



PONTIFICIA **UNIVERSIDAD CATÓLICA** DEL PERÚ

Esta obra ha sido publicada bajo la licencia Creative Commons  
Reconocimiento-No comercial-Compartir bajo la misma licencia 2.5 Perú.

Para ver una copia de dicha licencia, visite  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



# PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

## FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



### Sistema de Información para una Bolsa de Energía en el Sector Eléctrico y Financiero Peruano

Tesis para optar el título de Ingeniero Informático

Presentada por:  
**Gerardo Bazalar Valverde**

LIMA – PERÚ

2006

## RESUMEN

Los Sistemas de Información son una necesidad cada vez mayor en todos los ámbitos de la economía nacional, son parte de las estrategias de automatización de los procesos en la búsqueda de mayor productividad además de ser usados por muchas organizaciones como el camino para el desarrollo de nuevas estrategias de negocios.

Dentro de estas estrategias encontramos a las que desarrollan a la **Bolsa de Energía**, una institución similar a las bolsas de valores pero cuyo elemento de negociación es la energía y derivados financieros que la tienen como activo subyacente. Esta institución, ya desarrollada en países del primer mundo, es una oportunidad para países en vías de desarrollo pues promueve un mercado en el que la energía pueda ser comprada y vendida de una forma dinámica, transparente y con mayor cobertura y a partir de ello buscar mejores precios para los consumidores y generadores así como generar mejoras económicas al país pues atrae a la inversión extranjera que busca en la especulación de los derivados financieros una oportunidad rentable de negocio.

La presente tesis presenta un primer esfuerzo para el desarrollo de un Sistema de Información que satisfaga esta necesidad de negocio y aprovecha las tecnologías actuales como Internet para el buen desenvolvimiento del mismo dado que hablar de una Bolsa de Energía implica hablar de usuarios dispersos en los distintos puntos del globo.

Se presenta como base para el análisis el “modelo de negocio” que otros países han seguido pero adaptado a la realidad nacional y a partir de éste se identifican los principales procesos que se seguirán, los actores involucrados y las necesidades y expectativas de éstos.

Sobre la base de los procesos se desarrollan los casos de uso siguiendo la metodología del proceso unificado (UP) así como la identificación de los requerimientos no funcionales para finalmente presentar la arquitectura y diseño de la aplicación usando a los diagramas de secuencia como la herramienta más indicada.

Se espera, finalmente, que la lectura del documento resulte no solo ilustrativa sino que sea usada como base para el desarrollo real del sistema propuesto.





A mi madre, por su apoyo, comprensión y por los valores que llevo conmigo.

A mi esposa, por su comprensión en las largas horas de trabajo.

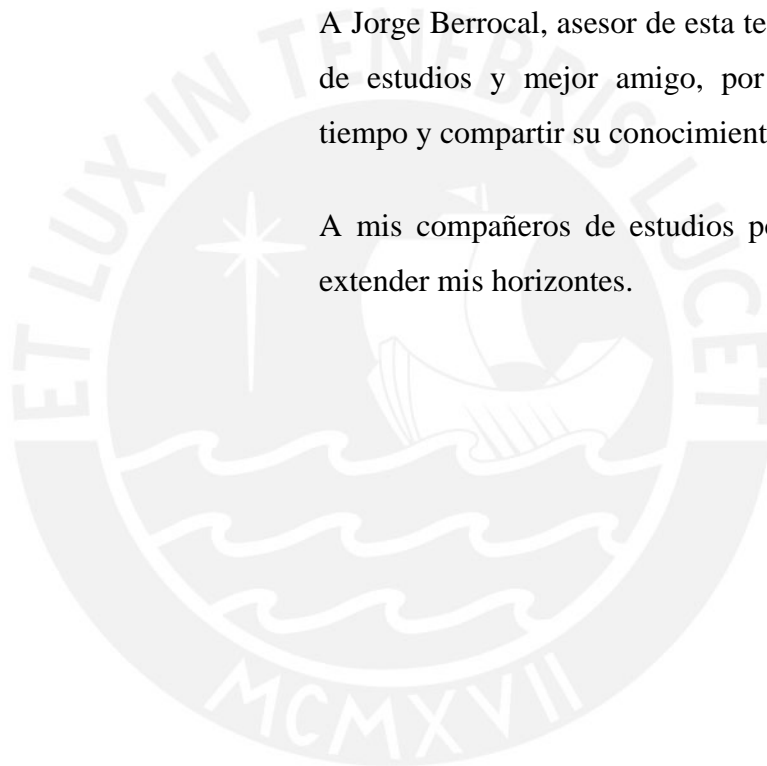
A mi futuro, que está por venir.



Agradecimientos:

A Jorge Berrocal, asesor de esta tesis, compañero de estudios y mejor amigo, por brindarme su tiempo y compartir su conocimiento conmigo.

A mis compañeros de estudios por ayudarme a extender mis horizontes.



## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	VII
LISTA DE TABLAS.....	X
LISTA DE FIGURAS.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>1 CAPÍTULO I. GENERALES.....</b>	<b>3</b>
1.1. Objetivo .....	3
1.2. Alcance.....	3
1.3. Limitaciones .....	4
<b>2 CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1. El sector eléctrico peruano .....</b>	<b>5</b>
2.1.1. Antecedentes.....	5
2.1.2. Regulación actual .....	6
2.1.3. Esquema de la interrelación entre agentes del sector eléctrico .....	8
2.1.4. Acerca de costos y precios .....	11
<b>2.2. El sector financiero peruano.....</b>	<b>12</b>
2.2.1. Antecedentes.....	12
2.2.2. Mercado de valores en el Perú.....	13
2.2.3. Mercado de Futuros .....	14
<b>2.3. Análisis del mercado de valores: Futuros de energía.....</b>	<b>14</b>
<b>3 CAPITULO III. MODELAMIENTO DEL NEGOCIO .....</b>	<b>16</b>
<b>3.1. Introducción.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2. Metodología.....</b>	<b>16</b>
<b>3.3. Antecedentes .....</b>	<b>17</b>
<b>3.4. Ámbito del Sistema.....</b>	<b>17</b>
3.4.1. Necesidades del Mercado .....	18
3.4.2. Identificación de los usuarios “candidato” .....	18
3.4.3. Necesidades de los usuarios .....	19
3.4.4. Procesos de Negocio.....	21

<b>4 CAPITULO IV. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS .....</b>	<b>39</b>
<b>4.1. Metodología.....</b>	<b>39</b>
<b>4.2. Requerimientos Funcionales: Casos de Uso.....</b>	<b>39</b>
4.2.1. Actores.....	40
4.2.2. Identificación de los Casos de Uso (CU) .....	44
4.2.3. Casos de uso basados en los “Procesos de Negocio” .....	45
4.2.4. Casos de uso complementarios.....	46
4.2.5. Casos de Uso y los Procesos de Negocio .....	47
4.2.6. CU1: Consultar información del Mercado y del Sistema [BE 1.1].....	49
4.2.7. CU2: Contratar Servicios Especializados de Información [BE 1.1] .....	49
4.2.8. CU3: Contratar Servicios de Alerta [BE 1.1].....	50
4.2.9. CU4: Mostrar inf. de la capacidad del Sistema de Generación [BE 1.1] .....	51
4.2.10. CU5: Mostrar información de los Detalles del Despacho [BE 1.1] .....	52
4.2.11. CU6: Mostrar información del precio pool [BE 1.1] .....	52
4.2.12. CU7: Realizar requerimientos de C/V de Energía al Spot [BE 2.1] ....	53
4.2.13. CU8: Realizar req. de C/V de Energía para la hora anterior [BE 2.1] ..	55
4.2.14. CU9: Procesar req. de compra de Energía: Futuros [BE 2.1] .....	57
4.2.15. CU10: Procesar requerimientos de C/V de Energía al Spot [BE 3.2] ...	60
4.2.16. CU11: Aceptar req. de C/V de Energía para la Hora Anterior [BE 2.1] ..	62
4.2.17. CU12: Mostrar información de Rechazos en el despacho [BE 4.1].....	63
4.2.18. CU13: Registro del Agente [BE 5.1].....	64
4.2.19. CU14: Actualización de Datos del Agente [BE 5.1].....	65
4.2.20. CU15: Consulta de información crediticia de los Agentes [BE 5.2].....	65
4.2.21. CU16: Consultas y reclamos sobre el estado de las cuentas [BE 6.1] ..	66
4.2.22. CU17: Ingreso de pago de los Agentes [BE 6.3].....	66
4.2.23. CU18: Consulta de la cuenta del Agente [BE 6.4].....	67
4.2.24. CU19: Consultas en el Generador de Reportes [BE 6.6] .....	67
4.2.25. CU20: Ingresar inf. de la capac. del Sistema de Generación [BE 1.3] ..	67
4.2.26. CU21: Ingresar información de detalles del despacho [BE 4.2] .....	68
4.2.27. CU22: Ingreso de inf. de restricciones en el despacho [BE 4.3].....	68
4.2.28. CU23: Informar uso de energía de los Agentes [BE 6.4].....	68
<b>4.3. Diagramas de Casos de Uso .....</b>	<b>69</b>
<b>4.4. Requerimientos no Funcionales .....</b>	<b>71</b>
4.4.1. Requerimientos de Facilidad de Uso .....	71
4.4.2. Requerimientos de Confiabilidad .....	73
4.4.3. Requerimientos de Performance.....	73
4.4.4. Requerimientos de Soporte.....	74
<b>4.5. Diagrama de Clases de Análisis.....</b>	<b>74</b>
<b>5 CAPITULO V. ARQUITECTURA Y DISEÑO .....</b>	<b>76</b>
<b>5.1. Arquitectura de la aplicación .....</b>	<b>76</b>
<b>5.2. Diagramas de Secuencia.....</b>	<b>77</b>
5.2.1. Contratación de Servicios normales o alertas (CU2 y CU3).....	78
5.2.2. Creación de Ofertas de Compra al Spot (CU7).....	78

5.2.3. Creación de Ofertas de Venta al Spot (CU7) .....	79
5.2.4. Procesamiento de las ofertas al Spot (CU10) .....	80
5.2.5. Creación de Ofertas de Compra para la hora anterior (CU8) .....	81
5.2.6. Creación de Ofertas de Venta para la hora anterior (CU8) .....	82
5.2.7. Aceptación de ofertas para la hora anterior (CU11) .....	83
5.2.8. Compra de Futuros (CU9) .....	84
<b>5.3. Prototipo del Sistema .....</b>	<b>86</b>
5.3.1. Menú de “Servicios de Información” .....	86
5.3.2. Menú “Transacción” .....	89
5.3.3. Menú “Agente” .....	93
5.3.4. Menú “Cuenta de Agente” .....	95
<b>6 CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>96</b>
6.1. Conclusiones.....	96
6.2. Recomendaciones.....	97
<b>7 GLOSARIO.....</b>	<b>99</b>
<b>8 BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>102</b>

**LISTA DE TABLAS**

Tabla 2.1. Perú: Regulación de precios por tipo de mercado.....	10
Tabla 2.2. Perú: Regulación de precios entre agentes .....	11
Tabla 4.1 Procesos de Negocio y sus Casos de Uso.....	48
Tabla 4.2. Forma de Registro del Agente.....	65



## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Perú: Precio medio y costo medio operativo de la electricidad .....	6
Figura 2.2. Perú: Demanda de energía eléctrica (1985 – 2002) .....	7
Figura 2.3. Perú: Monto de ventas de energía eléctrica (1985 – 2002).....	8
Figura 2.4. Sector eléctrico peruano: Esquema de operación y funcionamiento .....	9
Figura 3.1. Diagrama Cero del Sistema de Bolsa de Energía .....	23
Figura 3.2. Módulo de Información del Mercado y del Sistema [BE 1] .....	25
Figura 3.3. Módulo de Administración de las Operaciones [BE 2] .....	27
Figura 3.4. Módulo de Fijación del Precio Pool [BE 3].....	29
Figura 3.5. Módulo de Información de Despacho [BE 4] .....	31
Figura 3.6. Módulo de Administración de Información del Usuario[BE 5].....	34
Figura 3.7. Módulo de Administración de las Cuentas [BE 6] .....	36
Figura 3.8. Módulo de Reglas de Mercado [BE 7].....	38
Figura 4.1. Suscripción de Servicios de Información.....	50
Figura 4.2. Suscripción de Servicios de Alerta .....	51
Figura 4.3. Capacidad del Sistema de Generación .....	52
Figura 4.4 Precio Pool para los últimos siete días de negociación.....	53
Figura 4.5. Formato de Contrato para la compra o venta de energía al Spot .....	55
Figura 4.6. Formato de Contrato para operaciones del día.....	57
Figura 4.7. Propuesta para contrato de Futuro mensual .....	58
Figura 4.8 Gráfica de oferta y demanda de energía para el mercado Spot.....	62
Figura 4.9. Formato de Rechazos en el Despacho.....	63
Figura 4.10 Diagrama de Caso de Uso: Comprador o Vendedor.....	70
Figura 4.11 Diagrama de Caso de Uso: Generador .....	69
Figura 4.12 Diagrama de Caso de Uso: Transmisor.....	69
Figura 4.13 Diagrama de Caso de Uso: Actores varios.....	69
Figura 4.14 Diagrama de Caso de Uso: Tiempo .....	71
Figura 4.15. Domain Model para la Bolsa de Energía .....	75
Figura 5.1. Diagrama de Arquitectura del Sistema .....	76
Figura 5.2. Contratación de Servicios (normales o alertas).....	78
Figura 5.3. Creación de Ofertas de Compra al Spot.....	79
Figura 5.4. Creación de Ofertas de Venta al Spot .....	80
Figura 5.5. Procesamiento de las ofertas al Spot.....	81
Figura 5.6. Creación de Ofertas de Compra para la hora anterior.....	82
Figura 5.7. Creación de Ofertas de Venta para la hora anterior .....	83
Figura 5.8. Aceptación de ofertas para la hora anterior.....	84
Figura 5.9.Compra de Futuros.....	85
Figura 5.10. Suscripción a Servicios de Información.....	87
Figura 5.11. Suscripción a Alertas.....	87
Figura 5.12. Capacidad del Sistema de Generación (en MWh) .....	88
Figura 5.13. Detalles del Despacho (en MWh para un día) .....	88
Figura 5.14. Precio Pool (en USD por MWh) .....	89
Figura 5.15. Plantilla para la preparación de Contratos .....	90
Figura 5.16. Preparación de Ofertas al Spot.....	91
Figura 5.17. Preparación de Ofertas para la Hora anterior.....	91
Figura 5.18. Aceptación de Ofertas a la hora anterior.....	92
Figura 5.19. Ofertas de Futuros .....	92
Figura 5.20. Registro de Agente.....	93
Figura 5.21. Registro de Usuario.....	94
Figura 5.22. Contratos Aceptados .....	94

Figura 5.23. Balance de Energía.....	95
Figura 5.24. Detalle de la Cuenta del Agente.....	95



## INTRODUCCIÓN

La Ley de Concesiones Eléctricas (LCE), promulgada en 1992, constituyó el primer paso para el proceso de liberalización del sector eléctrico en el Perú. La liberalización e introducción de competencia en el sector originó la aparición de un elemento ausente hasta entonces: el riesgo de precios. No es por ello extraño considerar a los contratos de Futuros y de Opciones como una herramienta para la gestión del riesgo mencionado en donde el activo subyacente es el MegaWatt Hora (MWh).

Desde la liberalización de los mercados de electricidad en la mayoría de países, es creciente el interés por la valoración, medición y gestión de los riesgos derivados de la actividad en dichos mercados. Los mercados liberalizados dan lugar a la negociación de instrumentos derivados para la gestión del riesgo de precio. Dicha negociación surge de forma espontánea entre los agentes del mercado de manera bilateral y no organizada. A este tipo de mercados, surgidos de la manera descrita, se les denomina mercados "Over the Counter" (OTC), los cuales representan la antesala natural de los mercados organizados, como es el caso específico de los mercados de Futuros.

Los mercados organizados se diferencian de los OTC principalmente por el medio de negociación empleado, el cual puede ser físico como en la Bolsa de Valores de Lima (BVL), o electrónico a través de un sistema informático que permita interconectar a los distintos agentes de mercado. Cabe recalcar que en los países en donde la negociación

organizada de energía se encuentra más desarrollada no se ha empleado un mercado genérico como la BVL sino un mercado especializado al cual se le conoce como “Bolsa de Energía” (BE).

El concepto de BE aparece como una solución intermedia entre las dos escuelas de mercados mayoristas de electricidad, la organización tipo pool, en donde ni los compradores ni los vendedores se conocen, como la organización basada en contratos bilaterales, con comprador y vendedor específicos. Rescatando aspectos de ambos modelos las BE han surgido como una alternativa que pretende llenar el espacio y a la vez aprovechar lo mejor de cada forma institucional, aplicando una adaptación del modelo bursátil al mercado eléctrico.

Las BE tienen como función principal el desarrollo de mercados que permitan en forma eficiente realizar subastas competitivas de energía, abiertas para todos los agentes, de manera de satisfacer la demanda de los clientes a precio de mercado. Las BE asumen la función de contraparte en cada compra y venta, por lo que suelen administrar sistemas de liquidación de las obligaciones, estableciendo garantías y procesos de conciliación para dirimir diferencias entre los operadores.

El presente documento contiene el Análisis y Diseño para la construcción de un Sistema de Información para una Bolsa de Energía dada la importancia de ésta en el desarrollo del mercado financiero peruano tal como se desprende de los párrafos anteriores.

## CAPÍTULO I. GENERALES

### 1.1. Objetivo

El objetivo de la presente tesis es la presentación del Análisis y Diseño de un Sistema de Información para una Bolsa de Energía dada la importancia de ésta en el desarrollo de un mercado de *commodities* (activos subyacentes) pues asegura a los participantes un manejo claro y automático de la liquidación de sus posiciones.

Cabe recalcar que el aporte de la tesis está sustentado en el beneficio que significará para la economía peruana el desarrollo de un mercado como el mencionado pues generará la confianza necesaria para incentivar al sector financiero a crear mecanismos de negociación adicionales como lo son los Futuros de electricidad.

### 1.2. Alcance

A nivel de Sistema de Información el alcance de la tesis incluye el análisis y diseño de la siguiente funcionalidad:

- Permitir la compra y venta de energía de acuerdo a los requerimientos de los agentes
- Establecer el precio de la energía sobre la base de la oferta y la demanda para cada periodo de negociación
- Proveer a los agentes del mercado con toda la información necesaria (y de orden público) para la toma de la decisión
- Implementar diversos medios de negociación: al spot, a la hora siguiente y Futuros
- Manejar el “riesgo de contraparte” que significa que, sin desmedro de los agentes, quien compra o venda no se vea afectado por la falta de cumplimiento de su contraparte del contrato pactado
- Implementar un proceso de “compensación” que simplifique el proceso de liquidación entre las partes
- Permitir intercambiar información con las entidades externas, tanto con los operadores de los sistemas de generación y transmisión como con los reguladores.

Todo lo anterior a través de los siguientes módulos del Sistema:

#### Módulo de Servicios de Información

Capacidad del Sistema

Detalles del Despacho

Precio pool  
Costo Marginal  
Rechazos del Despacho  
Suscripción a Servicios Especializados  
Suscripción a Servicios de Alerta

#### **Módulo Transaccional (Compra/Venta de)**

Contratos al Spot  
Contratos para la hora anterior  
Contratos de Futuros

#### **Módulo del Agente**

Crear nuevo Agente  
Actualizar Perfil  
Información Crediticia  
Estado de Cuenta del Agente  
Amortizaciones a la Cuenta  
Reclamo sobre el Estado de la Cuenta

#### **Módulo para Generadores y Transmisores**

Carga de información de capacidad del sistema  
Carga de información de energía despachada  
Carga de restricciones para el despacho  
Registro de uso de energía

#### **Módulo para la Generación de Reportes**

### **1.3. Limitaciones**

A nivel del Sistema de Información se pueden indicar que no es objetivo de la presente tesis ser exhaustivos en el desarrollo de una aplicación puesto que se considera que la labor que realmente da valor agregado a un sistema comprende las etapas que van desde su concepción hasta su análisis y diseño de alto nivel.

## CAPÍTULO II. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

En este capítulo se describirá la problemática tanto del sector eléctrico como del sector financiero dada la importancia de ambos en el desarrollo del mercado que presenta esta tesis. Se presentarán, de manera general, los diferentes aspectos que han llevado a lo que es hoy nuestro sector eléctrico y la oportunidad que representa el desarrollo de un mercado de Futuros de energía dada la coyuntura por la que pasa nuestro sector financiero.

### 2.1. El sector eléctrico peruano

#### 2.1.1. Antecedentes

El Estado, hasta antes de la década de los noventa, cumplía un rol protagónico y proteccionista en diversas actividades económicas, manteniendo un monopolio estatal en diversos sectores económicos siendo uno de ellos el sector eléctrico (CTE-Situación tarifaria, 1998), el cual estaba caracterizado principalmente por:

- La determinación de tarifas sobre la base de costos contables, considerando que los ingresos de las mismas cubrieran sus gastos operativos y provisiones
- La compra y venta de energía eléctrica entre las empresas que conformaban el servicio público de electricidad no se efectuaba mediante un mecanismo de precio, sino a través de un sistema de compensación económica denominado 'Fondo de Compensación de Generación'
- La clasificación de las tarifas según su uso final: industrial, comercial, residencial, alumbrado público, uso general o agropecuario.

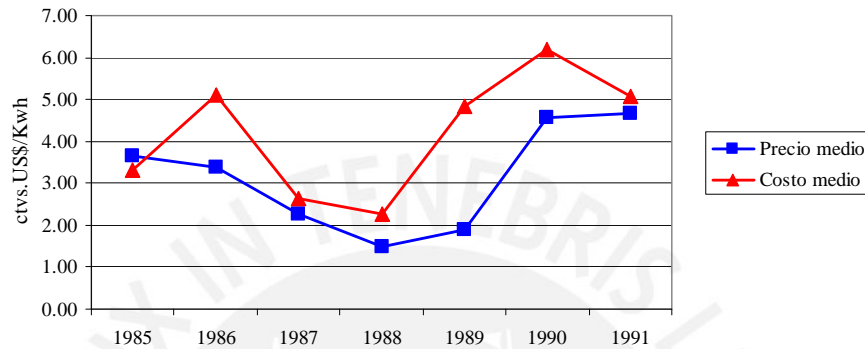
Sin embargo la situación anterior no era sostenible, la crisis económica del país de los años ochenta, el alto costo de financiamiento para proyectos de infraestructura en el sector, los controles de precios (fijación de tarifas), los altos niveles de inflación entre otros aspectos, tuvieron un efecto desfavorable en el sector lo cual se puso en evidencia en los siguientes hechos:

Las pérdidas operativas representaron en 1989 más del 150% de sus ingresos, llegando al monto de USD \$ 226 millones

El precio medio de la electricidad estaba por debajo del costo promedio registrado. La relación precio-costo llegó a ser de 39% en 1989 como se muestra en la Figura 2.1.

Al mismo tiempo se empezaron a observar los resultados positivos de la reestructuración del sector eléctrico en otros países como Chile e Inglaterra lo cual sirvió de base para el proceso de regulación local que se analizará en la siguiente sección.

**Figura 2.1. Perú: Precio medio y costo medio operativo de la electricidad**  
(ctvs. US\$/KWh) (1985-1991)



Fuente: CTE, 1998

Elaboración: El autor de esta tesis

### 2.1.2. Regulación actual

El sector eléctrico peruano está regulado en el marco de la Ley de Concesiones Eléctricas (LCE), por su reglamento, sus modificatorias, así como por otras disposiciones legales relacionadas con el sector electricidad.

La regulación actual del sector tiene como principales objetivos: fijar las reglas para los negocios de generación, transmisión y distribución de la electricidad, definir la estructura del sector y señalar las responsabilidades de las empresas concesionarias.

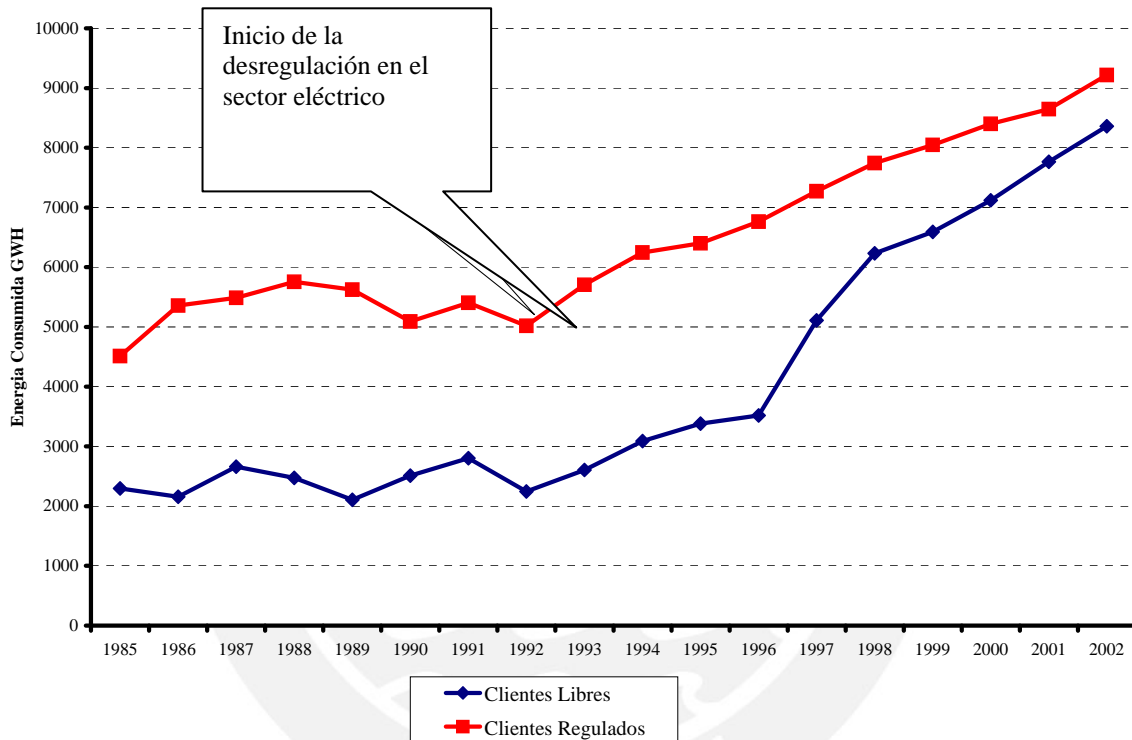
La normatividad buscó en forma inicial, modificar el rol del Estado de operador e inversionista a realizar actividades normativas, concedentes, reguladoras y de fiscalización.

Los resultados de la regulación actual fueron favorables, considerando que a esa fecha no existían muchas experiencias sobre el tema, se implementó un cambio notable desde el punto de vista conceptual por cuanto se pretendía dejar atrás los inconvenientes creados por un sistema caracterizado por la ineficiencia y la falta de recursos para la adecuada gestión de las empresas. En el ámbito de la generación, el marco regulatorio de la LCE estableció un régimen de tarifas que buscaba introducir los conceptos de costos marginales que permitan operar al mercado en condiciones de eficiencia.

Luego de este primer paso se inició el proceso de privatización en el año 1994, con el objetivo de fomentar la inversión privada y de incorporar competitividad en el mercado.

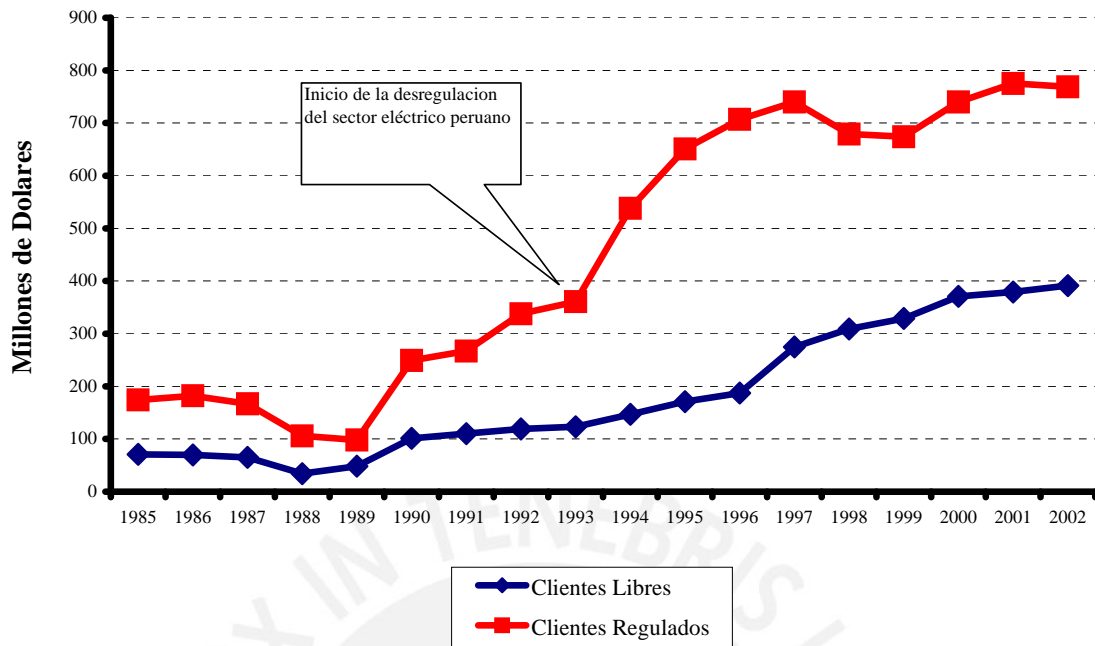
A partir del inicio de la desregulación, se ha producido un incremento en la demanda de energía eléctrica en el país. En la Figura 2.2 se puede observar así mismo, que dicho incremento es mayor para el caso del mercado libre y en la Figura 2.3 se puede observar como se han comportado las ventas de energía en ese mismo periodo.

**Figura 2.2. Perú: Demanda de energía eléctrica (1985 – 2002)**



Fuente: OSINERG, 2003

Elaboración: El autor de esta tesis

**Figura 2.3. Perú: Monto de ventas de energía eléctrica (1985 – 2002)**


Fuente: OSINERG, 2003

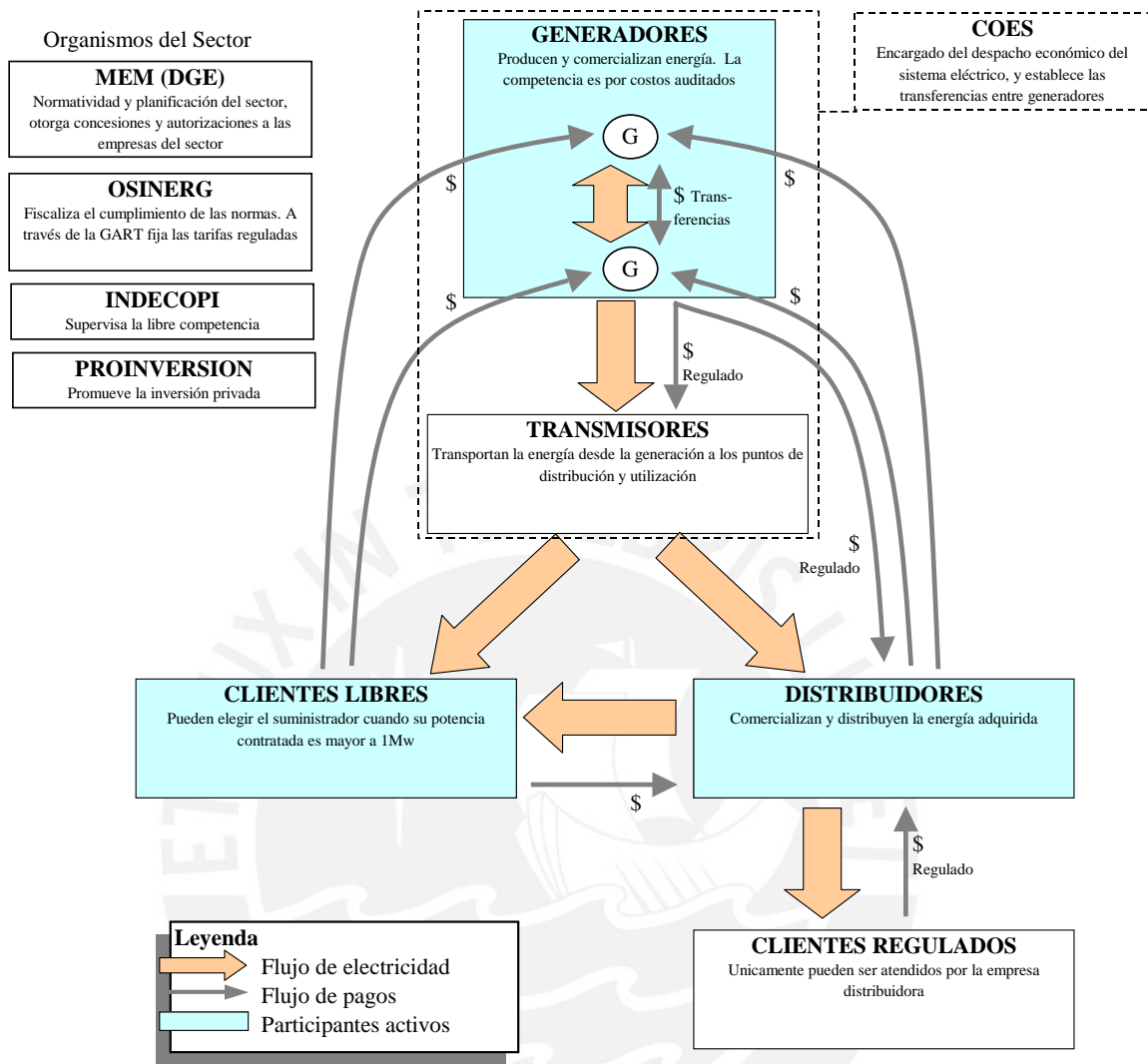
Elaboración: El autor de esta tesis

Los gráficos del comportamiento de la demanda de energía y las ventas correspondientes al periodo entre el año 1985 y 2002, han permitido apreciar las diferencias en el comportamiento de los precios en estos dos mercados, por ejemplo los clientes libres en la actualidad consumen el 49% de la energía que se genera y pagan el 30% del total de ventas en el mercado eléctrico.

### 2.1.3. Esquema de la interrelación entre agentes del sector eléctrico

Dada la complejidad del sector eléctrico es importante saber quienes son los que en éste participan, el detalle de cada uno de ellos se encuentre en el Anexo 2 de la tesis, sin embargo en esta sección se presenta la interrelación que entre ellos existe y que se muestra en el esquema de la Figura 2.4.

**Figura 2.4. Sector eléctrico peruano: Esquema de operación y funcionamiento**



Fuente: El autor de esta tesis

Elaboración: El autor de esta tesis

En el esquema presentado se observa:

- Flujos de electricidad desde el generador hasta los clientes finales (clientes libres y clientes regulados)
- Flujos de pagos, que pueden ser a precios regulados o a precios libres.

De la Figura 2.4 resaltan por su importancia en la cadena de consumo de electricidad los usuarios finales de electricidad, según sean éstos clientes libres o clientes regulados:

- **Clientes libres** (con libertad de precios), es decir aquellos clientes con potencia mayor a 1MW (límite definido por el artículo 2 del Reglamento de la LCE), quienes pueden negociar sus contratos de suministro de electricidad con cualquier empresa generadora o distribuidora
- **Clientes regulados** (con precios regulados), o clientes con una potencia menor a 1MW (aquellas destinadas para el servicio público de electricidad), quienes pueden contratar únicamente con la empresa concesionaria de distribución de la zona en donde se ubica dicho suministro.

Cabe señalar que la “libertad de precios” se refiere a la libertad de precios de generación, pues los precios de transmisión y distribución están sujetos al artículo 44° de la Ley de Concesiones Eléctricas.

**Tabla 2.1. Perú: Regulación de precios por tipo de mercado**

	Clientes Libres	Clientes Regulados
Generación	Libre	Regulado
Transmisión	Regulado	
Distribución	Regulado	

Fuente: OSINERG, 2003

Elaboración: El autor de esta tesis

En relación a la tabla anterior, cabe resaltar que el ingreso de las empresas de transmisión y distribución se encuentra regulado; independientemente dichos ingresos provengan de las ventas a clientes regulados o a clientes libres que se encuentren dentro de su zona de concesión pero que son atendidos por otros suministradores.

Además, si un generador compra potencia y energía a otro generador que incrementa su potencia y energía firme, dicha compra no está sujeta a regulación, sino a un contrato entre las partes. Sin embargo, se pueden establecer diversas modalidades de contratos, considerando que las transacciones entre generadores están sujetas a las variaciones del precio al Spot<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Ver glosario

**Tabla 2.2. Perú: Regulación de precios entre agentes**

	Venta a generadores	Venta a distribuidores
Generación	Regulada <sup>2</sup>	Regulada <sup>3</sup>
Distribución	No Determinado	No Determinado

Fuente: Ley de Concesiones Eléctricas, 1992

Elaboración: El autor de esta tesis

Respecto del cuadro anterior, si bien las ventas de generación a distribuidor son generalmente a precio en barra, el distribuidor puede pactar modalidades de contratación alternativas.

Es decir, no se limita las modalidades de transacciones entre agentes. La regulación de precios está orientada a definir el precio del mercado mayorista y a los clientes finales, pero no limita las posibilidades de cobertura entre sus agentes.

#### **2.1.4. Acerca de costos y precios**

El costo marginal de corto plazo, o simplemente costo marginal, está definido como “el costo en que se incurre para producir una unidad adicional de energía, o alternativamente el ahorro obtenido al dejar de producir una unidad, considerando la demanda y el parque de generación disponible” (de acuerdo al anexo de definiciones de la Ley de Concesiones Eléctricas).

El principio fundamental por el cual se aplica el criterio de los costos marginales, señala que en un sistema de potencia óptimo dichos costos generan los recursos que cubren exactamente los costos de inversión y operación. Es decir, en un sistema óptimo, el ingreso obtenido de la venta de toda la energía al costo marginal instantáneo, más el ingreso de la venta de toda la potencia al precio de potencia, es equivalente al costo de capital (inversión) del sistema más el costo de operación del sistema.

El precio spot, en el sistema eléctrico interconectado nacional, está definido por el costo marginal de corto plazo, o simplemente costo marginal, el cual es calculado cada 30 minutos por el COES. Para efectos de registro de datos para los balances y transferencias de energía entre los agentes del sistema eléctrico interconectado, el estándar es de 15 minutos como intervalo de medición.

<sup>2</sup> Por la parte de la potencia y energía firme

<sup>3</sup> Pueden existir diversas formas de contratación

El despacho de energía se realiza tomando en cuenta los costos variables de generación para cada central eléctrica. La central que tiene el menor costo variable es la primera en despachar. En este cálculo se toma en cuenta el costo de oportunidad de los recursos, como por ejemplo el costo de oportunidad de guardar agua para reemplazar el uso excesivo de energía térmica por energía más barata (hidráulica).

Otro concepto importante en el mercado mayorista es el precio de barra, el cual es calculado sobre la base de una proyección de los precios spot, sugerido por el organismo encargado del despacho económico del sistema y aprobado por el ente regulador del sistema eléctrico peruano que en este caso es OSINERG.

Con el fin de que se permita la generación de los contratos de precio regulado, es muy importante velar por que el precio de barra refleje adecuadamente los costos marginales esperados reduciendo al máximo la discrecionalidad del ente regulador en el proceso de fijación tarifaria.

Para hallar el costo marginal diario o el costo marginal mensual, se pondera el costo marginal cada 15 minutos con la energía generada en el periodo correspondiente (COES-SINAC, 2003).

