

**METODOLOGÍA PARA EL SEGUIMIENTO DEL MERCADO DE ENERGÍA ELÉCTRICA  
EN COLOMBIA ORIENTADA A LA REGULACIÓN Y BASADA EN LA TÉCNICA DE  
MODELADO DE PROCESOS IDEF-0**

**NERLYN LISBETH RIVERA RUBIO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
BUCARAMANGA  
2007**

**METODOLOGÍA PARA EL SEGUIMIENTO DEL MERCADO DE ENERGÍA ELÉCTRICA  
EN COLOMBIA ORIENTADA A LA REGULACIÓN Y BASADA EN LA TÉCNICA DE  
MODELADO DE PROCESOS IDEF-0**

**NERLYN LISBETH RIVERA RUBIO**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniera  
Industrial**

**Director del Proyecto**

**GILBERTO CARRILLO CAICEDO Ph.D**

**Codirector del Proyecto**

**JORGE ALBERTO FELIZZOLA CRUZ M.I**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
BUCARAMANGA  
2007**

## RESUMEN

**TITULO:** METODOLOGÍA PARA EL SEGUIMIENTO DEL MERCADO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN COLOMBIA ORIENTADA A LA REGULACIÓN Y BASADA EN LA TÉCNICA DE MODELADO DE PROCESOS IDEF-0

**AUTOR:** NERLYN LISBETH RIVERA RUBIO

**PALABRAS CLAVES:** Mercados de energía, regulación, generación eléctrica, manual de valoración.

### DESCRIPCION

El sector de energía eléctrica en Colombia es importante para la satisfacción de las necesidades y el mejoramiento del bienestar de la población; es por ello, que uno de los factores relevantes para que el sector sea más eficiente y competitivo es, la regulación apropiada de las actividades que lo conforman.

En esta tesis se establece una metodología para el proceso de búsqueda y análisis de la información regulatoria, cuya fuente principal es la Comisión de Regulación de Energía y Gas CREG y se elabora un modelo de la asociación de los principales aspectos de la regulación basado en la técnica de modelado de procesos IDEF-0, que contiene las actividades desarrolladas por los agentes, –bajo estudio- reguladas por la CREG.

El modelo clasifica en 4 factores los aspectos generales del Mercado Eléctrico Colombiano: ingresos, costos, operación e inversión; para clasificar las operaciones principales de cada uno de los factores se aplicó el método de valoración, en el cual se adaptó el método de puntos por factor asignando una calificación técnica a las operaciones encontradas generando aquellas relevantes que serían incorporadas al modelo.

## ABSTRACT

**TITLE:**           **METHODOLOGY FOR MONITORING ELECTRICAL ENERGY MARKET IN COLOMBIA ORIENTATED TO REGULATION AND BASED IN PROCESS MODELLING TECHNIQUE IDEF-0**

**AUTHOR:**       **NERLYN LISBETH RIVERA RUBIO**

**KEY WORDS:** Electrical Energy Markets, regulation, electrical energy generation, manual of valuations.

### **DESCRIPTION:**

Electrical energy sector in Colombia is very important to satisfy the needs and for getting better the population wellbeing. One of the relevant factors for the sector to be more efficient and competitive is the appropriate regulation of activities that agree with it.

In this investigation a methodology is established for the process of searching and analysis of regulatory information, having as the main source La Comision de Regulacion de Energia y Gas CREG and an association model of main aspects for regulation based in process modeling technique IDEF-0 is worked on; this model contain activities developed by agents – under study – regulated by CREG.

This model classify in four factors general aspects of Colombian Electrical Market such as incomes, cost, operation and investment; in order to classify the main operations of each factor the valuation method was applied, in this method was used the points by factor guide, giving a technical qualification to operation found out generating those being relevant which will be incorporated to the model.

---

Project of degree  
Faculty Physical Mechanical engineering, school of industrial and enterprises studies.  
Director, Gilberto Carrillo Caicedo

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco al Doctor Gilberto Carrillo Caicedo, director del proyecto y al Ingeniero Jorge Felizzola Cruz, codirector, por la orientación y colaboración en el desarrollo de esta investigación; y a todas aquellas personas que contribuyeron a la culminación del mismo.

*A Dios por concederme la sabiduría, inspiración y fuerza para alcanzar mi meta.*

*A mis padres, Carmen y Dagoberto, que con su amor, esfuerzo y enseñanzas,  
contribuyeron a la culminación de esta etapa.*

*A mis hermanas, Linda y Kelly por su paciencia y apoyo incondicional.*

*Y a todas aquellas personas que me apoyaron a construir este sueño.*

*A ellos, gracias.*

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>1. DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN</b> .....	3
1.1 OBJETIVO GENERAL .....	3
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
2.2 ESTRUCTURA ACTUAL DEL MERCADO ELÉCTRICO .....	3
2.2.1 Órganos regulatorios, de control y de planeación. ....	4
2.2.2 Órganos de operación y administración. ....	6
2.2.3 Órganos consultores y asesores. ....	7
2.3 ACTIVIDADES EN EL SECTOR ELÉCTRICO COLOMBIANO .....	7
2.3.1 Generación. ....	8
2.3.2 Transmisión. ....	8
2.3.3 Distribución. ....	8
2.3.4 Comercialización. ....	9
2.4 REGULACIÓN EN EL SECTOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA .....	10
2.5 MERCADO DE ENERGÍA MAYORISTA.....	11
<b>3. MODELADO DE PROCESOS IDEF-0</b> .....	13
3.1 DEFINICIONES.....	15
3.2 VENTAJAS DE IDEF-0.....	18
3.3 SINTAXIS Y SEMÁNTICA .....	18
3.3.1 Cajas. ....	18
3.3.2 Flechas.....	18
3.4 DIAGRAMAS IDEF-0 .....	21
3.4.1 Diagrama de contexto Top-Level. ....	21
3.4.2 Diagrama hijo. ....	21
3.4.3 Diagrama padre. ....	21
3.4.4 Reglas de sintaxis de los diagramas. ....	22
3.4.5 Reglas de numeración de los nodos. ....	22
3.4.6 Activación de una caja. ....	24

3.5 CONSTRUCCIÓN DEL MODELO CON IDEF-0.....	28
3.5.1 Propósito y punto de vista del modelo. . . . .	29
3.5.2 Búsqueda de información. . . . .	30
3.5.3 Almacenamiento de información. . . . .	30
3.5.4 Clasificación de la información. . . . .	30
3.5.5 Análisis de información. . . . .	31
3.5.6 Construcción del modelo. . . . .	31
<b>4. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA A LA REGULACIÓN DEL MERCADO ELÉCTRICO COLOMBIANO</b> .....	<b>37</b>
4.1 PROPÓSITO Y PUNTO DE VISTA DEL MODELO.....	37
4.2 BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN.....	38
4.3 ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN .....	40
4.4 CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	43
4.5 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	44
4.6 CONSTRUCCIÓN DE LOS MODELOS.....	48
4.6.1 Clasificación de las operaciones de los agentes del mercado eléctrico. ....	48
4.6.2 Selección de los elementos IDEF-0. ....	67
4.6.3 Representación del modelo de generación.....	76
4.6.4 Representación del modelo de transmisión.....	105
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>124</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>128</b>

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Número de resoluciones examinadas .....	41
Tabla 2. Ejemplo de clasificación de la información .....	43
Tabla 3. Operaciones encontradas para la actividad de generación .....	46
Tabla 4. Operaciones encontradas para la actividad de transmisión .....	47
Tabla 5. Ubicación de las operaciones de generación dentro de los niveles de cada factor .....	52
Tabla 6. Niveles de factores y $\rho$ para la actividad de generación .....	53
Tabla 7. Correlación obtenida entre factores para la actividad de generación .....	54
Tabla 8. Ubicación de las operaciones de transmisión dentro de los niveles de cada factor. .....	55
Tabla 9. Niveles de factores y $\rho$ para la actividad de transmisión.....	56
Tabla 10. Correlación obtenida entre factores para la actividad de transmisión.....	56
Tabla 11. Ponderación de las operaciones para la actividad de generación .....	59
Tabla 12. Ponderación por factores para la actividad de generación .....	60
Tabla 13. Ponderación de las operaciones para la actividad de transmisión .....	60
Tabla 14. Ponderación por factores para la actividad de transmisión .....	61
Tabla 15. Asignación de puntos para la actividad de generación .....	62
Tabla 16. Asignación de puntos para la actividad de transmisión.....	62
Tabla 17. Valoración de operaciones para la actividad de generación .....	64
Tabla 18. Operaciones clasificadas para la actividad de generación.....	65
Tabla 19. Valoración de operaciones para la actividad de transmisión .....	66
Tabla 20. Operaciones clasificadas para la actividad de transmisión .....	67

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Organización del Sector Eléctrico Colombiano .....	3
Figura 2. Unidad funcional de la técnica IDEF-0.....	13
Figura 3. Descomposición TOP-DOWN .....	14
Figura 4. Representación gráfica de elementos IDEF-0.....	17
Figura 5. Tipos de flecha utilizada en un diagrama IDEF-0.....	20
Figura 6. Representación numérica de los nodos.....	23
Figura 7. Representación de operaciones en cadena .....	25
Figura 8. Representación de realimentación.....	27
Figura 9. Metodología general para el seguimiento del Mercado Eléctrico.....	28
Figura 10. Ejemplo de resolución .....	45
Figura 11. Diagrama A-0 regulación de la actividad de generación.....	69
Figura 12. Diagrama A0 regulación de la actividad de generación .....	72
Figura 13. Diagrama A1 de ingresos de la actividad de generación .....	80
Figura 14. Diagrama A2 costos de la actividad de generación .....	88
Figura 15. Diagrama A3 operación de la actividad de generación .....	96
Figura 16. Diagrama A-0 regulación de la actividad de transmisión .....	100
Figura 17. Diagrama A0 regulación en la actividad de transmisión.....	102
Figura 18. Diagrama A1 ingresos de la actividad de transmisión.....	108
Figura 19. Diagrama A2 costos de la actividad de transmisión.....	116
Figura 20. Diagrama A3 operación de la actividad de transmisión .....	122

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>Anexo A.</b> Histograma de las resoluciones CREG por año y carácter .....	132
<b>Anexo B.</b> Histograma de las resoluciones CREG por año y por agente .....	133

## INTRODUCCIÓN

En Colombia, la necesidad de satisfacer la demanda de energía ha motivado reformas estructurales y regulatorias. El proceso de transformación y expansión del sector, que adquirió dinamismo y profundización a principios de la década de 1990 con las reformas introducidas por la Constitución de 1991, ha conducido a diversos avances en materia normativa y regulatoria y ha dado lugar al desarrollo de un sector más dinámico y eficiente, en donde la participación privada es cada vez más fuerte. En este sentido, ha permitido dar los primeros pasos hacia la consolidación de un sector competitivo, con un claro potencial para expandir sus operaciones a la totalidad de la población nacional e incursionar en mercados externos.

