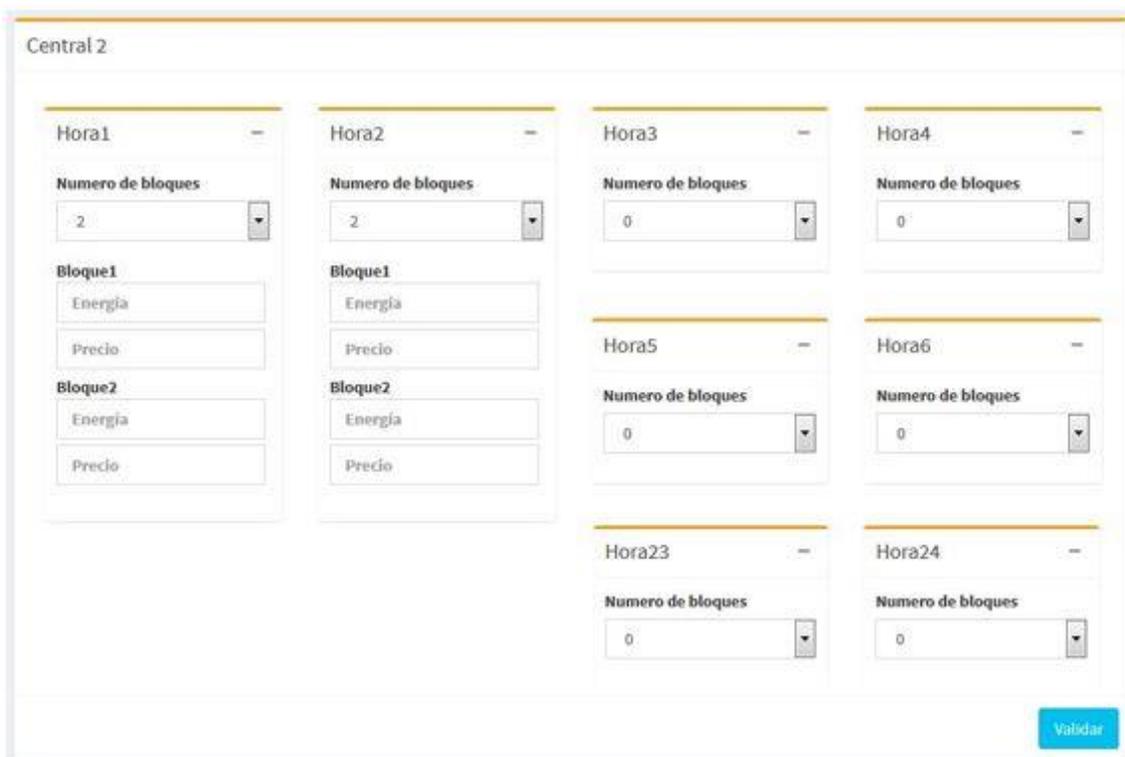


Figura 110. Formulario de generación de ofertas de venta de energía. Fuente propia.

En la imagen de la Figura 104 se muestra un formulario reducido al real, ya que el real contiene las 24h.

Se muestran la hora 1 y 2 con dos bloques desplegados a modo de ejemplo. Ahora el usuario alumno tiene que realizar la oferta de venta de energía con la central eléctrica asignada que crea conveniente para las horas que desee.

Una vez completada la oferta, es decir, se han llenado los campos del formulario convenientes por el usuario alumno y se pulsa validar, se ejecuta un proceso de validación tal y como se muestra en la figura 111.

La interfaz "interfaces partida alumno" envía al formulario los datos de la oferta de venta de energía al controlador "controlador partida alumno" y este a través de una función perteneciente a "funciones partida alumno" realiza las siguientes verificaciones.

Todos los campos del formulario, energía y precio han de ser de tipo numérico, como se comentó en el apartado 2.2.1.- Presentación de ofertas. Las ofertas realizadas han de ser crecientes entre los bloques de cada hora,

es decir, el precio del bloques 2 para la hora 1 ha de ser mayor que el precio 1 del bloque 1.

El precio mínimo en la que se puede realizar una oferta es 0.