## **2.2. El sector financiero peruano**

### **2.2.1. Antecedentes**

Es a partir de la década de los noventa que en el sector financiero se iniciaron una serie de cambios que conllevaron al nivel de desarrollo actual. Esta evolución se puede separar en dos etapas bien definidas, la primera etapa comprende los años entre 1992 y 1997, caracterizada por un crecimiento acelerado que se basó en la expansión económica y que se tradujo en un fuerte crecimiento de la intermediación financiera, así como por el ingreso de nuevas entidades especializadas en segmentos distintos a aquellos en los que operaba la banca tradicional (banca de consumo, arrendamiento financiero, pequeña y microempresa, etc.).

La segunda etapa estuvo marcada por un contexto internacional volátil, consecuencia de las crisis desatadas en el Sudeste Asiático, Rusia y Brasil, las cuales provocaron restricciones de los flujos de capital hacia los países emergentes, con el consecuente encarecimiento del costo del fondeo en estos países.

A ello se sumaron los problemas como consecuencia del Fenómeno de El Niño, que afectaron el aparato productivo, sobre todo en la zona norte del país, lo que llevó a una

contracción del PBI durante el año 1998 (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2003).

El deterioro de los ingresos empresariales que los factores antes mencionados ocasionó, redujo las posibilidades de las empresas para hacer frente a los compromisos financieros previamente asumidos rompiéndose de esta forma la cadena de pagos. Este ciclo se tradujo en mayores restricciones de créditos al sector privado, pues el riesgo general se incrementó.

Como consecuencia de ello, a partir del año 2000 el sistema empezó a registrar un considerable incremento en los niveles de liquidez. Ante ello los bancos optaron por reorientar los fondos hacia operaciones de tesorería, tales como son las inversiones en el mercado de valores, mayormente en la compra de certificados de depósitos del Banco Central de Reserva (BCR), bonos corporativos, o en Bonos del Tesoro. Esto último es sobretodo beneficioso para un mercado especulador que desea generar aún mayores ingresos y para el cual una bolsa de energía es una oferta atractiva.

### ***2.2.2. Mercado de valores en el Perú***

Sin embargo el desarrollo de una bolsa de energía requiere previamente que exista un mercado bursátil sólido, o en vías de estarlo, que permita el desarrollo sostenido de la bolsa. Este mercado, en el Perú, tiene como sus actores a las instituciones descritos en el Anexo 3 y como pilar de su estructura legal y de regulación a la Ley de Mercado de Valores, la cual es producto del Decreto Legislativo N° 861 que entró en vigencia en diciembre de 1996. Dicha Ley se encuentra diseñada en 14 Títulos más las correspondientes Disposiciones Transitorias y Disposiciones Finales.

La posibilidad de autorregulación juega un papel importante en el ordenamiento del mercado de valores en Perú, según se define en la misma Ley del Mercado de Valores en su artículo N° 131:

“Las bolsas deben reglamentar su actividad y la de sus asociados, vigilando su estricto cumplimiento. CONASEV podrá delegar una o más de las facultades que la presente Ley le confiere, respecto a las sociedades de agentes de bolsa y a los emisores con valores inscritos en rueda de bolsa, a una o más bolsas.”

En apego a su responsabilidad de autorregulación la Bolsa de Valores de Lima ha creado su propio estatuto y un conjunto de reglamentos relacionados con temas como la negociación de Certificados de Depósito, la colocación primaria de valores de renta fija, el mercado de Bonos y Letras Hipotecarias entre otros.

### 2.2.3. Mercado de Futuros

La necesidad de administrar el riesgo en los mercados de valores ha llevado a un rápido crecimiento de los mercados de derivados financieros en todo el mundo, durante las últimas décadas. Es así que, a medida que el riesgo se convierte en un factor importante en la toma de decisiones de los inversores, se hace necesario que se creen instrumentos de cobertura de riesgos que les permitan cubrirse contra fluctuaciones adversas en el tipo de cambio, tasa de interés, y precios de las acciones o índices de cotizaciones para los que manejan portafolios que tratan de seguir al índice.

La importancia de estos instrumentos para el desarrollo de los mercados de valores demanda que en el largo plazo se plantee una estrategia integral y conjunta (CONASEV, SBS, BCR, Bolsa de Valores de Lima y Bolsa de Productos de Lima), la cual identifique los pasos a seguir, tanto desde el punto de vista normativo (incluyendo reglamentos internos de la bolsa) como operativo, para implementar un mercado de derivados en nuestro país.

Al respecto, CAVALI considera que es fundamental su participación como responsable de esta acción estratégica junto con CONASEV, la SBS, el Banco Central, la Bolsa de Valores de Lima y la Bolsa de Productos de Lima, dado que el artículo 227 de la Ley de Mercado de Valores establece que las instituciones de compensación y liquidación de valores se encuentran facultadas para actuar como contraparte en todas las operaciones de compra y venta de valores en las que participen. De igual manera, la Bolsa de Valores de Lima considera que el tema de la Cámara de Compensación tiene especial importancia en la implementación de un mercado organizado y que se debería incidir de antemano en su estudio, además de realizar una evaluación sobre la regulación aplicable a los inversores institucionales.

### 2.3. Análisis del mercado de valores: Futuros de energía

En las secciones anteriores se ha descrito la importancia de un mercado financiero en la economía de un país, sin embargo aún no se ha analizado si es que la forma en la que éste se encuentra organizado y regulado es la más recomendable para el desarrollo de los Futuros de energía.

La interrogante que quiere dejar este capítulo es clara: ¿Existe el suficiente interés y capacidad como para crear Futuros de energía y formar a partir de ellos un mercado viable? Aparentemente sí existe interés, sin embargo, su desarrollo estará condicionado

a la adecuación de la ley correspondiente a fin de brindar estabilidad jurídica a los participantes. Actualmente la elevada concentración de pocos de ellos (principalmente generadores), introduce ineficiencias al mercado al generarse un problema de manejo.

También es necesaria la implementación de una Cámara de Compensación. Esta institución es necesaria para la liquidación de las operaciones que se pacten en el mercado. Dicha institución deberá contar no sólo con la capacidad técnica de su personal, sino también el soporte tecnológico capaz de permitir a la Cámara cumplir con los requerimientos que el desarrollo de un mercado de derivados tan particular lo sería por la forma de liquidación y entrega de energía eléctrica. Esto último ha llevado en otros países a la constitución de una Bolsa especializada en contratos de energía eléctrica. Para obtener más información al respecto se recomienda la lectura del Anexo 2 y Anexo 3.



## CAPITULO III. MODELAMIENTO DEL NEGOCIO

Del capítulo anterior se desprende la necesidad de contar con un mercado en donde una Bolsa de Energía represente el medio por el cual el mercado se dinamice. El presente capítulo describe los procesos de negocio a partir de los cuales se establecerán las bases para el Sistema que administre esta Bolsa de Energía (BE). Estos procesos se basan en la necesidad que busca satisfacer la BE y que realmente significa conciliar las necesidades de diversos actores: los que son estructurados en su actuar y los que no lo son, los que pertenecen a grandes organizaciones y los pequeños que en muchos casos son especuladores y finalmente los consumidores finales que son los que tiene la real necesidad de la demanda y buscan en la bolsa una solución, sencilla, económica, pero por sobretodo segura, a sus requerimientos de energía.

### 3.1. Introducción

Con la finalidad de mostrar en forma práctica como es que se negocia en una Bolsa de Energía (BE), es que se ha realizado el análisis y diseño de una aplicación que sirve a este mercado. La aplicación, a la que se le llamará el *Sistema*, es el medio por el que los agentes del mercado eléctrico negocian los contratos de energía y viabilizan el mercado tal como se desprende del capítulo anterior.

La primera intención de este Sistema es la administración y ejecución de subastas de energía sin discriminación alguna de sus participantes suministrando la electricidad a los precios de mercado. La BE asume la posición de contraparte en cada una de las operaciones de compra y venta y por esa misma razón maneja el proceso de compensación y conciliación entre los agentes para atenuar cualquier diferencia que pueda existir entre ellos.

En las secciones que siguen se explicará el esquema general del funcionamiento del Sistema, seguido de una descripción detallada de los módulos que conforman la aplicación planteada.

### 3.2. Metodología

El “Proceso Unificado” o UP (Larman, 2001) es la metodología elegida. La elección de esta metodología se basa en lo que se podría indicar es su mejor práctica y que es el “desarrollo iterativo”. Bajo este enfoque el desarrollo es organizado en una serie de mini proyectos llamados **iteraciones** en donde el resultado de cada una de ellas

es un sistema que se puede probar. El ciclo de vida iterativo está basado en el refinamiento del sistema a través de las múltiples iteraciones y de la retroalimentación obtenida a partir de ellas.

La primera iteración del UP (“inception”) da una visión inicial de lo que se requiere del Sistema y permite tener retroalimentación de parte de todos los stakeholders, sean estos los usuarios mismos o programadores. Esta visión inicial es de alto valor pues permite ver “en la realidad” lo que se ha entendido de parte de los usuarios y facilita una herramienta con la cual comparar y luego refinar los requerimientos.

En el presente y en los siguientes capítulos se hará énfasis en esta primera iteración para lo cual se hará uso de los siguientes fases, también llamadas por el UP como disciplinas:

- Modelamiento del negocio, que incluye la identificación de los procesos de negocio. Aunque esta disciplina no forma parte de la primera iteración se incluye en el presente documento dado que el Sistema a crear no trata de cubrir una nueva necesidad de negocio sino que se basa en experiencias previas desarrolladas en otros países y para las que este modelamiento es una entrada bastante útil en esta iteración
- Análisis de requerimientos, que parte de la identificación de las necesidades de los usuarios plasmadas en los casos de uso y en la identificación de los requerimientos no funcionales
- Diseño, de alto nivel, es decir la arquitectura general del Sistema, los diagramas de secuencia, el prototipo, entre otros

### 3.3. Antecedentes

Para la identificación de las necesidades del mercado eléctrico se contó con el juicio experto de varios entendidos en los diferentes aspectos que se requieren para el desarrollo de la BE. Se realizaron entrevistas a economistas, ingenieros eléctricos, directivos de Osinerg, ejecutivos de la Bolsa de Valores de Lima, la Bolsa de Productos de Lima y de la Cámara de Compensación de Lima sin olvidar el análisis realizado sobre la realidad de otros países en donde las Bolsas de Energía ya están en funcionamiento. Todo ello, orientado a un fin común, establecer los procesos del Sistema, los cuales se detallan a continuación.

### 3.4. Ámbito del Sistema

El ámbito o alcance define los límites de interacción del Sistema con su entorno. Esta actividad es básica pues sirve para identificar que está y que no está comprendido

dentro del Sistema, enfoca el trabajo, establece las expectativas de los stakeholders y sirve para la identificación de los *Procesos de Negocio*. Para llegar a identificar a detalle cuales son los *Procesos de Negocio* que debe satisfacer el Sistema se comenzará con la identificación de las grandes necesidades del mercado, luego la identificación de los usuarios para llegar finalmente a los procesos indicados.

### **3.4.1. Necesidades del Mercado**

Las necesidades del mercado se desprenden directamente de las entrevistas realizadas a los participantes del Sector Eléctrico y son:

- Permitir la compra y venta de energía de acuerdo a los requerimientos de los agentes
- Establecer el precio de la energía sobre la base de la oferta y la demanda para cada periodo de negociación
- Proveer a los agentes del mercado con toda la información necesaria (y de orden público) para la toma de la decisión
- Implementar diversos medios de negociación: precio pool al spot, a la hora anterior y Futuros
- Manejar el “riesgo de contraparte” que significa que, sin desmedro de los agentes, quien compra o venda no se vea afectado por la falta de cumplimiento de su contraparte del contrato pactado
- Implementar un proceso de “compensación” que simplifique el proceso de liquidación entre las partes
- Permitir intercambiar información con las entidades externas, tanto los con los operadores de los sistemas de generación y transmisión como con los reguladores.

### **3.4.2. Identificación de los usuarios “candidato”**

Los agentes identificados para ser usuarios del Sistema son:

- *Los demandantes de energía*, que son aquellos que negociarán en el Sistema en busca de ofertas de venta de energía para adquirirla
- *Los ofertantes de energía*, que son aquellos distribuidores o generadores de energía que poseen energía ya sea porque la producen o porque poseen contratos de suministro con los generadores. Los generadores alimentan al sistema con los precios y capacidades de energía que sirven luego para determinar el precio de compra-venta en un momento cualquiera
- *Los especuladores*, que son agentes que ingresan al mercado con el fin de comprar y vender energía o contratos de energía y obtener un provecho de la transacción

- *Las empresas de transmisión de energía*, quienes son los que controlan y miden el tráfico de energía y son finalmente los que interconectan físicamente a los consumidores con los generadores
- *La Bolsa de Energía misma*, que actúa como contraparte en cada negociación y quien finalmente asume el riesgo de las negociaciones
- *La Cámara de Compensación*, que ayuda a simplificar los procesos de liquidación de las operaciones de compra y venta, este usuario puede ser tanto un externo como parte de la BE.

### **3.4.3. Necesidades de los usuarios**

Ya antes se ha mencionado a los principales agentes de la BE, sin embargo no es hasta ahora que se hará énfasis en sus características y necesidades en relación a ella.

#### **3.4.3.1. Los demandantes de Energía**

Cabe resaltar que no todo aquel que compra energía, es un consumidor de energía. Si es al Spot es muy probable que así sea, sin embargo si lo que compra son contratos de Futuros puede tratarse de un especulador.

Solo los llamados “clientes libres” son los que pueden comprar en la BE, éstos requieren de la BE como medio transparente para la definición de sus posturas de compra de acuerdo a sus necesidades (de corto y mediano plazo) de consumo de energía.

En un principio se ha determinado que estos agentes no utilizarán mucho este medio debido a que cuentan con contratos bilaterales con los generadores/distribuidores pero en un plazo de 3 a 5 años el uso de este medio se podría hasta quintuplicar al concluirse los contratos previamente establecidos.

Las necesidades iniciales de este grupo están dadas mayormente en la negociación de contratos con un día y una hora de adelanto en la forma de subastas de energía. Dada la rapidez con que esto ocurre el demandante requiere de una herramienta que le permita conocer, en tiempo real, como se está comportando el mercado (ofertas de compra y venta de energía), información histórica del mercado que le permita proyectar la demanda del día siguiente.

Por otro lado los demandantes solo pueden ofertar en la BE si es que poseen el respaldo para hacerlo, llámese a esto a las garantías necesarias, sea en forma de depósitos bancarios o activos registrados en la BE como los que soportarán la operación de compra en caso el demandante no cumpla con la promesa de compra.

Para que el demandante sepa si va a requerir de una nueva garantía que avale sus transacciones también se requerirá de una herramienta que en tiempo real muestre la “posición” del cliente con lo cual éste sabrá las obligaciones que ha contraído con sus contrapartes así como la urgencia por nuevas garantías que avalen sus ofertas.

#### 3.4.3.2. *Los ofertantes de energía*

Son en su mayoría las empresas generadoras aunque también pueden ser las empresas distribuidoras que tienen contratos firmados con las generadoras o los especuladores que han comprado energía a un precio bajo y tratan de obtener un beneficio de su posición.

Como se ha comentado anteriormente existe el concepto de “operación eficiente” que busca que solamente las generadoras con menores costos sean las que generen energía. Este concepto se ve reforzado aún más cuando la contraparte (los demandantes) establecen sus requerimientos de energía con la suficiente anticipación.

Las generadoras necesitan de un mercado como el de la BE para poder proyectar, de forma eficiente y acertada, los requerimientos de energía del mercado lo cual implica saber cuando se les necesitará y que cantidad de energía deben ingresar a las redes de transmisión.

Si bien su rol es más pasivo, las empresas generadoras pueden, al igual que los demandantes, cubrirse frente a los riesgos del mercado (poca demanda) a través de los contratos de Futuros con lo que se aseguran un “flujo” de efectivo para los momentos de incertidumbre.

Las generadoras requieren de la BE las facilidades para ofertar la energía al spot y contratos de Futuros así como conocer el resultado de sus ofertas.

#### 3.4.3.3. *Los especuladores*

Son los que se espera que en un futuro dinamicen el mercado de energía. Los especuladores son agentes que no requieren de la energía como tal pero si como activo subyacente para una negociación provechosa. Éstos son agentes con poca aversión al riesgo que esperan encontrar en el mercado la predictibilidad necesaria para comprar contratos de Futuros de energía a las generadoras a un precio económico y luego revenderlos a los clientes libres a un precio mayor generando así una ganancia para ellos.

Los especuladores, al igual que los demandantes de energía, requieren de mucha información del mercado para establecer su posición, no requieren de la mismas

garantías que un demandante pues el contrato que firman es solo una “promesa” a futuro pero si no llegasen a venderlo deberían tener con que cubrir lo que ofrecieron.

#### *3.4.3.4. Las empresas de transmisión de energía*

Estas empresas no buscan en la BE un mercado para generar ganancias adicionales dado que el precio de transmisión se encuentra regulado. La necesidad de este agente se debe a la necesidad de controlar que el agente demandante ha hecho uso de la energía contratada y no más allá de eso pues si ese fuese el caso deberá pagar el extra a precio spot.

Desde ese punto de vista las empresas de transmisión son agentes pasivos cuyo rol es darle al sistema la información necesaria para su funcionamiento.

#### *3.4.3.5. La Bolsa de Energía*

Las necesidades de la BE, no desde un punto de vista altruista sino más bien comercial, son brindar a los agentes de las facilidades para efectuar su negociación de una manera rápida, segura y confiable y para lo cual la BE deberá cumplir cabalmente tanto los requerimientos funcionales como no funcionales.

#### *3.4.3.6. La Cámara de Compensación*

Alrededor de este último concepto de confiabilidad indicado en el párrafo anterior es que surge la necesidad de la compensación de las posiciones de los agentes las cuales pueden llevarse tanto en una entidad externa, llamada Cámara de Compensación o internamente a través de un módulo que maneje las cuentas de los agentes y las compense. Esta entidad requiere conocer al detalle cada una de las posiciones de los agentes para poder manejar las cuentas de los mismos y en caso de que en un periodo de liquidación ésta tenga o déficit o superávit solicitarle abonos adicionales o abonarle en su cuenta la ganancia de la operación.

#### **3.4.4. Procesos de Negocio**

Una forma práctica de implementar un sistema es identificar las partes que lo componen y sus interfaces. Sobre la base de lo analizado en otras realidades es que se pueden enumerar los siguientes “Procesos de Negocios” (PROCESS MODELS) de la Bolsa de Energía.

1. Módulo de Información del Mercado y del Sistema [BE 1]
2. Módulo de Administración de las Operaciones [BE 2]
3. Módulo de Fijación del Precio Pool [BE 3]
4. Módulo de Información de Despacho [BE 4]
5. Módulo de Administración de Información del Usuario [BE 5]

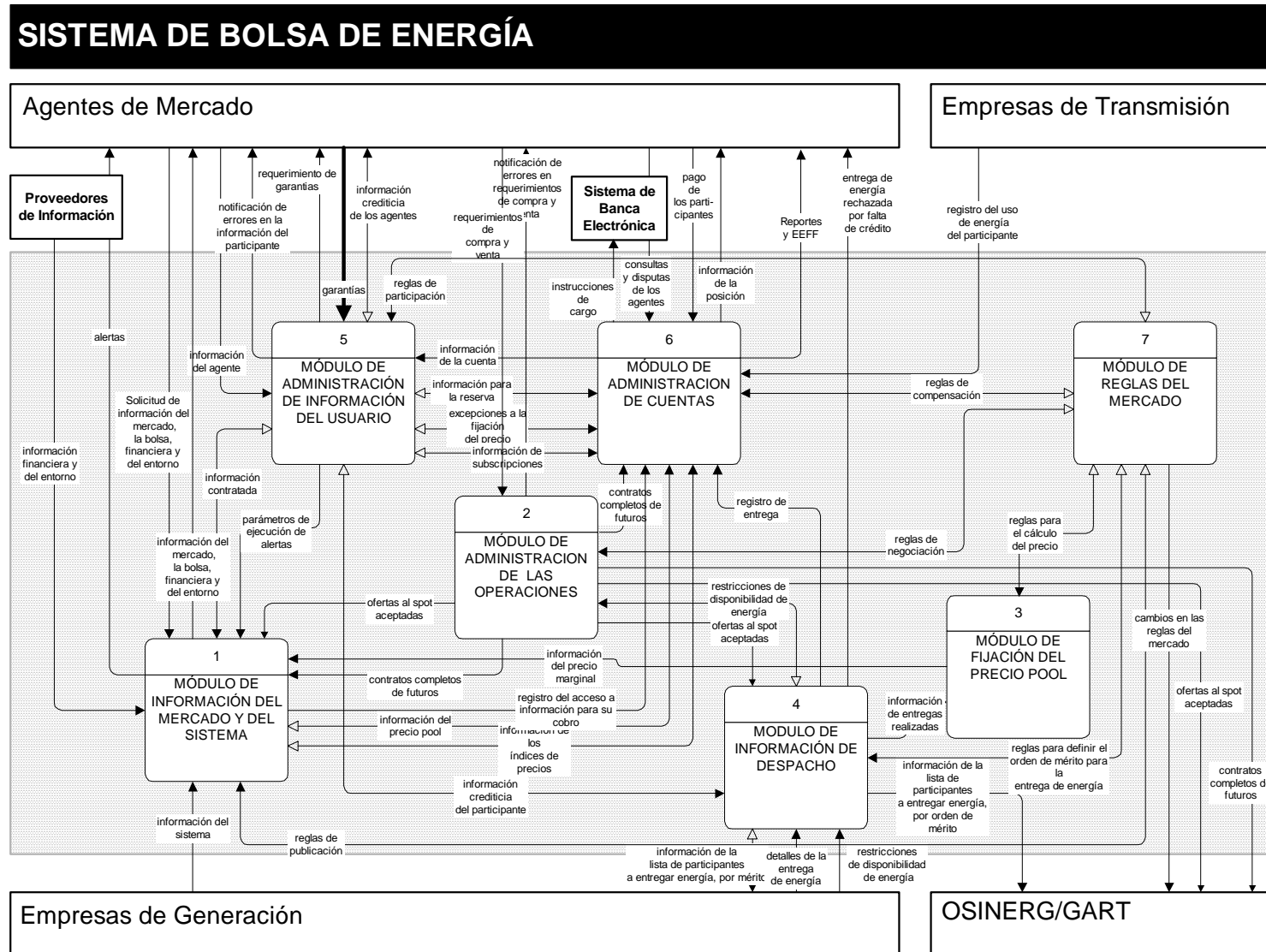
6. Módulo de Administración de las Cuentas [BE 6]

7. Módulo de Reglas de Mercado [BE 7]

Los cuales serán explicados a detalle más adelante. El nivel más alto del modelo funcional es mostrado en la Figura 3.1. Esta figura no solo describe la relación de la BE con las entidades externas sino que también representa la arquitectura del Sistema en todo el sentido de la palabra y con ello los principios fundamentales para la construcción de la misma, independientemente de la plataforma, tecnología o proveedor de servicios de desarrollo. Esta arquitectura es el fruto del análisis del entorno, tanto financiero como eléctrico que se ha realizado en capítulos anteriores. Cada una de las funciones es descrita a detalle en las siguientes secciones.



Figura 3.1. Diagrama Cero del Sistema de Bolsa de Energía



#### 3.4.4.1. Módulo de información del mercado y del sistema [BE 1]

Este módulo almacena y provee información del Sistema, del sistema de generación, del entorno financiero y además noticias del sector. Esta información es mostrada en respuesta al perfil de cada agente y de las búsquedas que éstos hacen. Alternativamente los agentes pueden suscribirse a servicios especializados de información en cuyo caso la información contratada es mostrada automáticamente. Los usuarios de los agentes además serán notificados automáticamente cuando el Sistema cumpla las condiciones de negociación establecidas por los mismos siempre y cuando se suscriban a los servicios de alerta del Sistema.

Este módulo incluye los siguientes sub-módulos:

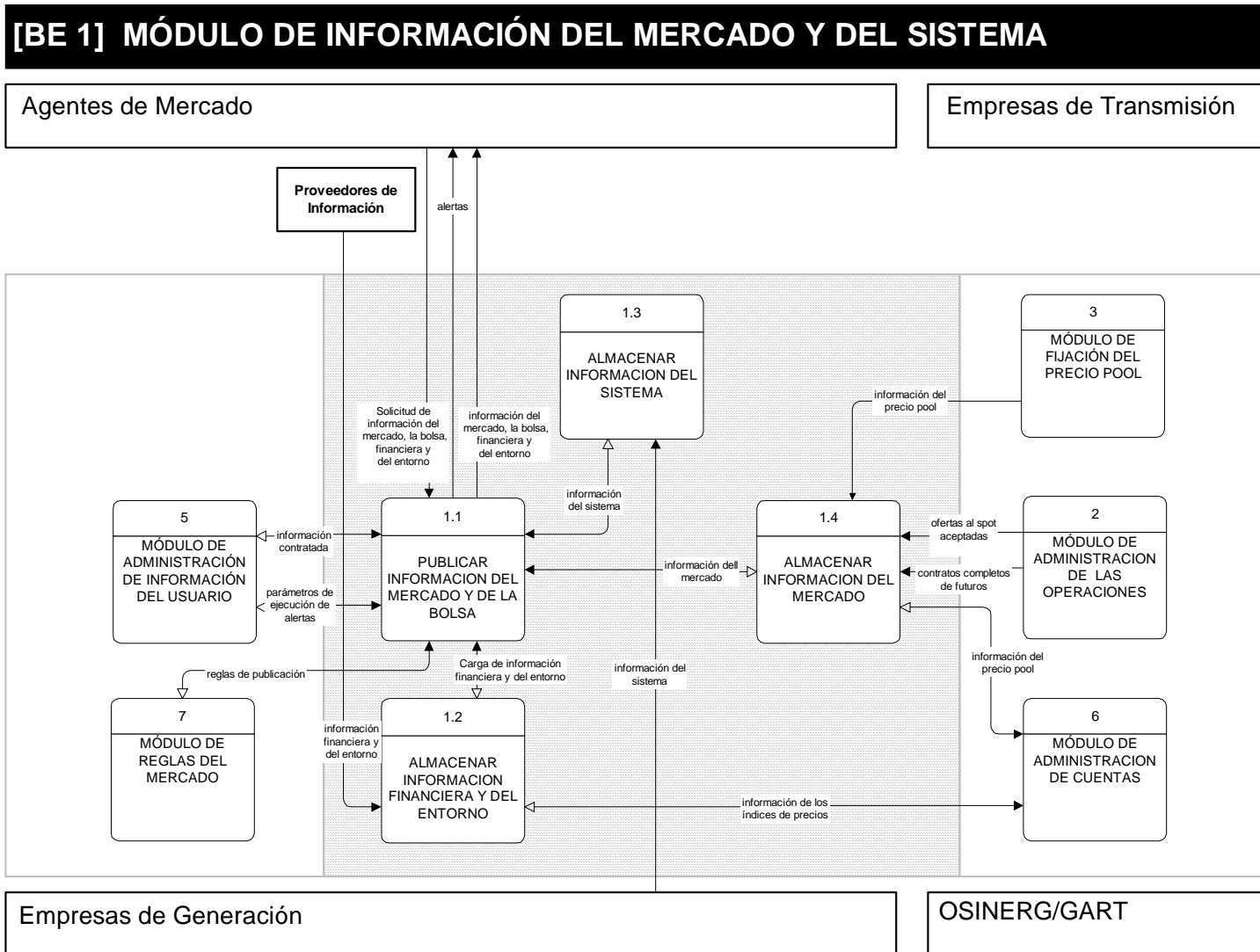
- **Publicar información del mercado y del Sistema [BE 1.1]** que se encarga de publicar, de forma selectiva y de acuerdo a lo contratado por el agente, información del mercado, del sistema, del entorno financiero y noticias del sector a usuarios que han contratado el servicio
- **Almacenar información financiera y del entorno [BE 1.2]** que se encarga de almacenar<sup>4</sup> la información que recibe de proveedores genéricos como Reuters o Bloomberg así como de otros especializados (por desarrollarse) para que luego se ponga a disposición de los usuarios que contrataron el servicio
- **Almacenar información del sistema [BE 1.3]** que almacena la información del Sistema de Generación, las ofertas de potencia y energía para cada bloque de negociación para luego ser publicadas a usuarios registrados
- **Almacenar información del mercado [BE 1.4]** que almacena la información agregada del mercado como resultado de las negociaciones que en éste suceden para luego ser publicadas a usuarios registrados.

El diagrama de nivel 1 de este módulo es mostrado en la Figura 3.2.

---

<sup>4</sup> Para los efectos de esta tesis la palabra almacenar implica grabar la información en una base de datos de tal forma que sea fácilmente accesible y que permita tener la historia de la misma. El concepto tecnológico que más se acerca a esta definición es el de un Datawarehouse.

Figura 3.2. Módulo de Información del Mercado y del Sistema [BE 1]



#### 3.4.4.2. Módulo de administración de las operaciones [BE 2]

Este módulo recibe los requerimientos de compra y de venta de los agentes, valida la congruencia de los mismos, almacena aquellos que han sido aceptados y comunica esto a otros módulos del Sistema, ya sea para iniciar el despacho como para disminuir o aumentar la oferta de contratos en el mercado.

La disponibilidad de energía y potencia del sistema de generación es obtenida del **Módulo de Información de Despacho [BE 4]** y es usada para validar las transacciones de compra y venta. Estas transacciones son también validadas para asegurarse de que son consistentes con las reglas de negociación especificadas por el **Módulo de Reglas de Mercado [BE 7]**

Los contratos de Futuros que hayan sido aceptados son comunicados al **Módulo de Administración de las Cuentas [BE 6]** donde son usados para actualizar el nivel de crédito del agente y también al **Módulo de Información del Mercado y del Sistema [BE 1]** en donde son publicados como información del mercado y así accesible a usuarios registrados.

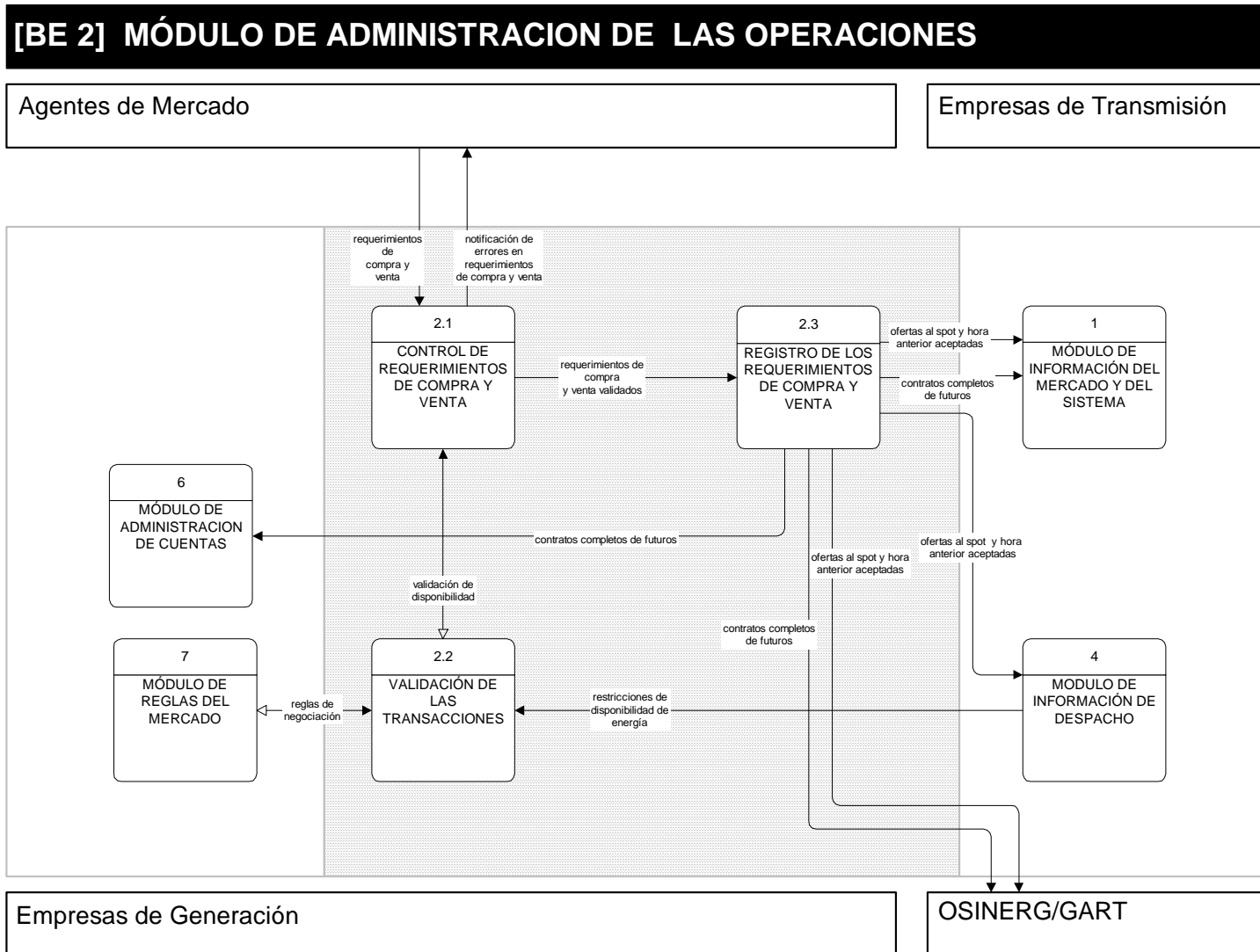
Las ofertas al pool y de la hora anterior aceptadas son comunicadas al **Módulo de Información de Despacho [BE 4]** en donde son usadas para organizar la lista de despacho por orden de mérito y también al **Módulo de Información del Mercado y del Sistema [BE 1]** en donde son publicados como información del mercado y así accesible a usuarios registrados.

Este módulo incluye los siguientes sub-módulos:

- **Control de Requerimientos de Compra y Venta [BE 2.1]** quien recibe de los agentes los requerimientos de compra y venta, los analiza y notifica de cualquier error en su formulación
- **Validación de las Transacciones [BE 2.2]** valida los requerimientos anteriores pero contra las reglas de negociación
- **Registro de los Requerimientos de Compra y Venta [BE 2.3]** registra todas las ofertas aceptadas y lo comunica al **Módulo de Información de Despacho [BE 4]**, al **Módulo de Información del Mercado y del Sistema [BE 1]** y al **Módulo de Administración de las Cuentas [BE 6]** y a **OSINERG/GART** para su fiscalización.

El diagrama de nivel 1 de este módulo es mostrado en la Figura 3.3.

Figura 3.3. Módulo de Administración de las Operaciones [BE 2]



#### 3.4.4.3. Módulo de Fijación del Precio Pool [BE 3]

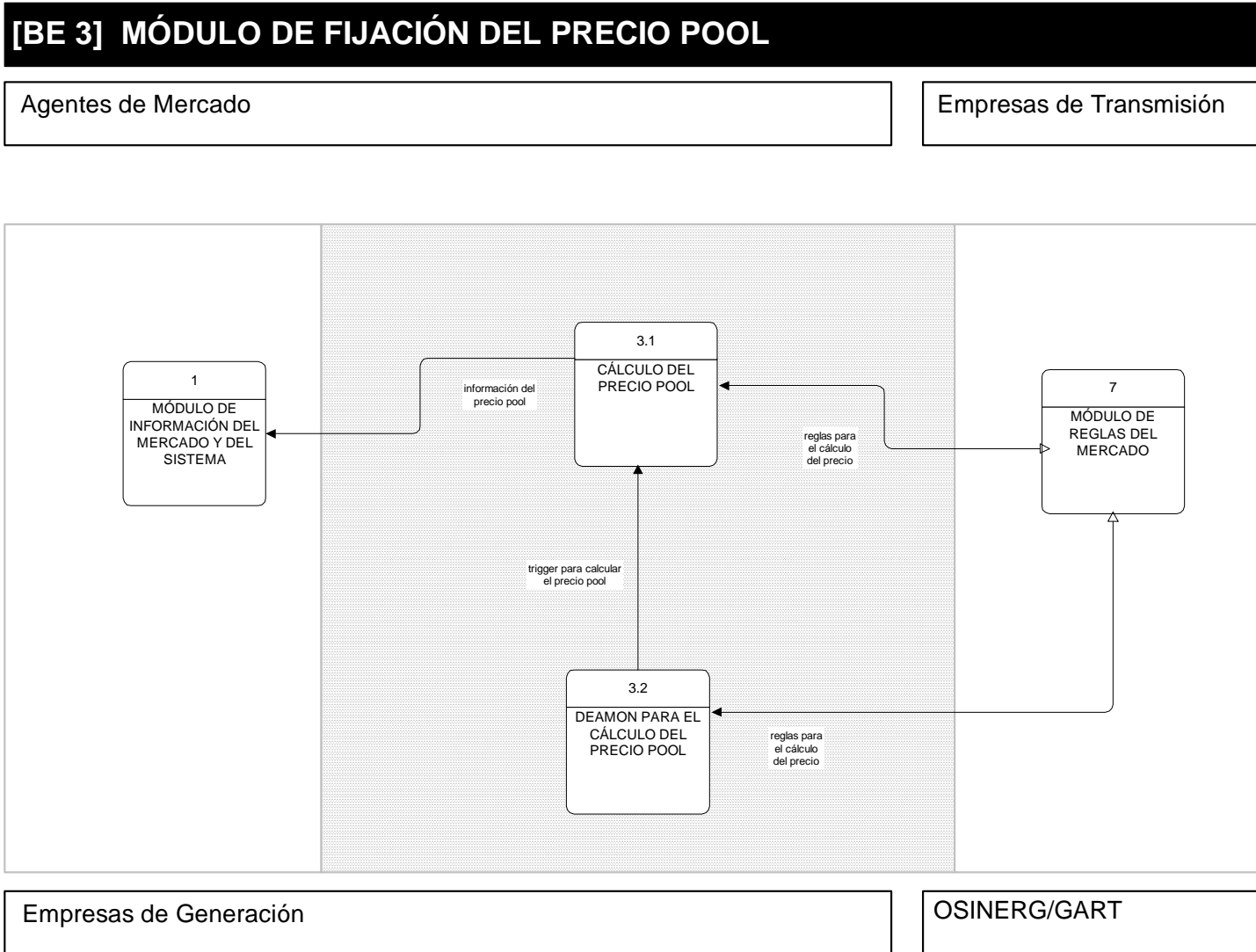
Este módulo inicia su labor una vez que se ha concluido el plazo para que los agentes ingresen sus posturas de compra o venta en el mercado spot. El precio pool se define para cada bloque horario y establece el precio de venta de cada una de las unidades de energía a transarse en el mercado spot. El **Módulo de Reglas de Mercado [BE 7]** determina si se aplicará algún método especial para el cálculo. Luego del proceso el precio pool es pasado al **Módulo de Información del Mercado y del Sistema [BE 1]** para su publicación.

Este módulo incluye los siguientes sub-módulos:

- **Cálculo del precio Pool [BE 3.1]**, calcula el precio pool basado en las posturas de compra y venta de los agentes y para lo cual además usa las reglas definidas por el **Módulo de Reglas de Mercado [BE 7]**. Es el **Deamon para el Cálculo del precio Pool [BE 3.2]** quien dispara este cálculo para luego ser comunicado al **Módulo de Información del Mercado y del Sistema [BE 1]** en donde es publicado a los agentes
- **Deamon para el Cálculo del precio Pool [BE 3.2]** dispara al módulo anterior de acuerdo a intervalos definidos por el **Módulo de Reglas de Mercado [BE 7]**.

El diagrama de nivel 1 de este módulo es mostrado en la Figura 3.4.

Figura 3.4. Módulo de Fijación del Precio Pool [BE 3]



#### 3.4.4.4. Módulo de Información de Despacho [BE 4]

Este módulo almacena la información de la energía despachada recibida del Sistema de Generación. Esta información es comunicada inmediatamente al **Módulo de Administración de las Cuentas [BE 6]** en donde es usada para actualizar las cuentas de los agentes.