Con base en lo anterior, el siguiente trabajo constituye un informe sobre el seguimiento de la regulación del mercado Colombiano, mediante la aplicación de una técnica de modelado de procesos llamada **IDEF-0**. El proyecto se centra en organizar y modelar las diversas reformas regulatorias que se han presentado en el Sistema Eléctrico Colombiano a partir de la organización del llamado *Mercado de Energía Eléctrica*.

A lo largo del documento se realiza la descripción de los antecedentes y la situación actual del sector de energía. Dicha descripción consta de tres grandes temas: estructura y situación actual, operaciones de los agentes del mercado de energía eléctrica (generación, transmisión, distribución y comercialización) y funcionamiento del sector. Adicionalmente, se presenta la descripción y las definiciones de los elementos de la técnica de modelado de procesos **IDEF-0**. Con ello, se analiza la situación de la regulación de los agentes del mercado, aplicando la metodología, donde se plantean las siguientes etapas:

Búsqueda de información.

Almacenamiento de la información.

Clasificación de la información.

Análisis de la información

Construcción del modelo.

Finalmente se presentan las respectivas conclusiones encontradas durante el desarrollo del trabajo de grado.

## 1. DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo de la investigación consiste en el diseño de una metodología que permita hacer seguimiento al mercado de energía eléctrica desde el enfoque de la regulación del mercado eléctrico en Colombia. El resultado debe permitir observar la asociación de las operaciones más relevantes de los agentes que componen el mercado y eso se facilita mediante la aplicación de la técnica de modelado de procesos utilizada para soportar la toma de decisiones por parte de los usuarios.

La técnica utilizada para realizar el seguimiento, está basada en el modelado de procesos **IDEF-0**, que permite conocer las restricciones y los mecanismos latentes en las operaciones de los agentes del mercado de energía eléctrica durante los últimos 11 años de servicio.

### 1.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una metodología para el seguimiento del mercado de energía eléctrica en Colombia, orientada a la regulación y basada en la técnica de modelado de procesos **IDEF-0** (Integration Definition For Function Modeling).

### 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Realizar una revisión cronológica de las principales resoluciones expedidas por la CREG y organismos similares aplicables al mercado eléctrico colombiano desde el año 1995 hasta el año 2005.

Identificar las principales resoluciones que rigen la remuneración de los negocios de generación y transmisión, así como también las que directa o indirectamente han afectado los ingresos de los agentes generadores y transmisores.

Reconocer y aplicar los conceptos de la técnica de modelado **IDEF-0**, identificando los componentes básicos (gráficos) y semánticos que puedan ser utilizados para la construcción de la metodología.

Elaborar un esquema de las relaciones funcionales de la información regulatoria (leyes, decretos y resoluciones) del mercado eléctrico colombiano mediante la sintaxis y los elementos proporcionados por la técnica de modelado **IDEF-0** que pueda ser utilizado en el seguimiento de la evolución del mismo para la identificación de variables relevantes.

Agrupar en un diseño general, la metodología con la ayuda de elementos proporcionados por la técnica **IDEF-0**.

## **2. SECTOR ELÉCTRICO COLOMBIANO**

### **2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL**

La regulación del servicio de energía eléctrica ha sido importante para el desarrollo del mercado eléctrico porque genera confiabilidad en la estructura empresarial, ya que unifica terminología con la definición de parámetros técnicos, administrativos y jurídicos, promueve la participación de empresas y usuarios, y plantea medidas que mejoren el desarrollo del sector en general.

La regulación del sector eléctrico Colombiano ha presentado cambios que tienen impacto en las finanzas de las empresas. Sin embargo estos riesgos son inherentes a un mercado nuevo, en el cual se deben hacer ajustes para corregir imperfecciones. En la medida que pasa el tiempo de desarrollo del mercado se espera que estos cambios sean menores y que se limiten a los estrictamente necesarios para adaptarse a los cambios del entorno.

Estos cambios promueven la solidez del mercado siendo un factor importante, por ejemplo la participación de inversionistas en generación, necesaria para cubrir en el mediano y largo plazo el crecimiento de la demanda. El reto es tener un sistema regulatorio sólido y sin sobresaltos para el desarrollo adecuado del servicio, pero la debilidad en la vigilancia o control de dicho sistema, puede llevar al abuso de las empresas del sector, afectando el funcionamiento del mismo. Sería ideal que los agentes por sí mismos corrijan esas acciones irreglamentarias, para suspender rápidamente los efectos negativos sobre el mercado y así evitar la intervención del regulador con las correspondientes sanciones y multas para el agente.

El modelo regulatorio desarrollado para el sector eléctrico Colombiano, ha tenido como objetivo central el establecimiento de un marco normativo que garantice la calidad y la cobertura en la prestación del servicio, fortaleciendo el grupo de vigilancia para corregir en forma oportuna y adecuada las distorsiones que puedan presentarse en el mercado.



fuelle: UPME, SSPD (1998)

ASIC: Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales.

CND: Centro Nacional de Despacho.

CNO: Centro Nacional de Operación.

CAPT: Comité Asesor de Planeamiento de la Transmisión

SSPD: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios

UPME: Unidad de Planeación Minero-Energética

Para asegurar la prestación eficiente de los servicios públicos domiciliarios a los usuarios del mismo, el Estado Colombiano ha encargado la regulación, el control y la vigilancia a entidades gubernamentales, descritas a continuación.

2.2.1 Órganos regulatorios, de control y de planeación. Los entes que se encargan del control y planeación del mercado de energía eléctrica son:

*CREG. Comisión de Regulación de Energía y Gas:* El Gobierno Nacional crea la CREG a partir del Decreto 2119 de 1992 en su Artículo 10, como Unidad Administrativa especial, entidad adscrita al Ministerio de Minas y Energía. Según lo dispuesto en la Ley de Servicios Públicos (Ley 142) y la Ley Eléctrica (Ley 143) la CREG es la encargada de reglamentar y fijar las políticas para obtener una adecuada prestación del servicio mediante el aprovechamiento eficiente de los recursos energéticos, en beneficio del usuario en términos de calidad, oportunidad y costo del sistema.

Algunas de las funciones que le corresponden a la CREG son establecer condiciones para asegurar la disponibilidad de una oferta energética eficiente, determinar la liberación gradual del mercado hacia la libre competencia, aprobar los cargos por el uso y acceso de redes, definir las tarifas y fórmulas vinculadas para los usuarios regulados, establecer el reglamento de operación del Sistema Interconectado Nacional - SIN, el estatuto de racionamiento y el código de redes que incluye el código de planeamiento de la

Expansión de la Transmisión Nacional, el código de conexión, el código de medida y el código de operación<sup>3</sup>.

*MME. Ministerio de Minas y Energía:* El Ministerio de Minas y Energía es una entidad pública de carácter nacional del nivel superior ejecutivo central, cuya responsabilidad es la administración de los recursos naturales no renovables del país asegurando su mejor y mayor utilización; la orientación en el uso y regulación de los mismos, garantizando su abastecimiento y velando por la protección de los recursos naturales con el fin de garantizar su conservación y el desarrollo sostenible<sup>4</sup>.

*SSPD. Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios:* Es el organismo técnico encargado de que los agentes cumplan con las disposiciones como prestadores de servicios públicos domiciliarios. La SSPD fue creada por la constitución política de 1991 y adscrita al Departamento Nacional de Planeación – DNP de acuerdo al decreto ley 1363 de 2000, con personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonial.

La SSPD desempeña funciones específicas de control, inspección y vigilancia de las entidades prestadoras de servicios públicos domiciliarios, con independencia de las Comisiones de Regulación y con la inmediata colaboración de los Superintendentes delegados<sup>5</sup>.

*UPME. Unidad de Planeación Minero energética:* Se centra en la planeación indicativa del sector y en función de la misma, identifica los requerimientos de energía de la población y establece la manera de satisfacer dichas necesidades. Está organizada como Unidad Administrativa Especial adscrita al Ministerio de Minas y Energía, con las funciones de elaborar y actualizar el Plan de Expansión de Referencia del sector eléctrico, de tal manera que los planes para atender la demanda sean lo suficientemente flexibles para que se adapten a los cambios que determinen las condiciones técnicas, económicas,

---

<sup>3</sup> Unidad de Planeación Minero Energética UPME. Una visión del mercado eléctrico colombiano. Bogotá D.C. Julio de 2004.

<sup>4</sup> Disponible en: <http://www.minminas.gov.co/minminas/pagesweb.nsf?opendatabase>

<sup>5</sup> Disponible en: <http://www.superservicios.gov.co>

financieras y ambientales; que cumplan con los requerimientos de calidad, confiabilidad y seguridad determinados por el Ministerio de Minas y Energía.<sup>6</sup>

2.2.2 Órganos de operación y administración. En la estructura del mercado existen los órganos encargados de la supervisión de la operación del Sistema Interconectado Nacional y de la administración del Mercado de Energía Mayorista. Estos son:

*CND. Centro Nacional de Despacho:* Tiene a su cargo vigilar la operación del Sistema Interconectado Nacional para asegurar las condiciones de continuidad y calidad establecidas por la norma. En esta labor, cuenta con el apoyo de los Centros Regionales de Despacho para facilitar la operación regional. Está igualmente encargado de preparar el despacho de generación y dar las instrucciones de coordinación a los distintos agentes que participan en la operación del SIN<sup>7</sup>.

*ASIC. Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales:* Es el órgano cuya función es registrar los contratos de energía a largo plazo y las fronteras comerciales; liquidar, facturar, cobrar y pagar el valor de los actos o de las transacciones en la bolsa de energía por generadores y comercializadores; del mantenimiento de los sistemas de información y programas de computación requeridos; de la gestión de cartera y del manejo de garantías; y del cumplimiento de las tareas necesarias para el funcionamiento adecuado del Sistema de Intercambios Comerciales - SIC.<sup>8</sup>

*LAC. Liquidador y Administrador de Cuentas del Sistema de Transmisión Nacional STN:* encargado de la liquidación y administración de cuentas por los cargos de uso de las redes del Sistema Interconectado Nacional que le sean asignadas, de determinar el ingreso regulado a los transportadores y de administrar las cuentas que por concepto del uso de las redes se causen a los agentes del mercado mayorista.<sup>9</sup>

---

<sup>6</sup> Unidad de Planeación Minero Energética UPME. Una visión del mercado eléctrico colombiano. Bogotá D.C. Julio de 2004.

<sup>7</sup> <http://xm.com.co/Publicac.nsf/Indice01>

<sup>8</sup> <http://domino.creg.gov.co/Publicac.nsf/Indice01/Resoluci%C3%B3n-1994-CRG94055>

<sup>9</sup> Op. cit., 6

2.2.3 Órganos consultores y asesores. También forman parte de la estructura del Mercado Eléctrico Colombiano, los siguientes órganos consultores y de asesoría.