Por ultimo también se comprueba que la oferta realizada no supera la potencia máxima que puede generar la central eléctrica en un día.

En el caso de que alguno de los parámetros de validación no se cumple se muestra un mensaje en la interfaz con el tipo de error ocurrido.

Si la validación es correcta, el controlador envía los datos de la oferta al gestor "gestor partida alumno" para que realice una inserción en la tabla "DadesCorvaGeneracio" (Figura 25) de la base de datos guardando la oferta de venta de energía.

Cuando se ha guardado la oferta, se vuelve a actualizar la interfaz (Figura 110) con los datos de la oferta realizada correctamente.

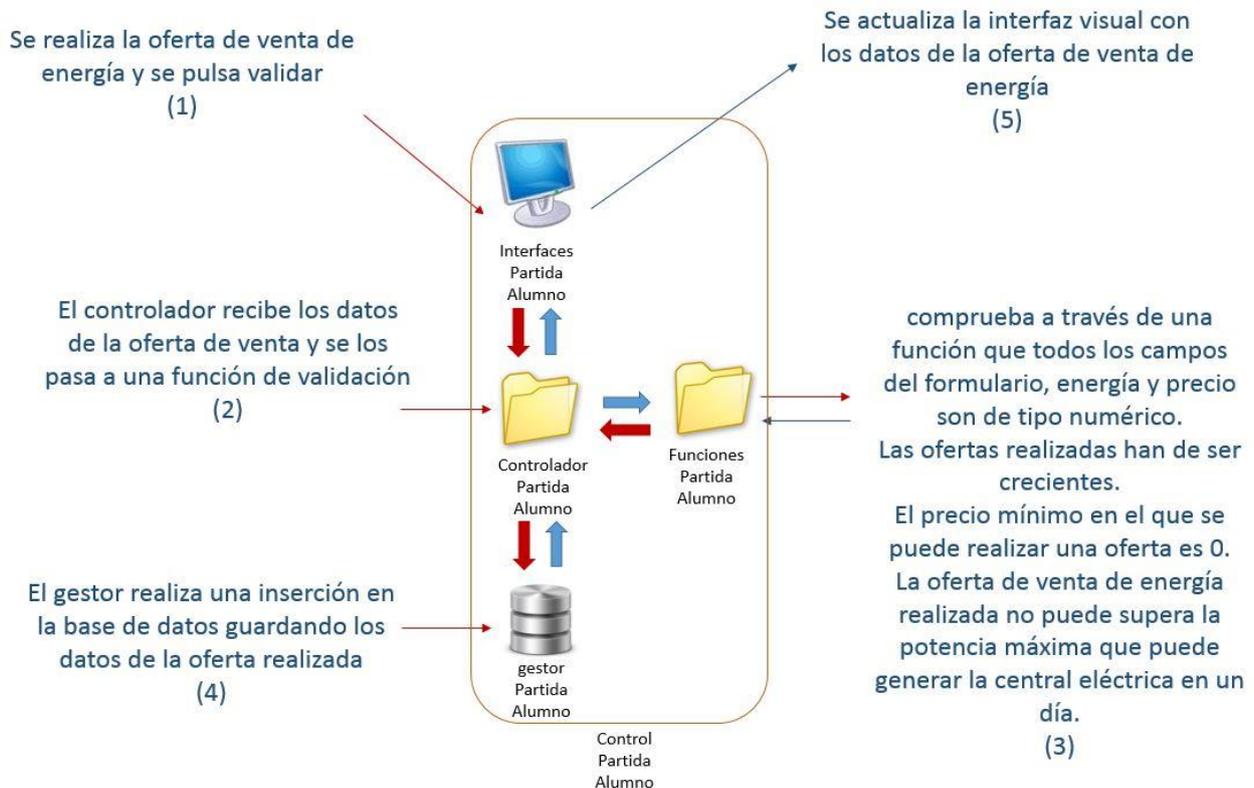


Figura 111. Esquema del proceso de generación y validación de una oferta de venta de energía. Fuente propia.

Finalmente retornando al formulario con la central eléctrica asignada y los días de la partida para realizar ofertas (Figura 108), las otras opciones a realizar son visualizar los resultados de la energía casada para los días ofertados, los beneficios obtenidos y el margen de negocio.