Las ofertas aceptadas recibidas por el **Módulo de Administración de las Operaciones [BE 2]** así como las reglas definidas por el **Módulo de Reglas de Mercado [BE 7]** son usadas para establecer el orden de mérito para el despacho de energía sujeto previamente a validar la capacidad crediticia de los agentes que es provista por el **Módulo de Administración de Información del Usuario [BE 5]**. Esta lista es luego comunicada al Sistema de Generación para que proceda con el despacho de la misma.

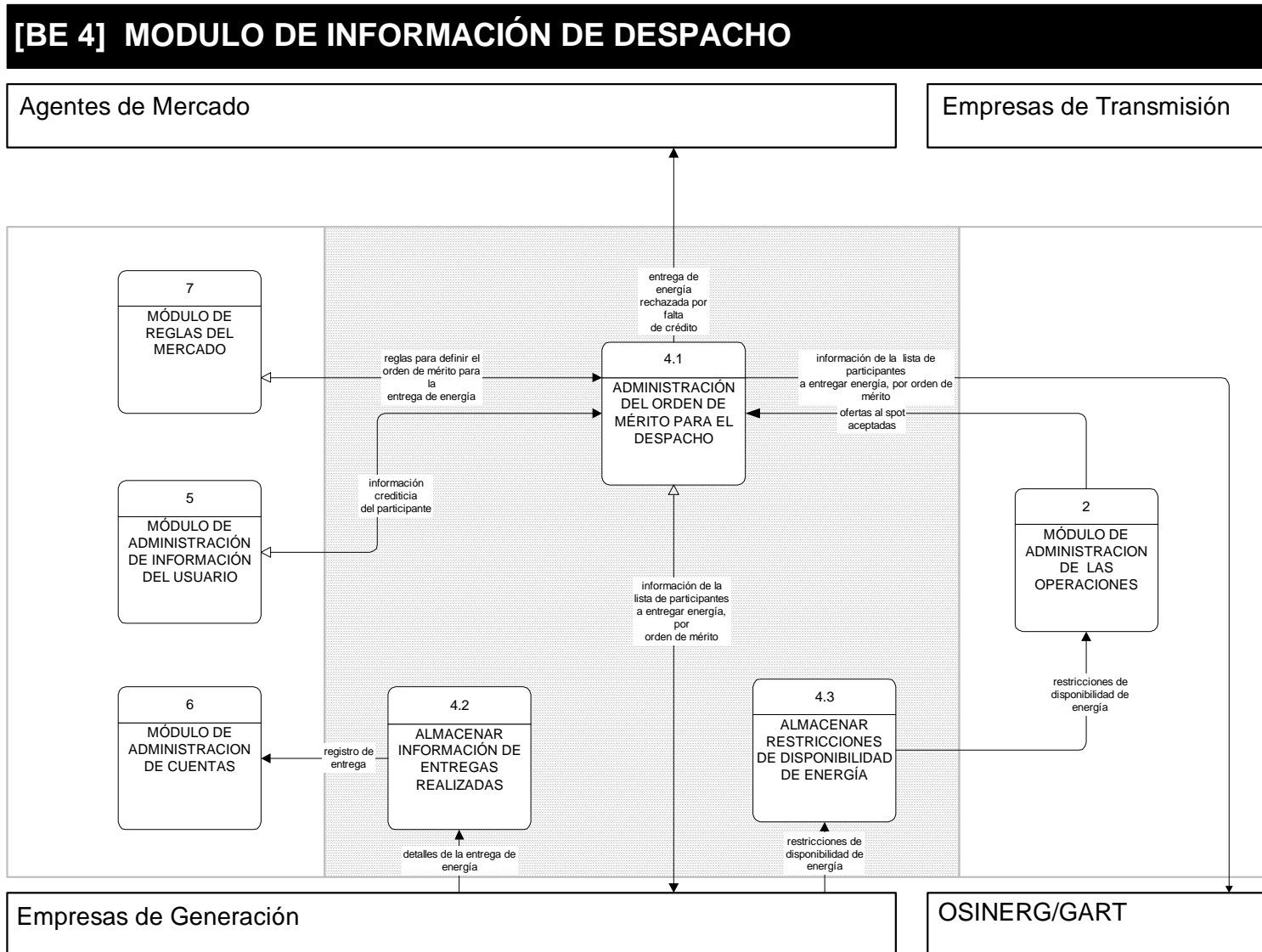
Las restricciones de disponibilidad de energía son recibidas del Sistema de Generación, esta información es almacenada y comunicada al **Módulo de Administración de las Operaciones [BE 2]**, en donde es usada para controlar los requerimientos de compra y de venta.

Este módulo incluye los siguientes sub-módulos:

- **Administración del orden de mérito para el despacho [BE 4.1]**, establece la lista de orden de mérito basándose en las ofertas aceptadas. Además está encargado de rechazar y notificar a los agentes sobre problemas en su línea de crédito. Esta lista de orden de mérito es luego reportada al Sistema de Generación así como al **OSINERG/GART** para su fiscalización
- **Almacenar información de entregas realizadas [BE 4.2]**, recibe el detalle de los despachos realizados del Sistema de Generación, almacena esta información y la comunica al **Módulo de Administración de las Cuentas [BE 6]** en donde es usada para actualizar las cuentas de los agentes
- **Almacenar restricciones de disponibilidad de energía [BE 4.3]**, recibe las restricciones de disponibilidad de energía de el Sistema de Generación, la archiva y la comunica al **Módulo de Administración de las Operaciones [BE 2]** en donde es usada para controlar los requerimientos de compra y venta.

El diagrama de nivel 1 de este módulo es mostrado en la Figura 3.5.

Figura 3.5. Módulo de Información de Despacho [BE 4]



#### 3.4.4.5. *Módulo de Administración de Información del Usuario*[BE 5]

Este módulo recibe información de los agentes registrados, permite el registro de las transacciones así como notifica de errores a los agentes. Toda esta información es usada para crear y mantener el perfil del usuario.

El detalle de la cuenta del usuario, que es recibido de el **Módulo de Administración de las Cuentas [BE 6]**, es usado para actualizar la línea de crédito del usuario. Esta información es usada para verificar el límite de negociación del usuario o de ser el caso solicitar nuevas garantías que permitan incrementar esa línea de crédito. Cuanto más se debe solicitar está determinado por el **Módulo de Reglas de Mercado [BE 7]**.

La información crediticia del cliente provista por el **Módulo de Administración de las Cuentas [BE 6]** es usada para actualizar la línea de crédito del agente. Si las garantías que éste ha registrado son insuficientes entonces le son solicitadas adicionales. Cuanto más el agente deberá registrar como garantía es determinado a partir de las reglas especificadas por el **Módulo de Reglas de Mercado [BE 7]**.

La información crediticia del agente es provista al **Módulo de Información de Despacho [BE 4]** cuando éste lo solicita en donde es usada para verificar el crédito del agente justo antes de que una transacción sea incluida en la lista de orden de mérito. El estado actual de la información crediticia de los agentes es provisto también a ellos mismos cuando así lo solicitan.

La información acerca de los servicios contratados por los agentes es también provista al **Módulo de Administración de las Cuentas [BE 6]** en donde es usada para generar el “Estado de Cuenta” del agente. Los parámetros de alerta así como el detalle de la información suscrita es provista al **Módulo de Información del Mercado y del Sistema [BE 1]** quien la requiere para administrar la publicación de información solo para aquellos usuarios que han contratado el servicio.

Este módulo incluye los siguientes sub-módulos:

- **Administración del perfil del agente [BE 5.1]**, crea y mantiene el perfil del usuario basado en la información recibida de los agentes. Provee además de los parámetros para la definición de las alertas así como del control de la información suscrita en el **Módulo de Información del Mercado y del Sistema [BE 1]**. Además provee de información al **Módulo de Administración de las Cuentas [BE 6]** la cual es usada en el proceso de compensación.

- **Administración de la información crediticia del agente [BE 5.2]**, mantiene la línea de crédito de los agentes para lo cual se basa en el detalle de la cuenta provista por el **Módulo de Administración de las Cuentas [BE 6]**. Verifica las garantías registradas por el agente y en caso sea necesario solicita garantías adicionales. Como resultado de lo anterior la línea de crédito es actualizada y queda disponible para el **Módulo de Información de Despacho [BE 4]** o el agente mismo, cuando la soliciten.

El diagrama de nivel 1 de este módulo es mostrado en la Figura 3.6.

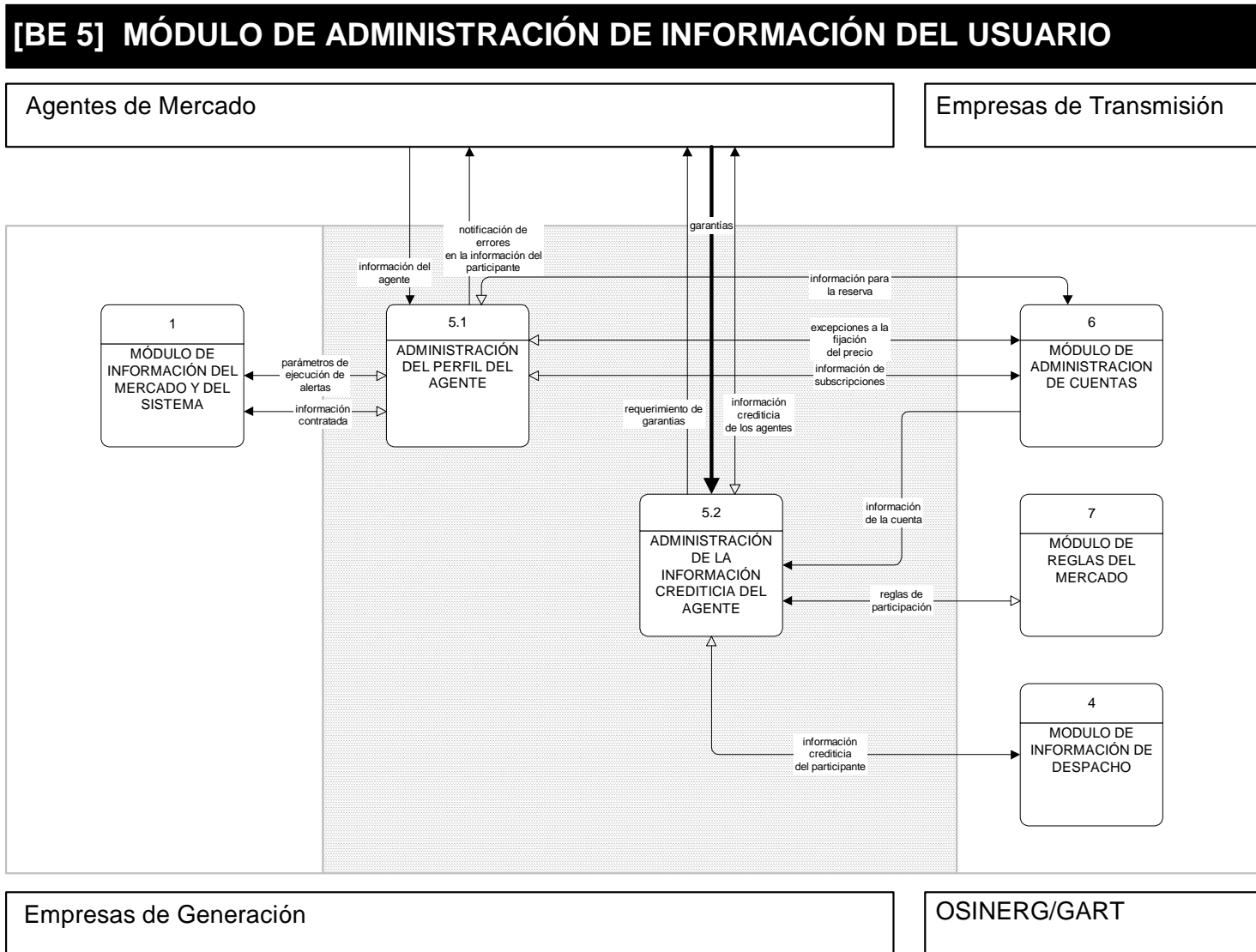
#### 3.4.4.6. *Módulo de Administración de las Cuentas [BE 6]*

Este módulo administra la cuenta de los agentes, recibe los pagos de éstos, crea transacciones de pagos a los agentes así como recibe de éstos consultas o disputas. También se encarga del proceso de liquidación y compensación el cual es luego mostrado a los participantes.

Este módulo incluye los siguientes sub-módulos:

- **Control de las consultas y disputas de los agentes [BE 6.1]**, recibe consultas sobre el estado de las cuentas de los agentes así como reclamos de estos respecto su contenido, les da continuidad hasta la resolución de las diferencias y permite hacer ajustes sobre las cuentas de los agentes
- **Compensación de las cuentas de los agentes [BE 6.2]**, administra el proceso de compensación, basado en el detalle de la cuenta provisto por el módulo de **Administración del detalle de la cuenta del agente [BE 6.4]** y sujeto a las reglas de compensación del **Módulo de Reglas de Mercado [BE 7]**. Las transacciones bancarias son comunicadas al **Sistema de Banca Electrónica** en donde son liquidadas. Los pagos son comunicados al módulo de **Administración del detalle de la cuenta del agente [6.4]** en donde son usados para actualizar la cuenta de los agentes.
- **Registro de los pagos recibidos por los miembros [BE 6.3]** recibe los pagos de los participantes y genera créditos a las cuentas de los agentes. Estos créditos son comunicados al módulo de **Administración del detalle de la cuenta del agente [BE 6.4]** en donde son usados para actualizar la cuenta de los participantes.

Figura 3.6. Módulo de Administración de Información del Usuario[BE 5]



- **Administración del detalle de la cuenta del agente [BE 6.4]** mantiene el detalle de las cuentas de los agentes. Los registros de despacho son transferidos desde **Módulo de Información de Despacho [BE 4]** y los contratos de Futuros desde el **Módulo de Administración de las Operaciones [BE 2]**. El consumo de energía de los agentes es recibido desde el **Módulo de Información del Mercado y del Sistema [BE 1]** y el registro de los servicios contratados por los agentes desde el **Módulo de Administración de Información del Usuario [BE 5]**. Los créditos en las cuentas de los agentes son recibidos desde el módulo de **Registro de los pagos recibidos por los miembros [BE 6.3]** y los ajustes a estos desde el módulo para el **Control de las consultas y disputas de los agentes [BE 6.1]**. El detalle de todo lo anterior es pasado al módulo de **Compensación de las cuentas de los agentes [BE 6.2]**. Finalmente el detalle de la cuenta es comunicado al **Módulo de Administración de Información del Usuario [BE 5]**.
- **Generador de Reportes y EEFF [BE 6.5]** crea los registros de compensación y los reportes sobre la base de los detalles recibidos por el módulo para **Compensación de las cuentas de los agentes [BE 6.2]** y luego lo comunica a los agentes.  
El diagrama de nivel 1 de este módulo es mostrado en la Figura 3.7.



#### 3.4.4.7. Módulo de Reglas de Mercado [BE 7]

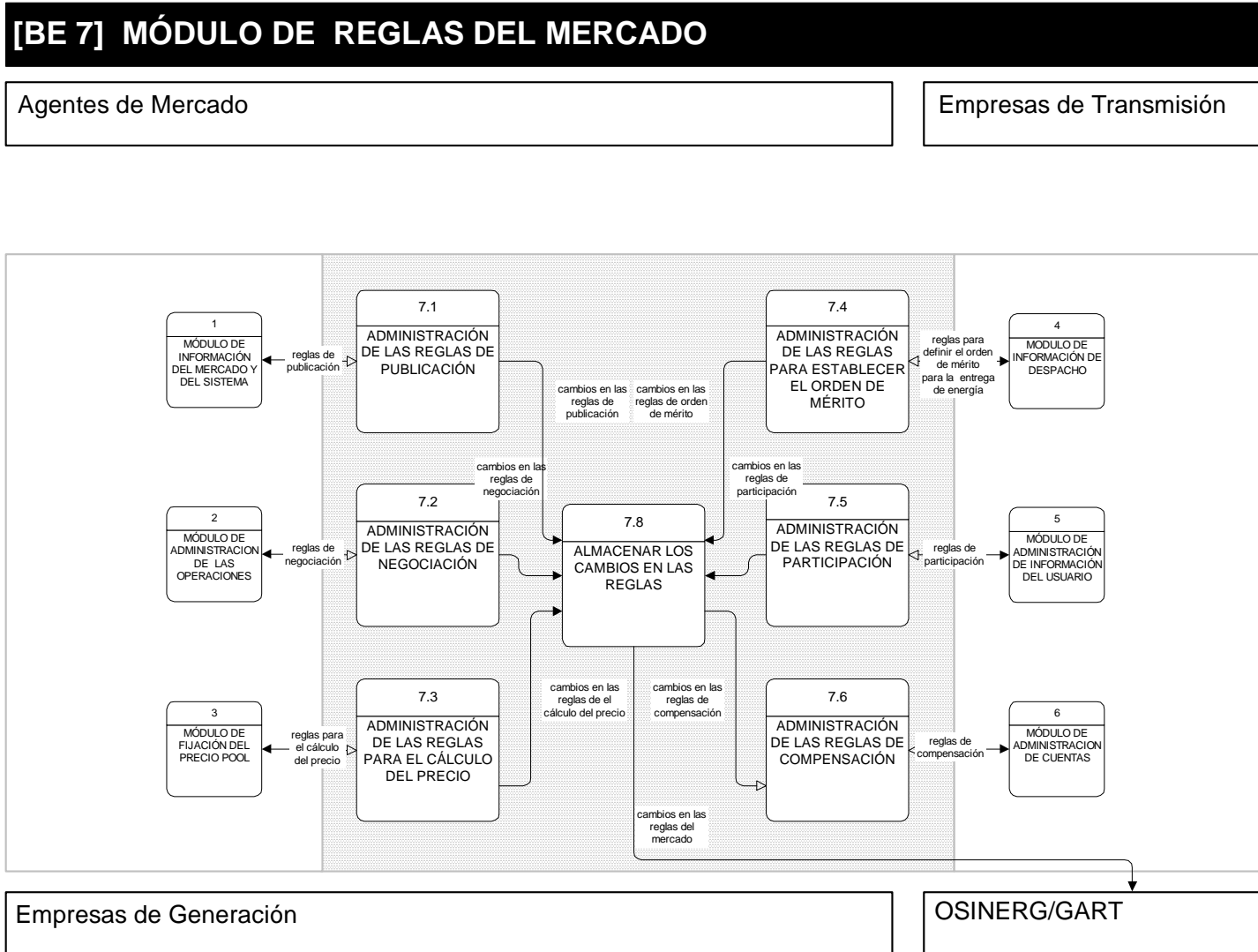
Este módulo mantiene las reglas del mercado que son usadas como parámetros para definir el comportamiento del Sistema. También provee las interfaces requeridas por los Administradores del Sistema para ingresar y cambiar estas reglas.

Este módulo incluye los siguientes sub-módulos:

- **Administración de las reglas de publicación [BE 7.1]** mantiene las reglas relativas a la publicación de información a los agentes. Estas reglas gobiernan el comportamiento del **Módulo de Información del Mercado y del Sistema [BE 1]**
- **Administración de las reglas de negociación [BE 7.2]** mantiene las reglas relativas a las negociaciones de los agentes. Estas reglas gobiernan el comportamiento del **Módulo de Administración de las Operaciones [BE 2]**
- **Administración de las reglas para el cálculo del precio [BE 7.3]** mantiene las reglas relativas al cálculo del precio pool. Estas reglas gobiernan el comportamiento del **Módulo de Fijación del Precio Pool [BE 3]**
- **Administración de las reglas para establecer el orden de mérito [BE 7.4]** mantiene las reglas relativas a la creación de lista de orden de mérito para el despacho de electricidad. Estas reglas gobiernan el comportamiento del **Módulo de Información de Despacho [BE 4]**
- **Administración de las reglas de participación [BE 7.5]** mantiene las reglas relativas a la membresía y participación de los agentes en el pool. Estas reglas gobiernan el comportamiento del **Módulo de Administración de Información del Usuario [BE 5]**
- **Administración de las reglas de compensación [BE 7.6]** mantiene las reglas relativas a la compensación de los agentes. Estas reglas gobiernan el comportamiento del **Módulo de Administración de las Cuentas [BE 6]**
- **Almacenar los cambios en las reglas [BE 7.8]** que almacena todas los cambios en las reglas del módulo para propósitos de auditoria y las comunica al **OSINERG/GART**.

El diagrama de nivel 1 de este módulo es mostrado en la Figura 3.8.

Figura 3.8. Módulo de Reglas de Mercado [BE 7]



## CAPITULO IV. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

El presente capítulo lleva a detalle los requerimientos funcionales del Sistema. La intención de esta fase es describir de una forma estructurada que es lo que se requiere de la aplicación (que necesidades se deben cubrir) así como establecer las bases para la creación del diseño de alto nivel de la aplicación. Es en esta fase en donde se debe ser lo más meticuloso posible y en donde se debe desafiar cualquier idea pues el costo de corregir un error es mucho menor aquí que en fases sucesivas.

### 4.1. Metodología

En armonía con la metodología UP se hará uso de un modelo de calidad de productos de Software (Larman, 2001) que incluye a los siguientes tipos de requerimientos:

- Funcional: características, capacidad y seguridad
- Usability (facilidad de uso) : intuitivo, ayuda, documentación
- Reliability (confiabilidad): frecuencia de falla, tiempo de recuperación
- Performance: tiempo de respuesta, disponibilidad
- Soporte: adaptabilidad, facilidad de mantenimiento y configuración<sup>5</sup>

Siendo de todos ellos el más importante el de los requerimientos funcionales que son satisfechos con los Casos de Uso.

### 4.2. Requerimientos Funcionales: Casos de Uso

Empleando la metodología de **Casos de Uso** se definirá a mayor detalle los requerimientos funcionales del sistema. Esta metodología es especialmente útil pues describe como los usuarios en roles específicos usarán el sistema. Las descripciones textuales de los casos de uso definen el sistema desde el punto de vista del usuario, ellas no describen como el sistema trabajará internamente. Los elementos a los que se recurrirán para la descripción de los casos de uso son:

- Actores, quienes son los que usarán el sistema
- Casos de uso, que describen la forma en la que los actores usaran el sistema.

---

<sup>5</sup> El modelo responde al nombre FURPS, para más detalle ver el glosario.

#### 4.2.1. Actores

Un **Actor** es una entidad externa que hace uso del sistema, un usuario generalmente, un Actor no necesariamente representa a una persona en particular, sino más bien la labor que realiza frente al sistema, el nombre del actor describe el papel desempeñado más no al usuario pues este último puede desempeñarse como varios actores en el sistema, es decir, puede tener varios roles. Un ejemplo de ello lo representa el caso de los **especuladores de energía** que pueden comportarse como compradores o vendedores.

Se puede hacer una diferenciación de los actores identificándolos en tres grupos básicos:

- Actores principales, aquellos que ven lograr sus objetivos a través del uso del Sistema. Son principalmente el motivo de la construcción del mismo y para los que se prepararán los casos de uso.
- Actores de soporte, son los que proveen de un servicio al Sistema, como por ejemplo información o facilidades para realizar pagos o conectarse con agentes externos.
- Actores “externos”, son los que tienen un interés en el comportamiento del Sistema y que no recaen en ninguno de los dos grupos anteriores. Usualmente representan al Gobierno en la forma de un regulador

##### 4.2.1.1. Actores principales

Para el caso de la **Bolsa de Energía** los actores principales son aquellos que ingresarán al sistema para negociar en el mismo, entiéndase por negociar a la acción de realizar compra o venta de energía que es la razón de ser de la BE. Además se incluye dentro de los actores principales al administrador del Sistema pues es quien permite que el resto pueda trabajar de manera ordenada y transparente. Usando esta definición es que se identifican a los siguientes actores:

- Los compradores de energía
  - Consumidores
  - Intermediarios
  - Especuladores
- Los vendedores de energía

- Generadores
- Intermediarios
- Especuladores
- El administrador del Sistema

La categorización de los actores indicados está basada en los roles que éstos pueden desempeñar en el Sistema, siendo los principales el de comprador y el de vendedor de energía. La descripción asociada a cada uno de ellos siguiendo la notación de casos de uso es:

<b>Actor</b>	Comprador (Demandantes de energía)	
<b>Descripción</b>	Un comprador es todo aquel que ingresa a la BE en la búsqueda de ofertas de energía, o para realizar operaciones relacionadas a esta oferta, ya sea al spot o a través de contratos de Futuros.	
<b>Estado</b>	Actor primario	
<b>Relaciones</b>		
<b>Herencia</b>	<b>Subclase</b>	Consumidor, Intermediario, Especulador
	<b>Superclase</b>	Ninguna

<b>Actor</b>	Vendedor (Ofertantes de energía)	
<b>Descripción</b>	Un vendedor es todo aquel que ingresa a la BE para realizar ofertas de venta de energía ya sea al spot o a través de contratos de Futuros.	
<b>Estado</b>	Actor primario	
<b>Relaciones</b>		
<b>Herencia</b>	<b>Subclase</b>	Intermediario, Especulador
	<b>Superclase</b>	Ninguna

<b>Actor</b>	Consumidor (cliente final de la energía)	
<b>Descripción</b>	Un consumidor es todo aquel que ingresa a la BE en la búsqueda de ofertas de energía, ya sea al spot o a través de contratos de Futuros, para su consumo directo. Son los llamados “clientes libres” pues pueden acceder directamente a la compra de energía sin tener a un intermediario	
<b>Estado</b>	Actor primario	

<b>Relaciones</b>		
<b>Herencia</b>	<b>Subclase</b>	Ninguna
	<b>Superclase</b>	Comprador

<b>Actor</b>	Intermediario	
<b>Descripción</b>	Un intermediario es aquella empresa de generación o distribución que tiene contratos para suministrar energía a consumidores finales. El intermediario puede cumplir los roles tanto de vendedor como de comprador de energía	
<b>Estado</b>	Actor primario	
<b>Relaciones</b>		
<b>Herencia</b>	<b>Subclase</b>	Ninguna
	<b>Superclase</b>	Comprador, Vendedor

<b>Actor</b>	Especulador	
<b>Descripción</b>	Un especulador es aquel que ve en la compra y venta de energía una oportunidad para la negociación basando su modelo de negocio en la compra a un precio bajo y la venta a un precio mayor, siendo la diferencia de ambos su margen o ganancia.	
<b>Estado</b>	Actor primario	
<b>Relaciones</b>		
<b>Herencia</b>	<b>Subclase</b>	Ninguna
	<b>Superclase</b>	Comprador, Vendedor

<b>Actor</b>	Las empresas de Generación	
<b>Descripción</b>	Un especulador es aquel que ve en la compra y venta de energía una oportunidad para la negociación basando su modelo de negocio en la compra a un precio bajo y la venta a un precio mayor, siendo la diferencia de ambos su margen o ganancia.	
<b>Estado</b>	Actor primario	
<b>Relaciones</b>		
<b>Herencia</b>	<b>Subclase</b>	Ninguna

	<b>Superclase</b>	Comprador, Vendedor
--	-------------------	---------------------

<b>Actor</b>	El administrador de la Bolsa de energía	
<b>Descripción</b>	Es el actor que controla las operaciones que suceden en la BE y que regula las operaciones que en ésta suceden.	
<b>Estado</b>	Actor secundario	
<b>Relaciones</b>		
<b>Herencia</b>	<b>Subclase</b>	Ninguna
	<b>Superclase</b>	Ninguna

#### 4.2.1.2. Actores de Soporte

La Bolsa de Energía se desarrolla en un ambiente en donde interactúa como parte del entorno financiero y eléctrico local. Siendo ésta su realidad se puede indicar que los actores secundarios que interactúan con el Sistema pertenecen a esos entornos y son:

- Las empresas de Transmisión
- Los proveedores de información

Además de un actor especial, el tiempo, quien se encargará de iniciar procesos especiales como el cálculo del precio pool.

<b>Actor</b>	Las empresas de Transmisión	
<b>Descripción</b>	Este actor brinda información a la BE respecto al uso que han hecho los consumidores de energía con el fin de controlar si este uso no excede los valores contratados.	
<b>Estado</b>	Actor de Soporte	
<b>Relaciones</b>		
<b>Herencia</b>	<b>Subclase</b>	Ninguna
	<b>Superclase</b>	Ninguna

<b>Actor</b>	Los proveedores de información	
<b>Descripción</b>	Son empresas que proveen a los compradores y vendedores de información especializada asociada al rubro de energía eléctrica	
<b>Estado</b>	Actor de Soporte	

<b>Relaciones</b>		
<b>Herencia</b>	<b>Subclase</b>	Ninguna
	<b>Superclase</b>	Ninguna

<b>Actor</b>	Tiempo	
<b>Descripción</b>	Es un actor interno al sistema y que se “programa” a través de parámetros, actúa como un “daemon” que ejecuta procesos a una hora determinada	
<b>Estado</b>	Actor de Soporte	
<b>Relaciones</b>		
<b>Herencia</b>	<b>Subclase</b>	Ninguna
	<b>Superclase</b>	Ninguna

#### 4.2.1.3. Actores “externos”

Como se comentó, estos actores son mayormente reguladores, y es en este grupo que tenemos al OSINERG/GART.

<b>Actor</b>	OSINERG/GART	
<b>Descripción</b>	Es el actor designado por el Gobierno Central que regula las operaciones que tengan como activo a la energía.	
<b>Estado</b>	Actor “externo”	
<b>Relaciones</b>		
<b>Herencia</b>	<b>Subclase</b>	Ninguna
	<b>Superclase</b>	Ninguna

#### 4.2.2. Identificación de los Casos de Uso (CU)

La identificación de los casos de uso es la actividad y la motivación principal de esta metodología. La literatura sugiere algunas formas de comenzar esta actividad, la primera de ellas es a través de la identificación de los casos en los “Procesos de Negocios”, otra corriente sugiere la creación de escenarios “probables” tomando como base el rol que el actor representa frente al sistema. En esta tesis se hará uso de ambas

pues es del entender del autor que de ambas se puede obtener un buen juego de los casos de uso requeridos para el análisis funcional del sistema.

Cabe recalcar que existen estereotipos que ayudan a la identificación de casos de uso, como por ejemplo aquel que usa a los siguientes verbos como base para el desarrollo de un escenario:

Definir	Entrar	Procesar
Consultar	Imprimir	Validar
Seleccionar	Actualizar	Vincular
Realizar	Calcular	Autorizar

#### 4.2.3. Casos de uso basados en los “Procesos de Negocio”

Haciendo entonces uso de ellos y de la notación con la que se identificó a los procesos es que se enumerarán a los primeros casos de uso los cuales han sido agrupados de acuerdo al actor que los origina:

##### **Compradores/Vendedores de energía**

- CU1: Consultar información del Mercado y del Sistema [BE 1.1]
- CU2: Contratar Servicios Especializados de Información [BE 1.1]
- CU3: Contratar Servicio de Alerta [BE 1.1]
- CU4: Mostrar información de la capacidad del Sistema de Generación [BE 1.1]
- CU5: Mostrar información de los detalles del despacho [BE 1.1]
- CU6: Mostrar información del precio pool [BE 1.1]
- CU7: Realizar requerimiento de C/V de Energía al Spot [BE 2.1]
- CU8: Realizar requerimiento de C/V de Energía para la hora anterior [BE 2.1]
- CU9: Procesar requerimiento de compra de Energía: Futuros [BE 2.1]
- CU11: Aceptar requerimientos de C/V de Energía para la hora anterior [BE 2.1]
- CU12: Mostrar información de Rechazos en el despacho [BE 1.1]
- CU13: Registro del Agente [BE 5.1]
- CU14: Actualización de Datos del Agente [BE 5.1]
- CU15: Consulta de información crediticia de los Agentes [BE 5.2]
- CU16: Consultas y reclamos sobre el estado de las cuentas [BE 6.1]
- CU17: Ingreso de pago de los Agentes [BE 6.3]
- CU18: Consulta de la cuenta del Agente [BE 6.4]

##### **Generadores**

- CU20: Ingresar información de capacidad del Sistema de Generación [BE 1.3]

CU21: Ingresar información de detalles del despacho [BE 4.2]

CU22: Ingreso de información de restricciones en el despacho [BE 4.3]

### **Transmisores**

CU23: Informar uso de energía de los Agentes [BE 6.4]

### **Tiempo**

- CU10: Procesar requerimientos de C/V de Energía al Spot [BE 3.2]

### **Generales**

- CU19: Consultas en el Generador de Reportes [BE 6.6]

### **OSINERG/GART**

- Descarga de contratos al Spot y del día Aceptados [BE 2.3]
- Descarga de contratos de Futuros Aceptados [BE 2.3]
- Descarga de información de Orden de Mérito para el despacho [BE 4.1]

### **Proveedores de información**

- Almacenar información financiera y del entorno [BE 1.2]

Para los “Procesos de Negocio” que corresponden a los actores “externos” no se prepararán Casos de Uso debido a que ello incrementaría la extensión del presente documento.

#### ***4.2.4. Casos de uso complementarios***

En adición a los casos de uso identificados a través de los “Procesos de Negocio” tenemos a los casos de uso que se desprenden de los escenarios planteados por los anteriores casos y que complementan el juego de casos que describen al sistema. Para identificarlos partiremos del hecho de que todo sistema posee tres grandes áreas que generan tres grandes grupos de casos: (1) los de administración o mantenimiento, (2) los que implementan los procesos del negocio y (3) los que sirven para consultar la información resultante de los procesos anteriores.

Para los grupos 2 y 3 no se ha encontrado más información que la identificada en los Procesos de Negocio, sin embargo para el primero se tienen los siguientes casos de uso:

#### **Administración del Sistema:**

- Definir las reglas de publicación
- Definir las reglas de negociación
- Definir las reglas para el cálculo del precio

- Definir las reglas para establecer el orden de mérito
- Definir las reglas de participación
- Definir las reglas de compensación
- Definir perfiles de usuarios del Sistema
- Definir usuarios
- Definir Contratos Estandarizados para la negociación de energía
- Definir procesos de compensación

Dado que los casos de uso asociados a los procesos de administración del Sistema no brindan mayor variabilidad no se detallarán para así dar cabida a los elementos del diseño necesarios para terminar de bosquejar el Sistema.

#### ***4.2.5. Casos de Uso y los Procesos de Negocio***

Para hacer fácil la identificación de los casos de uso se presenta su relación con los procesos de negocio que satisfacen en la Tabla 4.1.

**Tabla 4.1 Procesos de Negocio y sus Casos de Uso**

<b>Procesos de Negocio y Casos de Uso</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>
1.1	Publicar información del mercado y del sistema	X	X	X	X	X	X						X											
1.2	Almacenar información financiera y del entorno	No se analizará debido a no ser un proceso de un actor primario																						
1.3	Almacenar información del sistema																				X			
1.4	Almacenar información del mercado	Se llega a este proceso a través de otros casos de uso 1, 2, 3, 4, 5 y 6																						
2.1	Control de Requerimientos de Compra y Venta							X	X	X		X												
2.2	Validación de las Transacciones	Se llega a este proceso a través de los casos de uso 7, 8, 9 y 10																						
2.3	Registro de los Requerimientos de Compra y Venta	Se llega a este proceso a través de los casos de uso 7, 8, 9 y 10																						
3.1	Cálculo del Precio Pool	Se llega a este proceso a través del caso de uso 10																						
3.2	Deamon para el cálculo del Precio Pool										X													
4.1	Administración del orden de mérito para el despacho	Se llega a este proceso a través del caso de uso 7																						
4.2	Almacenar información de entregas realizadas																					X		
4.3	Almacenar restricciones de disponibilidad de energía																						X	
5.1	Administración del perfil del agente													X	X									
5.2	Administración de la información crediticia del agente															X								
6.1	Control de las consultas y disputas de los agentes																X							
6.2	Compensación de las cuentas de los agentes																		X					
6.3	Registro de los pagos recibidos por los miembros																	X						
6.4	Administración del detalle de la cuenta del agente																		X					X
6.5	Generador de Reportes y EEFF																			X				

#### 4.2.6. CU1: Consultar información del Mercado y del Sistema [BE 1.1]

Los actores de este caso son los compradores y vendedores de energía. Para ello ingresan a la opción de **Servicios de Información** en donde tendrán acceso a la información que el Sistema tiene disponible, ya sea porque ésta es pública o porque el agente la ha contratado previamente. Dada la diversidad de esta información alguna estará disponible como una página del navegador y otra estará disponible para ser descargada como documentos. La información estará organizada temáticamente de acuerdo a los siguientes criterios:

- Información del Sector Eléctrico
- Información del Sector Financiero
- Información del Sistema

Para todos los casos el usuario tendrá la opción de ver el título y una breve descripción de la información, sin embargo solo podrá acceder al detalle si la información es pública o si la ha contratado previamente. De forma adicional el menú cuenta con dos enlaces utilitarios:

- Información Histórica, que muestra, organizadamente en enlaces por cada uno de los meses del año desde que se puso en marcha el Sistema, la información que en ese mes estuvo disponible
- Búsqueda, que permite buscar textos en los enlaces disponibles, tanto en la actual como en la histórica.

#### 4.2.7. CU2: Contratar Servicios Especializados de Información [BE 1.1]

Los actores de este caso son los compradores y vendedores de energía. Para ello ingresan a la opción de **Servicios de Información -> Suscripción de Servicios Especializados** y obtienen en una lista el total de servicios disponibles, indicando para cada uno de ellos el precio de afiliación por un periodo de seis meses, la opción de afiliarse si no lo está y un indicador de re-afiliación automática que permite continuar afiliado indefinidamente independientemente de que el plazo de seis meses ya haya vencido, también puede optar por la desafiliación siendo esta opción válida solo para servicios con re-afiliación automática con más de seis meses transcurridos desde la última suscripción, no se acumulan periodos de afiliación anteriores. Una vez suscritos los servicios estarán

disponibles para consulta desde la página que muestra los Servicios de Información. La página usada para esta opción sigue el formato de la Figura 4.1

**Figura 4.1. Suscripción de Servicios de Información**

	Precio por Periodo (6 meses) en S/.	Afiliación / Desafiliación	Re-Afiliación Automática
<b>Sector Eléctrico</b>			
Servicio 1	20	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Servicio 2	30	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Sector Financiero</b>			
Servicio 3	60	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Servicio 4	80	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Sistema</b>			
Servicio 5	15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Servicio 6	30	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**4.2.8. CU3: Contratar Servicios de Alerta [BE 1.1]**

Los actores de este caso son los compradores y vendedores de energía. Para ello ingresan a la opción de *Servicios de Información -> Suscripción de Servicios de Alerta* y obtienen la lista de servicios de alerta disponibles, los cuales son:

- Alerta cuando se haya rechazado una oferta para una transacción al Spot
- Alerta cuando otro agente haya aceptado la oferta de compra-venta de energía
- Alerta cuando otro agente haya ingresado una oferta de compra-venta que satisface los requerimientos de venta-compra del agente
- Alerta cuando existan ofertas de compra-venta de contratos de Futuros a X meses a un precio menor o igual a Y por MWh

El detalle de esta la plantilla creada para el ingreso de estas alertas se muestra en la Figura 4.2.

**Figura 4.2. Suscripción de Servicios de Alerta**

	Precio por Periodo (6 meses) en S/.	Afiliación / Desafiliación	Re-Afiliación Automática	Meses (X)	Precio (Y)
<b>Contratos al Spot (al día siguiente)</b>					
Rechazo de Oferta por el Sistema	20	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Servicio 2	30	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
<b>Contratos a la Hora anterior</b>					
Aceptación de Oferta	60	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Ingreso de Oferta requerida	80	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
<b>Futuros</b>					
Ingreso de Oferta requerida	15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	X	Y

Cabe la pena indicar que los servicios de alerta son facilidades que se usan al momento de realizar una transacción de compra o venta más que una utilidad independiente por si misma.