*CNO. Consejo Nacional de Operación:* Es el órgano ejecutor del reglamento de operación, creado por la Ley 143 de 1994, tiene por función acordar los aspectos técnicos para garantizar que la operación integrada del Sistema Interconectado Nacional sea segura y confiable económicamente.

*CAC. Comité Asesor de Comercialización:* Es un Comité creado por la Comisión de Regulación de Energía y Gas – CREG – mediante la Resolución 68 de 1999, para asistirle en el seguimiento y la revisión de los aspectos comerciales del Mercado de Energía Mayorista.

*CAPT. Comité Asesor de Planeamiento de la Transmisión:* Creado mediante Resolución CREG-051 de 1998, modificado por la Resolución 085 de 2002, con el fin de asesorar a la UPME en compatibilizar criterios, estrategias, metodologías e información para la expansión del STN.

*CRD's: Centros Regionales de Despacho:* Son centros de supervisión y control de la operación de las redes, subestaciones y centrales de generación localizadas en una misma región, cuya función es la de coordinar la operación y maniobras de esas instalaciones. Debe seguir las instrucciones impartidas por el Centro Nacional de Despacho, en desarrollo de las previsiones contenidas en el reglamento de operación, con en fin de asegurar una operación segura y confiable del Sistema Interconectado Nacional.

## 2.3 ACTIVIDADES EN EL SECTOR ELÉCTRICO COLOMBIANO

La Ley 143 de 1994 en su Artículo 1º estableció las actividades del sector en: generación, transmisión, distribución y comercialización de electricidad, y en su Artículo 7º se establece que la actividad de comercialización sólo puede ser desarrollada por aquellos agentes económicos que realicen algunas de las actividades de generación o distribución y por los agentes independientes que cumplan con las disposiciones que expida la CREG.

2.3.1 Generación. Actividad consistente en la producción de energía eléctrica mediante una planta hidráulica o una unidad térmica conectada al Sistema Interconectado Nacional<sup>10</sup>, bien sea que desarrolle esa actividad en forma exclusiva o en forma combinada con otra u otras actividades del sector eléctrico, diferente a transmisión o distribución. La energía eléctrica generada se puede ofrecer o demandar en la bolsa o mediante contratos bilaterales con otros generadores, comercializadores, o directamente con grandes usuarios (usuarios no regulados).

Las reformas constitucionales han contribuido a incrementar notablemente la participación del sector privado en la capacidad efectiva neta de generación. Asimismo, se forzó la actividad de generación para que sea realizada en condiciones de competencia con precios libremente acordados.

2.3.2 Transmisión. Actividad consistente en el transporte de energía eléctrica a través del conjunto de líneas con sus correspondientes módulos de conexión, que operan a tensiones iguales o superiores a 220 kV, o a través de redes regionales o interregionales de transmisión a tensiones inferiores<sup>11</sup>. Se caracteriza por ser de carácter monopólico.

La actividad de transmisión empezó a desarrollarse bajo una perspectiva comercial a partir de enero de 1995, con el cobro de la conexión y el uso del Sistema de Transmisión Nacional, y con la posibilidad de acceder libremente a las redes. Asimismo, por disposiciones regulatorias, otras empresas del sector pueden hacer inversiones en transmisión permitiendo incrementar la disponibilidad y confiabilidad del sistema. Hoy en día existe competencia entre los transmisores existentes y potenciales por la construcción, administración, operación y mantenimiento de los proyectos de expansión del STN.

2.3.3 Distribución. Es la actividad de transportar energía a través de una red de distribución a tensiones inferiores a 220 kV. La distribución en Colombia se realiza por medio de los Sistemas de Transmisión Regionales (STR) y los Sistemas de Distribución Local (SDL). Estos sistemas se definen como:

---

<sup>10</sup> Definición de la Comisión de Regulación de Energía y Gas CREG. Disponible en <http://www.creg.gov.co>

<sup>11</sup> Ibid

- El Sistema de Transmisión Regional STR: es un sistema interconectado de transmisión de energía eléctrica compuesto por redes regionales o interregionales de transmisión, conformado por el conjunto de líneas y subestaciones con sus equipos asociados, que operan a tensiones menores de 220 kV y que no pertenecen a un sistema de distribución local.
- El Sistema de Distribución Local SDL: es un sistema de transmisión de energía eléctrica compuesto por redes de distribución municipales o distritales; conformado por el conjunto de líneas y subestaciones, con sus equipos asociados, que operan a tensiones menores de 220 kV que no pertenecen a un sistema de transmisión regional por estar dedicadas al servicio de un sistema de distribución municipal, distrital o local.

2.3.4 Comercialización. La actividad de comercialización de energía eléctrica consiste en la compra de energía eléctrica en el mercado mayorista y su venta a los usuarios finales, regulados o no regulados. Los clientes no regulados, que son los de alto consumo y corresponden principalmente a la industria, están en libertad de comprar la energía al comercializador de su preferencia o directamente a los generadores. Los otros usuarios, denominados regulados, deben comprar la energía a la empresa comercializadora del municipio o sector en que se encuentren ubicados.

Las empresas comercializadoras pueden desarrollar esta actividad en forma exclusiva o combinada con otras actividades del sector eléctrico; está caracterizada por ser una actividad con competencia.

La participación de los agentes en el mercado se encuentra limitada por la resolución CREG 128 de 1996 (modificada por la resolución 001 de 2006)<sup>12</sup> con el fin de evitar la concentración accionaria en empresas con actividades complementarias en un mismo sector, adoptando los criterios de libre competencia, eficiencia y calidad en la prestación del servicio establecidos por la ley 142 de 1994. Dicha participación se encuentra reglamentada de la siguiente forma:

---

<sup>12</sup> Comisión de Regulación de Energía y Gas -CREG- disponible en: [www.creg.gov.co](http://www.creg.gov.co)

- *Generación:* ninguna empresa podrá tener, directa o indirectamente, más del veinticinco por ciento (25%) de la capacidad nominal de generación de electricidad en el Sistema Interconectado Nacional
- *Comercialización:* ninguna empresa podrá tener más del veinticinco por ciento (25%) de la actividad de comercialización, límite que se calculará como el cociente entre las ventas de electricidad de una empresa a usuarios finales en el Sistema Interconectado Nacional y las ventas totales de energía a usuarios finales en el Sistema Interconectado Nacional, medidas en kilovatios hora (kWh).
- *Distribución:* ninguna empresa podrá tener más del veinticinco por ciento (25%) de la actividad de distribución, límite que se calculará como el cociente entre las ventas de electricidad que se realicen en el Sistema Interconectado Nacional por una o varias empresas que tengan usuarios finales conectados a la misma red de distribución y las ventas totales de energía a usuarios finales en el Sistema Interconectado Nacional, medidas en kilovatios hora (kWh).

Si una empresa fue constituida con anterioridad a la entrada en vigencia de las leyes que reglamentan esta restricción y maneja más de una actividad podrá seguir haciéndolo siempre y cuando maneje contabilidades separadas en cada una de ellas.

## 2.4 REGULACIÓN EN EL SECTOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La regulación es importante para el sector eléctrico, pues genera un clima de confianza para la inversión, dinamiza la demanda, genera y consolida los mercados, aumenta la confiabilidad y expansión en infraestructura y promueve la eficiencia con tarifas competitivas. Está orientada a organizar de manera eficiente las transacciones que se realizan entre agentes sectoriales, cumpliendo al mismo tiempo con los criterios de operación confiable y segura del Sistema Interconectado Nacional. Tiene entre sus funciones hacer que los agentes cumplan las regulaciones establecidas, proteger al consumidor final y evitar los abusos de las empresas en la calidad del servicio y en las tarifas.

Estas funciones están a cargo de la Comisión de Regulación de Energía y Gas CREG la cual ha desarrollado el marco regulatorio. Este marco promueve mercados sectoriales, separando actividades de tal forma que se asegure la prestación del servicio de energía. Para ello exige el aprovechamiento eficiente de los recursos energéticos con calidad, para el beneficio del usuario, y promueve la competencia a través de la creación y preservación de las condiciones que más favorezcan al sector. La rapidez con la que se han implantado las reformas ha hecho de la regulación una actividad dinámica, que debe adaptarse al comportamiento y a las exigencias que le plantea el mercado.

Como consecuencia del objetivo central de la regulación, en 1994 la Ley 143 (Ley Eléctrica) introdujo las condiciones adecuadas para que cualquier agente privado, público o mixto, pueda, en un contexto de libre competencia, participar en el desarrollo del sector e introducir calidad y eficiencia en la prestación del servicio.

Es importante reconocer los esfuerzos y avances en materia de regulación que han permitido consolidar una estructura nacional de energía eléctrica sólida y con mayores garantías de confiabilidad, estabilidad técnica y financiera. Aunque hay aspectos por corregir, es evidente el desarrollo del sector eléctrico Colombiano.

## 2.5 MERCADO DE ENERGÍA MAYORISTA

Desde el nuevo marco normativo se creó el Mercado Mayorista de Energía Eléctrica (MEM), reglamentado por la Comisión de Regulación de Energía y Gas - CREG, mediante la resolución CREG 024 de 1995.

El mercado mayorista inició sus actividades bajo dos modalidades: los contratos bilaterales de largo plazo y las transacciones en la bolsa de energía.

### *Contratos bilaterales de largo plazo*

Los contratos que se celebren entre generadores y comercializadores, deben registrarse ante el Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales, especificando las

cantidades de energía convenidas y los precios respectivos; se desarrollan con el fin de adquirir cierta seguridad en cuanto a fluctuaciones futuras de los precios de la energía, las cuales son causadas por fenómenos hidrológicos y comportamientos de los agentes, entre otros.

### *Bolsa de Energía*

La bolsa de energía es un sistema utilizado en el mercado mayorista para que generadores y comercializadores efectúen transacciones de energía hora a hora, adicionales a las establecidas bilateralmente en los contratos garantizados de compra de energía, por cantidades y precios determinados por el juego libre de oferta y demanda, de acuerdo con las reglas comerciales definidas en el Reglamento de Operación.

### 3. MODELADO DE PROCESOS IDEF-0

IDEF-0 (Integration Definition language 0) esta basado en SADT<sup>TM</sup> (Structured Análisis and Design Technique<sup>TM</sup>), desarrollado por Douglas T. Ross y SofTech, Inc consiste en una serie de normas que definen una metodología para la representación de funciones modeladas mediante lenguaje gráfico (semántica y sintaxis).

La técnica IDEF-0 fue desarrollada<sup>13</sup> para representar actividades u operaciones de una manera estándar. IDEF-0 es *un conjunto de actividades u operaciones que toman ciertas entradas y mediante mecanismos y controles las transforman en salidas*<sup>14</sup>. Lo anterior se observa gráficamente en la siguiente figura.