Y por último exportar todos estos resultados a un formulario Excel.

El proceso y resultados visuales es idéntico al realizado por el usuario profesor al consultar los resultados generados por cada usuario alumno asignado a

una partida (Figura 97), incluso en este caso las consultas a la base de datos son idénticas ya que los resultados a visualizar son los mismos, es decir, si un usuario profesor accede a ver los resultados que ha obtenido un alumno en una partida, es lo mismo que si este alumno entra a ver sus propios resultados por esta cuestión se han reutilizado todas las funciones y procesos optimizado la programación de la aplicación.

Llegado a este punto del proyecto se han comentado todas las acciones a realizar y funcionalidades de las que dispone este simulador del mercado eléctrico.

3.3.2.14.- Entorno de funcionamiento

En este punto se realiza una breve explicación de cómo se han realizado algunas de las simulaciones mostradas en este proyecto.

El proyecto como se comentó anteriormente está dividido en dos partes, la base de datos y el código que implementa el simulador.

Estas dos partes se han instalado en un servidor apache con el sistema operativo debían 8 y una base de datos MySQL facilitado por la Universitat Politècnica de Catalunya.

Una vez instalado y en funcionamiento se puede acceder a dicho simulador y ejecutar las funcionalidades comentadas anteriormente.

CAPITULO 4: CONCLUSIONES

En este proyecto por un lado se ha descrito la evolución y funcionamiento del sistema eléctrico español, que pasó de ser un mercado regulado básicamente por empresas públicas a un mercado liberalizado.

Se ha explicado el funcionamiento de los diferentes sistemas y modelos que componen el mercado eléctrico español y una vez detallado cada uno de los mercados se ha realizado un modelo

Por último, se ha llevado a cabo el diseño y desarrollo de una aplicación web que permite adquirir los conocimientos del funcionamiento del mercado eléctrico diario español, con la idea de que los usuarios participantes realicen las operaciones destinadas a un agente de mercado.

Con lo que se concluye que los objetivos del proyecto se han consumado de manera correcta y satisfactoria.

4.1 Trabajo futuro

Como trabajos futuros se propone implementar el proyecto para que el usuario pueda realizar ofertas como comercializador.

Otra implementación es aplicar otros tipos de mercados, como puede ser el mercado intradiario.

CAPITULO 5: PRESUPUESTO

En este capítulo se realiza un cálculo económico del proyecto, es decir, se desarrollaran los costes de realización del proyecto.

Ya que se trata del desarrollo de una web, los costes económicos estarán divididos en dos grupos: costes de desarrollo del software y costes del hardware.

5.1 Costes de desarrollo del software

El coste en programar la aplicación web se desglosa en las horas invertidas en el desarrollo del proyecto.

En las tablas siguientes se muestra un presupuesto para la fecha 10/10/2016. Con un periodo de validez hasta el 30/12/2016.

Proceso	Precio/hora	Horas empleadas	Coste
Programación	40 €/h	300 h	12.000 €
Diseño	35 €/h	100 h	3.500 €
Documentación	25 €/h	80 h	2.000 €
Análisis de calidad	35 €/h	40 h	1.400 €
Análisis de base de datos	40 €/h	20 h	800 €
Investigación	30 €/h	200 h	6.000 €
TOTAL		740 h	25.700 €
TOTAL (21% IVA)		740 h	31.097€

Tabla 1. Coste del desarrollo del software. Fuente propia.

5.2 Costes del hardware

Para poder utilizar la herramienta desarrollada se necesita de un servidor web.

En este caso se ha presupuestado un servidor DELL con un procesador Intel Xeon E3-1200 v3 con 16GB de memoria RAM y un disco duro de 1TB SATA.

Hardware	Precio unidad	Unidades	Coste
Servidor DELL	525 €	1	525 €
TOTAL			525 €
TOTAL (21% IVA)			635,25 €

Tabla 2. Coste del Hardware. Fuente propia.

5.3 Costes Totales

En la siguiente tabla se muestra el coste total del proyecto, donde el coste de desarrollo del software es el más representativo.