**4.2.9. CU4: Mostrar inf. de la capacidad del Sistema de Generación [BE 1.1]**

Los actores de este caso son los Compradores y Vendedores de energía además de los Administradores del Sistema. Para ello ingresan a la opción de **Servicios de Información -> Capacidad del Sistema** en donde pueden obtener la capacidad proyectada de cada una de las Empresas de Generación para los 7 días siguientes. La información a mostrar es:

- Empresa Generadora
- Capacidad de Generación para cada uno de los bloques horarios de los siguientes 7 días

El detalle de esta plantilla se muestra en la Figura 4.3.

Figura 4.3. Capacidad del Sistema de Generación

Empresa Generadora 1	Día 1	Día 2	Día 3	Día n	Día 7
Bloque 1	12	43	43	...	43
Bloque 2	26	12	54	...	3
Bloque 3	21	12	45	...	23
Bloque 4	12	43	23	...	23
Bloque 5	34	43	12	...	4
...				...	
Bloque 24	65	45	67	...	87

#### 4.2.10. CU5: Mostrar información de los Detalles del Despacho [BE 1.1]

Los actores de este caso son los compradores y vendedores de energía. Para ello ingresan a la opción de *Servicios de Información -> Detalles del Despacho* y obtienen la siguiente información por cada generador:

- Nombre del Generador
- Cantidad de energía disponible para despachar por cada uno de los 24 bloques horarios
- Cantidad de energía despachada o comprometida para el despacho por cada uno de los 24 bloques horarios

Dado que el precio inicial y final del MWh dependen del tipo de operación realizada éste no es incluido en la lista anterior. Lo que si se muestra es el precio pool como un único valor para todo el Sistema de Generación pero solo para contratos al spot a través del caso de uso de la sección 4.2.11.

#### 4.2.11. CU6: Mostrar información del precio pool [BE 1.1]

Los actores de este caso son los compradores y vendedores de energía. Para ello ingresan a la opción de *Servicios de Información -> Precio Pool* y obtienen el precio pool del Sistema para cada uno de los 24 bloques horarios y para cada uno de los últimos 7 días. Opciones adicionales permite incrementar el rango de fecha, presentar la información en forma tabulada o en un gráfico. Además se permite “descargar” la información resultante en una hoja de formato Excel. La pantalla que muestra esta información sigue el formato de la Figura 4.4:

**Figura 4.4 Precio Pool para los últimos siete días de negociación**

	Día -7	Día -n	Día -3	Día -2	Día -1
Bloque 1	12	...	43	43	43
Bloque 2	26	...	12	54	3
Bloque 3	21	...	12	45	23
Bloque 4	12	...	43	23	23
Bloque 5	34	...	43	12	4
...					
Bloque 24	65	...	45	67	87

#### 4.2.12. CU7: Realizar requerimientos de C/V de Energía al Spot [BE 2.1]

**Actor Primario:** Compradores y Generadores de energía

**Stakeholder y sus intereses en el proceso:**

- Comprador/Generador: necesita que el sistema registre sus requerimientos de compra-venta de energía en el momento en que éste lo solicite
- Bolsa de Energía: necesita registrar los requerimientos tal como los ha ingresado el agente y así satisfacer los intereses de su cliente. Necesita actualizar correctamente los contratos registrados en caso un cliente acepte alguno de ellos
- OSINERG: necesita validar que la operación es realizada con transparencia y en igualdad de condiciones de mercado.

**Precondición:** El agente debe estar habilitado para la compra-venta (no tener deudas) y haberse autenticado en el Sistema.

**Poscondición:** El requerimiento es salvado adecuadamente, el estado de la cuenta del cliente es actualizado correctamente, el número del contrato u operación es registrado.

**Flujo del escenario principal:**

1. El agente se autentica en el Sistema
2. El agente ingresa al menú *Transacción -> Contratos al Spot*
3. El agente ingresa su postura de compra-venta a través de la plantilla del Sistema o usando una de las plantillas previamente construidas y guardadas por el mismo
4. El Sistema valida que la postura del agente cumpla con las reglas de negociación de Contratos al Spot

5. Para el caso de las Compras el Sistema valida que el agente tenga registradas las suficientes garantías que avalen su postura
6. Para el caso de las Ventas el Sistema valida que el agente (generador) tenga la capacidad para realizar el despacho que está ofreciendo
7. El Sistema registra el Contrato del agente si las condiciones para los pasos 5 y 6 son satisfactorias.

**Extensiones (flujos alternativos):**

- 1a. El identificador o la contraseña del usuario no es correcta y por lo tanto se le rechaza el ingreso
- 3a. La postura ingresada no es válida por ir en contra de las **reglas de negociación** en el Sistema permitiéndole reingresarla
- 7a. Si el cliente no cuenta con las garantías o con la energía necesaria se rechaza el registro del contrato.

Se debe tener en cuenta que la unidad de negociación es el MWh y el monto mínimo a negociar es de 0.1 MWh. El formato usado para fijar la oferta o demanda de energía se muestra en la Figura 4.5 y sus campos son:

- Fecha de Producto, que es la fecha en la que se realizará la operación, es decir el día siguiente del registro del contrato
- Bloque, que está definido por cada una de las horas para las se quiere realizar una oferta
- Cantidad, que define cuanto se desea comprar (valor positivo) o vender (valor negativo)
- Precio, el precio dispuesto a pagar por la energía

**Figura 4.5. Formato de Contrato para la compra o venta de energía al Spot**

Contrato al Spot		
<b>Fecha de Producto</b>	2005-06-04	
<b>Bloque</b>	<b>Cantidad (MWh)</b>	<b>Precio (USD)</b>
Bloque 1	30	15
Bloque 2	-40	20
Bloque 3	15	18
Bloque 4	20	19
...		
Bloque 24	-30	20

**4.2.13. CU8: Realizar req. de C/V de Energía para la hora anterior [BE 2.1]**

**Actor Primario:** Compradores y vendedores de energía

**Stakeholder y sus intereses en el proceso:**

- Comprador/Vendedor: necesita que el sistema registre sus requerimientos de compra-venta de energía en el momento en que éste lo solicite
- Bolsa de Energía: necesita registrar los requerimientos tal como los ha ingresado el agente y así satisfacer los intereses de su cliente. Necesita actualizar correctamente los contratos registrados en caso un cliente acepte alguno de ellos
- OSINERG: necesita validar que la operación es realizada con transparencia y en igualdad de condiciones de mercado.

**Precondición:** El agente debe estar habilitado para la compra-venta (no tener deudas) y haberse autenticado en el Sistema.

**Poscondición:** El requerimiento es salvado adecuadamente, el estado de la cuenta del cliente es actualizado correctamente, el número del contrato u operación es registrado.

**Flujo del escenario principal:**

1. El agente se autentica en el Sistema
2. El agente ingresa al menú *Transacción -> Contratos para la hora anterior*
3. El agente ingresa su postura de compra-venta

4. El Sistema registra la postura del agente siempre y cuando el agente no tenga ningún tipo de deuda con el Sistema
5. De ser una postura de venta el agente debe contar con la energía para vender
6. De ser una postura de compra, el agente debe contar con las garantías que sustenten su oferta
7. El agente y el Sistema pueden iterar entre los pasos 3 y 4 hasta las  $n-2$  horas (redondeado al entero mayor) siendo  $n$  la hora de entrega física de energía.
8. El Sistema genera los contratos de compra- venta para cada una de las ofertas aceptadas
9. El Sistema actualiza la cuenta de cada agente con lo indicado en su postura
10. El Sistema informa los contratos aceptados al Sistema de Generación
11. El Sistema informa los contratos al **OSINERG/GART** para su fiscalización.

**Extensiones (flujos alternativos):**

- 1a. El identificador o la contraseña del usuario no son correctos y por lo tanto se le rechaza el ingreso
- 3a. La postura ingresada no es válida por ir en contra de las **reglas de negociación** en el Sistema permitiéndole reingresarla

**Descripción del Caso**

Dada la naturaleza de algunos compradores, es también necesaria la comercialización de energía durante el mismo día en que se requiere ésta. Este tipo de mercado no tiene la estructura del mercado spot sino que se basa en la libre oferta y demanda entre las partes. O el comprador coloca su oferta de compra o el vendedor hace lo propio, uno de los dos acepta la oferta y el contrato se da por cerrado teniendo los agentes la obligación de tomar y suministrar la energía contratada. El formato usado para realizar esta operación es similar al contrato de la Figura 4.5, sin embargo luego de aprobarse se generan múltiples contratos, uno por cada una de las horas ofertadas por el agente tal como se muestra en la Figura 4.6 .

Figura 4.6. Formato de Contrato para operaciones del día

Contrato al día de la Operación					
Agente	Contrato	Bloque	Cantidad (MWh)	Precio (USD)	Aceptar
Agente1	REF432	Bloque1	30	15	<input type="checkbox"/>
Agente1	REF544	Bloque8	-40	20	<input checked="" type="checkbox"/>
Agente4	REF545	Bloque16	15	18	<input type="checkbox"/>
Agente4	REF234	Bloque17	20	19	<input checked="" type="checkbox"/>
...	...	...	...	...	...
Agente56	REF656	Bloque14	-30	20	<input type="checkbox"/>

#### 4.2.14. CU9: Procesar req. de compra de Energía: Futuros [BE 2.1]

**Actor Primario:** Compradores y vendedores de energía

**Stakeholder y sus intereses en el proceso:**

- Comprador/Vendedor: necesita que el sistema registre sus requerimientos de compra-venta de energía en el momento en que éste lo solicite
- Bolsa de Energía: necesita registrar los requerimientos tal como los ha ingresado el agente y así satisfacer los intereses de su cliente. Necesita actualizar correctamente los contratos registrados en caso un cliente acepte alguno de ellos
- OSINERG: necesita validar que la operación es realizada con transparencia y en igualdad de condiciones de mercado.

**Precondición:** El agente debe estar habilitado para la compra-venta (no tener deudas) y haberse autenticado en el Sistema.

**Poscondición:** El requerimiento es salvado adecuadamente, el estado de la cuenta del cliente es actualizado correctamente, el número del contrato u operación es registrado.

**Flujo del escenario principal:**

1. El agente se autentica en el Sistema
2. El agente ingresa al menú *Transacción* -> *Contratos de Futuros*
3. El agente busca Futuros y opta por aceptar uno o algunos de ellos para lo cual tendrá que indicar la cantidad de energía (volumen) que desea comprar

4. El agente solicita crear los Contratos de Futuros al Sistema
5. El Sistema valida contra las garantías registradas y disponibles del agente si es posible aceptar sus requerimientos
6. El Sistema valida que el agente no se encuentre con deuda vencida por algún otro contrato o servicio recibido
7. Si el agente se encuentra apto el Sistema registra su requerimiento de compra de Futuros y crea los contratos correspondientes a la vez que disminuye la cantidad disponible en la oferta de Futuros
8. El Sistema debita la cuenta de cada agente con el monto registrado por cada Contrato de Futuros creado
9. El Sistema acredita la cuenta del vendedor o vendedores con el monto registrado por cada Contrato de Futuros creado
10. El Sistema informa los contratos al **OSINERG/GART** para su fiscalización.

**Extensiones (flujos alternativos):**

- 1a. El identificador o la contraseña del usuario no es correcta y por lo tanto se le rechaza el ingreso
- 5a, 6a. Si el cliente no es apto se le indica mediante un mensaje de alerta para lo cual se le solicita reconsiderar sus requerimientos o cancelar la deuda vencida de ser el caso.

**Descripción del Caso**

Dada que no existe experiencia en la negociación de energía como activo subyacente se propondrá en la Figura 4.7 las características que un contrato del tipo Futuro debe cumplir para su negociación en el Sistema:

**Figura 4.7. Propuesta para contrato de Futuro mensual**

<b>Aspecto</b>	<b>Descripción</b>
Activo Subyacente	Electricidad
Unidad de Negociación	62.5 megawatt horas (MWh), a razón de 0.5MW por hora durante las horas punta del sistema
Unidad de Cotización	Dólares por megawatt hora.
Variación Mínima	S/. 0.50 por MWh (S/. 31 por contrato)
Oscilación Máxima Diaria	Límite máximo de oscilación del precio en cualquier día por encima o por debajo del precio de cierre del día anterior.
Último día de Negociación	Las negociaciones terminarán el cuarto día hábil previo

	al primer día calendario del mes de entrega.
Ubicación de Entrega	Barra Santa Rosa - Lima
Horarios de Entrega	Cada hora de punta (18:00 – 23:00) de cada día de punta del mes de entrega.

### Unidad de negociación

Se definirá la unidad de negociación al 50% de la magnitud de potencia mínima que permitirá a un cliente libre participar en un mercado de comercialización de energía eléctrica, es decir, una tasa de entrega de 0.5MW. Por lo tanto, la unidad de negociación queda definida con dicho valor.

Entonces, la energía resulta de multiplicar dicha tasa con el número de horas punta (5 horas punta por día laborable) de un determinado mes que en promedio contiene 25 días laborables resulta:

$$\text{Unidad de Energía} = 0.5 \text{ MW} * ( 5 \text{ horas punta /mes} ) * ( 25 \text{ días/mes} ) = 62.50 \text{ MWh}$$

La energía debe ser entregada a la tasa definida en el contrato, o potencia límite. Si existen excesos, su valorización se realizará a los precios spot. Al definir la unidad de negociación, se han expuesto las razones para elegir la tasa de entrega de la energía en 0.5MW considerando mediciones de cada 15 minutos .

### Unidad de cotización y variación mínima

La unidad de cotización se establece en términos de la moneda local por unidad de energía, es decir, Nuevos Soles por megawatt hora. Para el caso de la variación mínima entre cotizaciones, es necesario establecer un valor predeterminado para evitar fluctuaciones excesivas. El criterio establecido es asumir la variación mínima como el 1% del valor del contrato.

Si se considera que el costo marginal en hora punta mensual ha variado en el periodo de enero 1998 a diciembre 2002 desde un mínimo de S/. 53.67 por MWh hasta un máximo de S/. 217.97 por MWh, el 1% aplicado a este caso arroja valores entre S/. 0.54 y S/. 2.18 por MWh. se opta por elegir un valor que este por debajo de estos valores, tomando una variación mínima de S/. 0.5 por MWh, o el equivalente a S/. 25 por contrato.

### **Fluctuación máxima**

Este parámetro se define por la necesidad de cubrirse de las variaciones excesivas del costo marginal, que generalmente son producto de situaciones de fuerza mayor o no contempladas en la operación normal del sistema eléctrico. A partir de un análisis de los datos, se procederá a realizar un análisis del nivel de variación al cual se debería limitar las negociaciones, materia de una investigación posterior. Se ha comparada la fluctuación respecto del día anterior, pero puede realizarse respecto de un promedio anterior o entre variaciones semanales.

### **Fecha de vencimiento y último día de negociación**

El contrato debe estipular el último día factible para establecer las propuestas de compra o de venta, considerando que el periodo relevante que para este caso es de un mes. De acuerdo a las características de este contrato, se puede establecer que el último día hábil para negociar estos contratos, será la segunda semana del mes previo al mes de entrega de la energía, desde la apertura a inicios de dicho mes hasta una fecha específica

### **Ubicación de entrega**

El punto de entrega, o ubicación de entrega será la Barra Lima, a partir de la cual se puede distribuir la energía a través del sistema interconectado y expandir los precios utilizando los factores de expansión definidos en las fijaciones de precios y utilizados para las transferencias de energía.

### **Horarios de entrega**

El contrato propuesto abarca las horas punta del mes, por lo tanto el horario de entrega de la energía será cada hora punta de todos los días con horas punta contenidos en el mes.

#### **4.2.15. CU10: Procesar requerimientos de C/V de Energía al Spot [BE 3.2]**

**Actor:** El tiempo

#### **Stakeholder y sus intereses en el proceso:**

- Comprador/Generador: necesita que el Sistema procese los requerimientos de compra-venta de energía y calcule el precio pool de forma correcta y oportuna

- Bolsa de Energía: necesita calcular con exactitud el precio pool y así satisfacer los intereses de su cliente.

**Precondición:** El ingreso de requerimientos de compra-venta de energía debe de haber concluido.

**Poscondición:** El precio pool es calculado adecuadamente, las cuentas de los agentes actualizadas y el orden de mérito calculado de tal forma que esta información esté disponible a los agentes involucrados.

#### **Flujo del escenario principal:**

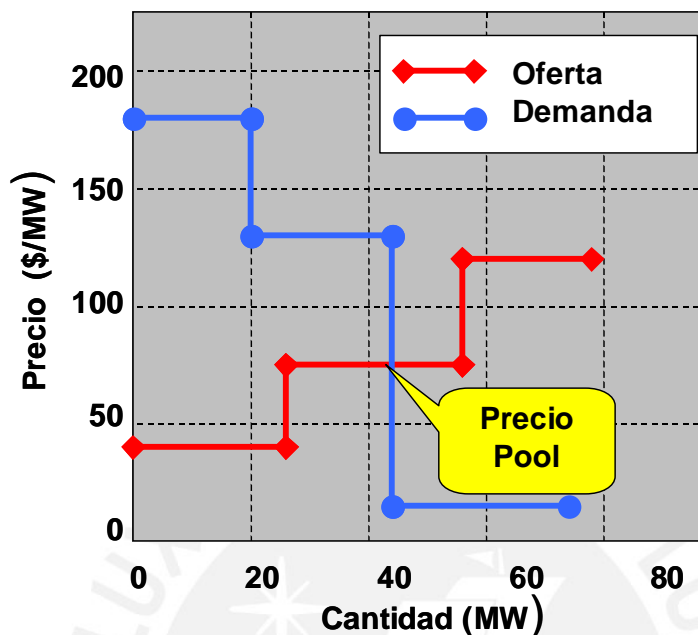
1. El deamon para el cálculo del Precio Pool inicia el proceso a las 13:00 horas
2. El Sistema construye una gráfica de oferta y demanda en cuya intersección define el precio del mercado (precio pool) al cual se comprará y venderá toda la energía ofertada por este mecanismo
3. El Sistema genera la lista de orden de mérito que define a quien y en que orden se deberá suministrar energía al Sistema de Transmisión
4. El Sistema actualiza la cuenta de cada agente con lo indicado en su postura
5. El Sistema informa la lista de orden de mérito al Sistema de Generación
6. El Sistema informa la lista de orden de mérito al **OSINERG/GART** para su fiscalización.

#### **Descripción del Caso**

El mercado spot es usado para la negociación de energía con un día de anticipación. La negociación en este mercado toma la forma de una subasta en donde los precios son calculados basándose en las ofertas de suministro y demanda de todos los participantes, agentes compradores y vendedores de energía.

Con dichas posturas, el Sistema construye una gráfica de oferta y demanda en cuya intersección define el precio del mercado (precio pool) al cual se comprará y venderá toda la energía. Un ejemplo de esa gráfica se muestra en la Figura 4.8.

Figura 4.8 Gráfica de oferta y demanda de energía para el mercado Spot



Vendedores con ofertas de suministro por debajo del precio del mercado venderán su potencia y compradores con precios de oferta por encima del precio de mercado recibirán la potencia solicitada. Esta negociación se realiza para cada hora del día siguiente generándose entonces 24 precios de mercado por día y está disponible en el Sistema hasta las 13:00 horas en que se cierra la negociación para proceder a establecer el precio final para cada bloque horario.

#### 4.2.16. CUI1: Aceptar req. de C/V de Energía para la Hora Anterior [BE 2.1]

**Actor Primario:** Compradores y vendedores de energía

**Stakeholder y sus intereses en el proceso:**

- Comprador/Vendedor: necesita que el sistema registre sus requerimientos de compra-venta de energía en el momento en que éste lo solicite
- Bolsa de Energía: necesita registrar los requerimientos tal como los ha ingresado el agente y así satisfacer los intereses de su cliente. Necesita actualizar correctamente los contratos registrados en caso un cliente acepte alguno de ellos
- OSINERG: necesita validar que la operación es realizada con transparencia y en igualdad de condiciones de mercado.

**Precondición:** El agente debe estar habilitado para la compra-venta (no tener deudas) y haberse autenticado en el Sistema.

**Poscondición:** El requerimiento es salvado adecuadamente, el estado de la cuenta del cliente es actualizado correctamente, el número del contrato u operación es registrado.

**Flujo del escenario principal:**

1. El agente se autentica en el Sistema
2. El agente ingresa al menú *Transacción -> Contratos para la hora anterior*
3. Al agente se le muestra la lista de contratos de compra o de venta disponibles para negociar
4. Si el cliente decide aceptar un contrato de venta de energía, se valida contra su perfil que cuente con las garantías para afrontar el pago
5. Si por el contrario el cliente decide aceptar un contrato de compra de energía se valida contra la capacidad disponible para el momento de la entrega
6. Si los pasos 4 ó 5 son satisfactorios se toma por aceptado el contrato y se le cambia de estado para no ser más mostrado
7. El Sistema actualiza las cuenta de los agentes comprador y vendedor con el monto del contrato, para uno en forma de débito y para el otro en forma de crédito

**4.2.17. CU12: Mostrar información de Rechazos en el despacho [BE 4.1]**

Los actores de este caso son los compradores de energía. Para ello ingresan a la opción de *Servicios de Información -> Rechazos del Despacho* en donde se les informa, en una pantalla que sigue el formato de la Figura 4.9, si alguna de sus ofertas de compra ha sido rechazada debido a que no cuentan con suficientes garantías que hagan honor a la transacción o no han pagado transacciones de compra previas. El comprador tiene la opción de reclamar esta decisión, sin embargo esto lo realizará fuera del Sistema por ser un proceso delicado y crítico que no puede esperar una respuesta a través del Sistema dado que la negociación se llevará a cabo el día siguiente.

**Figura 4.9. Formato de Rechazos en el Despacho**

<b>Rechazos de Contratos al Spot</b>	
<b>Fecha de Producto</b>	2005-06-04
<b>Nro. Requerimiento</b>	REF589

Bloque	Cantidad Ofertada (MWh)	Precio Ofertado (USD)
Bloque 1	30	15
Bloque 3	15	18
Bloque 4	20	19
...		
<b>Motivo del Rechazo</b>		
El monto ofertado en los bloques indicados no se puede atender por indisponibilidad del sistema		

#### 4.2.18. CU13: Registro del Agente [BE 5.1]

Los actores de este caso son los compradores y vendedores de energía. Para ello ingresan a la opción *Agente* -> *Nuevo Agente* en donde deben ingresar todos los campos marcados en la columna **Mandatorio** de la Tabla 4.2. Cabe recalcar que luego del registro el usuario recibirá un correo electrónico en el que se indica que si solicitud de Registro ha sido recibida y se encuentra en evaluación por la BE. Una vez que haya sido aceptada se le enviará un mensaje en donde se le indica que puede proceder con el pago de la suscripción, la cual es anual, y que le permite operar en el Sistema. El pago de la suscripción puede realizarlo en el Sistema a través del Caso de Uso de la sección 4.2.23. o a través de la aceptación de una Factura o Boleta de Venta.

Tabla 4.2. Forma de Registro del Agente

Campo	Mandatorio	Actualizable
<b>Información de la Empresa</b>		
Nombre de la Empresa	Si	No
Dirección de la Empresa	Si	Si
Número de RUC	Si	No
<b>Información del Usuario</b>		
Identificador de Usuario	Si	No
Contraseña	Si	Si
Contraseña (validación)	Si	Si
Nombres	Si	Si
Apellidos	Si	Si
Teléfono	Si	Si
Correo Electrónico	Si	Si
Fax	No	Si
Medio Preferido de Comunicación	Si	Si

#### 4.2.19. CU14: Actualización de Datos del Agente [BE 5.1]

Los actores de este caso son los compradores y vendedores de energía. Para ello ingresan a la opción de *Agente* -> *Actualizar Perfil* en donde se les muestra cada uno de los campos de la Tabla 4.2 teniendo la opción de actualizar solo los campos se indican en la columna **Actualizable**.

#### 4.2.20. CU15: Consulta de información crediticia de los Agentes [BE 5.2]

Los actores de este caso son los compradores y vendedores de energía. Para ello ingresan a la opción de *Agente* -> *Información Crediticia* en donde se muestra la “Posición del Cliente” es decir las compras efectuadas, que son obligaciones de pago para con otros y las ventas realizadas, que son ingresos. Además se muestran las garantías y la valorización de las mismas, registradas por el agente. El detalle a mostrar es el siguiente:

- Contratos aceptados para la compra-venta de energía
- Contratos registrados para la compra-venta de energía

- Balance de la energía a recibir y/o despachar por bloques, día actual, día siguiente
- Información de las Garantías registradas
- Estado de cuenta al cierre del último periodo con la opción de seleccionar periodos pasados o rangos de fechas.

Dado que la BE actúa como contraparte en todas las operaciones es posible compensar ambos valores, “compras vs. ingresos” y obtener un estado final que forma parte del proceso de Compensación que se menciona en la siguiente sección.

#### 4.2.20.1. Proceso de Compensación

La compensación tiene por regla sumarizar tanto las obligaciones como los ingresos con el fin de minimizar el flujo de efectivo. El procedimiento suma los flujos positivos y negativos (por ventas y compras) de toda una semana y le agrega los cargos por el uso del Sistema para luego ser reportado al agente en su “Consulta de Información Crediticia”. Como la BE actúa como contraparte en cada operación está expuesta al riesgo de que tenga que hacer honor a una operación para la que aún no ha recibido la correspondiente paga. Para cubrirse de este riesgo cada participante debe colocar en garantía lo equivalente a sus compras netas de las últimas tres semanas.

#### 4.2.21. CU16: Consultas y reclamos sobre el estado de las cuentas [BE 6.1]

Los actores de este caso son los compradores y vendedores de energía. Para ello ingresan a la opción de **Cuenta** -> **Reclamos** en donde tienen la opción de abrir un “Caso” si es que están inconformes con la forma con que el Sistema a calculado sus posiciones para un periodo específicos. La comunicación se lleva en un inicio a través del Sistema, a través del ingreso y la lectura de argumentos de parte del agente y de los Administradores del Sistema pero si no llega a un conciliación ésta se traslada al ámbito físico/legal.

#### 4.2.22. CUI7: Ingreso de pago de los Agentes [BE 6.3]

Los actores de este caso son los compradores y vendedores de energía. Para ello ingresan a la opción de **Cuenta** -> **Amortizaciones** en donde pueden realizar los pagos, usando una Tarjeta de Crédito, para cada uno de los siguientes rubros :

- Suscripción
- Servicios de información adicional
- Cuenta de Cliente

Se debe tener en cuenta que esta no es la única forma de realizar pagos, el agente podría optar por pagar a través de cargo en cuenta o cheques, sin embargo esos procesos son externos al Sistema y no se describirán. Para todos los casos la BE está en la obligación de enviar una Boleta de Venta o Factura al domicilio de la empresa a la que pertenece el agente.

#### **4.2.23. CU18: Consulta de la cuenta del Agente [BE 6.4]**

Los actores de este caso son los compradores y vendedores de energía. Para ello ingresan a la opción de **Cuenta -> Estado de la Cuenta** en donde se pueden consultar los pagos y los cargos a los que el agente ha sido afecto durante su participación en el Sistema. Como primera vista se muestran los pagos y los cargos de las últimas tres semanas, es así pues que el valor de los cargos está asociado directamente al Proceso de Compensación, pudiendo luego realizar consultas históricas. Cabe recalcar, por el principio de contraparte de la BE, que no existen cuentas pendientes más allá de las tres semanas, tal como se explicó en la sección 4.2.20.1.

#### **4.2.24. CU19: Consultas en el Generador de Reportes [BE 6.6]**

Los actores de este caso son los compradores y vendedores de energía. Para ello ingresan a la opción de **Reportes** en donde pueden obtener, en formato impreso, la información consultada en el resto de opciones del menú principal de la opción, esto es:

- Perfil de cliente
- Información crediticia
- Estado de la Cuenta

#### **4.2.25. CU20: Ingresar inf. de la capac. del Sistema de Generación [BE 1.3]**

Los actores de este caso son las Empresas de Generación. Para ello ingresan a la opción de **Generador -> Carga de capacidad** en donde cargan información en formatos estándares haciendo uso de los siguientes dos medios:

- Ingresando el precio del MWh y la capacidad disponible por cada uno de los 24 bloques
- Cargando un archivo con formato XML

En ambos casos el Sistema valida que la información concuerde con el formato, sino muestra un mensaje de error indicando que la carga no se pudo realizar. Cabe indicar que los Sistemas de Generación son también como vendedores, el rol de Generador solo está disponible para la negociación en el mercado del “día siguiente” en el que el Sistema

determinar el precio de venta. Para el resto de mercados: “la hora siguiente” y Futuros el Generador es un vendedor más.

#### **4.2.26. CU21: Ingresar información de detalles del despacho [BE 4.2]**

Los actores de este caso son las Empresas de Generación. Para ello ingresan a la opción de **Generador -> Carga de Energía despachada** en donde cargan información en formatos estándares haciendo uso de los siguientes dos medios:

- Ingresando la cantidad de energía despachada por cada comprador y por cada uno de los 24 bloques
- Cargando un archivo con formato XML

En ambos casos el Sistema valida que la información concuerde con el formato. Esta información será luego usada para actualizar las cuentas de los agentes, tanto compradores como vendedores.

#### **4.2.27. CU22: Ingreso de inf. de restricciones en el despacho [BE 4.3]**

Los actores -de este caso son las Empresas de Generación. Para ello ingresan a la opción de **Generador -> Restricciones en el Despacho** en donde indican cuales son las restricciones físicas que deben ser tomadas en cuenta por el Sistema y que evitan que una oferta de compra o venta ingrese como válida al proceso **Módulo de Fijación del Precio Pool [BE 3]**.

#### **4.2.28. CU23: Informar uso de energía de los Agentes [BE 6.4]**

Los actores de este caso son las empresas de Transmisión . Para ello ingresan a la opción de **Transmisor -> Registro de Uso de Energía** en donde cargan información en formatos estándares haciendo uso de los siguientes dos medios:

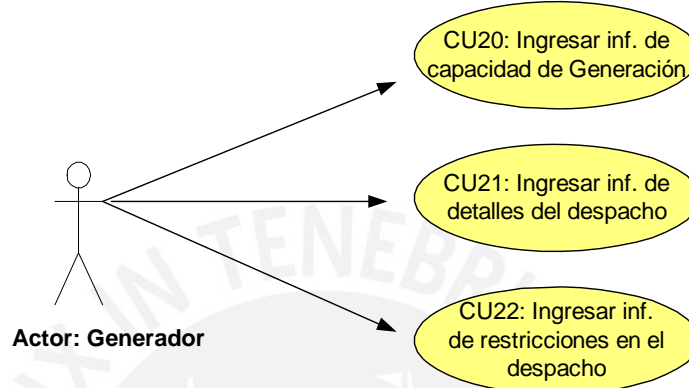
- Ingresando la cantidad de energía transmitida (consumida) por cada comprador y por cada uno de los 24 bloques.
- Cargando un archivo con formato XML

En ambos casos el Sistema valida que la información concuerde con el formato. Esta información será luego usada para actualizar las cuentas de los agentes, tanto compradores como vendedores, y se complementa con la información registrada en el caso de uso 4.2.26. pues sirve para controlar cualquier merma que hubiese podido ocurrir desde que la energía salió de las empresas de Generación.

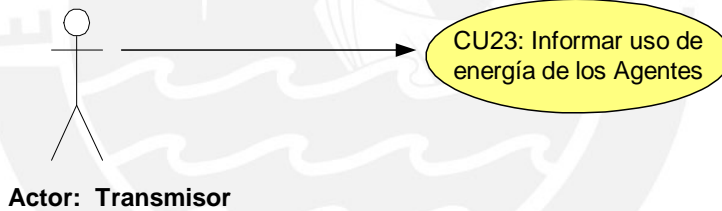
### 4.3. Diagramas de Casos de Uso

Sobre la base de los casos de uso descritos anteriormente se presentarán los diagramas que muestran la interacción de los actores con cada uno de ellos:

**Figura 4.10 Diagrama de Caso de Uso: Generador**



**Figura 4.11 Diagrama de Caso de Uso: Transmisor**



**Figura 4.12 Diagrama de Caso de Uso: Actores varios**

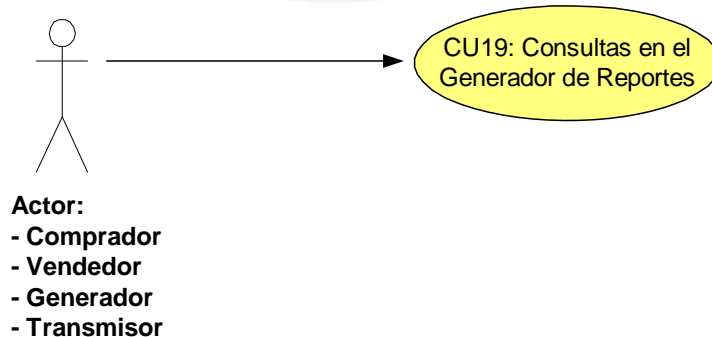
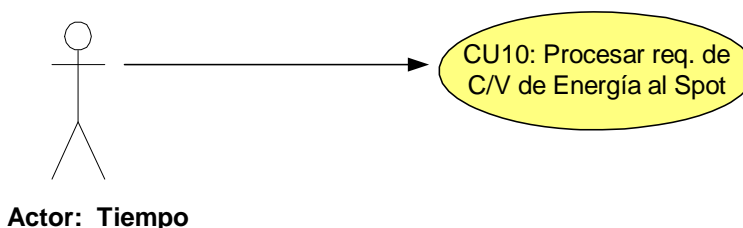


Figura 4.13 Diagrama de Caso de Uso: Comprador o Vendedor



**Figura 4.14 Diagrama de Caso de Uso: Tiempo**



#### 4.4. Requerimientos no Funcionales

Como contraparte a los requerimientos anteriores tenemos a los requerimientos no funcionales. No están orientados a los procesos, que finalmente son el núcleo del negocio que se planea implementar, sino a hacer que los procesos sean para los usuarios lo más naturales posibles dentro de un entorno que le brinde simpleza, confiabilidad, disponibilidad y alta eficiencia. Son estos conceptos, venidos a menos en nuestro entorno, los que hacen la diferencia entre una aplicación promedio y una excelente aplicación.

Dado que la satisfacción de los requerimientos funcionales recién se hace evidente a partir de la fase de diseño de bajo nivel en adelante y como no se profundizará en estas fases en la presente tesis se ha visto importante hacer una buena definición de estos requerimientos para que puedan ser tomados como base para subsecuentes investigaciones.

Dada la amplitud geográfica en la que los agentes que pueden negociar en este mercado se encuentran, se ha visto imprescindible el uso de Internet. Sobre la base de esta premisa se han enunciado gran parte de los requerimientos.

##### 4.4.1. Requerimientos de Facilidad de Uso

El sistema debe ser capaz de adaptarse a los cambios rápidamente y a un costo razonable, es decir, debe estar diseñado para soportar incrementos tanto de funcionalidad como de capacidad sin mayor impacto en el servicio, y en los costos lo cual incluye la cantidad de personal requerido para su funcionamiento.

Además la documentación del Sistema debe permitir, tanto a los usuarios como al personal técnico el entendimiento total del Sistema y para lo cual se sugieren los siguientes contenidos:

#### 4.4.1.1. Manual de Sistemas

El Manual de Sistemas debe contener todo lo necesario para que el área de Sistema pueda darle soporte a la aplicación desde el punto de vista de sistemas, es decir:

- Identificación de problemas a nivel de Help Desk
- Identificación de problemas a nivel de área de Desarrollo
- Comprensión de los procesos del sistema para futuras implementaciones
- Proceso de Implementación (instalación) del sistema

Para ello, el manual deberá contener, como mínimo, las siguientes secciones:

- Arquitectura de la aplicación, conteniendo: (i) una descripción de cómo ésta ha sido organizada, a nivel de base de datos (tablas del sistema e intermedias); (ii) la comunicación entre las tablas, y; (iii) los procesos a nivel macro de la aplicación
- Diseño de Base de Datos - Diccionario de Datos, conteniendo todas las tablas, vistas, procedimientos descritos a nivel de datos e interrelaciones.
- Seguridad, con los mecanismos utilizados por la aplicación para el manejo de la seguridad.
- Módulos - Procesos, con indicación de manera organizada, lo necesario para cada anexo o reporte o procesos generales y deberá incluir:
  - La descripción funcional del proceso (identificando sus entradas y salidas)
  - La descripción técnica del proceso (identificando sus entradas y salidas)
  - Los objetos y métodos a emplearse con su descripción
  - Las validaciones, restricciones, control de errores y tipos de mensajes
  - Los casos de prueba a nivel funcional
- Estándares de Programación, que deberá contener los estándares para identificar a las tablas, campos dentro de las mismas, estándares para variables, etc.

#### 4.4.1.2. Manual del Usuario

El Manual del Usuario deberá contener toda la información necesaria para que el área usuaria pueda hacer un uso completo del sistema, lo que implica lo siguiente:

- Deberá explicarse todas las convenciones seguidas para la identificación de las acciones, mensajes, pantallas y flujos estándares para el uso del sistema

- Cada proceso del sistema deberá estar explicado de manera detallada, con ejemplos en donde se muestren cada una de las pantallas con las que el sistema cuenta
- Deberá indicarse los procesos o actividades que son requisitos para la ejecución de los procesos que permiten generar los reportes, es decir, su nivel de interdependencia"
- Para todas las pantallas de mantenimiento deberá explicarse qué significa cada campo y qué valores puede tomar.

#### ***4.4.2. Requerimientos de Confiabilidad***

Son los siguientes:

- Se requiere que el servicio del Sistema tenga una disponibilidad del 98%
- Se requiere que en caso de una eventual caída, el Sistema cuenta con redundancia en línea que permita no bloquear nunca la operativa del Sistema y que pueda servir además como balanceador de la carga
- Se requiere contar con un servidor COB (servidor de respaldo) en una ubicación distinta al principal y que pueda ponerse operativo en no más de 2 horas en caso el servidor principal y el lugar en el cual se encuentra se vean imposibilitados de funcionar (terrorismo, desastres naturales, sabotajes, etc.).

#### ***4.4.3. Requerimientos de Performance***

Son los siguientes:

- Se requieren servidores de última generación con discos en configuración RAID 5 de alta capacidad y fuente redundante de energía
- Tanto el procesador, la memoria como los discos de los equipos deben estar orientados a satisfacer el crecimiento del mercado hasta el máximo estimado (valor que será indicado más adelante) alcanzando la media de su uso no más de un 80% de la capacidad<sup>6</sup> a implementar

---

<sup>6</sup> Existen herramientas que usan los proveedores de hardware como IBM para estimar el modelo y la configuración de los servidores basándose en respuestas a preguntas sobre las aplicaciones que se soportarán. Se sugiere el uso de esta herramienta para obtener el servidor indicado en los requerimientos.

- Se requiere de equipos de comunicación que permitan implementar una red tipo VPN, esta red será usada por los clientes corporativos que deseen tener un enlace dedicado de alta confiabilidad y sobretodo seguro
- Se requiere de una DMZ o zona desmilitarizada para salvaguardar la seguridad del Sistema
- Se requiere de una línea de banda ancha con conectividad a Internet la cual será usada por los usuarios que no puedan solventar una línea dedicada.

#### 4.4.4. *Requerimientos de Soporte*

A nivel de la plataforma a implementar:

- Se requiere que la aplicación sea desarrollada en Java haciendo uso de J2EE en la programación.
- Se debe contar con un servidor de aplicaciones basado en Java además de una herramienta de desarrollo que interactúen fácilmente con este servidor
- La arquitectura de software debe satisfacer el modelo de tres capas MVC

A nivel de los agentes que usarán la aplicación:

- El agente requiere de un navegador de Internet (web browser) que tenga el mismo nivel de compatibilidad de Microsoft Explorer 5.5 o la última versión.

#### 4.5. Diagrama de Clases de Análisis

Un elemento adicional de la etapa de análisis y que lleva a definir el dominio o ámbito del problema es la identificación de las clases conceptuales. Estas clases se representan en lo que se llama “modelo de dominio”, o Domain Model, (Larman, 2001) y muestra para cada una de ellas los atributos principales así como las relaciones con el resto de clases. La Figura 4.15 muestra el modelo para el Sistema propuesto.