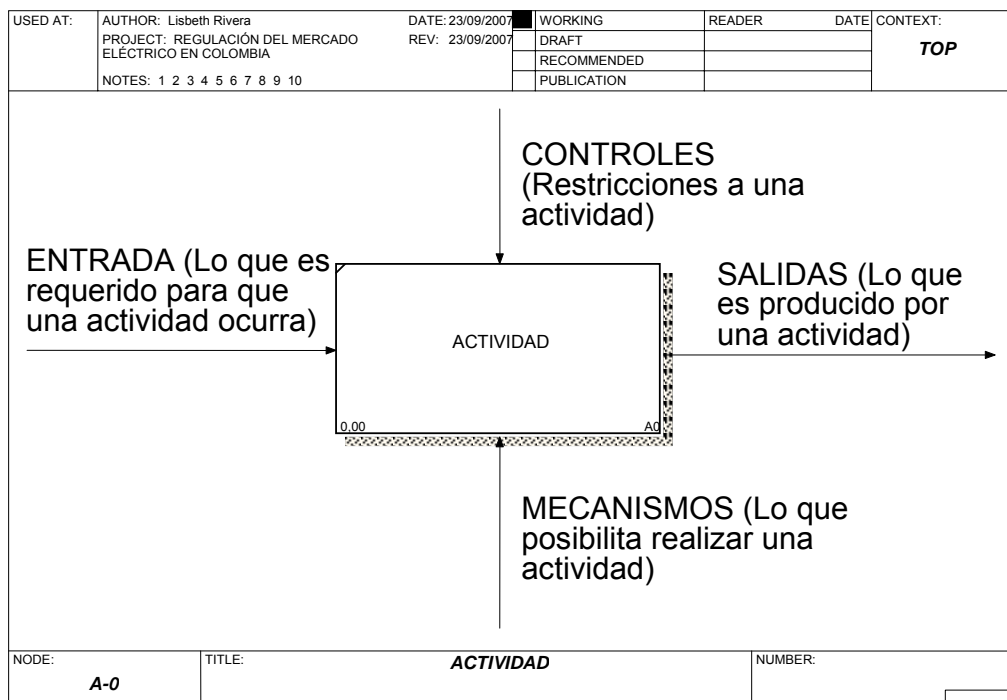


Figura 2. Unidad funcional de la técnica IDEF-0

<sup>13</sup> Por el Departamento de Defensa de USA, en su programa ICAM "Integrated Computer-Aided Manufacturing Program" a mediados de los años 80.

<sup>14</sup> Ramonet Jaume. Teoría y práctica del modelado de procesos utilizando IDEF-0. Capítulo 3. Barcelona 2001

El modelado de IDEF-0 consiste en la introducción de niveles de jerarquía de diagramas relacionados que aumentan el nivel de detalle en la estructura del modelo. De esta manera la persona que interpreta el modelo va descubriendo aspectos mas específicos del mismo a medida que va avanzando en la estructura del modelo, como se indica a continuación.

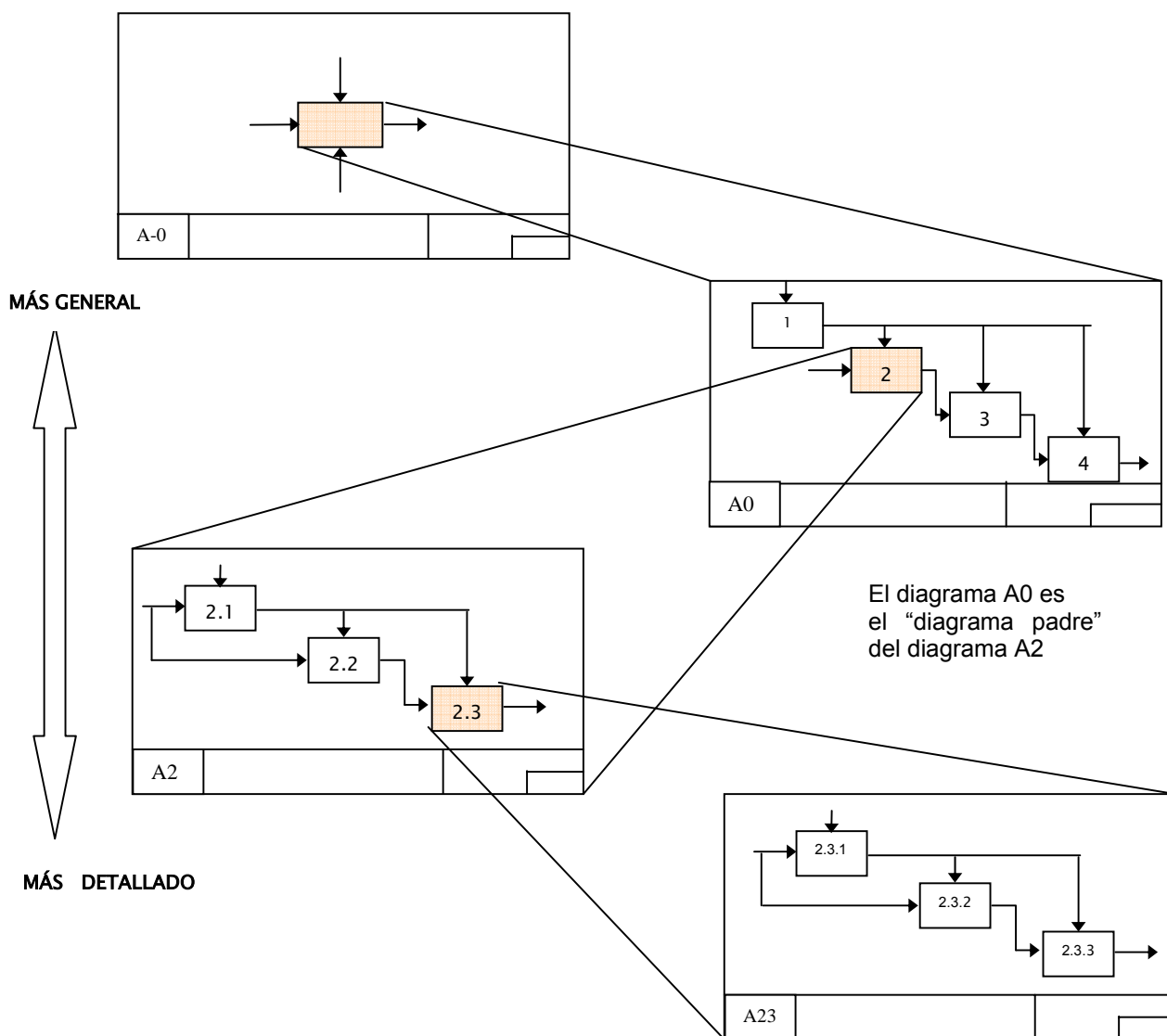


Figura 3. Descomposición TOP-DOWN

Las definiciones y demás conceptos tratados a lo largo de este documento relacionados con IDEF-0 son tomados de la norma<sup>15</sup>.

### 3.1 DEFINICIONES

Asociado a los diagramas **IDEF-0** se requiere establecer unas definiciones que se ofrecen a continuación y que se pueden visualizar en la figura 4.

- **Modelo IDEF-0:** descripción gráfica de un sistema o contenido que se desarrolla con un propósito concreto y con un punto de vista determinado. El conjunto de uno o más diagramas IDEF-0 describe las funciones del área de un sistema o sujeto con gráficos, textos y glosario.
- **Diagrama A-0:** diagrama de contexto de IDEF-0 de una sola caja, que contiene la actividad de alto nivel (Top-Level) que va a ser modelada, junto con sus entradas, salidas, controles y mecanismos.
- **Diagrama contexto:** diagrama que presenta el contexto de un modelo cuyo número de nodo es A-n (n mayor que o igual a cero). El diagrama de una caja A-0 es un diagrama de contexto requerido; los diagramas con número de nodos A-1, A-2,... son diagramas de contexto opcionales.
- **Flecha:** línea directa compuesta por uno o varios segmentos que modela actividades u operaciones desde una fuente a un uso. Existen cuatro tipos de flechas: flechas de entrada, flechas de salida, flechas de control y flechas de mecanismo.
- **Flecha de entrada:** tipo de flecha que expresa una entrada, variables que son transformados por la actividad u operación en una salida.

---

<sup>15</sup> FEDERAL INFORMATION PROCESSING ESTÁNDAR PUBLICATION 183. Integration Definition for Function Modeling (IDEF0). National Institute of Standards and Technology. USA. December 1993

- **Flecha de control:** tipo de flecha que expresa el control de IDEF-0, es decir, aquellas condiciones requeridas para producir una salida correcta.
- **Flecha de mecanismo:** tipo de flechas de IDEF-0 que representan mecanismos, es decir, aquello que se necesita para desarrollar una actividad u operación.
- **Flecha de salida:** tipo de flecha que expresa una salida IDEF-0, es decir, las variables producidas.
- **Segmento de flecha:** segmento de línea que empieza o termina en una caja, una rama o una línea sin final conectado.
- **Caja:** rectángulo que contiene un nombre, usado para representar una actividad u operación.
- **Nombre de caja:** nombre ubicado en el interior de una caja IDEF-0 para describir la actividad u operación modelada.
- **Rama:** flecha ramificada en dos o más partes que describe la misma actividad u operación.
- **Número de nodo de diagrama:** la parte del nodo de referencia del diagrama que presenta el número de nodo de su caja padre.
- **Título:** nombre que describe la función general representada en un diagrama IDEF-0; el título de un diagrama hijo (filial) corresponde al nombre de su caja padre.