Descripción	Coste
Desarrollo del software	31.097 €
Hardware	635,25
TOTAL (21% IVA)	31.732,25 €

Figura 3. Costes totales del proyecto. Fuente propia.

Firmado: Jordi Desembre Campillo.

CAPITULO 6: BIBLIOGRAFIA

La bibliografía se divide en dos partes. Primero se encuentran las referencias bibliográficas correspondientes a partes extraídas de textos.

Por otro lado se encuentra la bibliografía de consulta correspondiente a obras no citadas explícitamente en el texto.

6.1 Referencias bibliográficas

[1] B.O.E., Reglas de funcionamiento del mercado de producción de energía eléctrica, 20 de abril de 2001. http://www.omel.es/files/reglas_mercado_0.pdf. Consultado en Marzo de 2016.

[2] Formación de precios en el mercado diario de electricidad. Versión 1 V1 29/04/08. http://www.energiaysociedad.es/documentos/C2_Formacion_de_precios_en_el_mercado_al_contado.pdf. Consultado en abril de 2016.

[3] Ingeniería energética. Programación de la generación de energía eléctrica. <http://electronica.uc3m.es/~jorgemar/documentos/Ing-energetica/Casacion.pdf>. Consultado en Julio de 2016.

[4] Las reglas del mercado eléctrico. viernes, 23 de julio de 2010. http://renovablesinlimites.blogspot.com.es/2010_07_01_archive.html Consultado en Agosto de 2016.

[5] OMIE (Operador del Mercado Ibérico de Energía, Polo Español, S. A.) <http://www.omie.es>. Consultado en Agosto de 2016.

[6] Anales de mecánica y electricidad http://www.revista-anales.es/web/n_17/seccion_6.html. Consultado en Agosto de 2016.

6.2 Bibliografía de consulta

[7] Contreras, J.; Conejo, A.J.; de la Torre, S.; Muñoz, M.G., Power engineering lab: electricity market simulator, 2002 IEEE, vol.17, no.2, May. <http://webpersonal.uma.es/~STORRE/Power+Engineering+Lab.pdf> Consultado en mayo de 2016.

[8] C.N.M.C (Comisión nacional de los mercados y la competencia). Información básica de los sectores de la energía 2014. http://www.cnmc.es/Portals/0/Ficheros/Energia/Publicaciones_Anuales/Informacion_basica_de_los_sectores_de_la_energia_2014.pdf. Consultado en abril de 2016.

[9] Gallego, Cristóbal J. Victoria, Marta. Observatorio Crítico de la Energía (OCE). 2ª edición: 28 de Octubre de 2012. http://observatoriocriticodelaenergia.org/files_download/Entiende_el_mercado_electrico.pdf. Consultado en Marzo de 2016.

[10] José L. Bernal-Agustín, Javier Contreras, Raúl Martín-Flores, Antonio J. Conejo. Electric Power Systems Research. Volume 77, Issue 1, January 2007, Pages 46–54. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378779606000228>. Consultado en mayo de 2016.

[11] Martín Flores, Raúl. Simulador del mercado diario de energia electrica. http://www.feis.unesp.br/Home/departamentos/engenhariaeletrica/lapsee/curso_2007_javier_4.pdf. Consultado en abril de 2016.

[12] MVC Artículo sobre el funcionamiento del Modelo-Vista-Controlador. <http://programmers.stackexchange.com/questions/127624/what-is-mvc-really>. Consultado en Junio de 2016.

[13] R.E.E (Red Electrica España) Educa REE juego Controla. <http://www.ree.es/es/educaree/juego-controla>. Consultado en abril de 2016.

[14] Vaquero Palacios, Eduardo. Regulación del mercado eléctrico en España y Energías Renovables. 14 Noviembre de 2014. <http://www.eoi.es/blogs/merme/regulacion-del-mercado-electrico-en-espana-y-energias-renovables/>. Consultado en Agosto de 2016.

[15] Vázquez, Carlos. Rivier, Michel. Pérez-Arriaga, Ignacio J. Revisión de modelos de casación de ofertas para mercados eléctricos. http://energia.cnmec.es/cne/doc/publicaciones/DT004_99.pdf. Consultado en Julio de 2016.