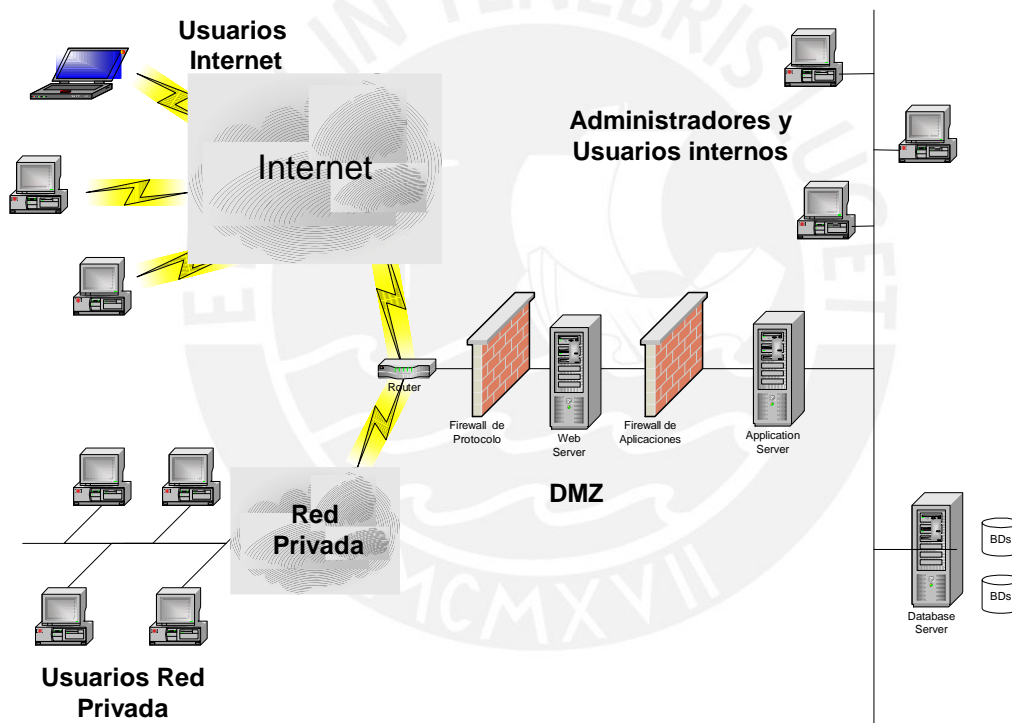
## CAPITULO V. ARQUITECTURA Y DISEÑO

El presente capítulo presenta la arquitectura de la aplicación así como el diseño a alto nivel del Sistema. Las herramienta usada para ello será un diagrama de secuencias para los casos de uso más importantes del Sistema que son los relacionados a la contratación de los servicios de información así como a los que corresponden a la negociación misma que es el corazón de la Bolsa de Energía.

### 5.1. Arquitectura de la aplicación

A continuación presentamos el diagrama de arquitectura de la aplicación:

**Figura 5.1. Diagrama de Arquitectura del Sistema**



En el diagrama se presenta la solución a los requerimientos de seguridad y de accesibilidad indicados en la sección 4.4. de requerimientos no funcionales. Dado que los usuarios del Sistema se pueden ubicar en cualquier punto del país e incluso fuera de éste, para el caso de los especuladores, es necesario contar con una tecnología que permita el acceso remoto y eso solo se logra a través de tecnologías web. Para ello se plantean dos formas de acceso: la primera a través de Internet y para lo cual se podrá habilitar un canal seguro a través del uso de un VPN o la segunda, a través de una red privada para las

empresas del medio, en donde se integren los generadores, transmisores y grandes consumidores. A la vez esta red privada es una fuente potencial para que los agentes del sector dinamicen el mercado de energía, no solo en lo referente a la negociación en la Bolsa sino en la creación de nuevos mecanismos de comercialización, comunicación y desarrollo tecnológico.

Al interior de la Bolsa de Energía los elementos de arquitectura que la conforman son:

- El router, el cual permite enlazar a los agentes con el Sistema. Este equipo que actúa en la capa 3 del OSI deberá además tener la capacidad de habilitar una VPN
- La DMZ (De-Militarized Zone) está conformada por dos firewalls, el primero de protocolo que filtra los accesos al uso de http y https solamente y a través de los puertos definidos por el Sistema; el segundo firewall filtra y permite que solamente los requerimientos provenientes del servidor web sean los que sean atendidos por el servidor de aplicaciones.
- El servidor web (web server) y el servidor de aplicaciones (application server) que son los dos elementos propios de la aplicación. Dada la importancia de que el Sistema tenga una alta disponibilidad se sugiere no implementar una solución basada en WINDOWS sino en UNIX. Dado ello el framework de implementación deberá basarse en J2EE.
- El Servidor de Base de Datos (Database Server) es el repositorio de toda la data del Sistema. Como se indicó en la sección de requerimientos se requiere de un servidor que implemente un arreglo de discos RAID 5 además de fuente redundante dada la importancia de mantener este servidor siempre en línea, se sugiere un servidor ORACLE.
- La red interna, para lo que se sugiere el uso de Fast Ethernet y en general protocolo TCP/IP para todos los elementos de comunicación.

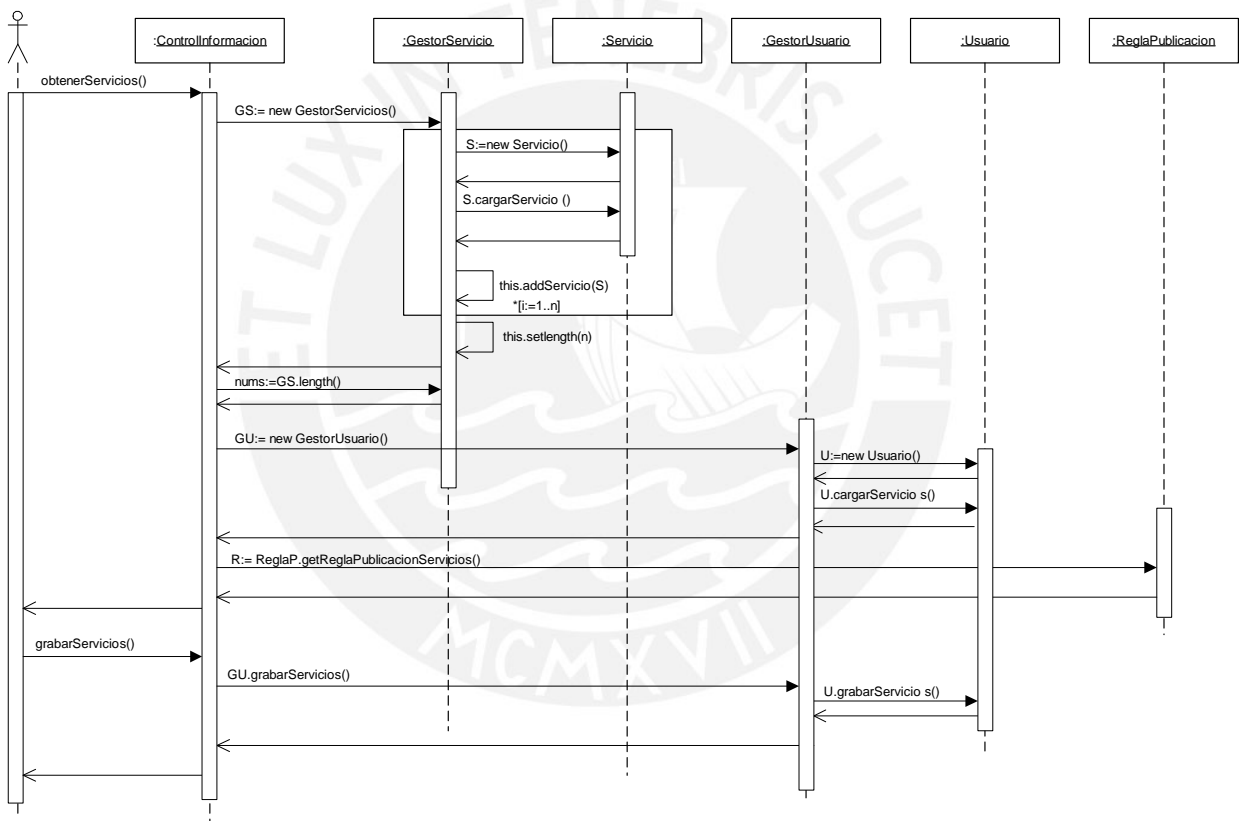
## 5.2. Diagramas de Secuencia

Al igual que en la fase de análisis se hará uso de la metodología UP para la preparación de los diagramas de secuencia siguiendo la notación UML y los cuales se presentan a continuación:

### 5.2.1. Contratación de Servicios normales o alertas (CU2 y CU3)

Este diagrama se presenta en la Figura 5.2 y muestra la secuencia a seguir cuando un agente requiere contratar algún servicio de información o alguna alerta. La clase controladora **ControlInformacion** interactúa con el Sistema con las clases **Servicio**, de quien obtiene la lista de servicios disponibles, con la clase **Usuario** de quien obtiene los servicios actualmente contratados por el usuario y en donde finalmente actualizará la lista de servicios que se agregarán y **ReglaPublicacion** quien define el periodo mínimo de contratación de los servicios y las reglas para la desafiliación.

**Figura 5.2. Contratación de Servicios (normales o alertas)**

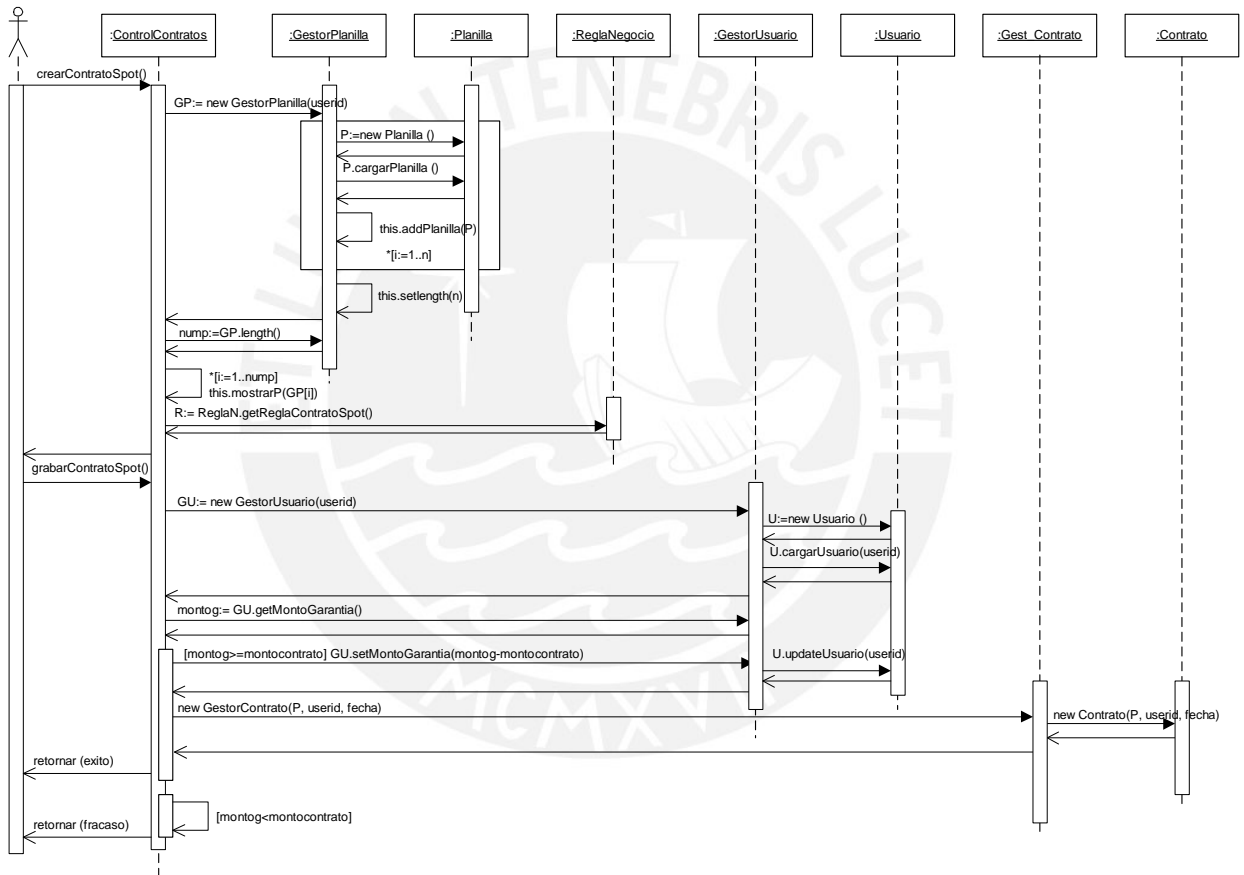


### 5.2.2. Creación de Ofertas de Compra al Spot (CU7)

Este diagrama se presenta en la Figura 5.3 y muestra la secuencia a seguir cuando un agente requiere comprar energía en el mercado spot. La clase controladora **ControlContratos** es la encargada de coordinar con la clase **Planilla** de donde obtiene los

modelos de Contratos que previamente el usuario a grabado para facilitarle la negociación al spot. Con ellos prepara su oferta para el día siguiente apoyándose en la clase **ReglaNegocio** para aplicar las reglas que se usarán para la preparación del **Contrato** el cual, una vez que se encuentre listo, será cruzado con la clase **Usuario** para validar que las garantías registradas por el agente puedan responder por él en caso no pueda pagar por la energía que está comprando. Solo luego de eso es que se crea el contrato a través de la clase **Contrato**.

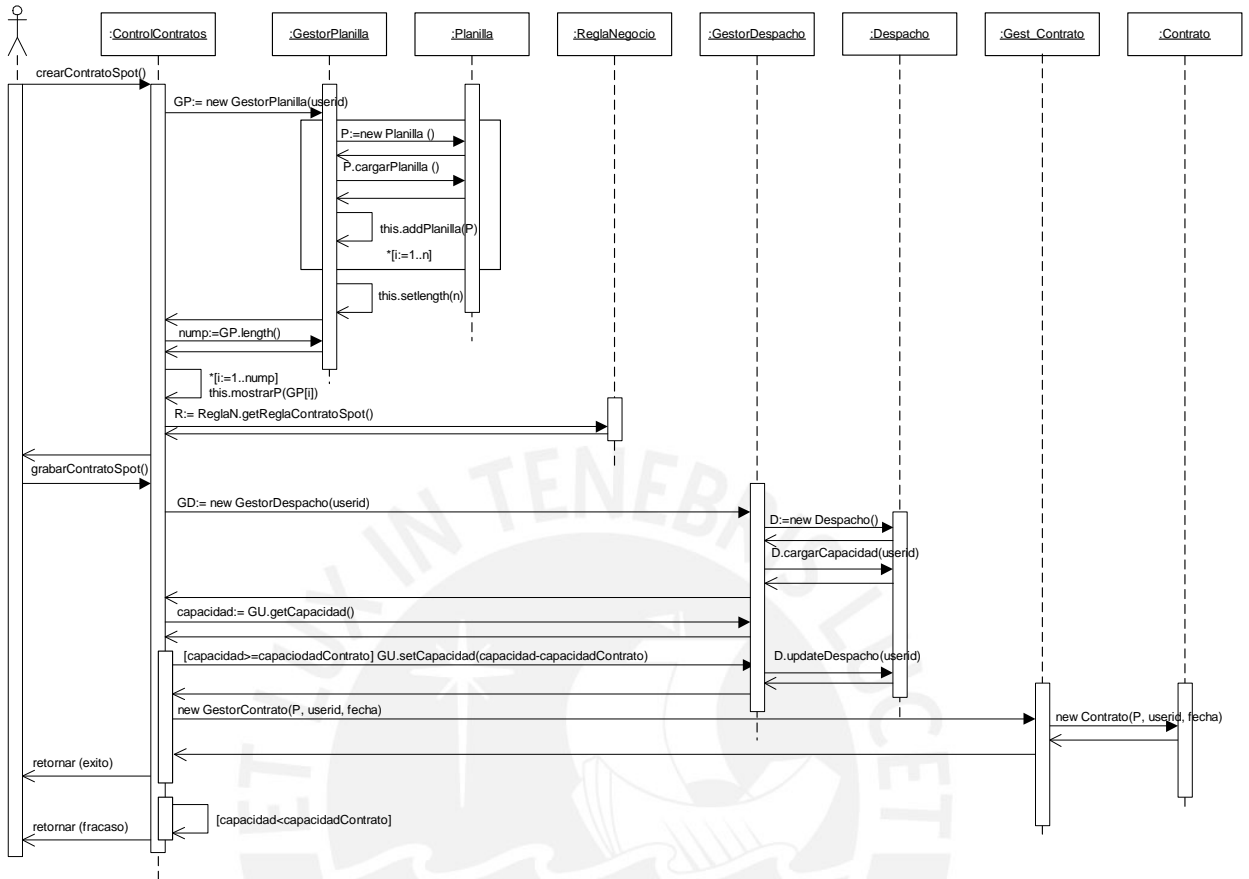
Figura 5.3. Creación de Ofertas de Compra al Spot



### 5.2.3. Creación de Ofertas de Venta al Spot (CU7)

Este diagrama se presenta en la Figura 5.4 y muestra la secuencia a seguir cuando un agente requiere vender energía en el mercado spot. Es similar al diagrama anterior, sin embargo en éste se valida que el agente tenga registrada en la clase **Despacho** la energía que está ofertando pues en caso de concretarse la venta debe de hacer honor a su ofrecimiento.

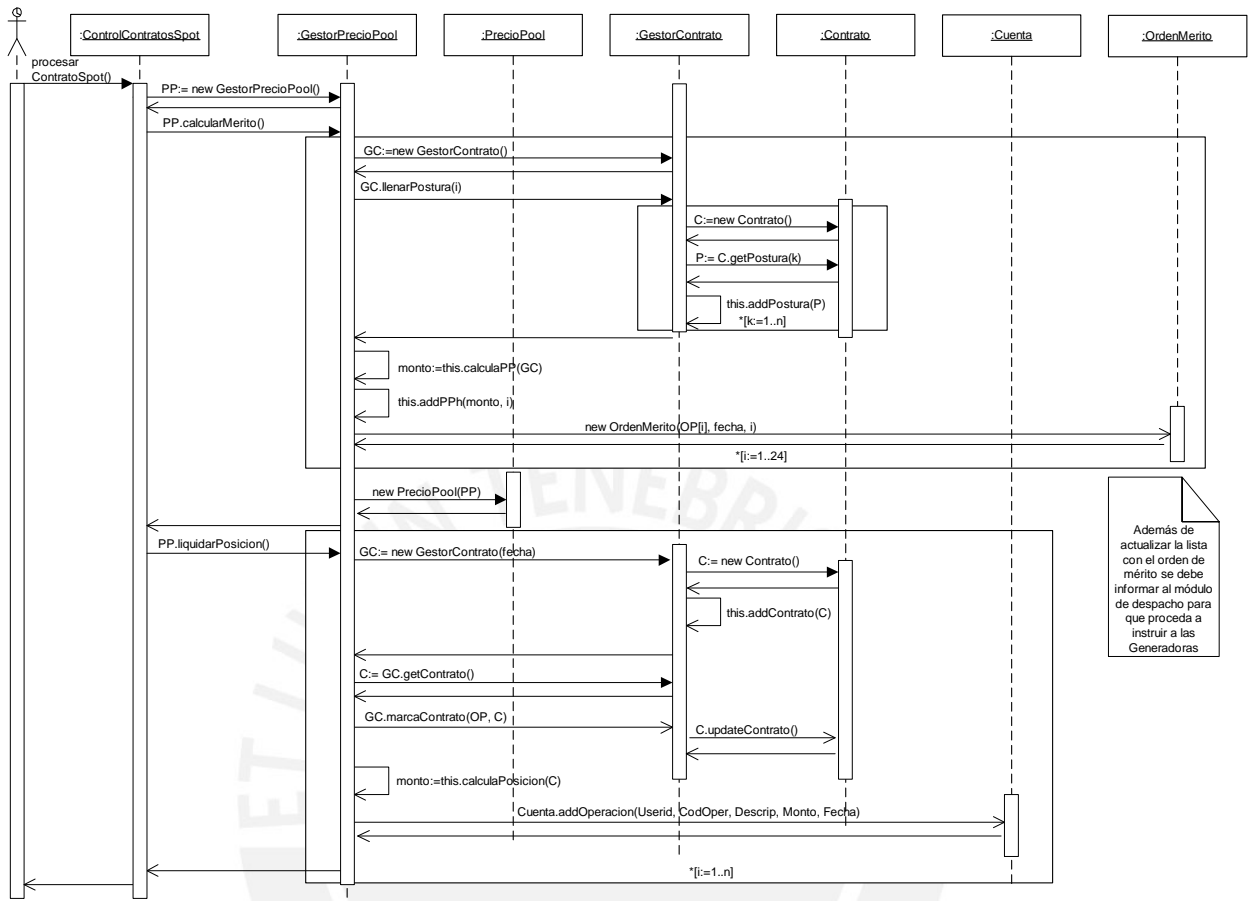
Figura 5.4. Creación de Ofertas de Venta al Spot



#### 5.2.4. Procesamiento de las ofertas al Spot (CU10)

Este diagrama se presenta en la Figura 5.5 y muestra la secuencia a seguir cuando se inicia el proceso de determinación del precio pool. La clase controladora **ControlContratosSpot** obtiene de la clase **Contrato** el total de posturas hábiles para la negociación para cada uno de los bloques horarios y con ellos determina el precio pool el cual graba en la clase **PrecioPool**. Con esta información el controlador inicia dos procesos, el primero que es establecer el orden de despacho el cual se obtiene comparando el precio pool versus la oferta en la postura del agente, mientras menor la diferencia, mejor es la posición en el orden de mérito el cual se registra en la clase **OrdenMerito** y que es usado también para informar a las generadoras a través de la clase **Despacho**. Por otro lado se inicia el proceso de liquidación de la posición en donde se generan contratos por cada uno de los bloques horarios ofertados por los agentes, tanto compra como venta, y se procede a debitar o a acreditar en las cuentas de cada agente a través de la clase **Cuenta**.

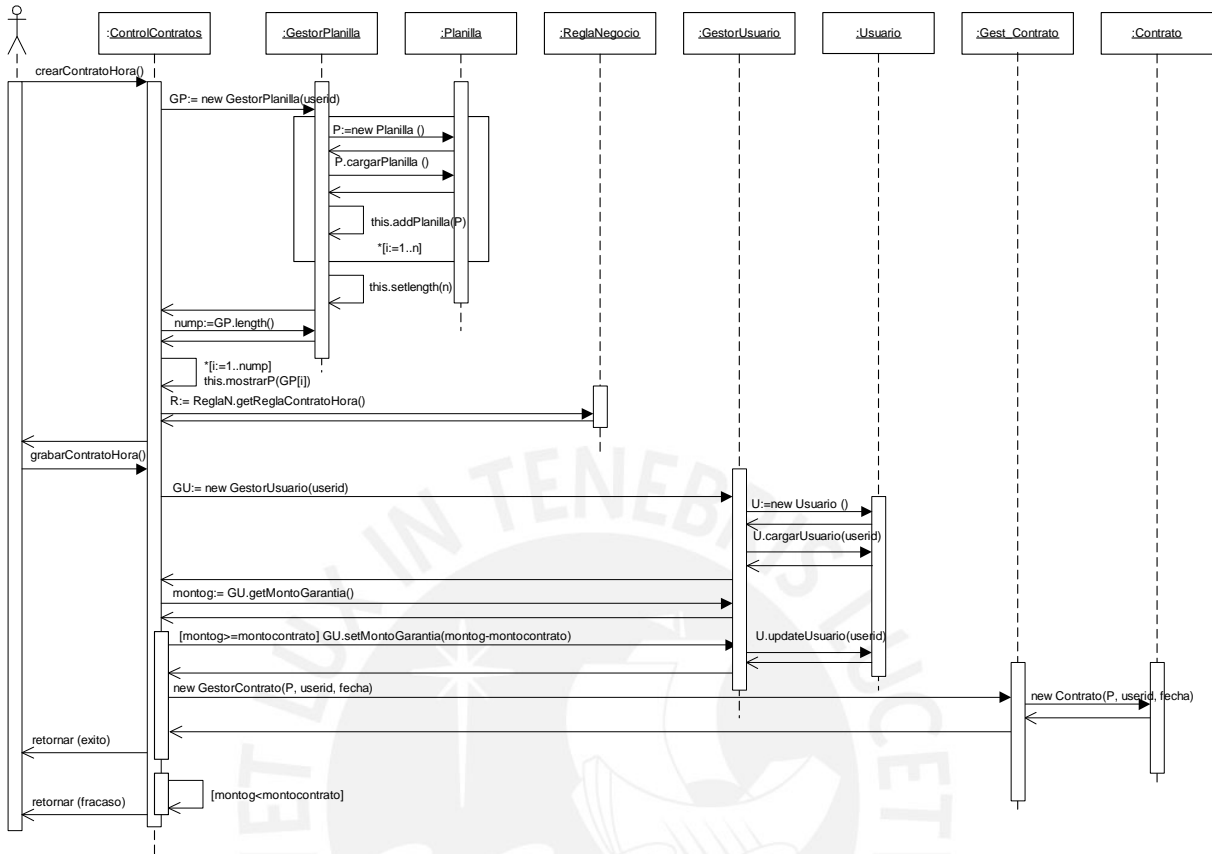
Figura 5.5. Procesamiento de las ofertas al Spot



### 5.2.5. Creación de Ofertas de Compra para la hora anterior (CU8)

Este diagrama se presenta en la Figura 5.6 y muestra la secuencia a seguir cuando un agente requiere comprar energía en el mercado diario, es decir el de la hora anterior. La clase controladora **ControlContratos** es la encargada de coordinar con la clase **Planilla** de donde obtiene los modelos de Contratos que previamente el usuario a grabado para facilitarle la negociación para la hora anterior. Con ellos prepara su oferta para el día siguiente apoyándose en la clase **ReglaNegocio** para aplicar las reglas que se usarán para la preparación del **Contrato** el cual, una vez que se encuentre listo, será cruzado con la clase **Usuario** para validar que las garantías registradas por el agente puedan responder por él en caso no pueda pagar por la energía que está comprando. Solo luego de eso es que se crea el contrato a través de la clase **Contrato**.

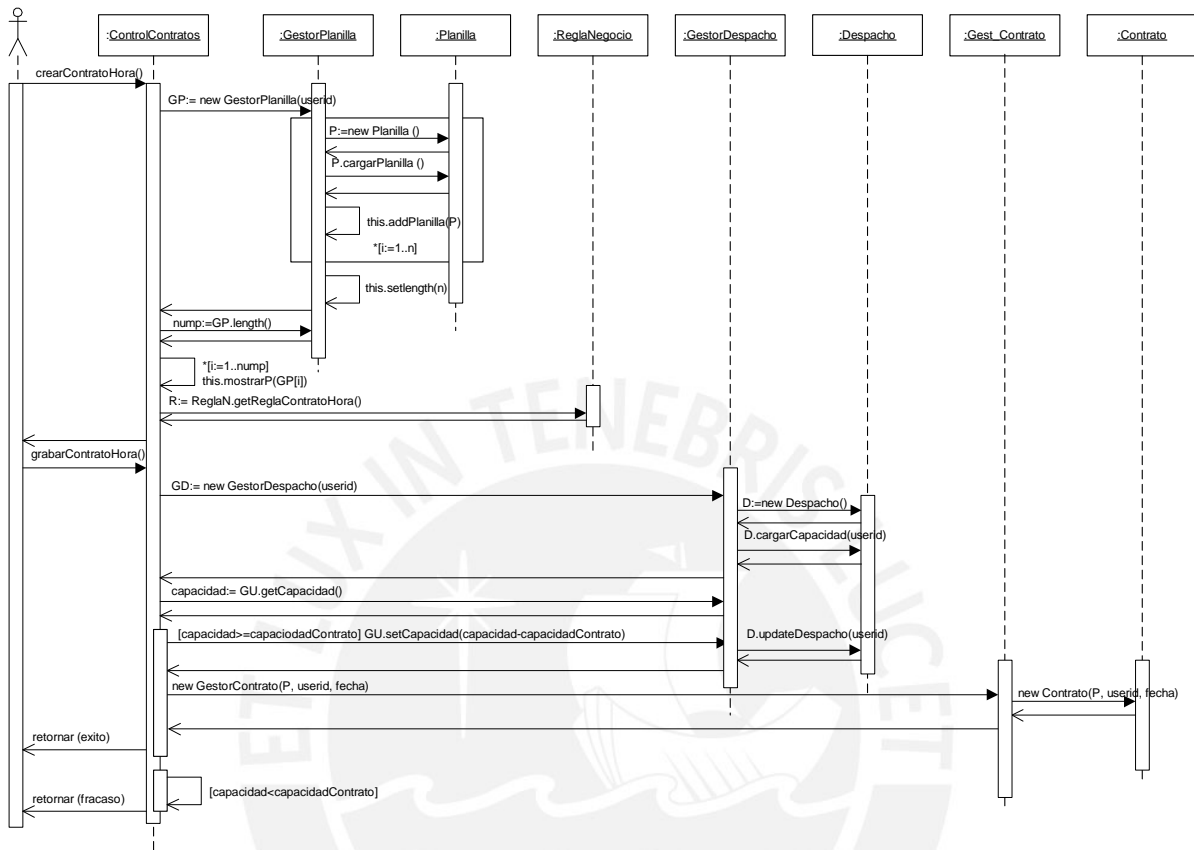
**Figura 5.6. Creación de Ofertas de Compra para la hora anterior**



**5.2.6. Creación de Ofertas de Venta para la hora anterior (CU8)**

Este diagrama se presenta en la Figura 5.7 y muestra la secuencia a seguir cuando un agente requiere vender energía en el mercado de la hora anterior. Es similar al diagrama anterior, sin embargo en éste se valida que el agente tenga registrada en la clase **Despacho** la energía que está ofertando pues en caso de concretarse la venta debe de hacer honor a su ofrecimiento.

Figura 5.7. Creación de Ofertas de Venta para la hora anterior

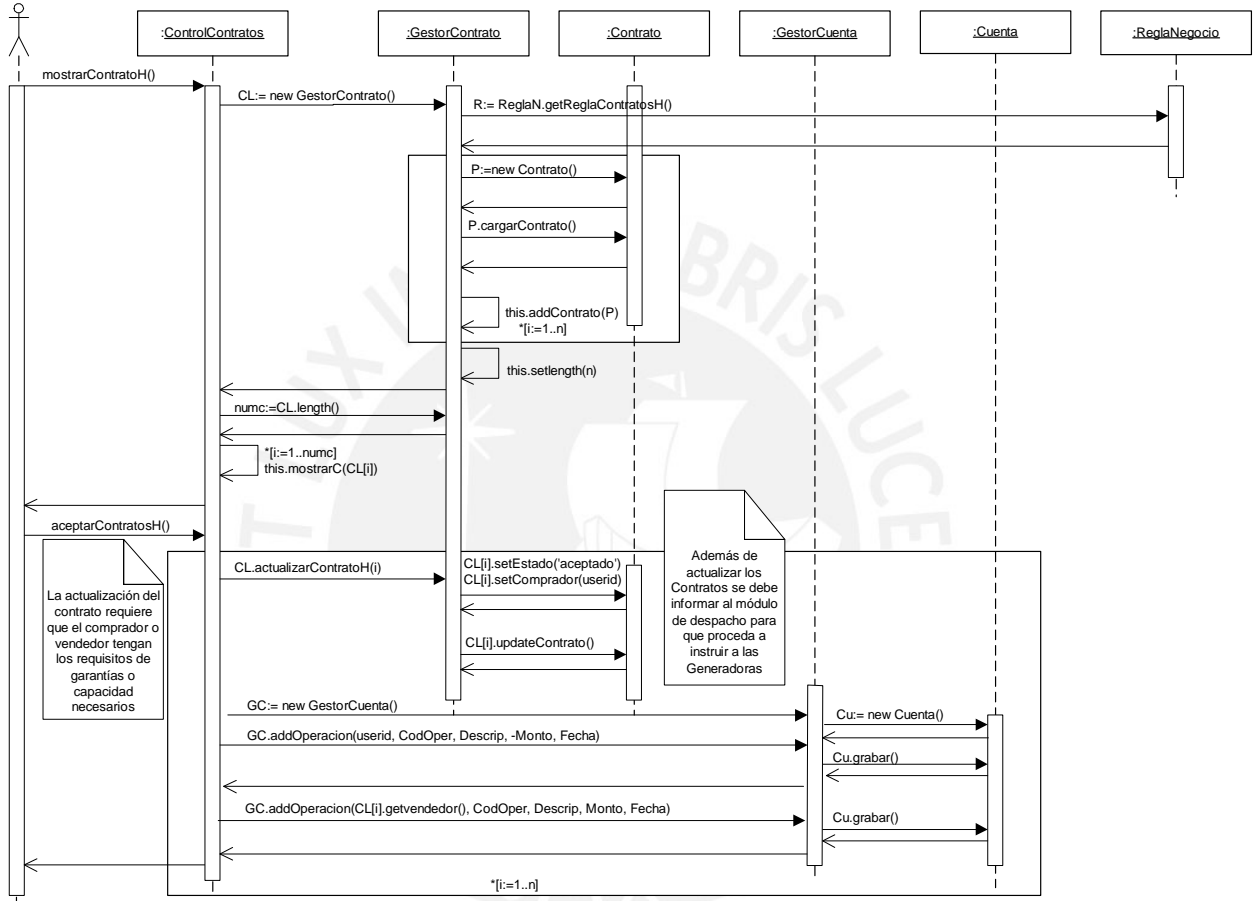


### 5.2.7. Aceptación de ofertas para la hora anterior (CU11)

Este diagrama se presenta en la Figura 5.8 y muestra la secuencia a seguir cuando un agente busca y acepta ofertas o de compra o de venta de energía. Este es uno de los diagramas de secuencia más complejos y por ello se ha simplificado a través de notas que sustentan algunos flujos que no se han diagramado. La clase controladora **ControlContratos** es la encargada de coordinar con la clase **Planilla** de donde obtiene la lista de todos los contratos disponibles para cada una de siguientes n horas definida en la clase **ReglaNegocio**. Con la lista el agente selecciona los contratos y las cantidades que requiere de cada uno de ellos, ya sea para comprar o para vender energía. En el momento previo a la grabación de cada uno de los contratos que su posición generaría se valida contra las clases **Usuario** y **Despacho** por si el agente puede, como un todo, afrontar su posición. Si es así se aceptan los contratos en la clase **Contrato**, en caso contrario se le

indican las limitantes. Luego de ello se actualiza la cuenta del agente generando tantas transacciones como contratos aceptados y los respectivos créditos o débitos en la cuenta de su contraparte haciendo uso de la clase **Cuenta**.

**Figura 5.8. Aceptación de ofertas para la hora anterior**

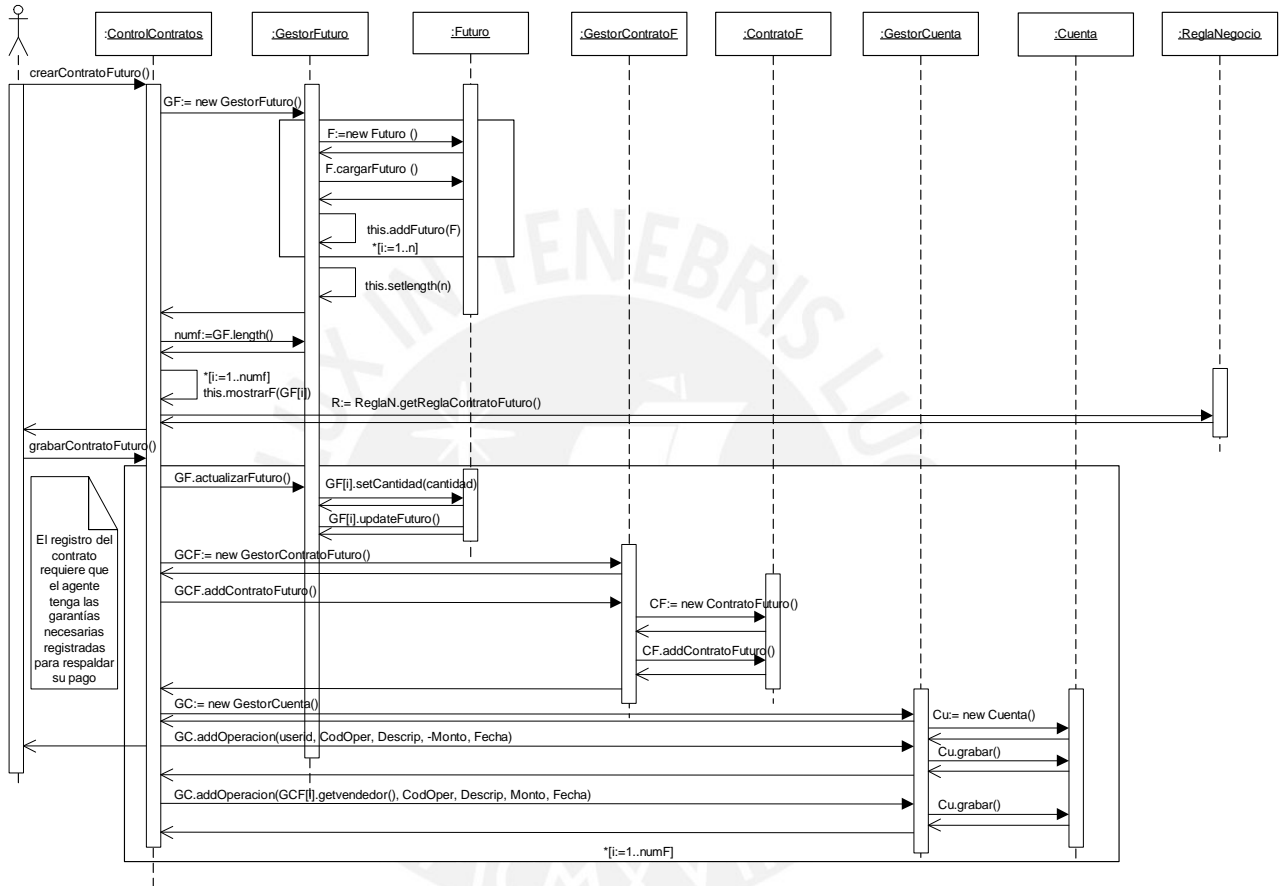


### 5.2.8. Compra de Futuros (CU9)

Este diagrama se presenta en la Figura 5.9 y muestra la secuencia a seguir cuando un agente decide comprar Futuros de energía. Es la clase controladora **ControlContratos** la encargada de administrar el proceso que se inicia solicitando a la clase **Futuro** la lista de Futuros de energía registrados en el Sistema con lo que el agente toma la decisión de comprar y para lo cual se valida con la clase **Usuario** que el agente tenga la capacidad para hacer honor a su posición y con la clase **ReglaNegocio** la correcta construcción del contrato. Si la validación es satisfactoria se actualiza la cantidad de energía disponible en la

oferta de Futuros con la clase **Futuro** y se genera un contrato de Futuros con la clase **ContratoF**. Finalmente la clase **Cuenta** se verá afectada por dos transacciones, una de compra para el agente y otra de venta para quien publicó la oferta de Futuros.

**Figura 5.9. Compra de Futuros**



### 5.3. Prototipo del Sistema

La presente sección presentará el prototipo de las principales pantallas del Sistema. En estas pantallas se apreciará cada uno de los campos que las componen así como las acciones que sobre estas se puedan realizar. Intencionalmente se han omitido los mensajes de error que el usuario puede obtener debido a su interacción con las pantallas ya que ello hubiese incrementado la dificultad del prototipo. La organización de las pantallas se basa en los casos de uso descritos en el capítulo anterior.