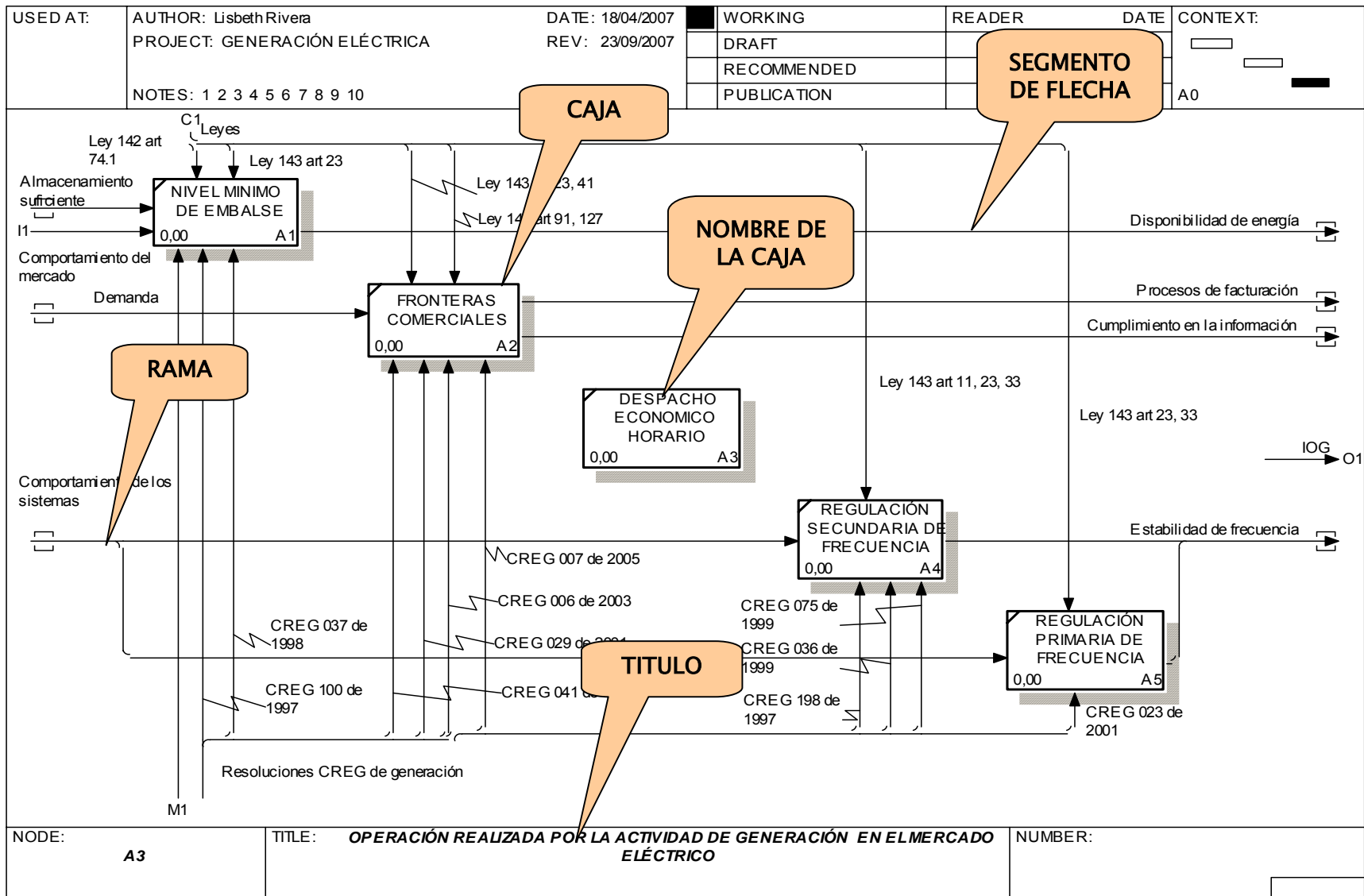


Figura 4. Representación gráfica de elementos IDEF-0

## 3.2 VENTAJAS DE IDEF-0

Como ventajas del IDEF-0 para el análisis de procesos se consideran:

- Una forma unificada de representar funciones o sistemas.
- Un lenguaje simple y preciso.
- Una herramienta que obliga a mantener una jerarquía de relaciones entre actividades.
- Unos diagramas que pueden ser representados con diversos paquetes informáticos.

## 3.3 SINTAXIS Y SEMÁNTICA

Los componentes de la sintaxis de IDEF-0 son cajas, flechas, reglas o normas, y diagramas. Las cajas definen actividades u operaciones. Las flechas representan variables o datos. Las reglas definen como se usan los componentes, y los diagramas proporcionan un formato para elaborar los modelos tanto gráficos como verbales.

3.3.1 Cajas. El nombre de la caja corresponde a una actividad u operación que describe el diagrama que se está modelando, su forma siempre debe ser rectangular con las esquinas rectas formando ángulos de 90° y del suficiente tamaño para colocar el nombre de la actividad.

3.3.2 Flechas. Las flechas deben contener segmentos rectos que formen ángulos de 90°. No se permiten trazos oblicuos; no representan flujo a secuencia como es tradicional en un diagrama de flujo de datos, deben estar dibujadas en segmentos sólidos de línea y deben llegar o salir de las cajas o desde los costados, nunca desde las esquinas.

Las flechas que entran en la caja por su izquierda son las entradas que son transformadas o consumidas por la actividad u operación para producir las salidas. Las flechas que entran en la caja por su parte superior son los controles y especifican las condiciones requeridas por la actividad u operación para producir salidas correctas. Las flechas que salen de la caja por su parte derecha son las salidas. Las salidas son variables producidas por la actividad u operación. Las flechas conectadas a la parte

inferior de la caja representan los mecanismos, es la información que se necesita para desarrollar la actividad u operación.

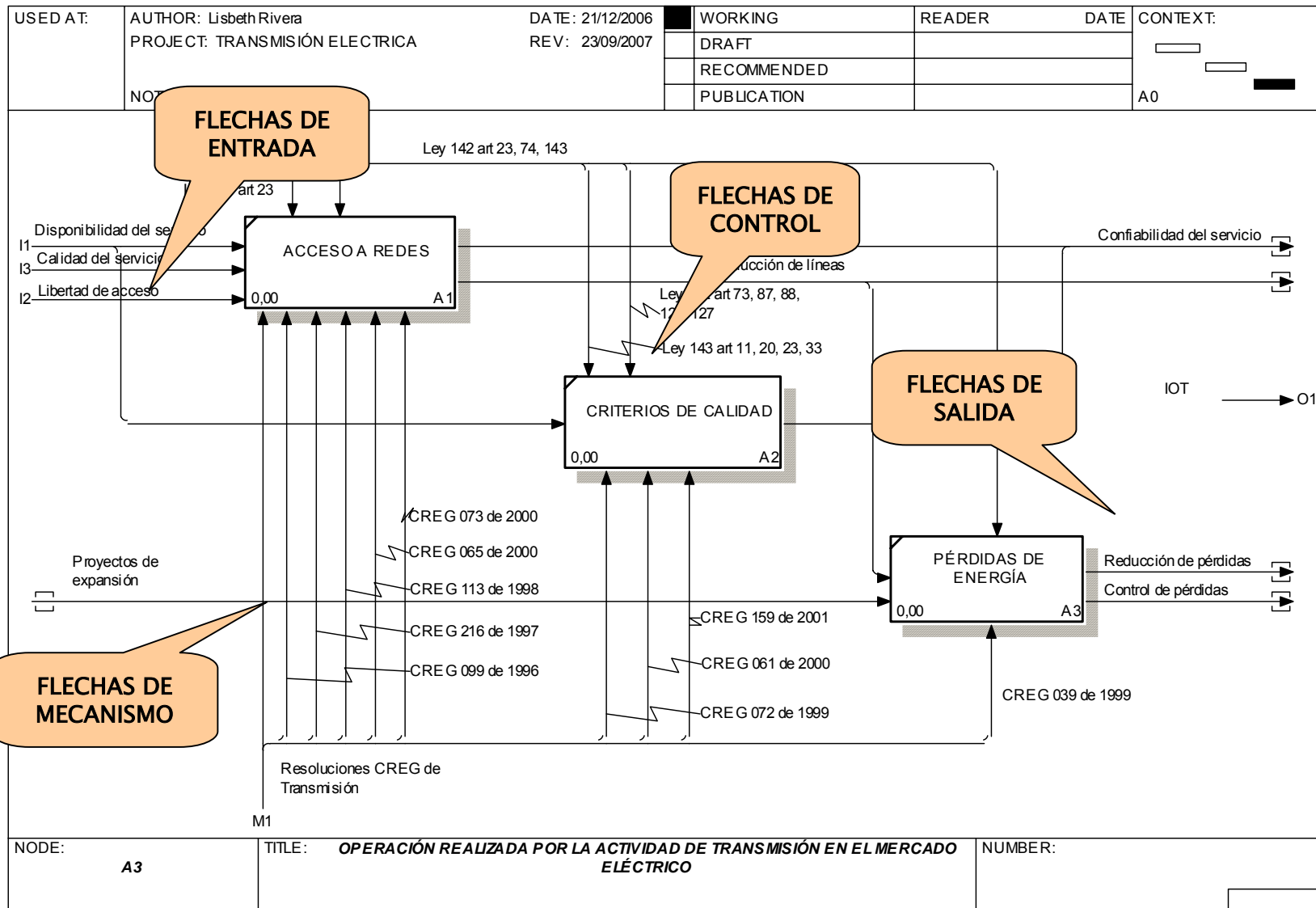


Figura 5. Tipos de flecha utilizada en un diagrama IDEF-0

### 3.4 DIAGRAMAS IDEF-0

El diagrama es el principal componente de un modelo IDEF-0. Las actividades u operaciones que representan las cajas de estos diagramas pueden ser divididas o descompuestas en diagramas de más detalle hasta que se haya descrito el tema al nivel necesario para lograr los objetivos concretos del proyecto representado. El diagrama de alto nivel, *top-level*, proporciona una descripción más general o abstracta del tema representado en el modelo. A este diagrama le siguen una serie de diagramas hijo que van a proporcionar más detalle sobre el tema.

3.4.1 Diagrama de contexto Top-Level. Todo modelo debe tener un diagrama de contexto *top-level* en el que se representa el tema del modelo con una caja única con sus correspondientes flechas. A este diagrama se le denomina diagrama *A-0* (a menos cero).

Dado que una sola caja representa todo el tema, el nombre que lo describa será muy general. Lo mismo ocurrirá con las flechas de interfase dado que representan el conjunto de relaciones externas del tema. El diagrama *A-0* también establece el objetivo del modelo y su orientación y presenta breves reseñas especificando el punto de vista y el propósito del modelo. El punto de vista determina qué puede ser visto en el modelo del contexto y sobre qué perspectiva.

3.4.2 Diagrama hijo. La actividad u operación representada en el diagrama *top-level* puede descomponerse en distintos diagramas hijo de menor nivel. Asimismo, esas subactividades pueden ser descompuestas en nuevos diagramas hijo de menor nivel. En un diagrama pueden descomponerse todas las actividades, algunas, o ninguna de ellas. Cada diagrama hijo contiene cajas hijas y flechas que proporcionan un detalle adicional sobre la caja padre.

3.4.3 Diagrama padre. Un diagrama padre es aquel que contiene una o más cajas padre. Cada diagrama padre ordinario (excepto diagrama contexto) es a su vez un diagrama hijo dado que por definición detalla una caja padre.

3.4.4 Reglas de sintaxis de los diagramas. Los diagramas deben limitarse a reglas como:

- Los diagramas contexto deben tener números de nodo A-n, donde n es igual o mayor que cero.
- El modelo debe contener un diagrama de contexto A-0 que contenga sólo una caja.
- Un diagrama que no sea el de contexto debe tener entre tres y seis cajas.
- Las flechas deben dibujarse con trazos horizontales y verticales, nunca diagonales.
- Una caja puede tener cero o más flechas de entrada.
- Los nombres de flechas y cajas no deben consistir únicamente de palabras tales como: actividad, operación, entrada, salida, control o mecanismo.