#### 5.3.1. Menú de “Servicios de Información”

Es a través de este menú que el usuario obtiene información general del Sistema así como de empresas especializadas en el mercado eléctrico. Es también a través de este menú que el usuario se puede suscribir a información especializada que solo está disponible bajo pago y a los servicios de alerta que envían correos electrónicos en donde el usuario puede realizar un mejor seguimiento sobre la negociación que en el Sistema sucede.

En las Figura 5.10 y Figura 5.11 (**CU2 y CU3 respectivamente**) se muestran las plantillas usadas por los usuarios para suscribirse a los servicios de información como para las alertas que los lleven a tomar decisiones sobre las negociaciones llevadas a cabo en el Sistema. Dado que los Futuros son instrumentos que tienen un espectro de ejecución bastante amplio se incluyen dos campos adicionales en la Suscripción de Alertas que permiten al usuario definir, a partir de la fecha de ejecución y al precio del Futuro, cuando desea recibir la alerta de que éste existe.

Figura 5.10. Suscripción a Servicios de Información

	Valor por 6 meses (en USD)	Afiliación	Reafiliación automática	Vencimiento
<b>Sector Eléctrico</b>				
Servicio 1	20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Servicio 2	30	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	12-02-2006
<b>Sector Financiero</b>				
Servicio 3	60	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Servicio 4	90	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>Sistema</b>				
Servicio 5	150	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Servicio 6	300	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Aceptar

Cancelar

Figura 5.11. Suscripción a Alertas

	Valor por 6 meses (en USD)	Afiliación	Reafiliación automática	Vencimiento	Meses	Precio (S/.)
<b>Contratos al Spot</b>						
Servicio 1	20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Servicio 2	30	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	15-02-2006		
<b>Contratos a la hora anterior</b>						
Servicio 3	60	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Servicio 4	90	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
<b>Futuros</b>						
Servicio 5	150	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4	1500
Servicio 6	300	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		4	1500

Aceptar

Cancelar

En la Figura 5.12 se muestra la Capacidad de todo el Sistema de Generación para los siguientes siete días (CU4) y es finalmente la energía disponible para cualquier uso considerando incluso a las generadoras más costosas (nuclear). Muy probablemente no se llegará a hacer uso de tal capacidad. Notar que la capacidad es bastante

homogénea pues es ajena a la necesidad que principalmente se concentra en las horas punta.

**Figura 5.12. Capacidad del Sistema de Generación (en MWh)**

Empresa Generadora 1	07/10	08/10	09/10	10/10	11/10	12/10	13/10
<b>Bloque 1 (00:00 a 01:00)</b>	200	230	200	200	220	210	200
<b>Bloque 2 (01:00 a 02:00)</b>	200	230	200	200	220	210	200
<b>Bloque 3 (02:00 a 03:00)</b>	200	230	200	200	220	210	200
<b>Bloque 4 (03:00 a 04:00)</b>	200	230	200	200	220	210	200
<b>Bloque 5 (04:00 a 05:00)</b>	200	230	200	200	220	210	200
<b>Bloque 6 (05:00 a 06:00)</b>	200	230	200	200	220	210	200
<b>Bloque 7 (06:00 a 07:00)</b>	200	230	200	200	220	210	200
...							
<b>Bloque 24 (23:00 a 00:00)</b>	200	230	200	200	220	210	200

<< Anterior
Siguiente >>

De forma similar se muestra en la Figura 5.13 (CU5) la capacidad disponible pero esta vez por generadora y con el adicional de cuanta energía ya ha sido despachada o comprometida para el despacho.

**Figura 5.13. Detalles del Despacho (en MWh para un día)**

Empresa Generadora 1	Capacidad Disponible	Energía Despachada
<b>Bloque 1 (00:00 a 01:00)</b>	200	200
<b>Bloque 2 (01:00 a 02:00)</b>	200	190
<b>Bloque 3 (02:00 a 03:00)</b>	200	180
<b>Bloque 4 (03:00 a 04:00)</b>	200	170
<b>Bloque 5 (04:00 a 05:00)</b>	200	180
<b>Bloque 6 (05:00 a 06:00)</b>	200	190
<b>Bloque 7 (06:00 a 07:00)</b>	200	200
...		
<b>Bloque 24 (23:00 a 00:00)</b>	200	200

<< Anterior
Siguiente >>

Otra fuente de información muy importante es mostrada en la Figura 5.14 en donde se muestra el Precio Pool (CU6) para cada uno de los siete días previos. Esto ayuda a los agentes a determinar cual será el precio “justo” al cual deberán registrar sus ofertas de compra y de venta y así no quedar fuera del grupo que es despachado usando este mecanismo de negociación.

**Figura 5.14. Precio Pool (en USD por MWh)**

	01/10	02/10	03/10	04/10	05/10	06/10	07/10
<b>Bloque 1 (00:00 a 01:00)</b>	15.24	12.56	10.23	10.45	11.32	11.23	12.11
<b>Bloque 2 (01:00 a 02:00)</b>	15.24	12.56	10.23	10.45	11.32	11.23	12.11
<b>Bloque 3 (02:00 a 03:00)</b>	15.24	12.56	10.23	10.45	11.32	11.23	12.11
<b>Bloque 4 (03:00 a 04:00)</b>	15.24	12.56	10.23	10.45	11.32	11.23	12.11
<b>Bloque 5 (04:00 a 05:00)</b>	15.24	12.56	10.23	10.45	11.32	11.23	12.11
<b>Bloque 6 (05:00 a 06:00)</b>	15.24	12.56	10.23	10.45	11.32	11.23	12.11
<b>Bloque 7 (06:00 a 07:00)</b>	18.12	20.43	19.5	18.4	17.76	21.9	20.1
...							
<b>Bloque 24 (23:00 a 00:00)</b>	18.12	20.43	19.5	18.4	17.76	21.9	20.1

### 5.3.2. Menú “Transacción”

Es este el menú principal del Sistema pues es aquí en donde se llevan a cabo las transacciones de compra y venta, las cuales son el fin de todo este mecanismo. Como ya se ha explicado anteriormente se cuenta con tres tipos diferentes de negociar los que se explicarán a continuación.

En la Figura 5.15 se muestra la plantilla con la que los usuarios podrán preparar sus Contratos al Spot como los de la hora anterior. Esta plantilla les permite mantener modelos de contratos que fácilmente pueden activar evitándose el tener que ingresar el detalle de cada uno de los veinticuatro bloques horarios.

Figura 5.15. Plantilla para la preparación de Contratos

Nombre de Plantilla	Marcar todo
<u>Carga máxima primer turno</u>	<input type="checkbox"/>
<u>Carga máxima segundo turno</u>	<input checked="" type="checkbox"/>
<u>Carga máxima tercer turno</u>	<input checked="" type="checkbox"/>
<u>Compra a la hora anterior</u>	<input type="checkbox"/>
<u>Producción día de semana</u>	<input type="checkbox"/>
<u>Carga de fiestas patrias</u>	<input checked="" type="checkbox"/>
<u>Pedido especial de Venta</u>	<input type="checkbox"/>

Página 1 de 2

[1](#) [2](#) [Sgte.>>](#)

Ya sea que el usuario decida usar una plantilla o no si es que lo que busca es crear un ofertas al Spot se le mostrará la Figura 5.16 (CU7). Si por el contrario desea crear ofertas de compra o venta al spot se le mostrará la Figura 5.17 (CU8) que es diferente de la anterior porque solo muestra información para los bloques aún disponibles que para el caso de la figura es a partir del bloque 16. A diferencia de los contratos al Spot, en donde el usuario solo ingresa su postura y el Sistema determina el precio de venta, en la negociación para la hora anterior existe la posición opuesta a la creación de las posturas y que está determinado por la aceptación de las mismas, esto se muestra en la Figura 5.18 (CU11).

Figura 5.16. Preparación de Ofertas al Spot

Plantilla:	Carga máxima segundo turno	
Bloque	Cantidad (MWh) <a href="#">Limpiar todo</a>	Oferta (USD) <a href="#">Limpiar todo</a>
Bloque 1 (00:00 a 01:00)	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="12"/>
Bloque 2 (01:00 a 02:00)	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="12"/>
Bloque 3 (02:00 a 03:00)	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="12"/>
Bloque 4 (03:00 a 04:00)	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="12"/>
Bloque 5 (04:00 a 05:00)	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="12"/>
Bloque 6 (05:00 a 06:00)	<input type="text" value="80"/>	<input type="text" value="18"/>
Bloque 7 (06:00 a 07:00)	<input type="text" value="80"/>	<input type="text" value="18"/>
...		
Bloque 24 (23:00 a 00:00)	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="12"/>

Figura 5.17. Preparación de Ofertas para la Hora anterior

Plantilla:	Compra a la hora anterior	
Bloque	Cantidad (MWh) <a href="#">Limpiar todo</a>	Oferta (USD) <a href="#">Limpiar todo</a>
Bloque 16 (15:00 a 16:00)	<input type="text" value="80"/>	<input type="text" value="20"/>
Bloque 17 (16:00 a 17:00)	<input type="text" value="80"/>	<input type="text" value="20"/>
Bloque 18 (17:00 a 18:00)	<input type="text" value="80"/>	<input type="text" value="20"/>
Bloque 19 (18:00 a 19:00)	<input type="text" value="80"/>	<input type="text" value="20"/>
Bloque 20 (19:00 a 20:00)	<input type="text" value="80"/>	<input type="text" value="20"/>
Bloque 21 (20:00 a 21:00)	<input type="text" value="80"/>	<input type="text" value="18"/>
Bloque 22 (21:00 a 22:00)	<input type="text" value="80"/>	<input type="text" value="18"/>
Bloque 23 (22:00 a 23:00)	<input type="text" value="80"/>	<input type="text" value="18"/>
Bloque 24 (23:00 a 00:00)	<input type="text" value="30"/>	<input type="text" value="12"/>

**Figura 5.18. Aceptación de Ofertas a la hora anterior**

Agente	Contrato	Bloque Horario	Cantidad (MWh)	Precio (USD)	Aceptar <a href="#">Limpiar todo</a>
Agente 1	C1523256-1	Bloque 1	100	12	<input type="checkbox"/>
Agente 1	C1533323-1	Bloque 7	400	12	<input checked="" type="checkbox"/>
Agente 2	C1523232-1	Bloque 8	-20	15	<input checked="" type="checkbox"/>
Agente 3	C1576232-1	Bloque 5	100	12	<input type="checkbox"/>
Agente 4	C1529832-1	Bloque 12	-300	20	<input type="checkbox"/>
Agente 7	C1523562-1	Bloque 14	-100	20	<input checked="" type="checkbox"/>
Agente 11	C1529032-1	Bloque 14	-100	20	<input type="checkbox"/>
Agente 12	C1524233-1	Bloque 14	-140	20	<input type="checkbox"/>
Agente 27	C1523211-1	Bloque 14	-150	20	<input type="checkbox"/>

Aceptar

Cancelar

Página 1 de 4

[1](#) [2](#) [3](#) [Sgte.>>](#)

Para el caso de los Futuros se requiere que el usuario los haya registrado previamente con el Administrador del Sistema. La oferta de los mismos se muestra en la Figura 5.19 (CU9) en donde el usuario indica la cantidad de bloques de 62.5 MWh desea comprar para cada periodo o mes ofertado.

**Figura 5.19. Ofertas de Futuros**

Agente	Contrato	Periodo Entrega	Cantidad (bloques)	Precio (USD)	Aceptar <a href="#">Limpiar todo</a>
Agente 1	F051100001	11. 2005	10	12	<input type="text" value="20"/>
Agente 5	F051200001	12. 2005	25	12	<input type="text" value="20"/>
Agente 9	F051200001	12. 2005	20	15	<input type="text"/>
Agente 16	F051100001	11. 2005	76	12	<input type="text"/>
Agente 21	F060200001	02. 2006	54	20	<input type="text" value="20"/>
Agente 35	F051200001	12. 2005	123	20	<input type="text"/>
Agente 36	F060300001	03. 2006	45	20	<input type="text" value="18"/>
Agente 42	F060200001	02. 2006	98	20	<input type="text"/>
Agente 47	F060500001	05. 2006	54	20	<input type="text" value="12"/>

Aceptar

Cancelar

Página 1 de 4

[1](#) [2](#) [3](#) [Sgte.>>](#)

### 5.3.3. Menú “Agente”

Este es un menú administrativo y permite definir al agente mismo como a los usuarios que forman parte del mismo. Lo compone la pantalla de registro del agente que se muestra en la Figura 5.20 (CU13) en donde necesariamente debe registrarse un usuario administrador. Luego de que este registro ocurra el Sistema asignará un nombre corto a la empresa y un identificador de usuario al administrador los cuales no son actualizables. En la Figura 5.21 se muestra el registro de usuarios adicionales los cuales pueden ser administradores (todos los derechos) o solamente efectuar una de las labores de compra, venta o consulta.

Figura 5.20. Registro de Agente

Información del Agente	
Razón Social	Empresa Generadora del Pacífico
Nombre Corto	GPACIFICO
Domicilio	Av. Canaval y Moreyra 322 San Isidro
Teléfono	(511) 217-2111
Fax	(511) 217-2112
RUC	1005584358
Usuario Administrator	
Apellido Paterno	Gonzales
Apellido Materno	Vasquez
Nombres	Rodolfo
Teléfono	(511) 217-2156
DNI	08876576
Correo Electrónico	Rodolfo.gonzales@gen-pacifico.com.pe
Identificador de Usuario	RG32435
Contraseña	*****
Contraseña (2da. vez)	*****

Figura 5.21. Registro de Usuario

Registro de Usuarios	
Apellido Paterno	Vargas
Apellido Materno	Granda
Nombres	Jose
Teléfono	(511) 217-2187
DNI	08854213
Correo Electrónico (id de acceso)	jose.vargas@gen-pacifico.com.pe
Identificador de Usuario	JV12455
Contraseña	*****
Contraseña (2da. vez)	*****
Tipo de Usuario	Administrador
	Comprador
	Vendedor
	Consulta

Aceptar

Finalmente la Posición del Cliente mostrada en las Figura 5.22 y Figura 5.23 (CU15) muestran información relevante a los consumos de energía del agente así como los precios a los cuales aceptó o entregó la energía.

Figura 5.22. Contratos Aceptados

Fecha	Agente	Contrato	Bloque Horario	Cantidad (MWh)	Precio (USD)
12-10-2005	Agente 1	C1523256-1	Bloque 1	100	12
12-10-2005	Agente 1	C1533323-1	Bloque 7	400	12
14-10-2005	Agente 2	C1523232-1	Bloque 8	-20	15
14-10-2005	Agente 3	C1576232-1	Bloque 5	100	12
18-10-2005	Agente 4	C1529832-1	Bloque 12	-300	20
18-10-2005	Agente 7	C1523562-1	Bloque 14	-100	20
18-10-2005	Agente 11	C1529032-1	Bloque 14	-100	20
22-10-2005	Agente 12	C1524233-1	Bloque 14	-140	20
26-10-2005	Agente 27	C1523211-1	Bloque 14	-150	20

**Figura 5.23. Balance de Energía**

Balance de energía	12/10		13/10	
	↑	↓	↑	↓
Bloque 1 (00:00 a 01:00)	14		12	
Bloque 2 (01:00 a 02:00)	12		12	
Bloque 3 (02:00 a 03:00)		2		5
Bloque 4 (03:00 a 04:00)		2		5
Bloque 5 (04:00 a 05:00)	12		12	
Bloque 6 (05:00 a 06:00)	12		14	
Bloque 7 (06:00 a 07:00)		2		5
...				
Bloque 24 (23:00 a 00:00)	6	3	7	

#### 5.3.4. Menú “Cuenta de Agente”

Es en este menú en donde se puede obtener el detalle de todas las transacciones cargadas al agente por cualquier usuario sea de forma automática como los cargos mensuales o debido a alguna acción del agente como la compra o venta de energía por cualquiera de sus mecanismos o por la suscripción a algún servicio. El detalle de la cuenta del agente se muestra en la Figura 5.24 (CU18).

**Figura 5.24. Detalle de la Cuenta del Agente**

Fecha	Operación	Código Contrato	Usuario	Contraparte	Descripción	Monto (USD)	Estado
12-10-2005	000012	C1523256-1	RG32435	EDELNOR	Compra a la hora anterior	100	12
12-10-2005	000432	C1533323-1	JV12455		Compra al spot	400	12
14-10-2005	004341	C1523232-1	RG32435		Venta al spot	-200	15
14-10-2005	034555	C1576232-1	JV12455	LDELSUR	Compra a la hora anterior	100	12
18-10-2005	054534	F1529832-1	RG32435	EDELNOR	Compra de Futuro	300	20
18-10-2005	045433	C1523562-1	JV12455	SISTEMA	Cargo mensual fijo	20	20
18-10-2005	021322	C1529032-1	RG32435	GMANTARO	Suscripción a servicios	100	20
22-10-2005	065663	C1524233-1	JV12455	GMANTARO	Compra a la hora anterior	140	20
31-10-2005	023423	C1523211-1	RG32435	GMANTARO	Cargo mensual variable	1257	20

## CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Siendo esta una tesis de Ingeniería Informática es importante que el enfoque de este capítulo también esté dirigido al público que cursa esta profesión más que hacer una disertación respecto a la importancia de un Sistema como el que la Bolsa de Energía propone. Este enfoque más que antojadizo obedece a la percepción que el autor, en sus 10 años de experiencia en el campo de su profesión, 7 años como profesor de la especialidad y otros más como observador de diversas organizaciones, ha desarrollado y sobre la cual cree importante expresar sus conclusiones y recomendaciones.

### 6.1. Conclusiones

Se consideran a las siguientes:

- El Sistema a implementar cumple las necesidades básicas para un mercado de energía como el peruano. Si bien la experiencia en otros países se pudo aprovechar para extender el alcance no se consideró inicialmente pues es necesario aprender de la experiencia local para así extender la funcionalidad solo en aquellos puntos que así lo requieran.
- Dada la cobertura que se le quiere dar al Sistema la elección de la plataforma web es la opción más adecuada a pesar de la existencia de otras tecnologías que hubieran podido disminuir los tiempos de implementación.
- El desarrollo del prototipo es fundamental para que los usuarios puedan dar sus opiniones respecto al Sistema de tal forma que cualquier modificación sobre el mismo pueda llevarse a cabo en una fase temprano minimizando el impacto.
- Los Sistemas de Información, como el planteado en el documento, satisfacen necesidades de negocio; sin embargo si estas necesidades están mal enfocadas, no se han definido con un adecuado proceso de maduración o no se ha hecho participe de la definición de éstas a las personas adecuadas el Sistema a desarrollar va a trasladar las carencias de los requerimientos a los usuarios finales. Esto indica que la calidad del Sistema es, en gran parte, fruto de la calidad de la actividad de levantamiento de requerimientos
- En adición a lo anterior está la importancia de una buena comunicación y entendimiento entre los que plantean el Sistema, usuarios, y los que analizan y

diseñan el Sistema. El analista debe tener la capacidad de extraer de una reunión de definición de requerimientos la información realmente relevante para el desarrollo y si no la tiene debe iterar con los usuarios hasta que se llegue a un entendimiento real de la problemática

- Tener experiencia en el desarrollo de Sistemas es importante pero no suficiente para el desarrollo de un Sistema, cada realidad es distinta y en muchas de ellas se requiere conocer los procesos, ciencia o metodología que los soporta. Para ello no hay nada mejor que la exploración de otras disciplinas que extiendan el conocimiento y faciliten el entendimiento
- Los Sistemas deben desarrollarse teniendo claro el aporte y el rol que cada uno de sus integrantes va a desempeñar dentro del proyecto sobre la base de sus habilidades, experiencia y preparación; el desarrollo de Sistemas no es una tarea exclusiva de los especialistas en Sistemas sino que involucra a recursos de otras disciplinas sobretodo en las fases de análisis y diseño de alto nivel
- El desarrollo de Sistemas complejos debe darse en fases, esto es que el Sistema crezca sobre la base de la experiencia que el mismo genera en los usuarios y además porque de esa forma se pueden enfocar los esfuerzos en un alcance acotado que permite que el desarrollo mismo sea más ordenado y se realice con mayor rapidez
- El desarrollo de nuevas herramientas y metodologías cambian la forma en que se llevan a cabo los proyectos para implementar Sistemas de Información. Los profesionales de esta especialidad deben estar siempre abiertos a ellas, evaluarlas y adoptarlas cuando así convenga

## 6.2. Recomendaciones

Se consideran a las siguientes:

- Si bien la presente tesis ha llevado al Sistema hasta la fase de diseño de alto nivel es importante indicar que la interfaz de usuario y el flujo de navegación que se presente aportarán mucho al éxito del Sistema. Se sugiere entonces desarrollar una GUI amigable, de fácil navegación, intuitiva y con los mecanismos para mostrar información actualizada

- El éxito del Sistema será el resultado de su uso en el tiempo. El contenido, las alianzas que se puedan lograr con las empresas del medio lograrán hacer de esta solución un mercado atractivo para los ofertantes, demandantes y también los inversionistas
- La administración del Sistema a nivel interno y una adecuada gestión de la Bolsa de energía tanto en el proceso mismo de la negociación como en la compensación de las posiciones es muy importante pues proporciona la transparencia que el mercado y los reguladores necesitan para negociar en el Sistema
- Dada la importancia de la energía en todos los sectores económicos, incluyendo al doméstico el control contra fallas en la caída del Sistema debe minimizar los tiempos de inoperatividad del Sistema. Una arquitectura con fuente redundante, balanceo de carga y UPS permitirán minimizar los riesgos de inoperatividad.
- Al ser este Sistema uno de los primeros esfuerzos en el desarrollo de un mercado de energía nacional es susceptible a que se sugieran modificaciones al mismo y hasta que se le critique durante sus primeros meses de funcionamiento. Todos estos comentarios deben evaluarse con seriedad y aceptar que el Sistema es dinámico por naturaleza y que los cambios, congruentes con la misión y visión de la Bolsa de Energía, deben llevarse a cabo.

## GLOSARIO

**Barra:** Es aquel punto del sistema eléctrico preparado para entregar y/o retirar energía eléctrica.

**Bloques Horarios:** Son períodos horarios en los que los costos de generación son similares, determinados en función de las características técnicas y económicas del sistema.

**Costo de Racionamiento:** Es el costo promedio incurrido por los usuarios, al no disponer energía, y tener que obtenerla de fuentes alternativas. Este costo se calculará como valor único y será representativo de los déficit más frecuentes que pueden presentarse en el sistema eléctrico.

**Costo Medio:** Son los costos totales correspondientes a la inversión, operación y mantenimiento para un sistema eléctrico, en condiciones de eficiencia.

**Costos Marginales de Corto Plazo:** Es el costo en que se incurre para producir una unidad adicional de energía, o alternativamente el ahorro obtenido al dejar de producir una unidad, considerando la demanda y el parque de generación disponible.

**Energía Firme:** Es la máxima producción esperada de energía eléctrica en condiciones de hidrología seca para las unidades de generación hidroeléctrica y de indisponibilidad esperadas para las unidades de generación térmica. La hidrología seca corresponde a una temporada, cuya probabilidad de excedencia será fijada en el Reglamento.

**Factores de Ponderación:** Son los valores que representan la proporción de cada Sector Típico de Distribución en una concesión de distribución. La suma de los factores de ponderación para una concesión es igual a uno.

**FURPS:** Siglas que definen las 5 áreas que deben ser analizadas para establecer correctamente los requerimientos de un sistema: Functional, Usability, Reliability, Performance y Support.

**Futuro:** Es un acuerdo de compra y venta de un producto a un precio pactado en donde el vendedor y el comprador firman un contrato por el se comprometen, uno a vender y otro a comprar, a determinado precio en una fecha determinada.

**Mercado no Regulado:** Corresponde a las transacciones de electricidad para los clientes que no sean de Servicio Público de Electricidad en condiciones de competencia, en los cuales la fijación de precios no se encuentra regulada o reglamentada por la Ley.

**Opción:** Es un derecho a comprar o vender un activo en el futuro a un precio determinado. A este precio se le llama precio de ejercicio, además existe una fecha límite para ejercer este derecho a la que se llama fecha de vencimiento.

**Pérdidas Marginales de Transmisión de Energía:** Son las pérdidas de energía que se producen en el sistema de transmisión por el retiro de una unidad adicional de energía, en una determinada Barra del Sistema de Transmisión Principal.

**Pérdidas Marginales de Transmisión de Potencia de Punta:** Son las pérdidas de potencia que se producen en el sistema de transmisión por el retiro de una unidad adicional de potencia, en una determinada Barra del Sistema de Transmisión Principal.

**Plan Referencial:** Es el programa tentativo de estudios y obras de generación y transmisión a mínimo costo para cubrir el crecimiento de la demanda de energía en el mediano plazo.

**Potencia firme:** Es la potencia que puede suministrar cada unidad generadora con alta seguridad de acuerdo a lo que defina el Reglamento.

**Proceso Unificado:** o “Unified Process” y su sigla UP representa una metodología para la construcción, puesta en producción y mantenimiento de software.

**Sector de Distribución Típico:** Son instalaciones de distribución con características técnicas similares en la disposición geográfica de la carga, características técnicas, así como los costos de inversión, operación y mantenimiento. Una concesión puede estar conformada por uno o más Sectores de Distribución Típicos.

**Sistema Económicamente Adaptado:** Es aquel sistema eléctrico en el que existe una correspondencia de equilibrio entre la oferta y la demanda de energía, procurando el menor costo y manteniendo la calidad del servicio.

**Sistema Interconectado:** Conjunto de líneas de transmisión y subestaciones eléctricas conectadas entre sí, así como sus respectivos centros de despacho de carga, que permite la transferencia de energía eléctrica entre dos o más sistemas de generación.

**Sistema Principal de Transmisión:** Es la parte del sistema de transmisión, común al conjunto de generadores de un Sistema Interconectado, que permite el intercambio de electricidad y la libre comercialización de la energía eléctrica.

**Sistema Secundario de Transmisión:** Es la parte del sistema de transmisión destinado a transferir electricidad hacia un distribuidor o consumidor final, desde una

Barra del Sistema Principal. Son parte de este sistema, las instalaciones necesarias para entregar electricidad desde una central de generación hasta una Barra del Sistema Principal de Transmisión.

**Spot:** Significa que la hora de negociación será al día siguiente hábil

**Tasa Libre de Riesgo:** Tasa de rentabilidad del capital para las operaciones en los sistemas de intermediación financiera, para condiciones de bajo riesgo de capital.



## BIBLIOGRAFIA

1. Bazalar, Gerardo y otros (2003). Factibilidad de un Mercado de Futuros para Contratos de Energía Eléctrica. ESAN, Lima, Perú.
2. Boland, Robert (2003). Game Theory & Efficient Energy Market. UK Energy Market. <http://www.ee.ic.ac.uk/eee2proj/jj1101/Project/UKenergy2.pdf> (09/08/03; 15:23h).
3. Bolsa de Valores de Lima (2003a). Quiénes Somos. <http://www.bvl.com.pe/> (10/07/03; 20:10 h).
4. Bolsa de Valores de Lima (2003b). Generalidades. <http://www.bvl.com.pe/> (10/07/03; 20:10 h).
5. CAVALI (2003). Nosotros. <http://www.cavali.com.pe/>. (10/07/03; 20:10 h).
6. COES-SINAC (2003). Comité de Operación Económica del Sistema, [www.coes.org.pe/coes/directiva/principal.asp](http://www.coes.org.pe/coes/directiva/principal.asp) (27/04/2003 22:43)
7. CONASEV (2003b). Acerca de Conasev. <http://www.conasev.gob.pe/> (10/07/03; 20:10 h).
8. CTE (1998) Comisión de Tarifas de Energía. Documento "Situación tarifaria 1998"
9. DGE (2001a), Dirección General de Electricidad [www.mem.gob.pe/wmem/electricidad](http://www.mem.gob.pe/wmem/electricidad) (27/04/03 21:02)
10. DGE (2001b), Publicación periódica de la Dirección General de Electricidad "El informativo DGE", diciembre de 2001
11. Enamorado, Juan Carlos (2001). Nuevos Modelos de Contratación Eléctrica. Enervia.
12. Green, Richard (1998). England and Wales - A Competitive Electricity Market?. Program on Workable Energy Regulation.
13. Instituto Nacional de Estadística e Informática (2003). Web Site Institucional. <http://www.inei.gob.pe> (16/08/03; 23:23 h).
14. Karkovska, Anna (2003). TED Case Studies. An Online Journal. Nordic Countries, Electricity, and Environmental Choices. <http://www.american.edu/TED/nordic-power.htm> (15/08/2003 23:15:34).
15. Kristiansen, Tarjei (2002) European Electricity Market. Restructuring: Lessons for the US Presentation at IAEE New England Chapter. MIT, USA.

16. Larman, Craig (2001) Applying UML and Patterns. An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design and the Unified Process. Second Edition. Prentice Hall. USA.
17. Millán, Jaime (2003). La segunda generación de Bolsas de Energía: Lecciones para América Latina. Chile
18. Newbery, David; McDaniel, Tanga (2002). Auctions and trading in energy markets: an economic analysis. University of Cambridge. Department of Applied Economics.
19. Nord Pool (2003d). The Nordic Power System. [http://www.nordpool.no/information/reports/nordic\\_market\\_report/chapter\\_001.html](http://www.nordpool.no/information/reports/nordic_market_report/chapter_001.html) (17/08/2003 19:10:21).
20. OSINERG (2003) Organismo Supervisor de la Inversión en Energía [www.osinerg.org.pe/osinerg/informa/qosinerg.jsp](http://www.osinerg.org.pe/osinerg/informa/qosinerg.jsp) (27/04/2003 21:14)
21. OSINERG-GART (2000). Memoria Anual 2000.
22. Pilipovic, D. (1998) Energy Risk: Valuing and Managing Energy Derivatives. McGraw-Hill, New York. USA.
23. Rainieri, R; Rudnick, H (1997). Restructuring Chilean Electric and Gas Industries: From Monopolies to Competition. Pontificia Universidad Católica de Chile.
24. Reichert Renate (2000). Privatising, Regulating and Restructuring the Electricity and Gas Market. Lessons from the United Kingdom.
25. The electricity Pool (2003a) <http://www.elecpool.com> (15/07/03; 21:36 h).
26. United Kingdom Power Exchange (2003a) <http://www.ukpx.com> (23/07/03; 15:13h)
27. Weron, R. (2003) Modeling highly volatile and seasonal markets: evidence from the Nord Pool electricity market.

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**Sistema de Información para una Bolsa de Energía en el Sector  
Eléctrico y Financiero Peruano  
ANEXOS**

**Tesis para optar el título de Ingeniero Informático**

**Presentada por:**

**Gerardo Bazalar Valverde**

**LIMA – PERÚ**

**2006**

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Futuros de Energía.....	3
Anexo 2. Agentes del sector eléctrico peruano .....	13
Anexo 3. Agentes del mercado de valores peruano .....	17
Anexo 4. Comparativo de los Sistemas de Energía en los países del Benchmarking..	21
Anexo 5. Cálculo del Costo Marginal.....	33
Anexo 6. Aplicaciones de los derivados financieros en el mercado de energía.....	36
Anexo 7. Entrevistas .....	44



## **Anexo 1. Futuros de Energía**

El presente anexo presenta un análisis de cómo, mediante el uso de instrumentos derivados tales como contratos futuros y opciones, las empresas pueden protegerse frente a la volatilidad del precio spot de la energía, estabilizando de esta forma sus flujos de ingresos.

Adicionalmente y con el fin de tener todos los elementos de análisis necesarios para diseñar el mecanismo de implementación de la Bolsa de Energía en el Perú se hará un breve resumen de los diversos modelos de contratos de electricidad que existen actualmente en los principales mercados eléctricos que coincidentemente se encuentran en los países más desarrollados del orbe.

### **Comercialización de energía**

Son los diversos tipos de operaciones que se dan entre los participantes del mercado eléctrico, como son los generadores, distribuidores, comercializadores y usuarios, a demandantes a través de un mercado o Pool. Los contratos o negociaciones que se dan pueden ser sobre físicos o entregas de energía por un periodo determinado o contratos financieros para cubrir la variabilidad del precio spot.

### **Instrumentos derivados: Contratos de futuros**

Antes de presentar la forma en que los distintos participantes, tanto desde el lado de la oferta como de la demanda, pueden alcanzar una mejor gestión de riesgo mediante la utilización de estos instrumentos, se presentará una breve descripción de sus características:

#### ***Contratos de futuros***

Es un contrato para comprar o vender el activo subyacente en una fecha futura a un precio pactado y liquidado por un mercado oficial, como puede ser una Bolsa de Energía. A diferencia de los Contratos Forward, los futuros son contratos estandarizados en unidades y fechas de entrega donde es necesaria la participación de una contraparte que es asumida por una Cámara de Compensación que puede ser una entidad tanto interna como externa a la Bolsa de Energía.

Como ya se sabe, el riesgo de precio se origina por la incertidumbre asociada al precio del activo transado, lo cual afecta ganancias tanto de productores como

consumidores. En este sentido, el comprador de un contrato forward y/o un futuro se asegura el abastecimiento y un precio de compra predeterminado, mientras que los vendedores de tales instrumentos se aseguran la venta de cierta cantidad del producto comercializado también a un precio predeterminado.

De esta forma ambos participantes han logrado reducir las fluctuaciones inesperadas de sus respectivos flujos de caja, en el primer caso ello se logra a través de una menor volatilidad de los costos, en el segundo caso, el efecto llega por el lado de los ingresos.

### ***Funciones de los contratos de Futuros en el caso de la energía***

En general, el objetivo de estos instrumentos es administrar el riesgo de precio que existe en el mercado eléctrico. De esta forma, mediante la utilización de ellos, los compradores y vendedores pueden protegerse contra la volatilidad de los precios, transfiriendo el riesgo hacia otros agentes que estén dispuestos a asumirlo a cambio de una promesa de rentabilidad esperada.

De lo expuesto se puede inferir que en un mercado de derivados financieros participarán básicamente dos tipos de agentes. Los coberturadores o “hedgers”, es decir, aquellos que acuden al mercado en busca de una protección, y que por lo tanto buscan “traspasar” el riesgo hacia quienes están dispuestos a asumirlo. A estos últimos se les conoce como especuladores, y acuden al mercado en busca de rentabilidad. Es así que en función a los objetivos que cada agente persigue, a los primeros se les suele llamar “asegurados” y a los segundos “aseguradores”.

Una ventaja que se deriva de este intercambio de riesgo por rentabilidad entre los participantes, está relacionado con el concepto de teoría de portafolio, y el hecho de que los especuladores, a diferencia de los coberturadores, no están atados al activo sobre el cual se estructura la cobertura. De esta forma, a los especuladores les es posible diversificar su cartera, lo cual reduce el riesgo total que enfrentan a aquel que no le es posible diversificar (riesgo de mercado). Por lo tanto, el riesgo que un especulador enfrentaría es relativamente menor al que por ejemplo tendría que enfrentar el generador, llevando a una mayor eficiencia en el mercado.

Precisamente a partir de lo discutido en los últimos párrafos, se puede concluir la primera de lo que se consideraría las tres más importantes funciones que cumplen un mercado de Futuros sobre energía eléctrica:

- **Transferencia del riesgo.** Un mercado de derivados beneficia a las empresas más adversas al riesgo. Ellas pueden obtener una cobertura a un menor costo relativo, mientras que los participantes con menor aversión (o más propensos al riesgo) se pueden beneficiar “cargando” con dicho riesgo a cambio de la probabilidad de obtener ganancias
- **Descubrimiento de precios.** Debido a que los precios futuros se determinan en el mercado, los cuales a su vez se supone deberían reflejar toda la información disponible (supuesto de eficiencia de mercados), es posible concluir que los precios de los contratos son el mejor estimador del precio “spot” esperado a futuro dada la información disponible
- **Coordinación de las decisiones de producción e inversión.** Al proveer información acerca de los precios futuros que han sido determinados por la interacción de los agentes en el mercado, es posible que las empresas puedan tomar decisiones acerca del nivel de inventario deseados del activo subyacente (producción), así como de sus correspondientes planes de inversiones. Sin embargo, en el caso particular de la electricidad, que no es un bien almacenable, el control de la producción puede controlarse mediante la determinación de la capacidad de embalse (caso de centrales hidroeléctricas), o mediante el racionamiento del aprovisionamiento de los combustibles (en el caso de la generación termoeléctrica).

### *Volatilidad del subyacente*

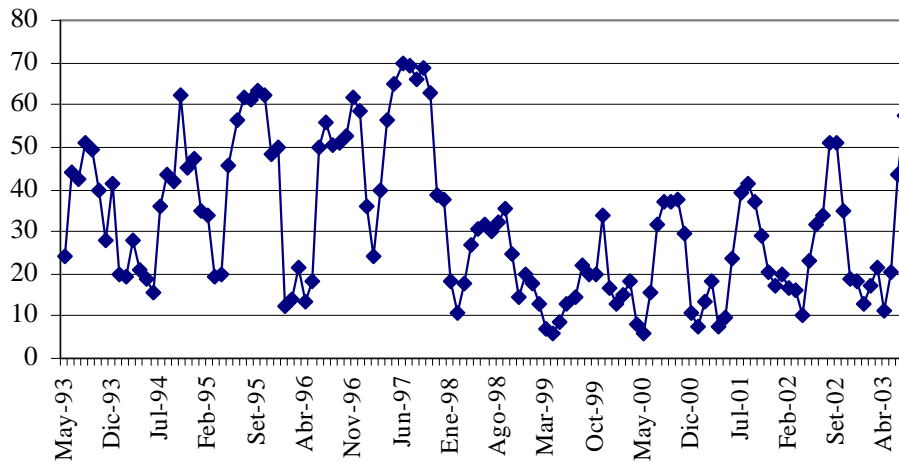
Los precios spot en el mercado peruano, que son calculados cada 30 minutos por el COES-SINAC, presentan una volatilidad elevada para definir mecanismos de cobertura de riesgo. Por esta razón se ha considerado evaluar un instrumento de negociación que sea el promedio ponderado de los valores del precio spot, en un periodo mensual.

Se muestran a continuación las características de los datos observados, para luego evaluar los rendimientos obtenidos y realizar una comparación con los países del benchmarking, y tratar de establecer una relación entre las características observadas y la factibilidad de la existencia de cobertura para el caso peruano.

### *Evolución de los precios spot mensuales*

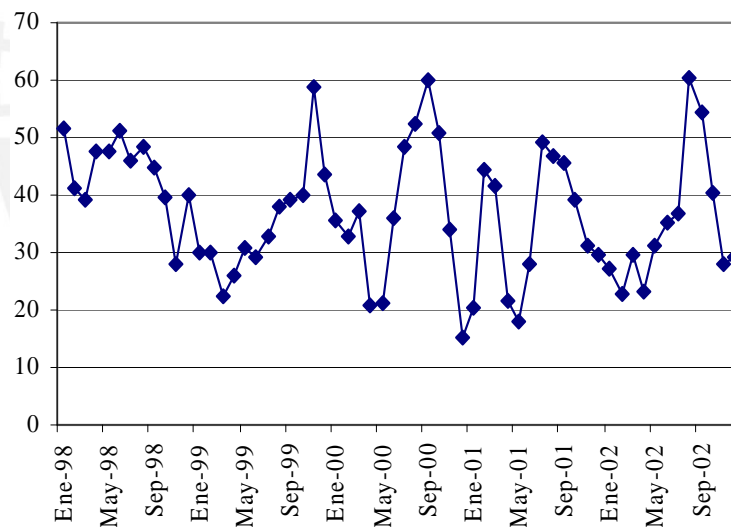
Se ha analizado la evolución de los precios spot mensuales y los precios spot mensuales en hora punta durante el periodo en que se tiene la data disponible.

**Tabla 1. Perú: Precios spot mensuales en US\$/MWh**



Fuente: COES, 2003  
Elaboración: El autor de esta tesis

**Tabla 2. Perú: Precios spot en horas punta mensuales en US\$/MWh**



Fuente: COES, 2003  
Elaboración: El autor de esta tesis

Para el caso de los precios spot mensuales, se observa una estacionalidad en los valores, así como un cambio resaltante en la evolución de los mismos desde el año 1998 en adelante.

Para el caso de los precios spot mensuales en hora punta, la estacionalidad observada directamente en el gráfico es menor que el caso anterior.

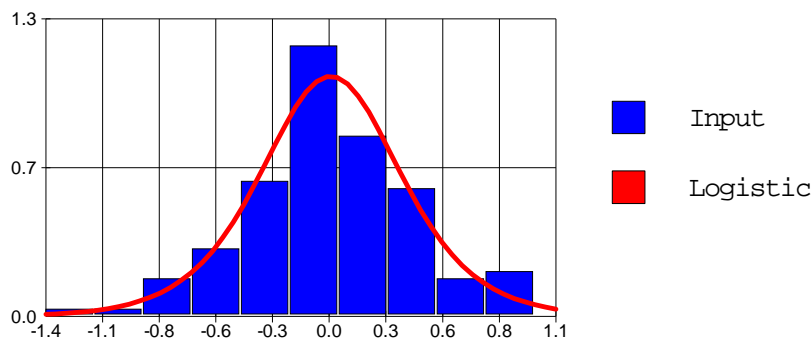
### *Análisis de la variación de los precios spot*

El análisis de los rendimientos utilizando el software de @RISK1, muestra la distribución estadística que mejor se ajusta para la data disponible y los resultados se muestran en la Figura y Figura.

En el caso peruano, la distribución que más se ajusta a la distribución de los rendimientos es en ambos casos la distribución logarítmica. La prueba Chi2 da como resultado una aproximación a los valores reales con una confianza del 54% para los precios spot mensuales y del 82% para los precios spot mensuales en hora punta.

**Figura 2. Perú: Distribución de rendimientos de precios spot mensuales**

Comparación de la distribución real (Input) y la distribución logarítmica (Logistic) con  $\alpha = 0.00712$  y  $\beta = 0.23$



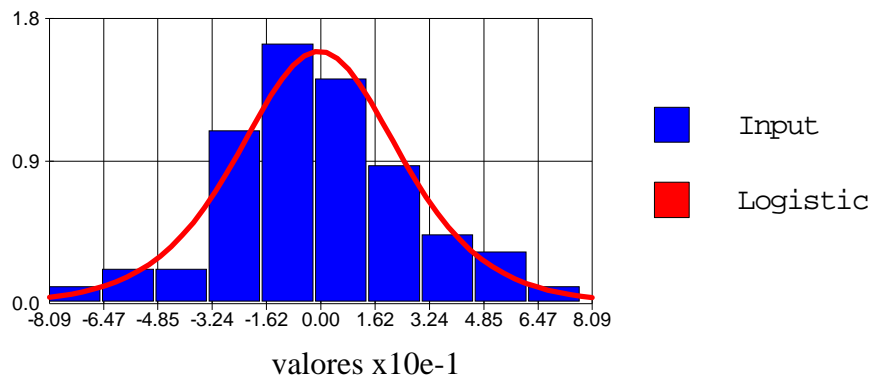
Fuente: COES-SINAC

Elaboración: El autor de esta tesis

**Figura 3. Perú: Distribución de rendimientos de precios spot mensuales en h.p. (hora punta)**

Comparación de la distribución real (Input) y la distribución logarítmica (Logistic) con  $\alpha = 0.0066$  y  $\beta = 0.16$

<sup>1</sup> Software de simulación



Fuente: COES-SINAC

Elaboración: El autor de esta tesis

### *Volatilidad y liquidez del mercado de derivados financieros*

La desviación estándar tiene relación directa con la percepción del riesgo de cualquier instrumento financiero, por lo tanto dicho parámetro influye para posibilitar la utilización de los instrumentos derivados.

Tomando esta variable como referencia, el mercado nórdico posee una desviación estándar de 0.19 e Inglaterra de 0.27. En el caso peruano, el precio spot mensual tiene una desviación estándar de 0.422, y para el caso del precio spot mensual en hora punta, dicho parámetro es de 0.293.

Un indicador de la liquidez existente es el monto de transacciones en instrumentos derivados respecto del monto transado en físicos. En el caso del Nord Pool, en el 2001 el volumen transado en el mercado financiero fue de 2770Twh, (Kristiansen, 2002), que representa aproximadamente 7 veces el volumen de energía entregada en dicho año. Estos montos de negociación alcanzan a reforzar el criterio de analizar la desviación estándar como referencia para la creación de un mercado de derivados financieros.

Considerando que las características inherentes de la electricidad, tales como las fluctuaciones en la demanda, la oferta inflexible en el corto o mediano plazo, las congestiones en el sistema de transmisión, la (casi) imposibilidad de almacenarla, entre otras; diferencian el mercado eléctrico de otros commodities u otros mercados financieros, es necesario acudir a modelos dinámicos de precios que capturen factores como la reversión a la media, estacionalidad y picos en los precios (Weron, 2003).

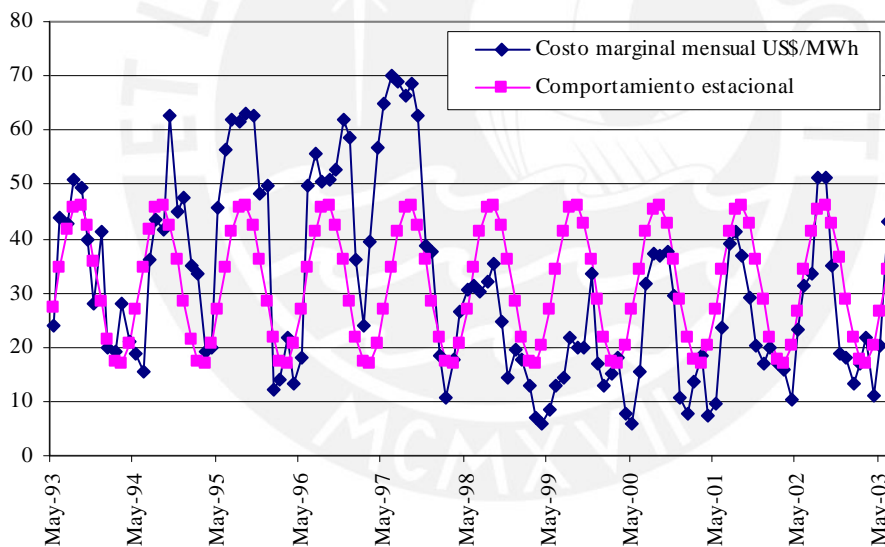
Weron señala que el ciclo anual puede ser aproximado por una función sinusoidal, y en concordancia con otros autores (Pilipovic, 1998), recomienda una función del tipo  $A \cdot \text{Sen}(2 \cdot \text{PI} \cdot w \cdot t - B) + C$ ; donde A, B y C son constantes, y  $w=1/12$ .

En el caso peruano, la alta dependencia de los precios spot a las condiciones hidrológicas del sistema se reflejan en una estacionalidad anual de los mismos: precios altos para la época de estiaje y precios bajos para la época de avenida<sup>1</sup>.

De acuerdo al procedimiento recomendado por Weron para calcular la función sinusoidal que aproxime mejor la característica estacional de los precios, se calcularon los parámetros de la función por el método de los mínimos cuadrados.

La función es  $14.78 \cdot \text{Sen}(2 \cdot \text{PI} \cdot w \cdot t + 0.58) + 31.5$  para el caso de los precios spot mensuales. Al graficar la función versus la evolución real, se obtiene el resultado mostrado en la figura siguiente.

**Figura 4. Perú: Comportamiento estacional de los precios spot mensuales**



Fuente: COES-SINAC

Elaboración: El autor de esta tesis

Al evaluar la serie de datos sin la componente estacional, los nuevos valores para la media y la desviación estándar son del 0.00423 y 0.34 respectivamente.

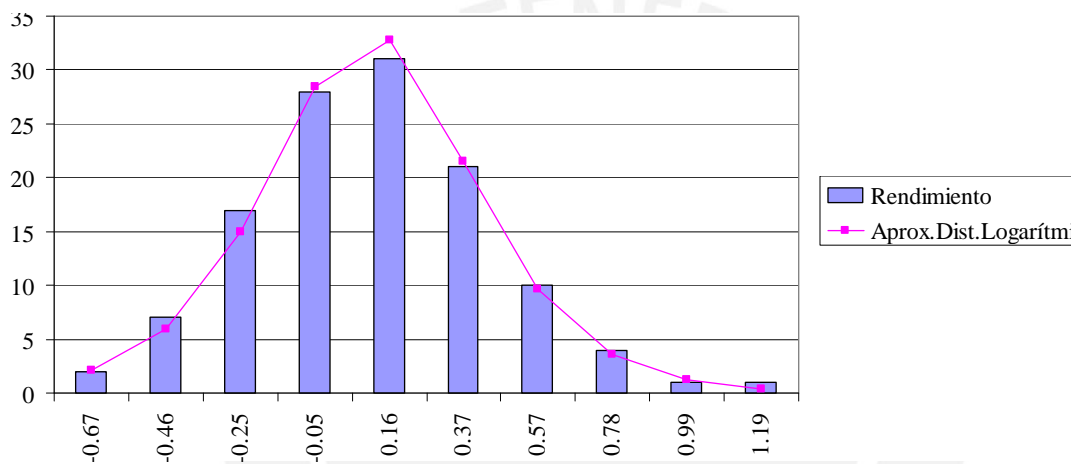
<sup>1</sup> La época de estiaje abarca desde abril hasta septiembre, de bajos caudales de las cuencas que alimentan las centrales del COES-SINAC. La época de avenida abarca el resto del año.

Cabe resaltar que la desviación estándar, factor utilizado como medida del riesgo, disminuye para el caso del análisis de los rendimientos de los costos marginales mensuales, de un valor de 0.42 a 0.34 al considerar la componente estacional.

Otra característica importante es que la distribución de los rendimientos resultante se aproxima más a la distribución logarítmica, que responde a la prueba del Chi2 con una confianza del 99%, tal como se muestra en la Figura.

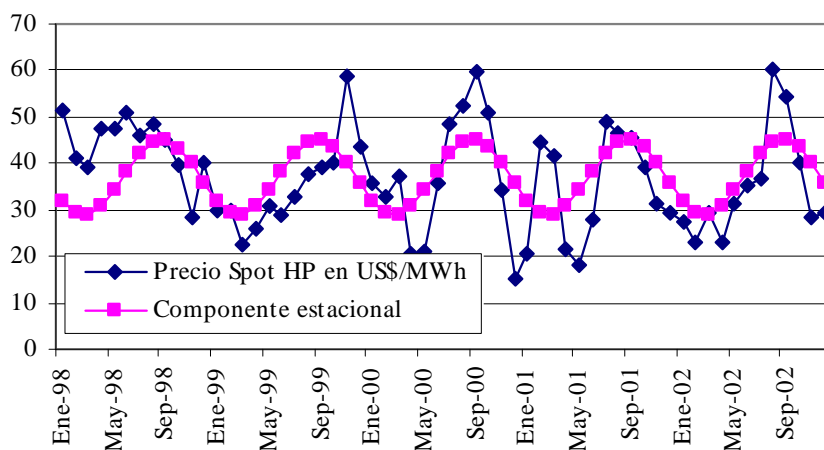
Al aplicar el mismo procedimiento para los precios spot mensuales en hora punta, se puede observar la componente estacional para la hora punta en la Figura.

**Figura 5. Perú: Rendimientos de precios spot mensuales sin estacionalidad**



Fuente: COES-SINAC  
Elaboración: El autor de esta tesis

**Figura 6. Perú: Comportamiento estacional de los precios spot mensuales h.p. en hora punta**

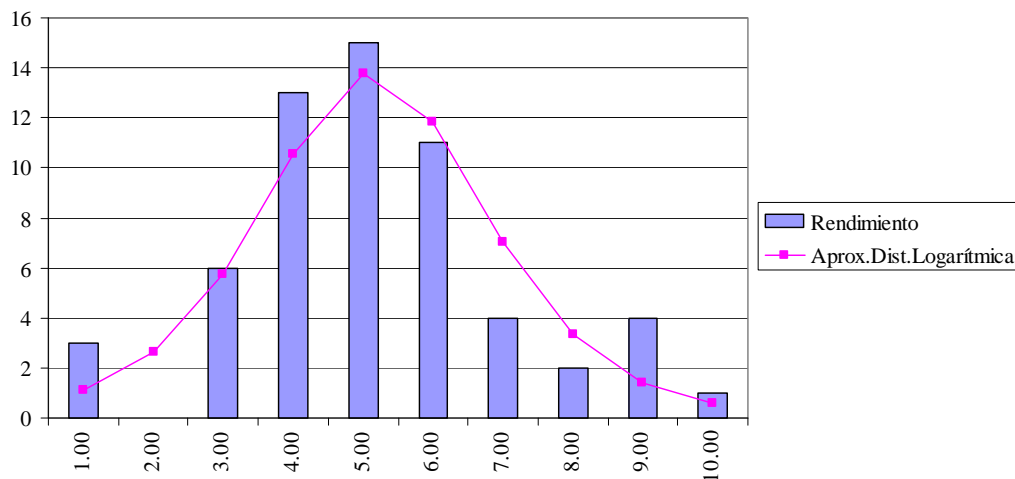


Fuente: COES-SINAC

Elaboración: El autor de esta tesis

Cuando se considera la componente estacional en el análisis, se obtiene una media de  $-0.01$ , con una desviación estándar desde  $0.26$ . Es decir, se disminuye la desviación estándar de  $0.29$  hasta  $0.26$ . Sin embargo, la distribución logarítmica no describe el comportamiento, pues la prueba Chi2 solo alcanza el 15%.

**Figura 7. Nord Pool: Comportamiento estacional de los precios spot mensuales**



Fuente: Nord Pool (Países nórdicos)

Elaboración: El autor de esta tesis

Entonces, la variación estándar disminuye para el caso peruano, tanto en los precios spot mensual como en los precios spot en horas punta mensual, al tomar en cuenta la influencia de la componente estacional.

Así como se ha analizado la influencia en el caso peruano de la estacionalidad en la evolución de los precios spot mensuales y los precios spot mensuales en hora punta, se deberían realizar pruebas adicionales, materia de un trabajo posterior, para determinar si el comportamiento de la evolución de los precios está influenciado por la reversión a la media u otros factores que se mencionaron anteriormente.

### ***Conclusiones del análisis de la volatilidad del subyacente***

Antes de mencionar las conclusiones del análisis anterior, se cabe señalar que existen otros factores que influirán en un periodo futuro respecto de la volatilidad de los precios spot:

- La generación a partir del gas natural traerá conjuntamente a la reducción de los precios, una menor volatilidad.
- Así mismo, en la reglamentación del despacho desde el año 2002, los costos para el gas natural utilizado para la generación se deben declarar en forma anual, y los parámetros de reajuste están definidos en los procedimientos de operación del sistema (COES-SINAC, 2003). Para el caso de los combustibles líquidos la declaración de precios es mensual. Esto tiene como consecuencia una menor incertidumbre en la formación de precios spot.
- Las interconexiones eléctricas internacionales influyen de dos maneras. En un primer momento, con la interconexión a Ecuador, la volatilidad del subyacente aumenta por tener una mayor demanda. Sin embargo, con el aumento de la capacidad de generación (Camisea), y la complementariedad hidrológica (Colombia), el efecto conjunto de las interconexiones sería una disminución en la volatilidad de los precios.

El mercado peruano, posee mayores volatilidades para los rendimientos de los precios spot (tanto mensuales como mensuales en hora punta) que Inglaterra y los países nórdicos, donde se ha desarrollado un mercado de futuros eléctricos. Al considerar los factores mencionados que influirán en la formación del precio spot, se puede analizar como un trabajo adicional, cuál es el efecto en la variabilidad de los mismos.

La conclusión derivada del análisis es que, si bien para el caso peruano se muestra una gran variabilidad en los precios spot, dicha variabilidad se reduce sustancialmente al aplicar la teoría del análisis de la evolución de precios propuesta (Weron, 2003; Pilipovic, 1998), adicionalmente al efecto de la ocurrencia de los factores que disminuyen la volatilidad en el caso peruano. En este caso específico, el análisis para considerar el efecto de la estacionalidad redujo la desviación estándar desde 0.42 hasta 0.36 para el caso del precio spot mensual, y desde 0.29 hasta 0.26 para el caso del precio spot mensual en hora punta.

## Anexo 2. Agentes del sector eléctrico peruano

En este anexo se describen las instituciones o agentes que participan en el funcionamiento del sector eléctrico peruano:

- Instituciones pertenecientes al Estado:
  - Dirección General de Electricidad (DGE)
  - Organismo Supervisor de la Inversión en Energía (OSINERG)
  - Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria del OSINERG (OSINERG-GART)
  - Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI)
  - Agencia de Promoción de la Inversión (PROINVERSIÓN).
- Empresas o agentes económicos del sector eléctrico:
  - Empresas eléctricas del sector
  - Comité de Operación Económica del Sistema (COES)
  - Clientes o usuarios finales de electricidad.

### *Dirección General de Electricidad (DGE)*

La Dirección General de Electricidad (DGE, 2003a) es el órgano técnico - normativo que pertenece al Ministerio de Energía y Minas, encargado de proponer y/o expedir la normatividad de las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica, además de promover el desarrollo del subsector eléctrico.

Las funciones de la DGE (DGE, 2003b) son:

- Formular la normatividad en las actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica
- Orientar al usuario sobre la aplicación de las normas del subsector electricidad y difunde el buen uso de las normas de seguridad
- Recopilar y procesar la información operativa y atiende la demanda sobre información estadística del subsector electricidad
- Como órgano concedente, orientar y gestionar la expedición de resoluciones de concesiones, autorizaciones y servidumbres.

### *Organismo Supervisor de la Inversión en Energía (OSINERG)*

El OSINERG se crea mediante Ley N° 26734 en 1996, como organismo público encargado de supervisar y fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones legales y técnicas de las actividades que desarrollan las empresas en los subsectores de electricidad e hidrocarburos, así como el cumplimiento de las normas legales y técnicas referidas a la conservación y protección del medio ambiente (OSINERG, 2003).

Sus funciones generales dentro del sector energía son las siguientes:

- Fiscalizar el cumplimiento de los compromisos contractuales en el sector energía
- Enfatizar en el control de la calidad de los servicios y/o productos energéticos
- Desarrollar una acción proactiva y efectiva de prevención respecto de la seguridad y medio ambiente
- Brindar información oportuna a los agentes involucrados y al público en general
- Permitir y promover la participación activa de los agentes a través del uso de sus facultades fiscalizadoras y reguladoras.

Las funciones específicas dentro del sector eléctrico son dos:

- Fiscalizar el cumplimiento de las normas legales y técnicas, incluyendo la reglamentación de las disposiciones correspondientes al medio ambiente, a la atención a los usuarios y a la calidad del servicio.
- A través de la Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria (GART), realiza el cálculo de las tarifas eléctricas para el servicio público de electricidad. Esta función era desarrollada anteriormente por la Comisión de Tarifas de Energía (CTE), la cual fue absorbida por OSINERG<sup>1</sup>.

### *Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria del OSINERG*

Las funciones de la GART son las siguientes (OSINERG-GART, 2000)

- Regular las tarifas de electricidad, de transporte de hidrocarburos líquidos por ductos, de transporte de gas natural por ductos y de distribución de gas natural por ductos
- Promover un entorno apropiado para el desarrollo de los sistemas eléctricos en un marco de mercado y de competencia

---

<sup>1</sup> Ley N° 27332 publicada el 29 de julio del 2000.

- Actuar como última instancia administrativa en los asuntos relacionados con la fijación de las tarifas así como dirimir a solicitud de las partes en las discrepancias que podrían presentarse sobre compensaciones por el uso de las instalaciones eléctricas

*Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI)*

Se pueden especificar las funciones respecto del sector:

- Supervisar la competencia en el sector eléctrico
- Realizar el monitoreo del mercado en los aspectos relacionados con la concentración de propiedad de las empresas, identificando prácticas que puedan limitar la competencia
- A través de la Ley No 26876, Ley Antimonopolio y Antioligopolio del sector eléctrico, se le ha asignado la responsabilidad de fijar los límites permisibles para la concentración horizontal y vertical de las empresas eléctricas en el país

Respecto a este último aspecto, cabe resaltar que los límites de concentración horizontal y vertical de las empresas no implican la prohibición de superarlos, lo que implican es la obligación que tienen las empresas que superen dichos límites de informar y solicitar la aprobación por parte de INDECOPI de las actividades de concentración.

*Empresas eléctricas*

Son las empresas generadoras, transmisoras y distribuidoras. Estas empresas han sido constituidas por las concesionarias de electricidad y las entidades autorizadas por el Ministerio de Energía y Minas a través de la Dirección General de Electricidad.

*Comité de Operación Económica del Sistema (COES)*

El Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional es un organismo técnico, conformado por los titulares de las centrales de generación y de sistemas de transmisión cuyas instalaciones se encuentran interconectadas en el Sistema Nacional con la finalidad de coordinar su operación al mínimo costo,

garantizando la seguridad y calidad del abastecimiento de energía eléctrica y el mejor aprovechamiento de los recursos energéticos (COES, 2003).

El marco legal dispone la formación de un Comité de Operación Económica del Sistema Eléctrico (COES) en cada sistema interconectado, como el ente integrado por las empresas generadoras y por las empresas propietarias del sistema de transmisión principal respectivo con la finalidad de coordinar la transferencia de energía entre sus miembros al mínimo costo otorgando las garantías suficientes para la seguridad del abastecimiento de energía eléctrica y promoviendo un entorno de libre competencia entre generadores (artículo 39° de la Ley de Concesiones Eléctricas), con independencia de la propiedad de las instalaciones.

#### *Clientes o Usuarios finales de electricidad*

Son aquellos que realizan la utilización final de la energía eléctrica, y pueden ser usuarios del servicio público de electricidad (clientes regulados), o usuarios que pueden realizar sus negociaciones en forma libre (clientes libres).

El servicio público de electricidad se define en el artículo 2° de la Ley de Concesiones Eléctricas, como “el suministro regular de energía eléctrica para uso colectivo, hasta los límites de potencia que serán fijados de acuerdo a lo que establece el Reglamento”. El Reglamento establece que dicho límite “un valor equivalente al 20% de la demanda máxima de la zona de concesión de distribución, hasta un tope de 1000kW”, valor sobre el cual los usuarios se encuentran dentro del régimen de libertad de precios.

### Anexo 3. Agentes del mercado de valores peruano

Se suele separar a los actores en cuatro grupos fundamentales de acuerdo a la documentación revisada perteneciente a diversos autores. Estos son los reguladores, los emisores u oferentes de títulos valores, los intermediarios y finalmente los inversionistas o demandantes de alternativas de ahorro. Usando este esquema es que se describirán a los principales actores del mercado peruano.

#### *Comisión Nacional Supervisora de Empresas y Valores*

La CONASEV tiene por visión promover la eficiencia del mercado de valores y productos, a través de la regulación, supervisión y difusión de información, fortaleciendo la confianza y la transparencia entre sus participantes; apoyados en una organización tecnológicamente competitiva que privilegia el conocimiento, el desempeño y la ética profesional. (CONASEV, 2003b).

Entre sus principales funciones se encuentran (CONASEV, 2003b):

1. Estudiar, promover y reglamentar el mercado de valores y controlar a las personas naturales y jurídicas que intervienen en dicho mercado.
2. Velar por la transparencia de los mercados de valores, la correcta formación de los precios en ellos y la protección de los inversionistas, procurando la difusión de toda la información necesaria para tales propósitos.
3. Absolver las consultas e investigar las denuncias o reclamaciones que formulen accionistas, inversionistas u otros interesados sobre materias de su competencia, señalando los requisitos que debe satisfacerse para ello.
4. Ejercerla facultad para administrar y recaudar las contribuciones para el sostenimiento de CONASEV, así como sus intereses y moras.
5. Tipificar las conductas infractoras del mercado de valores, mercado de productos y fondos colectivos, así como dictar las respectivas medidas correctivas, cuando corresponda.

#### *Empresas clasificadoras de riesgo*

Las empresas clasificadoras de riesgo son empresas especializadas que emiten opinión sobre la capacidad de un emisor para cumplir con las obligaciones asumidas al emitir, por oferta pública, bonos e instrumentos de corto plazo de acuerdo a las condiciones establecidas (tasa de interés y plazo).

De esta manera, los inversionistas pueden conocer y comparar el riesgo de estos valores, sobre la base de una opinión especializada. Cuanto mejor sea la clasificación de riesgo mayor será la posibilidad de que la empresa cumpla con las obligaciones de pago asumida, sin embargo, el dictamen de clasificación no constituye una recomendación para comprar, vender o mantener un valor clasificado, es tan sólo una opinión respecto a la calidad del valor.

### *Emisores*

Los emisores son entidades y personas jurídicas que pueden realizar oferta pública de valores, en demanda de recursos financieros. Esto se puede hacer a través de la emisión de valores de contenido crediticio, de participación o mixtos, los cuales son adquiridos por inversionistas sobre los que se escribirá más adelante.

### *Bolsa de Valores de Lima*

La Bolsa de Valores es un foro en donde se encuentran los demandantes y los emisores de valores, a través de los intermediarios (Sociedades Agentes de Bolsa). En nuestro país existe una sola bolsa de valores, la Bolsa de Valores de Lima.

De acuerdo a una definición propia de la BVL se le puede definir como:

“[U]na asociación civil de servicio público y de especiales características, conformada por sociedades agentes, que tienen por finalidad facilitar la negociación de valores inscritos, proveyendo los servicios, sistemas y mecanismos adecuados para la intermediación de valores de oferta pública en forma justa, competitiva, ordenada, continua y transparente”. (Bolsa de Valores de Lima, 2003a).

Entre sus principales funciones se encuentran (Bolsa de Valores de Lima, 2003b):

1. Proporcionar a sus asociados sistemas y mecanismos que les permitan, en sus diarias negociaciones, disponer de información transparente de las propuestas de compra y venta de los valores, la imparcial ejecución de las órdenes respectivas y la liquidación eficiente de sus operaciones.
2. Fomentar las negociaciones de valores, realizando las actividades y brindando los servicios para ello, de manera de procurar el desarrollo creciente del mercado.
3. Divulgar y mantener a disposición del público información sobre la cotización de los valores, así como de la marcha económica y los eventos trascendentes de los emisores.

4. Investigar continuamente acerca de las nuevas facilidades y productos que puedan ser ofrecidos, tanto a los inversionistas actuales y potenciales cuanto a los emisores, proponiendo a la CONASEV, cuando corresponda, su introducción en la negociación bursátil.

#### *Sociedades agentes de bolsa*

A través de la BVL operan 22 Sociedades de Agentes de Bolsa cuyo capital mínimo exigido asciende a unos S/. 1,006,182. Cada Sociedad de Agentes de Bolsa está facultada por Ley para administrar fondos de inversión, para operar en el exterior con títulos de Deuda Pública Externa del Perú, para realizar préstamos de valores y operaciones de reporte, para fungir como fiduciario en fideicomisos de titulización y para operar con derivados.

A pesar de que en total son 22 las SABs no son más de 4 las que concentraron más del 80% de las operaciones bursátiles durante el 2002. Es decir, con una quinta parte de las actuales SABs se podría generar cerca de la totalidad de las actividades bursátiles organizadas por la Bolsa de Valores de Lima.

#### *Caja de Valores y Liquidaciones (CAVALI)*

CAVALI ofrece un servicio seguro y eficiente de Compensación, Liquidación y Registro de Valores a todos sus participantes y usuarios, de acuerdo a estándares internacionales, contribuyendo así al desarrollo del Mercado de Valores peruano. (CAVALI, 2003).

Entre las principales funciones de CAVALI se pueden nombrar (CAVALI, 2003):

- Llevar el registro contable de valores representados por anotaciones en cuenta, de emisiones inscritas y no inscritas en Bolsa, y realizar las anotaciones correspondientes
- Efectuar, en exclusiva, la transferencia, compensación y liquidación de fondos y de valores incorporados al sistema, que se deriven de la negociación de éstos por los mecanismos de negociación autorizados
- Efectuar, en exclusiva, la transferencia de valores representados por anotaciones en cuenta, que se deriven de la negociación extrabursátil de éstos;
- Realizar los registros provenientes de eventos corporativos y de reorganización, tales como, pago de dividendos en efectivo, intereses, amortizaciones, redenciones, entrega de derechos en acciones, cambios del valor nominal, fusión de empresas, absorción,

escisión, etc., que se deriven de los valores representados por anotaciones en cuenta, a solicitud de los emisores

- Administrar el Fondo de Liquidación.

### *Inversionistas y demandantes*

En principio, cualquier persona con un excedente de dinero puede invertir en títulos en el mercado de valores –acciones o instrumentos de deuda– con el objetivo de obtener una rentabilidad por su inversión.

Entre los inversionistas que participan en el Mercado de Valores local, destaca el Gobierno, quien a través de la colocación de Bonos del Tesoro financia su presupuesto económico. También se tiene a los inversionistas institucionales extranjeros y nacionales. Dentro del primer grupo se encuentran los grandes Bancos de Inversión como CS First Boston, Openheimer, JP Morgan, etc. En el segundo grupo, los más importantes a nivel local son las Administradoras de Fondos de Pensiones, los Fondos Mutuos, Bancos , etc.

Finalmente, también se tiene a las personas naturales que invierten directamente sus excedentes en el mercado de valores.

### *Bolsa de Productos de Lima*

La Bolsa de Productos es un mercado centralizado de productos en donde se negocian productos de diverso origen, mayormente agropecuario. Al igual que en la Bolsa de Valores los intermediarios son o las Sociedades Agentes de Bolsa o las Sociedades Corredoras de Productos siendo las primeras las que realmente han logrado dinamizar el mercado.

#### **Anexo 4. Comparativo de los Sistemas de Energía en los países del Benchmarking**

Concientes de que es posible aprender de la experiencia de otros, el presente anexo analiza aquellos países que ya han implementado cambios estructurales en sus respectivos mercados eléctricos y que han tenido un éxito relativo en ello. El objetivo es identificar las características iniciales o puntos de partida que sirvieron de base para los procesos de reestructuración, con esa información se procederá a realizar una comparación con el modelo eléctrico peruano.

Es importante considerar que estos cambios se han dado en realidades distintas y, por lo tanto, cualquier propuesta deberá considerar ese hecho y a partir de ello evaluar la aplicabilidad de los cambios a la realidad peruana, evaluar cuáles serían los posibles obstáculos y en que casos se tendría un efecto acelerador de los resultados.

Al realizar la selección se optó por Inglaterra y Gales, los Países Nórdicos<sup>1</sup> y Chile. Ya Jaime Millán (Millán, 2003) indicaba que esta selección era representativa debido principalmente a los siguientes factores:

- Chile es pionero en el mercado latinoamericano y base para el desarrollo de la actual estructura peruana. Además Chile cuenta con un proyecto de Ley para la liberalización del mercado de energía
- Inglaterra y Gales representa una de las primeras experiencias en el continente europeo y el reciente cambio en su estructura indica que ha sabido aprovechar la experiencia ganada
- El Nord Pool, conformado por los países nórdicos, refleja una estructura de mercado mayorista en que compradores y vendedores deciden voluntariamente si desean comprar y vender respectivamente, además de las diferencias de fuentes de generación que se dan entre los distintos países.

---

<sup>1</sup> Se denomina Nórdicos al grupo de países conformado por Suecia, Noruega, Dinamarca y Finlandia.

### *Características más resaltantes*

#### *Chile*

Al igual que otros países lo harían después, Chile, durante la década de los ochenta, realizó cambios estructurales en el sector eléctrico. Entre las principales razones que motivaron dichos cambios destacan, por un lado la necesidad del Estado de transferir sus activos a manos privadas en busca de financiamiento; y por otro, la necesidad de reestructurar empresas con evidentes problemas de gestión, los cuales las llevaron a enfrentar en algún momento graves problemas financieros y de viabilidad. Este proceso de privatización, tal como ya lo veremos más adelante, también se observó en Inglaterra y Gales mas no fue el principal objetivo de las reformas del Nord Pool.

El proceso se inicia en 1982, con la promulgación de la Ley General de Servicios Eléctricos y la reglamentación del Decreto Supremo N° 6 de 1985 por iniciativa del Ministerio de Minería. Algunos aspectos destacables de estos documentos son (Rainieri 1997) :

- Se dividen las empresas estatales que se encontraban verticalmente integradas, separando las actividades de éstas en generación, transmisión y distribución (al igual que en el resto de países). A las dos primeras se les asigna la obligación de coordinar la operación, sus centrales y líneas de transmisión, asegurando la preservación del sistema y garantizando la operación al mínimo costo, mientras que a la última se le asignó la tarea de brindar servicios dentro de sus respectivas zonas de concesión
- Se establece un sistema de tarifas diferenciadas, creando las categorías de clientes regulados y grandes clientes (clientes libres), tal como sucedió en el Perú a partir de 1992
- Se crea el CDEC (Centro de Despacho Económico de Carga), una especie de Operador Independiente del Sistema (ISO) , equivalente al COES de Perú , que tiene a su cargo la operación física, económica y comercial del sistema
- Se permite el ingreso de capitales privados e inversionistas institucionales al mercado.

La reestructuración del sector, que en apariencia estuvo guiada por factores estrictamente económicos, también involucró aspectos sociales, pues el cambio hacia una gestión privada guiada por principios de eficiencia, llevaría en el largo plazo no sólo a aumentar la cobertura del servicio (mayor número de usuarios se beneficiarían

del servicio), sino también a reducir las tarifas gracias a una operación mas eficiente que favoreciera a aquellos sectores que hacen uso de esta fuente de energía.

### *Inglaterra y Gales*

Por otro lado, el mercado eléctrico en Inglaterra y Gales ha experimentado una serie de cambios en los últimos 15 años desde el inicio de su proceso de desregulación en el año 1990 (Reichert, 2000), hasta la actualidad, en que se tiene un mercado spot y de futuros para la comercialización de la electricidad. Los altos niveles de madurez y confianza en el mercado se han visto reflejados en la reducción de sus tarifas y el incremento de la demanda del activo subyacente.

Al igual que lo sucedido en Perú y Chile, el sistema eléctrico del Inglaterra y Gales inició su proceso de desregulación cuando se privatizó entre los años 1990 y 1994. Este proceso se inicio en el año 1990 con los distribuidores y en el año 1991, con los generadores. En particular, la generación fue separada de la transmisión y se desarrolló un sistema de mercado conocido como el **Pool**, denominado así debido a que toda la potencia que entraba (oferta) y salía (demanda) era prorrateada ("pooled"), reunida y vendida a un mismo precio spot o de mercado (Boland, 2003).

El cimiento para la formación del **Electricity Pool**, empresa a cargo del Pool, fue la empresa estatal de generación y transmisión conocida como el **Central Electricity Generating Board** (CEGB), la cual fue separada en los dos componentes del Pool: generación y transmisión (Green, 1998).

La transmisión fue otorgada a **National Grid Company** (NGC) cuya propiedad fue repartida a los distribuidores privados conocidos como **Regional Electricity Companies** (RECs) de acuerdo al tamaño de éstos. En 1995 los RECs se hicieron cargo de la NGC pero de una forma muy restringida para evitar un manejo anticompetitivo de ésta (Reichert, 2000).

Otro cambio importante se dio en mayo de 1995, cuando el gobierno de Inglaterra y Gales anunció que se privatizarían las instalaciones nucleares más modernas en el transcurso del verano siguiente. El objetivo del gobierno fue introducir más competencia que permitiera que las fuerzas del mercado determinaran el futuro de la industria de la generación nuclear en ese país. Estas privatizaciones en el sector nuclear significaron importantes reestructuraciones al interior de las empresas, la creación de nuevas entidades legales, la renegociación y la firma de nuevos contratos (The electricity pool, 2003).

El mayor cambio a nivel estructural, desde la privatización iniciada en el año 1990, se dio el 27 de Marzo de 2001, momento en que el **New Electricity Trading Arrangements** (NETA) reemplaza al **Electricity Pool**. El gran aporte del NETA al mercado de energía residió en un nuevo diseño de la forma como se realizaba hasta entonces la determinación del precio de la energía. Antes de la creación del NETA, la demanda tenía un rol casi ‘pasivo’ en la determinación del precio, el cual provenía no del mercado sino de un programa de computadora diseñado para la anterior empresa CEGB y que no se acomodaba a los requerimientos del mercado. Los contratos que hasta ese momento se celebraban predefinían el precio evitando la libre competencia.

Si bien el Pool definía el precio de la energía prorrateando la energía que entraba y salía; el NETA permite ahora manejar precios diferentes dependiendo de la competencia fijando precios por operación y ya no de forma genérica (Newbery, 2002). El NETA es el sistema que rige actualmente en Inglaterra y Gales, existiendo organizaciones paralelas a ella como el BETTA en Escocia.

Muy a pesar de lo complejo del NETA, no es ahí en donde se ha desarrollado el más complejo mercado de energía, se podría decir que esto ha sucedido en los países nórdicos.

#### *Países nórdicos*

Es uno de los mercados de energía más desarrollados en el mundo. Después de Inglaterra y Gales, Noruega fue el segundo país en desregular el mercado de electricidad y comenzó casi a la par que los primeros.

Las reformas adoptadas o en desarrollo en los países nórdicos (Noruega, Suecia, Finlandia y Dinamarca) son similares en muchos aspectos a las adoptadas en Inglaterra y Gales, con la introducción de una competencia total y un acceso generalizado por terceras partes a las redes eléctricas; sin embargo, la privatización no parece ser una meta inmediata en estos países (Sarmiento, 1998).

Al igual que el resto de países una de las primeras medidas fue la separación de las actividades de generación y transmisión. Así a inicios de 1990, el “Nordic Council of Ministers” recomienda el establecimiento de un mercado de energía no regulado con el fin de dividir las operaciones de transmisión de las de generación; el objetivo era reducir las diferencias que se generaban entre los distintos países debido al costo de la energía, esto condujo a que las empresas eléctricas llevaran contabilidades

separadas por cada una de las actividades e incluso a la desintegración vertical que hasta ese entonces normaba en la región (Karkovska, 2003).

En los cuatro países nórdicos, gracias a decisiones sobre la desregulación que se han tomado nacionalmente, se cuenta con un mercado de electricidad común entre las fronteras en el que los consumidores tienen acceso libre a cualquier abastecedor; esto quiere decir que no sólo los productores operan traspasando fronteras, sino también los consumidores (Hammons, 1998).

El inicio del proceso se remonta al año 1991 cuando Noruega desreguló el mercado de electricidad y en 1992 Statnett SF, la compañía de redes noruega, fue nombrado como el operador del sistema de transmisión. Un año más tarde, es decir en 1993, se estableció una Bolsa Energética bajo el nombre de Statnett Marked, que en un comienzo sólo cubría el territorio de Noruega. Durante los 3 primeros años fue un intercambio energético exclusivamente noruego pero desde 1996 se dio una unión con el mercado eléctrico sueco.

En 1996 Svenska Kraftnät, empresa de transmisión de Suecia, adquiere la mitad de la propiedad de la bolsa. A partir de ese momento la Bolsa Energética cambia su nombre a **Nord Pool** creando el mercado común entre ambos países nórdicos y de paso convirtiéndose en la **primera Bolsa energética multinacional**.

En la actualidad los países participantes son Noruega, Suecia, Finlandia, Dinamarca, y realizando intercambios energéticos con Alemania, Rusia y próximamente se espera incorporar a Holanda e Inglaterra (Nord Pool, 2003d).