3.4.5 Reglas de numeración de los nodos. En la numeración de los diagramas existen algunas reglas como:

- El diagrama de contexto de alto nivel *top-level* siempre se numera A-0
- Otros diagramas de contexto de niveles superiores no requeridos se numeran como A-n siendo n mayor que cero.
- Los diagramas hijo (filiales) de primer orden se numeran como A1, A2,...etc.
- Los diagramas hijo de un nivel inferior serán numerados como A11, A12,... A61, A66... y así sucesivamente.

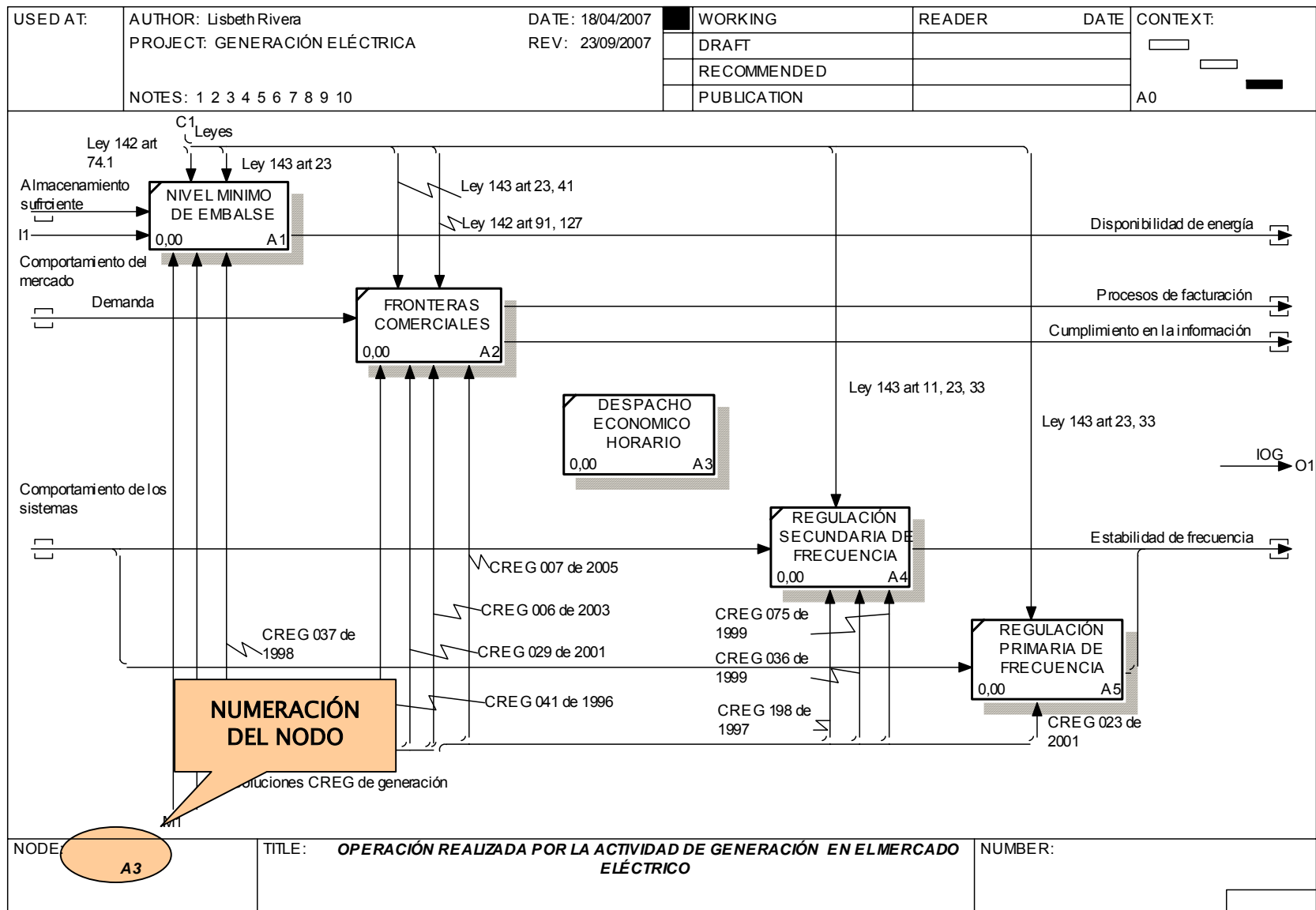


Figura 6. Representación numérica de los nodos

3.4.6 Activación de una caja. Una caja puede mostrar varias partes de su actividad u operación bajo distintas circunstancias, usando distintas combinaciones de sus entradas y controles, y produciendo distintas salidas. Estas distintas actuaciones se llaman activaciones de la caja.

Para la activación de una caja se realiza las siguientes operaciones:

- Operaciones en cadena

Algunas actividades u operaciones en un modelo pueden ser desarrolladas en cadena si se cumplen ciertas condiciones. La salida de una caja puede proveer los datos y objetos necesarios para la activación de una o varias cajas.

Cuando la salida de una caja proporciona algunos o todas las entradas, controles o mecanismos necesarios para otra caja, la activación de la caja última dependerá del desarrollo secuencial. Sin embargo, distintas activaciones de la misma caja con distintos requisitos pueden operar en cadena.

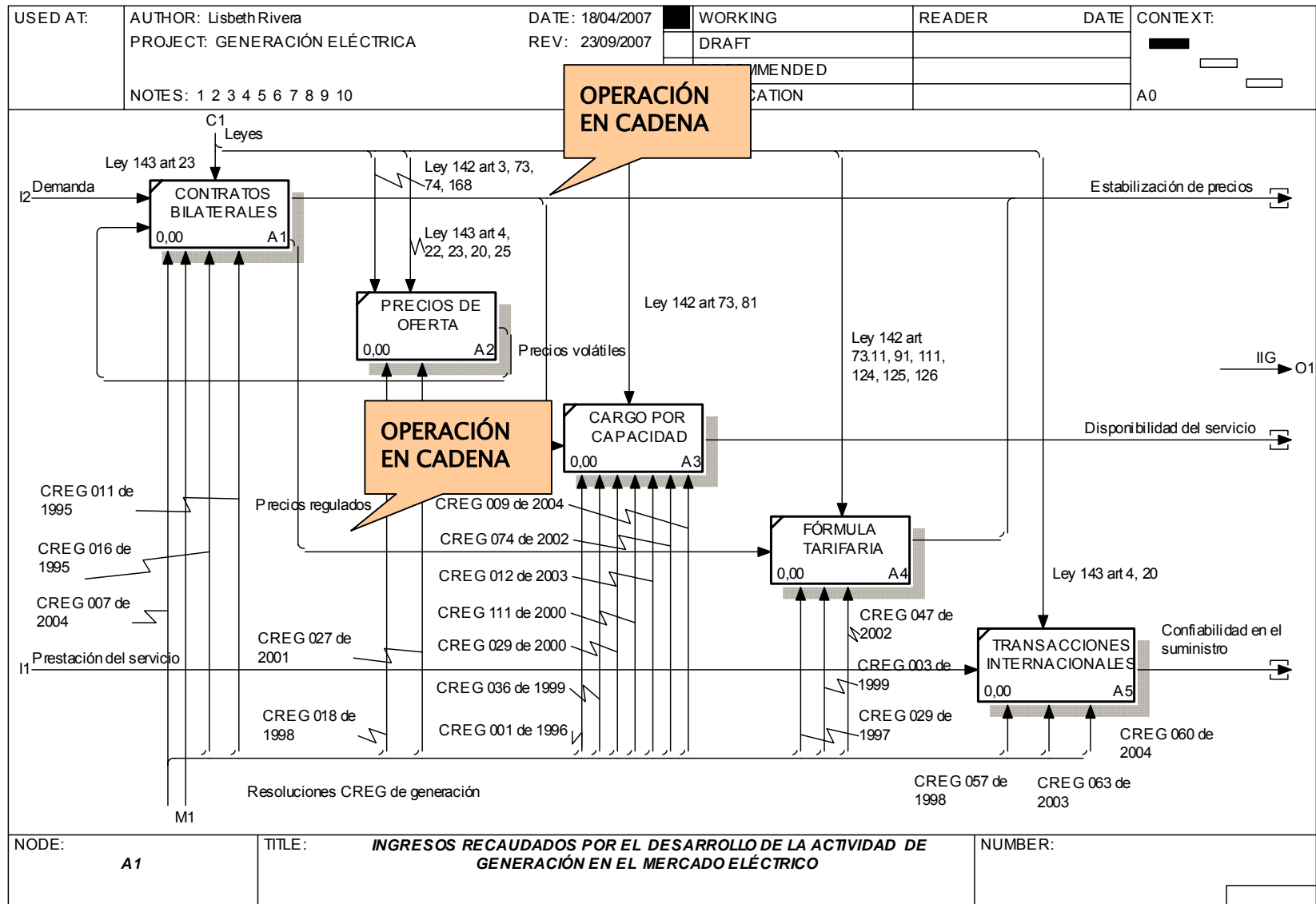


Figura 7. Representación de operaciones en cadena

- Realimentación

En los modelos de **IDEF-0** se puede representar la realimentación de controles, entradas o mecanismos. Esto se produce cuando alguno de estos elementos vuelve a entrar en el proceso realimentándolo. La forma de expresarlo es la siguiente:

- Los controles de realimentación se muestran con una flecha que sale hacia arriba y entra por la parte superior.
- Las realimentaciones de entrada se muestran con una flecha que sale hacia abajo y entra por la derecha.
- Los mecanismos de realimentación deben mostrarse con una flecha que sale hacia abajo y entra en la caja por abajo.