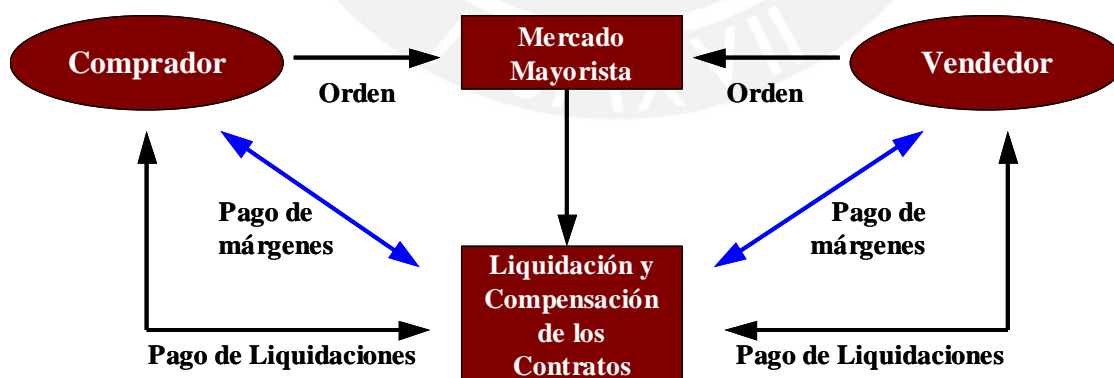
### Bolsa de Energía

El establecimiento de una Bolsa de Energía fue el siguiente paso en el desarrollo del mercado eléctrico del Inglaterra y Gales, institución que aún no se ha logrado desarrollar en Chile pero que se encuentra en proceso.

La Bolsa de Energía de Inglaterra y Gales (UKPX, United Kindom Power Exchange) ofrece un mecanismo de balance de muy corto plazo y rápida respuesta, opera dentro de la hora previa al despacho y en tiempo real entrega la potencia al sistema de transmisión. El operador del sistema, NGC, actúa de acuerdo a este mecanismo y en el acto la contraparte puede comprar o vender a través de la Bolsa. El mecanismo es usado para proveer incrementos y decrementos de corto plazo en la generación o consumo de electricidad considerando que la NGC tiene la capacidad de balancear el sistema físico de la red de transmisión eléctrica.

La UKPX es un sistema que integra completamente a la bolsa de energía y su cámara de compensación o liquidación, por lo tanto; garantiza todos los contratos realizados ante cualquier incumplimiento de las contrapartes. La UKPX también transa o se responsabiliza de administrar la liquidación de pagos cuando los contratos expiran (United Kingdom Power Exchange, 2003). En la siguiente figura se puede apreciar la estructura de esta institución que viabiliza el mercado de futuros en Inglaterra y Gales.

**Figura 4.1. Operación del mercado en Inglaterra y Gales: Comercio y liquidación**



Fuente : United Kingdom Power Exchange, 2003

Elaboración: El autor de esta tesis

El símil de la UKPX descrito en el caso del Inglaterra y Gales, se da en parte en el Nord Pool Spot AS, sin embargo el mercado spot de energía fue establecido mucho

antes, en el año 1993. Aunque en un principio fue una iniciativa Noruega poco a poco se fue trasladando al resto de países hasta que cubrió toda la región nórdica en octubre de 2000. Este mercado fue creado bajo el nombre de Elspot para luego, en enero de 2002, ser operado por el Nord Pool Spot AS. Sin embargo y a pesar del cambio, las funciones del Elspot continúan siendo en esencia las mismas (Nord Pool, 2003b):

- Proporciona un precio neutral y transparente tanto para el mercado mayorista como minorista
- Proporciona un precio referencial para los derivados de la energía negociados bilateralmente y en el Nord Pool ASA
- Sirve como una contraparte confiable para las empresas negociantes
- Proporciona un fácil acceso a un mercado físico con bajos costos por transacción
- Sirve como herramienta para el manejo de la congestión de la red
- Crea la posibilidad de balancear portafolios cerca al tiempo de la operación
- Distribuye información relevante y neutral al mercado de energía
- Facilita la negociación de energía a través de la bolsa, como una alternativa a los contratos bilaterales.

Por lo general a todos los participantes que pueden cumplir con los requisitos fijados por el Nord Pool spot se les da acceso al mercado de Elspot. Sin embargo, los participantes del mercado de Elspot deben tener una conexión física en la red para la entrega o retiro de energía. Esto se logra a través de la firma de un acuerdo de balance con la empresa de transmisión (Transmission System Operator, TSO) responsable del área de Elspot a la que pertenecen. De igual manera los participantes fuera de los países nórdicos que desean importar o exportar, a o del mercado nórdico, negocian en los mismos términos que dentro del área del intercambio. La facilidad que brinda este intercambio de la energía ha contribuido grandemente al alto nivel de la actividad comercial en el mercado nórdico de la energía, y es un elemento importante en el desarrollo del emergente mercado europeo.

**Tabla 4.1. Sistemas de Energía: Comparativo**

	<b>Perú</b>	<b>Chile</b>	<b>Inglaterra y Gales (Electricity Pool – Antes del NETA)</b>	<b>Inglaterra y Gales (NETA)</b>	<b>Países Nórdicos</b>
<b>Inicio</b>	1992:Ley de Concesiones Eléctricas	1982: con la promulgación de la Ley General de Servicios Eléctricos	1990: con el progresivo establecimiento de lo que se conocería como ‘Electricity Pool’	2001: cuando el ‘New Electricity Trading Arrangements’ (NETA) reemplaza al ‘Electricity Pool’	1990: cuando el “Nordic Council of Ministers” recomienda el establecimiento de un mercado de energía no regulado
<b>Anterior</b>	El mercado eléctrico era un monopolio estatal	El mercado eléctrico era un monopolio estatal	El mercado estaba compuesto por una sola compañía de generación y transmisión	El ‘Electricity Pool’ definía el precio de la energía prorrateando la energía que entraba con la que salía asignando un único precio de mercado	Cada país tenía una organización propia que no generaba eficiencias frente a un esquema de integración
<b>Posterior</b>	Se separa las actividades de generación, transmisión y distribución que pasan a ser de propiedad privada	Se separa las actividades de generación, transmisión y distribución, siendo reguladas y fiscalizadas por el estado	Se estructuró la industria en cuatro actividades principales: Generación, transmisión, distribución y suministro	A través del NETA el precio de venta ya no es el precio marginal sino el precio alcanzado por la oferta y demanda	Integración de las cuatro países basándose en una red de transmisión interconectada

**Tabla 4.2. Sistemas de Energía: Comparativo**

	<b>Perú</b>	<b>Chile</b>	<b>Inglaterra y Gales (Electricity Pool – Antes del NETA)</b>	<b>Inglaterra y Gales (NETA)</b>	<b>Países Nórdicos</b>
<b>Razón del Cambio</b>	La necesidad del Estado de transferir sus activos a manos privadas en busca de financiamiento La necesidad de reestructurar las empresas con evidentes problemas de gestión	La necesidad del Estado de transferir sus activos a manos privadas en busca de financiamiento La necesidad de reestructurar las empresas con evidentes problemas de gestión	El sistema anterior no fomentaba una adecuada competencia en el mercado de energía	A pesar de la desintegración, la demanda tenía un rol 'pasivo' en la determinación del precio el cual no provenía del mercado sino que era definido por el anterior sistema.	Reducir las diferencias que se generaban entre los distintos países debido al costo de la energía
<b>Efectos de la desregulación</b>	Los generadores en el caso de venta de energía a los clientes libres lo hacen a un precio determinado por la oferta y demanda	Los generadores en el caso de venta de energía a los clientes libres lo hacen a un precio determinado por la oferta y demanda	Los generadores debían de vender todo al pool al costo marginal	Los generadores no fueron obligados a operar en el pool como antes sino que podían establecer contratos bilaterales	Los generadores son libres de vender la energía a cualquier comprador del pool con tan solo pagar un adicional por el uso de la red de transmisión
<b>Resultado</b>	Inversión privada, compañías más rentables y precios más bajos	Inversión privada, compañías más rentables y precios más bajos	Reducción de los precios desde 1990 al 2002 del 32% en términos reales. Cerca del 90% de la electricidad es negociada a través de contratos bilaterales Desde la introducción del NETA los precios cayeron 20%	Debido a la unión de las redes de transmisión hubo una reducción de precios	

**Tabla 4.3. Sistemas de Energía: Comparativo**

	<b>Perú</b>	<b>Chile</b>	<b>Inglaterra y Gales (Electricity Pool – Antes del NETA)</b>	<b>Inglaterra y Gales (NETA)</b>	<b>Países Nórdicos</b>
<b>Mercado Mayorista</b>	Administrado por el Comité de Operación Económica del Sistema (COES)	Administrado por el Centro de Despacho Económico de Carga (CDEC), del SING y del SIC	Administrado por el 'Electricity Pool'	Administrado por el NETA	Administrado por el Nord Pool Spot AS, integrado por las TSOs de cada país
<b>Operador del Sistema</b>	Comité de Operación Económica del Sistema (COES)	Centro de Despacho Económico de Carga del SING y del SIC	National Grid Company, NGC		De origen diverso dependiendo del país: Svenska Kraftnät, Statnet, FinGrid, Eltra y Elkraft.
<b>Generación</b>	Venta por contratos bilaterales y transferencia de energía	Venta por contratos bilaterales y transferencia de energía	Las generadoras ofrecen la energía al pool que actúa como un único comprador	Mercado competitivo debido a que el generador negocia directamente un precio con el comprador	De origen variable dependiendo del país. Los del norte mayormente hidrológico y los del sur mayormente térmicos. Es también un mercado competitivo
<b>Transmisión</b>	Monopolio empresas privadas y estatales	Monopolio empresas privadas	'National Grid Company' para la red de alto voltaje y al menos doce 'Regional Electricity Companies' (RECs) para la red de bajo voltaje		Las transmisoras se encuentran interconectadas a nivel internacional Svenska Kraftnät, Statnet, FinGrid

**Tabla 4.4. Sistemas de Energía: Comparativo**

	<b>Perú</b>	<b>Chile</b>	<b>Inglaterra y Gales (Electricity Pool – Antes del NETA)</b>		<b>Inglaterra y Gales (NETA)</b>
Distribución	Tienen una zona de concesión a la cual deben de atender (monopolio geográfico regulado por el Estado)	Tienen una zona de concesión a la cual deben de atender (monopolio geográfico regulado por el Estado)	Monopolio a cargo de las RECs previamente mencionadas.		Monopolio
Suministro	Se cuenta con clientes libres (>1MW) y clientes regulados (<1MW)	Se cuenta con clientes libres (>2MW) y clientes regulados (<2MW)	Se inició gradualmente la liberalización en 1990. Sin administración para todos los clientes desde 1999	Sin restricciones para todos los clientes desde 1999	Sin restricciones desde 1999. Mercado totalmente libre
Costo Marginal	Se obtiene cada 30 minutos. Se basa en el costo del generador más caro del periodo	Se obtiene cada 15 minutos. Se basa en el costo del generador más caro del periodo	Se obtiene cada 30 minutos. Se basa en el costo del generador más caro del periodo.	Igual al anterior, sin embargo en este mercado el costo es referencial	Se obtiene cada 60 minutos y es usado en el mercado Elspot
Regulación	OSINERG	Superintendencia de Administración y Combustibles (SEC)	En un inicio con OFFER y luego, a partir de 1999, OFGEM		Existe una entidad reguladora por cada país siendo la más conocida la noruega: Administración de Recursos Acuíferos y Energéticos de Noruega

**Tabla 4.5. Sistemas de Energía: Comparativo**

	Perú	Chile	Inglaterra y Gales (Antes del NETA)	Inglaterra y Gales (NETA)	Países Nórdicos
Mercado de Derivados	No existe	No existe	No existía un mercado de derivados.	UKPX, United Kindom Power Exchange. Integra a la bolsa de energía con la cámara de compensación.	Nord Pool ASA. Concentra la mayoría de operaciones de compra y venta a través de los mercados Eltermin y Eloption

**Tabla 4.6. Bolsas de Energía: Comparativo**

Mercado de Energía	Mercado físico		Rango de productos				Servicios de Compensación	
	Neto	Bruto	OTC Físico	OTC Financiero	Derivados varios	Futuros	OTC Físico	OTC Financiero
Nord Pool	Si		Si		Si	Si		Si
NETA/UKPX	Si		Si		Sí	Si	Si	
Chile	No		No		No	No	No	No
Perú	No		No		No	No	No	No

Fuente Tablas 4.1 al 4.6: Bazalar, 2003

Elaboración: El autor de esta tesis

## Anexo 5. Cálculo del Costo Marginal

El costo marginal de corto plazo, o simplemente costo marginal, está definido como “el costo en que se incurre para producir una unidad adicional de energía, o alternativamente el ahorro obtenido al dejar de producir una unidad, considerando la demanda y el parque de generación disponible” (de acuerdo al anexo de definiciones de la Ley de Concesiones Eléctricas).

El principio fundamental por el cual se aplica el criterio de los costos marginales, señala que en un sistema de potencia óptimo dichos costos generan los recursos que cubren exactamente los costos de inversión y operación. Es decir, en un sistema óptimo, el ingreso obtenido de la venta de toda la energía al costo marginal instantáneo, más el ingreso de la venta de toda la potencia al precio de potencia, es equivalente al costo de capital (inversión) del sistema más el costo de operación del sistema.

El precio spot, en el sistema eléctrico interconectado nacional, está definido por el costo marginal de corto plazo, o simplemente costo marginal, el cual es calculado cada 30 minutos por el COES. Para efectos de registro de datos para los balances y transferencias de energía entre los agentes del sistema eléctrico interconectado, el estándar es de 15 minutos como intervalo de medición.

El despacho de energía se realiza tomando en cuenta los costos variables de generación para cada central eléctrica. La central que tiene el menor costo variable es la primera en despacharse. En este cálculo se toma en cuenta el costo de oportunidad de los recursos, como por ejemplo el costo de oportunidad de guardar agua para reemplazar el uso excesivo de energía térmica por energía más barata (hidráulica).

Otro concepto importante en el mercado mayorista es el precio de barra, el cual es calculado sobre la base de una proyección de los precios spot, sugerido por el organismo encargado del despacho económico del sistema y aprobado por el ente regulador del sistema eléctrico peruano que en este caso es OSINERG.

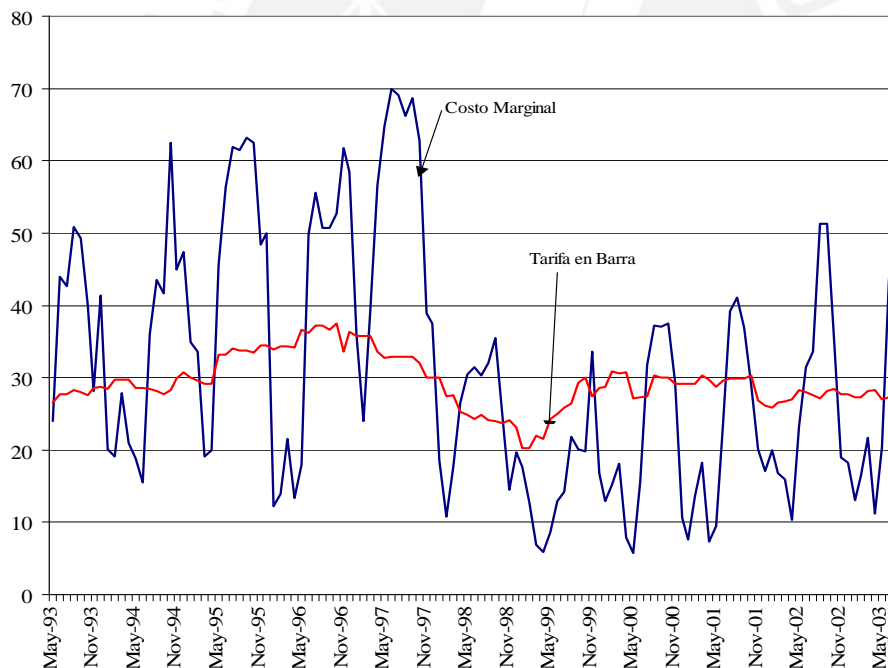
Con el fin de que se permita la generación de los contratos de precio regulado, es muy importante velar porque el precio de barra refleje adecuadamente los costos marginales esperados reduciendo al máximo la discrecionalidad del ente regulador en el proceso de fijación tarifaria.

Las proyecciones de los costos marginales de corto plazo son realizados por el COES-SINAC y se presentan como parte de los estudios elaborados para la propuesta de fijación de los precios en barra cada seis meses. Sin embargo los generadores y distribuidores realizan sus propios cálculos con la finalidad de establecer sus propias pautas para un mejor desempeño en la operación comercial.

Para hallar el costo marginal diario o el costo marginal mensual, se pondera el costo marginal cada 15 minutos con la energía generada en el periodo correspondiente (COES-SINAC, 2003).

La variación de los costos marginales mensuales en el periodo desde mayo de 1993 hasta el 2003, así como los principales eventos respecto de la generación de electricidad en el COES-SINAC se muestran a continuación:

**Figura 5.2. COES-SINAC: Costos marginales mensuales US\$/MWh  
(Costo equivalente en Barra Santa Rosa)**



Fuente: COES-SINAC, 2003

Elaboración: El autor de esta tesis

De acuerdo a la evolución observada en la Figura 5.2 de los principales eventos relevantes en la formación de los costos marginales, se pueden establecer los siguiente comentarios:

- En la Figura 5.2 se puede observar que hasta el año 1997 los costos marginales estaban por encima del precio en barra. Esto se explica porque aunque existía un margen de reserva en el sistema, las centrales térmicas que definían la punta y el margen de reserva eran ineficientes o con altos costos, elevando los costos marginales
- Esta situación se revierte en el año 1998 con la entrada en operación de centrales térmicas con bajo costo variable. Comenzaron a operar EEP SA (Malacas en Piura) y Aguaytía (Pucallpa) a gas natural
- Además en ese periodo se repotenciaron las centrales hidroeléctricas de Moyopamapa, Callahuanca y Mantaro, cuyo efecto se observó en el año 1999
- La estacionalidad es un factor resaltante, representa la incidencia de varios factores, principalmente refleja la hidrología de las cuencas del sistema, es decir los periodos de avenida (las lluvias alimentan los caudales de agua que generan electricidad) y estiaje (periodo del año con menores lluvias)
- Respecto del precio en barra, se observa una tendencia a la baja desde el año 1997, explicado en parte porque la entidad reguladora tenía la percepción de que el proyecto de gas natural de Camisea debía entrar en operación a partir del año 1999.

## Anexo 6. Aplicaciones de los derivados financieros en el mercado de energía

Lo presentado en el Capítulo 3 fue una visión general de lo que son los derivados financieros y su aplicación en un mercado de energía eléctrica. En el presente anexo se presentarán casos puntuales y estrategias de cobertura posibles de realizar en un mercado eléctrico. Cabe mencionar que éstos serán ejemplos teóricos, sin embargo, facilitarán la comprensión de los beneficios que representa el uso de estos instrumentos financieros.

Al principio se revisarán estrategias simples de cobertura por parte de una generadora como elemento de la oferta, posteriormente se añadirán algunas complicaciones. Lo mismo para el caso de los consumidores, elemento central de la demanda.

### Estrategias del generador

La energía que los generadores venden en el mercado spot es pagada al precio que establece el COES cada 30 minutos y que esta determinado por el costo marginal de producción en ese momento dada la demanda y el tipo y disponibilidad del recurso utilizado para la generación. En función de ello es que se enumerarán diversas estrategias a seguir por los agentes generadores:

#### Caso 1: Cobertura frente a reducciones de precios

La empresa generadora busca en todo momento cubrirse frente a una eventual caída de precios, la cual, de producirse, reduciría sus ingresos esperados afectando con ello su rentabilidad y eventualmente su capacidad para cubrir tanto sus compromisos financieros como operativos.

**Tabla 6.1. Caída de precios en el spot, cobertura con Futuros**

Caso: Empresa generadora. Estrategia: Cobertura vendedora	
Mercado SPOT	Estrategia de Cobertura
En el mes de <b>marzo</b> , la empresa desea establecer el precio de venta de electricidad para el mes <b>mayo</b> en <b>30 US\$/Mwh</b> .	La empresa vende <b>FUTUROS</b> con vencimiento en <b>mayo</b> a <b>30 US\$/Mwh</b> .
En el mes de <b>mayo</b> , el precio spot de la energía está en <b>25 US\$/Mwh</b> .	En mayo cierra la posición comprando contratos a <b>25 US\$/Mwh</b> .

Sin cobertura, la empresa se habría perjudicado por la caída del precio de la energía.	Las operaciones en el mercado de futuros dejan una utilidad de 5 US\$/Mwh, que sumados a los 25 US\$/Mwh del spot, permiten estabilizar los ingresos en 30 US\$/Mwh.
--	--

Elaboración: El autor de esta tesis

Esta estrategia se supone ideada frente a la expectativa de una baja en el precio de la energía, la cual es confirmada posteriormente por el mercado, beneficiándose la empresa pues los contratos de **Futuros** le otorgaron un “seguro” de precio en el mercado spot. Lo anterior supone un comportamiento de los precios ante el cual se busca protección, sin embargo, como se dijo al inicio del presente capítulo, el riesgo implica movimientos en ambas direcciones (probabilidad de que lo real difiera de lo esperado). Dado lo mencionado, la siguiente tabla presenta el caso en que el mercado no responde a las expectativas del coberturador:

**Tabla 6.2. Alza de precios en el spot, cobertura con Futuros**

<b>Caso: Empresa generadora. Estrategia: Cobertura vendedora</b>	
<b>Mercado SPOT</b>	<b>Estrategia de Cobertura</b>
En el mes <b>marzo</b> , la empresa busca establecer un precio de venta para la electricidad al mes de <b>mayo</b> en <b>30 US\$/Mwh</b> .	La empresa vende <b>FUTUROS</b> con vencimiento en <b>mayo</b> a <b>30 US\$/Mwh</b> .
En el mes de <b>mayo</b> , el precio spot de la energía esta en <b>34 US\$/Mwh</b> .	En el mes de <b>mayo</b> , la generadora debe cerrar su posición comprando <b>FUTUROS</b> a <b>34 US\$/Mwh</b> .
Si bien en este caso la evolución del precio fue favorable, sin cobertura, la empresa habría enfrentado la incertidumbre del precio futuro.	Con la cobertura, si bien la empresa logró estabilizar sus ingresos, perdió la oportunidad de una ganancia extra por el incremento del precio de la energía.

Elaboración: El autor de esta tesis

Tal como se ve, en este caso los precios asumen un comportamiento distinto al esperado, por lo que si bien la empresa aseguró un nivel de ingresos, perdió la oportunidad de beneficiarse de la subida de los precios de la energía.

Una alternativa que habría permitido a esta empresa beneficiarse de la subida, consiste en realizar la cobertura con contratos de **Opciones**, tal como se puede apreciar en la siguiente tabla, en la cual para una mejor comprensión se toma el mismo ejemplo del caso anterior.

**Tabla 6.3. Cobertura con opciones**

Caso: Empresa generadora. Estrategia: Cobertura vendedora	
Mercado SPOT	Estrategia de Cobertura
En el mes <b>marzo</b> , la empresa desea definir un “precio piso” para la venta de electricidad al mes de <b>mayo</b> en <b>30 US\$/Mwh</b> .	En <b>marzo</b> la empresa compra contratos <b>PUT</b> con un <b>precio de ejercicio de 30 US\$/Mwh</b> . Pagando por ellos una prima de 2 US\$/Mwh.
En el mes de <b>mayo</b> , el precio spot de la energía esta en <b>34 US\$/Mwh</b> .	<b>No ejerce el PUT en mayo</b> , y vende al precio spot.
Sin cobertura, la empresa debe enfrentar la incertidumbre sobre la evolución futura del precio.	La cobertura otorga a la empresa una protección frente a caídas del precio, pero al <b>no ejercer</b> la OPCION, la empresa puede beneficiarse de la subida del mismo, <b>recibiendo como ingreso neto el precio spot menos la prima: 32 US\$/Mwh</b> .

Elaboración: El autor de esta tesis

Si bien es cierto, la empresa al no ejercer la **Opción** pierde la totalidad de la “prima”, puede beneficiarse parcialmente de la subida, como consecuencia de lo cual su posición final es superior al caso evaluado en el de cobertura con venta de **Futuros**.

La elección de una alternativa de cobertura respecto a la otra (Futuros vs Opciones), está relacionada directamente con un tema de disponibilidad de información, expectativas y costos de operación. Esto último se aclara si se considera que mientras que la operación con **Futuros** sólo obliga a entregar una “margen de garantía”, la operación con **Opciones** requiere el pago de una “prima”, la cual se pierde totalmente cuando el comprador de dicho instrumento decide no ejecutar la **Opción**.

Un resultado similar se puede obtener mediante la estructuración de un contrato de venta **Forward**, el cual replicaría las características contractuales en cuanto a

precio, plazo y cantidad de energía a los de una **Opción** de compra (call). Los resultados se presentan en la tabla que se muestra a continuación:

**Tabla 6.4. Venta Forward y compra de un “call”**

Caso: Empresa generadora. Estrategia: Cobertura vendedora	
Mercado Forwards	Estrategia de Cobertura
En <b>marzo</b> realiza un contrato de <b>venta Forward</b> para entrega en <b>mayo</b> a un precio de <b>30 US\$/Mwh</b>	Compra un <b>call</b> con vencimiento en <b>mayo</b> y precio de ejercicio de <b>30 US\$/Mwh</b> , por el cual paga una prima de <b>US\$ 2 US\$/Mwh</b> .
En mayo, el <b>precio spot</b> llega hasta <b>35 US\$/Mwh</b> . Pero el generador <b>debe vender por contrato a 30 US\$/Mwh</b> .	En <b>mayo</b> , cuando el spot esta en <b>35 US\$/Mwh</b> ejerce su opción. Posteriormente vende en el spot.
Mediante el contrato de venta Forward el generador ha logrado reducir su exposición a riesgo de precio. Sin embargo, <b>deja de ganar</b> la diferencia entre el precio de contrato y el spot.	La operación con Opciones deja una utilidad para el generador de <b>3 US\$/Mwh</b> , es decir, <b>5 US\$</b> que corresponden al diferencial de precios, menos <b>2 US\$</b> de prima. En total al flujo de caja para el generador ingresarán <b>33 US\$/Mwh</b> .

Elaboración: El autor de esta tesis

En este caso, si bien el generador tiene cubierto el riesgo de precios mediante el contrato **Forward**, ingresa al mercado de **Opciones** para mejorar su posición ante potenciales incrementos en el precio.

### **Caso 2: Protección contra riesgos de generación**

Como ya se mostró, las generadoras también están expuestas a lo que se conoce como riesgo de generación. Este se presenta cuando una generadora, que se ha comprometido por contrato a entregar una determinada cantidad de energía, se ve imposibilitada de hacerlo, ya sea por que no pudo despachar (restricción por costos) o por algún tipo de indisponibilidad propia (restricción interna) o de la red (restricción externa a la empresa). En este caso la empresa se verá obligada a comprar en el mercado spot la energía que necesita para cumplir con sus contratos.

Dada una situación de este tipo, la empresa podría eventualmente enfrentar una reducción de sus utilidades y en el límite incluso tendría que asumir pérdidas si el precio spot es superior al precio de contrato. En este sentido, las operaciones con

instrumentos derivados también ofrecen alternativas para protegerse frente a este tipo de eventualidades, tal como se puede apreciar en la siguiente tabla, en la que se detalla una posible estrategia:

**Tabla 6.5. Cobertura frente a riesgo de generación**

Caso: Empresa generadora. Estrategia: Cobertura compradora	
Mercado Forwards	Estrategia de Cobertura
En <b>marzo</b> realiza un contrato de <b>venta Forward</b> para entrega en <b>mayo</b> a un precio de <b>30 US\$/Mwh</b>	En <b>marzo</b> la empresa realiza un contrato de <b>compra Forward</b> con las mismas características del contrato de venta. Al mismo tiempo <b>compra un PUT</b> con un strike de <b>32 US\$/wh</b> , pagando una prima de <b>US\$ 2 US\$/Mwh</b> .
En mayo, el <b>precio spot</b> llega hasta <b>35 US\$/Mwh</b> . Pero el generador <b>debe vender por contrato a 30 US\$/Mwh</b> .	En <b>mayo</b> , cuando el spot esta en 35 US\$/Mwh recibe la energía, pero <b>no ejerce el PUT</b> , por lo que pierde la prima de 2 US\$/Mwh.
Si la empresa no pudo generar, deberá comprar en el mercado spot a 35 US\$/Mwh, lo que le significaría una pérdida de 5 US\$/Mwh	Mediante esta estrategia, la empresa logra <b>reducir sus pérdidas</b> de 5 US\$/Mwh a 2 US\$/Mwh.

Elaboración: El autor de esta tesis

En esta estrategia la compra del **put** obedece a la necesidad de coberturar una posible caída en el precio, dado que se ha realizado una compra a través del contrato **Forward**. De esta forma, la estrategia esta diseñada sólo para reducir las pérdidas que de otra forma habría tenido que asumir por la compra forzosa en el mercado spot.

Las estrategias y los cálculos presentados en este punto, son básicamente escenarios teóricos de cómo las empresas generadoras pueden beneficiarse del uso de coberturas. Sin embargo, es preciso aclarar que para que la cobertura sea exitosa, es necesario que el costo de la cobertura sea inferior a la pérdida que de otro modo se asumiría. De no ser ese el caso, la cobertura no tendría sentido.

### *Estrategias de los consumidores o “clientes libres”*

Para el presente análisis se tomará como referencia a los llamados “clientes libres”, que son aquellos consumidores cuya demanda de potencia es superior a 1 Mw. lo que significa que la mayor parte de este grupo esté representado por empresas.

El riesgo que estos agentes tienen que asumir cuando compran en el spot, es el de tener que pagar precios superiores a los proyectados, con el consiguiente efecto negativo sobre sus flujos de caja y/o estados financieros. En este sentido, la utilización de instrumentos derivados para cubrir dicho riesgo permite a estos participantes fijar un “techo” al precio que tendrán que pagar, asegurando de esta forma el costo de la energía dentro de sus respectivas estructuras de costos.

La siguiente tabla resume la forma en que una empresa consumidora puede cubrirse frente a una eventual subida en el precio de la energía.

**Tabla 6.6. Cobertura con Futuros**

<b>Caso: Empresa consumidora</b>	
<b>Estrategia: Cobertura compradora</b>	
<b>Mercado Spot</b>	<b>Estrategia de Cobertura</b>
En <b>marzo</b> la empresa desearía precio de <b>30 US\$/Mwh</b>	En <b>marzo</b> la empresa compra Futuros con <b>vencimiento en Mayo a 30 US\$/Mwh.</b>
En mayo, el <b>precio spot</b> llega hasta <b>35 US\$/Mwh.</b>	En mayo <b>cierra la posición vendiendo contratos a 35 US\$/Mwh.</b>
Sin cobertura la empresa habría tenido asumir un costo de 5 US\$/Mwh superior.	Las operaciones en el mercado de Futuros, proporcionan a la empresa una ganancia de 5 US\$/Mwh, que compensan el incremento del precio spot.

Elaboración: El autor de esta tesis

De esta forma, si bien en el mercado **spot** la empresa debe pagar un precio mayor (35 US\$/Mwh), la utilidad que le reportó la operación en el mercado de **Futuros** (5 US\$/Mwh), compensó el incremento de precios, lo que en términos de flujo de caja dio como resultado egreso neto de 30 US\$/Mwh.

En el caso descrito, la empresa pudo compensar las pérdidas que le habría reportado la subida del precio. Sin embargo, si los precios no respondían a las expectativas del mercado, y por el contrario retrocedían, tal vez a la empresa podría

haberle interesado tener la posibilidad de beneficiarse de esta eventualidad. Esto lo podría hacer si en lugar de operar en el mercado de **Futuros**, compra **Opciones** de compra (calls), tal como se describe a continuación.

**Tabla 6.7. Cobertura con Opciones**

<b>Caso: Empresa generadora. Estrategia: Cobertura compradora</b>	
<b>Mercado Spot</b>	<b>Estrategia de Cobertura</b>
En <b>marzo</b> la empresa desearía establecer un techo para la compra de energía a un precio de <b>30 US\$/Mwh</b>	En <b>marzo</b> la empresa compra un <b>call</b> , con un precio de ejercicio de <b>33 US\$/Mwh</b> y vencimiento en mayo. La prima pagada es <b>1 US\$/Mwh</b> .
En <b>mayo</b> , el <b>precio spot</b> cae hasta <b>26 US\$/Mwh</b> .	En <b>mayo</b> , la empresa <b>no ejerce la opción</b> , y compra la energía en el spot.
A pesar de la evolución favorable del precio, la empresa tendría que enfrentar un contexto incierto.	La flexibilidad de esta cobertura permite a la empresa aprovechar la caída de los precios en el spot. Al no ejercer la opción, pierde la prima y <b>el costo neto de la energía será 27 US\$/Mwh</b> (precio spot + prima perdida).

Elaboración: El autor de esta tesis

En este ejercicio se puede apreciar claramente la importancia de definir estrategias que permitan manejarse con cierta flexibilidad, sobre todo en mercado de **commodities** donde los precios de los activos pueden ser afectados por factores que el analista no puede predecir con total certeza, lo que significa que la evolución final del precio puede ser distinta a la anticipada.

### **Estrategias de los especuladores**

Como ya se mencionó anteriormente, el dinamismo de un mercado de derivados financieros sobre electricidad, como en cualquier otro mercado, requiere de la presencia de agentes con un perfil de riesgo “menos conservador”, tal que estén dispuestos a asumir riesgos a cambio de una promesa de rentabilidad, la cual debería ser suficiente para compensarlos por ese mayor riesgo asumido.

Es preciso aclarar que al afirmar que los especuladores están dispuestos a asumir riesgos, no implica un comportamiento irracional por parte de ellos. El

comportamiento de estos agentes está en todo momento guiado por la información de que disponen acerca del mercado y las expectativas que éstas les generan a cada uno con respecto a las variables relevantes para su decisión. En este sentido es preciso enfatizar la importancia de contar en todo momento con información “relevante” para la toma de decisiones, la cual deberá estar disponible en igualdad de condiciones para todos los participantes, lo cual deberá cumplirse independientemente de las conclusiones a las que cada agente pueda llegar a partir del análisis de dicha información.

Precisamente, son las distintas expectativas que se formen los agentes lo que facilitará la negociación en un mercado de este tipo, y las estrategias empleadas variarán en función a tales expectativas, el nivel de aversión al riesgo y las habilidades de cada especulador. De esta forma, estos agentes podrían limitarse a realizar operaciones simples con “calls”, comprando cuando esperan un incremento en el precio del subyacente (electricidad) o vendiendo si la expectativa es a una baja. También tienen la posibilidad de comprar puts, apostando a una caída del precio del **commodity** o vendiendo cuando las expectativas son inversas.

Pero también existe la posibilidad de realizar operaciones con combinaciones de “calls” y “puts”. Podrían por ejemplo estructurar un “long straddle”, que consiste en comprar un “call” y un “put” con el mismo precio de ejercicio. Esta estrategia la asumiría un especulador que espera una oscilación importante en los precios, pero que no tiene claro en que dirección se daría la misma.

Frente a una expectativa opuesta a la anterior, es decir, cuando se espera que los precios se mantengan estables dentro de cierto rango, el especulador podría optar por un “short straddle”. Esta estrategia consiste en vender un “call” y un “put”, ambos con el mismo precio de ejercicio. De esta forma la ganancia para el especulador estaría dada por las primas correspondientes a ambas operaciones dado que se espera que los compradores de dichas opciones no las ejecuten.

Estos son sólo algunos ejemplos de las estrategias que un especulador podría utilizar en el mercado para sacar provecho de las fluctuaciones del precio **spot** en el mercado eléctrico, pues como ya debería estar claro, en este caso el objetivo de estos agentes, no es protegerse contra el riesgo de precio, sino por el contrario sacar ventaja del mismo.

## Anexo 7. Entrevistas

Para el desarrollo de la presente tesis se realizaron entrevistas a diversas autoridades pertenecientes a organismos e instituciones del sector eléctrico y financiero peruano. Estas entrevistas se centraron en conocer la opinión de los entrevistados acerca de la factibilidad de desarrollar un mercado de derivados financieros empleando a la electricidad como activo subyacente. A continuación se citarán los aspectos resaltantes tratados en algunas de las entrevistas:

### **Eco. Raúl García Carpio** **Gerencia en Estudios Económicos, OSINERG**

*Comentarios respecto a la factibilidad de un mercado de derivados financieros con la electricidad como activo subyacente en el Perú.*

Algunas de las razones por las cuales es difícil tener un mercado de derivados financieros eléctricos en el Perú son:

- Alta concentración de mercado
- Alto porcentaje de generación hidráulica
- La liquidez del instrumento financiero que consiste en hacerlo atractivo conforme lo dictan las necesidades de los agentes financieros
- Aunque es manejable, la volatilidad del mercado también es un problema
- Para otorgar mayor dinamismo al mercado se sugiere dar acceso al mercado al spot a distribuidores y clientes libres así como establecer la figura del comercializador y su acceso al mercado spot.

### **Eduardo Zolezzi,** **Finance, Private Sector and Infrastructure Latin America and the Caribbean Region, The World Bank**

*Comentarios respecto a la factibilidad de un mercado de derivados financieros con la electricidad como activo subyacente en el Perú.*

Algunas de las razones por las cuales es difícil tener un mercado de derivados financieros eléctricos en el Perú son:

- No existe un sistema de garantías confiable, sobre todo cuando se manejan montos considerables como es el caso del mercado eléctrico
- Falta de credibilidad en la existencia de liquidez en el sector eléctrico
- Tamaño de mercado eléctrico peruano
- El sector eléctrico es complejo de entender para los no especialistas
- El grado de concentración de las empresas es elevado
- Falta de interés de los potenciales participantes en la oferta y la demanda del producto financiero (contrato de Futuros)

Las ventajas en el Perú para desarrollar un mercado de Futuros eléctricos son:

- La volatilidad del activo subyacente se puede manejar
- Existen modelos de simulación que proyectan los costos marginales
- El objetivo final sería la cobertura a largo plazo de los agentes involucrados
- Existe una escasez de capital para inversiones en infraestructura eléctrica

Factores que impulsaran la existencia de un mercado de futuros:

- La existencia del comercializador, que actualmente no existe en el Perú
- Disminuir el consumo límite de clientes libre no impulsará en un primer momento el desarrollo de derivados financieros, pues en la práctica los clientes pequeños no tienden a cambiar de suministrador.
- Disminuir el límite de clientes libres de 1 MW traería problemas de reclamo por parte de los usuarios. En todo caso se puede hacer que el cambio sea opcional.
- Sería recomendable desarrollar un prototipo de mercado y experimentar con el mismo antes de realizar una propuesta final.

**Guillermo Castillo Justo**  
**Presidente del Directorio de Electroperú**

*Comentarios respecto a la factibilidad de un mercado de derivados financieros con la electricidad como activo subyacente en el Perú.*

- En el sistema actual, es factible realizar operaciones de cobertura financiera en el sector eléctrico, es decir, la negociación de contratos tipo forward, condicionada a la existencia de una base institucional que lo permita.
- Es necesaria la creación de la figura del comercializador de energía en la legislación del sector eléctrico. Actualmente sólo están autorizadas a realizar la labor de compra y venta de electricidad las empresas eléctricas.
- Conjuntamente a la creación del comercializador, sería necesario también otorgar acceso al mercado al spot a los distribuidores y a los clientes libres.
- Debería incentivarse al sector financiero para que se interese en tener analistas especializados en evaluar oportunidades de cobertura en el sector eléctrico.
- La experiencia internacional ha mostrado casos donde el uso indebido de los instrumentos derivados ha ocasionado grandes pérdidas, como el conocido caso del gigante comercializador de energía ENRON.

**Eco. Guazu Gamarra Andreu**  
**Jefe de Riesgos del Área de Finanzas, Telefónica del Perú**

*Comentarios respecto a la factibilidad de un mercado de derivados financieros con la electricidad como activo subyacente en el Perú.*

- Se debe dar información a los que invertirán a través de un esquema de publicidad agresivo basado en marketing de energía, noticieros financieros y temas normativos
- El mercado se debe iniciar con un número fijo y reducido de tipos de contratos
- El proceso de compensación, por ser especializado, debería llevarse a cabo dentro de la Bolsa de Energía.