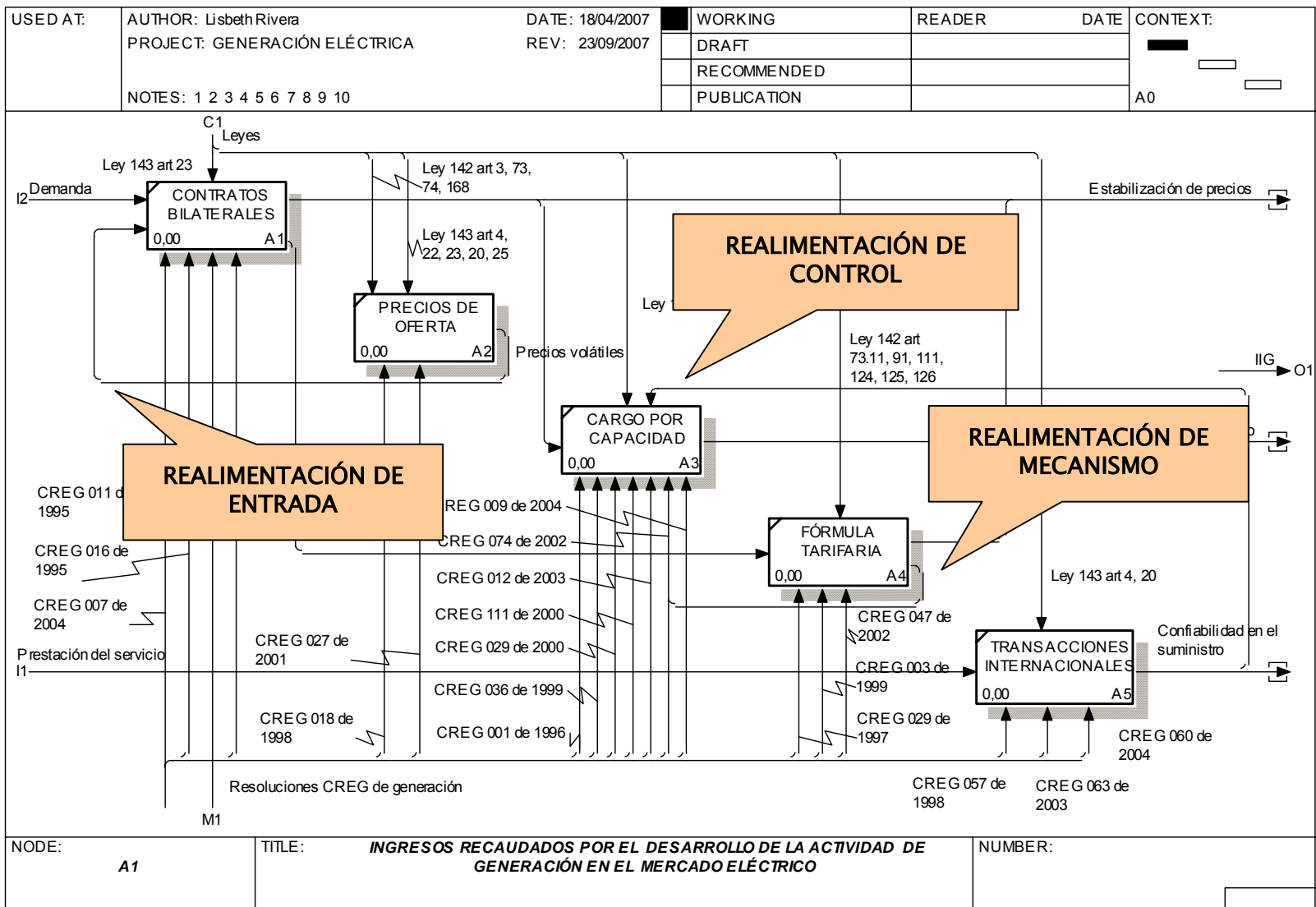


Figura 8. Representación de realimentación

### 3.5 CONSTRUCCIÓN DEL MODELO CON IDEF-0

A continuación se desarrolla la metodología que permita realizar el modelo de seguimiento del mercado de energía eléctrica con el apoyo de la técnica de modelado de procesos **IDEF-0**.

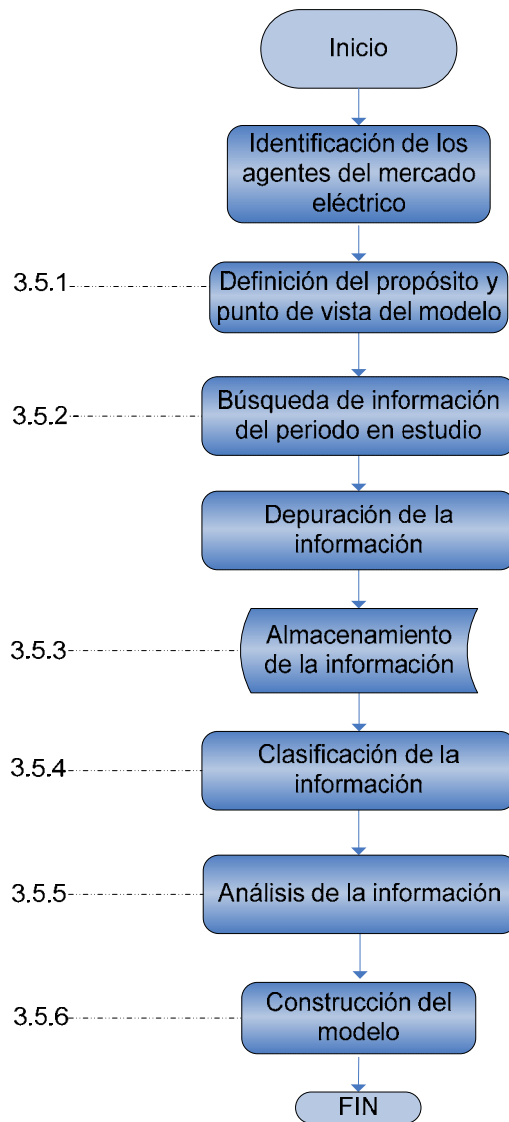


Figura 9. Metodología general para el seguimiento del Mercado Eléctrico

Como primera instancia se identifican los agentes: generación, transmisión, distribución y /o comercialización que van a ser objeto de estudio para la realización del modelo. Siguiendo con las etapas, se procede a buscar el propósito y punto de vista del modelo.

3.5.1 Propósito y punto de vista del modelo. El modelado de procesos **IDEF-0** determina que para empezar a desarrollar un modelo se debe indicar el propósito por el cual se va a llevar a cabo el modelo y el punto de vista que determina desde que perspectiva puede ser visto; para ello, se elaboran una serie de preguntas que una vez contestadas identifican el motivo de la creación del modelo y su nivel de profundidad.

Ejemplo del propósito y punto de vista:

- ¿Cuales son las actividades realizadas por los agentes del mercado de energía eléctrica?
- ¿Qué actividades principales de cada uno de los agentes son intervenidas por la regulación?
- ¿Qué reformas han limitado la operación de los agentes del mercado?
- ¿Los agentes del mercado tienen una cobertura del servicio que garantice la satisfacción de las necesidades básicas de los usuarios?

Elaboradas las preguntas se redacta el propósito por el cual se va a elaborar dicho modelo, desde el punto de vista de los agentes del mercado.

Ejemplo del propósito

Identificar las operaciones realizadas por los agentes que son afectadas por la regulación del mercado eléctrico.

Siguiendo con la metodología desarrollada se continúa con las etapas de búsqueda, almacenamiento, clasificación y análisis de información, y construcción del modelo.

3.5.2 Búsqueda de información. Para el desarrollo de esta etapa, se identifican las principales páginas *Web* que suministren información relevante para la investigación<sup>16</sup>. Se destaca que la información recolectada en esta etapa, es en su mayoría información regulatoria<sup>17</sup>.

En el desarrollo de esta etapa se deben seguir los siguientes pasos:

*Selección de los buscadores:* seleccionar diferentes buscadores que permitan obtener las páginas *Web* en donde se encuentre la información del sector.

*Palabras claves:* seleccionar las palabras o grupos de palabras que permitan encontrar la información relacionada con el objetivo de la investigación, en este caso, con el mercado de energía eléctrica en Colombia.

*Selección de las páginas relevantes:* una vez realizada la búsqueda de información se procede a analizar cuáles páginas proporcionan la información más completa y actualizada.

*Depuración primaria:* en esta etapa se suprime información que no tiene ningún tipo de relación directa o indirecta con el objeto de vigilancia.

3.5.3 Almacenamiento de información. El proceso de almacenamiento de los documentos y archivos descargados de la información regulatoria recolectada que se usará en el modelo, se agrupa por años y se almacena en tablas en una hoja de cálculo en *excel*, para facilitar la consulta cuando ésta sea necesaria en otra etapa de la metodología.

3.5.4 Clasificación de la información. Se realiza la clasificación de la información almacenada en el punto anterior seleccionando la información regulatoria relevante para el estudio. Para esta clasificación se siguen los siguientes pasos:

---

<sup>16</sup> Etapa desarrollada en el proceso de Inteligencia Competitiva, tomada del proyecto de grado: Caracterización del mercado de generación y transporte de electricidad en Panamá para inversionistas.

<sup>17</sup> Resoluciones y leyes

- *Primer paso:* se dirige a la hoja de cálculo *excel* donde se encuentra almacenada la información.
- *Segundo paso:* se seleccionan las resoluciones de carácter general y que se encuentren vigentes en el período a analizar.
- *Tercer paso:* seleccionar las resoluciones de los agentes que entran en la construcción del modelo.

3.5.5 Análisis de información. De la información clasificada en el numeral 3.5.4, se toman aquellas resoluciones que se relacionan con las actividades desarrolladas por los agentes que se quieran estudiar, examinándola, de acuerdo con la síntesis o descripción que se encuentra en cada una de ellas.

Después de realizar este análisis y tener las resoluciones propias de cada agente, se procede a buscar dentro de cada resolución, las operaciones a las cuales se refiere cada una de ellas, y que son desarrolladas por los respectivos agentes.

El análisis de los aspectos más importantes dentro del mercado eléctrico colombiano, permite la obtención de las operaciones relevantes, siendo factor elemental para la aplicación de esta metodología. A continuación se realiza la clasificación de aquellas que permiten el inicio del modelo.

3.5.6 Construcción del modelo. El inicio de la construcción se realiza con la elaboración de las siguientes etapas que va a permitir encontrar el diseño final del modelo de seguimiento de la regulación del mercado de energía eléctrica en Colombia.

- Clasificación de las operaciones de los agentes del mercado eléctrico.

Con el objeto de evaluar los aspectos importantes de la regulación del mercado, se realiza la selección de aquellas operaciones que afectan directa o indirectamente el mercado, para ello, se procede a diseñar un método que permita identificar las más importantes para el estudio.

### *Manual de valoración*

Se elabora el manual de valoración, con el fin de seleccionar las operaciones del mercado, asignando una calificación técnica a cada operación extraída de las resoluciones bajo estudio, lo que requiere la formulación de factores que ayuden a separar las operaciones relevantes en la regulación del sector eléctrico Colombiano.

Para la elección de los factores se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

- Que discriminen: no deben tener similitud en significado, señalando las diferencias existentes entre las operaciones.
- Que den valor al documento: que permitan clasificar la operación en el nivel de importancia apropiado.

Escogidos estos factores, se realiza el análisis estadístico que permite obtener los resultados adecuados para el estudio. A cada uno de los factores que pasen la prueba estadística, se les asignará un peso según su clasificación en cada factor.

### *Elección, definición y niveles de los factores*

Se prepara una lista de factores de acuerdo con el tema de estudio de la metodología la regulación del mercado de energía eléctrica, y se seleccionan aquellos que comprenden las operaciones desarrolladas por dicho mercado. La definición de los factores debe considerar aspectos importantes del mercado y reclasificarlos en niveles para facilitar la valoración. Cada uno de ellos representa un determinado grado y se le dará luego su correspondiente puntuación.

### *Análisis estadístico*

Para evaluar la consistencia de los factores escogidos se utilizan herramientas estadísticas como la correlación entre factores, la desviación estándar y la media de cada factor con el objeto de eliminar aquellos que no cumplan con las características

mencionadas anteriormente. Este análisis se realiza para cada uno de los agentes del mercado que se encuentren bajo estudio.

#### *Ponderación de los factores*

Los factores se ponderan de acuerdo con su nivel de importancia. Su relevancia es apoyada fundamentalmente en criterios subjetivos, basada en la información encontrada en las diferentes páginas del sector y en el criterio de expertos.

Se consideran las diferentes ponderaciones para la evaluación de los factores:

- *Ponderación estimada:* se asigna un valor que determine la importancia de cada factor con respecto a la operación. Se procede a promediar verticalmente y se calcula la proporción que corresponde a cada uno.
- *Ponderación intrínseca o propia del factor:* es la desviación estándar calculada en el análisis estadístico.

Se hallan la ponderación óptima; la combinada y la real que son calculadas con base en las dos primeras -estimada e intrínseca-.

#### *Asignación de la puntuación a los niveles de cada factor*

Tomando en consideración el número de operaciones a evaluar, la escala utilizada como base es de 1000 puntos en total que se distribuyen de acuerdo con las ponderaciones de los factores, aplicando la siguiente relación:

$$\text{Puntos factor} = \text{puntos de escala} * \text{ponderación}$$

Para la asignación de los puntos a cada nivel del factor se aplica la progresión aritmética, mediante la siguiente fórmula, que permite conseguir una distribución proporcionada de los puntos.

$$r = \frac{P \text{ max} - P \text{ min}}{N - 1}$$

Siendo:

- r = Razón de la progresión aritmética.  
Pmax = Puntuación del grado máximo.  
Pmin = Puntuación del grado mínimo.  
N = Número de grados que se consideran en el factor.

#### *Valoración de las operaciones*

De acuerdo con los puntos obtenidos se realiza la clasificación de las operaciones que hacen parte del modelo, se toman las que obtuvieron un puntaje mayor que o igual a la media de los datos más su desviación estándar, y se rechazan las operaciones que estén por debajo del puntaje.

- Selección de los elementos IDEF-0 para el modelo.

La construcción del modelo empieza con la búsqueda de los componentes de la sintaxis de IDEF-0 representados por las cajas, flechas y diagramas. El diagrama que se desarrolla inicialmente es el **Top level** o **A-0** que consta de una caja única con sus respectivas flechas que representa en forma general el propósito del modelo. El detalle de estos componentes se describe a continuación.

#### **Diagrama A-0**

- Caja: está representada por la actividad que describe en forma general el modelo.
- Flechas de entrada y de salida: las flechas de entrada y de salida para este diagrama son las variables del mercado eléctrico que se presentan en el desarrollo de las operaciones de los agentes del mercado.

- Flechas de control: están conformadas por todas las leyes que condicionan el desarrollo de las operaciones planteadas.
- Flechas de mecanismos: de acuerdo con la información obtenida en una etapa anterior -numeral 3.5.2, de la información regulatoria-, se seleccionan los recursos - resoluciones CREG- necesarios para el desarrollo de las diferentes actividades planteadas.

Para seguir el desarrollo de los diagramas, la descripción de sus elementos se muestra a continuación:

### ***Diagrama A0***

El diagrama A0, es el primer nivel de profundidad del diagrama A-0.

- Caja: las cajas contienen los factores seleccionados en el manual de valoración.
- Flechas de entrada y flechas de salida: las flechas de entrada están conformadas por las variables relevantes de cada una de las operaciones que conforman la caja y las flechas de salida, son las variables producto del desarrollo de la operación.
- Flechas de control: son las leyes que condicionan el desarrollo de cada una de las cajas.
- Flechas de mecanismos: son las resoluciones CREG necesarias para el desarrollo de la operación.

### ***Diagramas hijo***

Es el diagrama del nivel de profundidad 1, 2 o al que corresponda del diagrama A0. Las cajas de estos diagramas son ubicadas de acuerdo a su nivel de importancia, siendo la primera caja más relevante que la siguiente.

- Cajas: las cajas contienen las operaciones que son desarrolladas por el agente.
  - Flechas de entrada y flechas de salida: las flechas de entrada están conformadas por las variables relevantes de cada una de las operaciones que conforman la caja y las flechas de salida, son las variables producto del desarrollo de la operación.
  - Flechas de control: está conformada por las leyes que condicionan el desarrollo de cada una de las cajas.
  - Flechas de mecanismos: son las resoluciones CREG necesarias para el desarrollo de la actividad.
- Representación del modelo

Para la ubicación en el nivel de importancia de las cajas de los diagramas hijo, se realiza un análisis de cada una de las operaciones, apoyado en los boletines expedidos por ISA e información generada por las empresas prestadoras del servicio de energía eléctrica. Se procede a justificar la importancia de cada operación en el factor que pertenece en cuanto a su regulación y los aspectos que puedan afectar al usuario final.

## 4. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA A LA REGULACIÓN DEL MERCADO ELÉCTRICO COLOMBIANO

En los capítulos anteriores se establecieron las bases para el modelado con IDEF-0 y se revisó la regulación del mercado eléctrico Colombiano. En este capítulo se presenta el desarrollo de la metodología mostrada en la figura 9, para las actividades de generación y transmisión de energía eléctrica durante el período regulatorio de los años 1995 al 2005.

### 4.1 PROPÓSITO Y PUNTO DE VISTA DEL MODELO

Como se expresó en el numeral 3.5, para el desarrollo del modelo se debe indicar el propósito por el cual se va a llevar a cabo el modelo y el punto de vista que determina la perspectiva desde la cual puede ser visto, para ello se elabora una serie de preguntas que una vez contestadas identifica el motivo de la creación del modelo y su nivel de profundidad.

- *Propósito y punto de vista del modelo de la actividad de generación eléctrica*

Desde el punto de vista de los generadores de energía que conforman el mercado eléctrico se elabora el propósito a partir de las respuestas de las siguientes preguntas.

- ¿Cuales son las actividades realizadas por el generador de energía eléctrica?
- ¿Que tipos de usuarios atiende?
- ¿Qué actividades de generación eléctrica son intervenidas por la regulación?
- ¿Como se lleva a cabo la prestación del servicio?
- ¿Cómo se remunera la actividad de generación?
- ¿La operación del agente permite la atención o la prestación del servicio a todos sus clientes?
- ¿Qué reformas han limitado la operación del agente?
- ¿Logra una cobertura del servicio que garantice la satisfacción de las necesidades básicas de los usuarios?

El propósito obtenido se puede expresar como:

Identificar las principales operaciones del generador afectadas por la regulación del mercado eléctrico.

- *Propósito y punto de vista del modelo de la actividad de transmisión eléctrica*

Desde el punto de vista de los transportadores de energía que conforman el mercado eléctrico se elabora el propósito con a partir de las respuestas de las siguientes preguntas.

¿Cuales son las principales actividades realizadas por transmisión de energía eléctrica?

¿Que tipos de usuarios atiende?

¿Qué actividades de generación eléctrica son intervenidas por la regulación?

¿Como se lleva a cabo la prestación del servicio?

¿Cómo se remunera la actividad de generación?

¿La operación del agente permite la atención o la prestación de servicio a todos sus clientes?

¿Qué reformas han limitado la operación del agente?

¿Logra una cobertura del servicio que garantice la satisfacción de las necesidades básicas de los usuarios?

El propósito obtenido se puede expresar como:

Identificar las principales operaciones del transmisor afectadas por la regulación del mercado eléctrico.

## 4.2 BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN

Se procede a identificar las principales páginas *Web* que suministren la información relevante para cumplir con el propósito del modelo, se examina la información, para luego ser procesada.

*Selección de los buscadores:* los buscadores seleccionados fueron:

www.google.com.co

www.altavista.com

www.yahoo.es

*Palabras claves:* se realiza la búsqueda con las siguientes palabras claves como:

Mercado+energía+Colombia

Regulación+energía+ Colombia.

*Selección de las páginas relevantes:* de un total de 10 páginas encontradas y acorde con el propósito del modelo, se seleccionaron:

Expertos en mercados [www.xm.com.co](http://www.xm.com.co)

Comisión de Regulación de Energía y Gas [www.creg.gov.co](http://www.creg.gov.co)

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios [www.superservicios.gov.co](http://www.superservicios.gov.co)

Ministerio de Minas y Energía [www.minminas.gov.co](http://www.minminas.gov.co)

Unidad de Planeación minero-energética [www.upme.gov.co](http://www.upme.gov.co)

Interconexión eléctrica S.A. [www.isa.com.co](http://www.isa.com.co)

Universidad externado de Colombia

[http://www.uexternado.edu.co/facecono/spd/pdf/original\\_tarifas.pdf](http://www.uexternado.edu.co/facecono/spd/pdf/original_tarifas.pdf)

El núcleo de la información se encontró en la página de la CREG.

*Depuración primaria:* el investigador debe descartar de manera objetiva, aquella información que cree que no tiene ningún tipo de relación directa o indirecta con el objeto de vigilancia, en este caso el mercado eléctrico Colombiano, procediendo a almacenar los archivos.

#### 4.3 ALMACENAMIENTO DE INFORMACIÓN

Para el proceso de almacenamiento se requiere como primera instancia una revisión cronológica de las resoluciones recolectadas de la página de la Comisión de Regulación de Energía y Gas [www.creg.gov.co](http://www.creg.gov.co), agrupada por años y almacenada en tablas de **excel**, para facilitar la consulta cuando ésta sea necesaria en otra etapa de la metodología, obteniendo un total de 11 hojas que conforman el libro de resoluciones. Estas tablas contienen las siguientes columnas.

- *Nombre del documento:* contiene el número y el tipo de documento consultado. Por ejemplo si es una resolución expedida por la Comisión de Regulación de Energía y Gas CREG, esta casilla indicará CREG, número de la resolución y el año de expedición.
- *Síntesis:* contiene una breve descripción del documento consultado. Esto se hace para facilitar la clasificación del documento en una etapa posterior de la investigación.
- *Estado actual:* contiene el estado actual del documento consultado, es decir si está vigente, derogado o modificado.
- *Tema a tratar:* contiene la operación principal del documento consultado.
- *Relacionadas:* contiene el nombre si lo hay, de documentos relacionados con la misma operación.
- *Carácter:* es la característica particular o general del documento consultado, es decir si el documento afecta a la operación como un todo o simplemente a alguna de sus partes. Por ejemplo un documento que indique el monto a pagar por una empresa eléctrica específica por motivo de cargos por conexión, será clasificada como carácter particular, pero si el documento reglamenta los cargos por conexión para las empresas electricadoras que participen en el mercado de energía será clasificada como de carácter general.

- *Proceso*: contiene el nombre de la operación del mercado de energía eléctrica que afecta, es decir si el documento esta relacionado con generación, comercialización, transmisión o distribución de energía eléctrica.
- *Operaciones del mercado*: durante la etapa de almacenamiento de información son consideradas operaciones del mercado aquellas que son principales dentro del documento consultado.

Se encontraron un total de 899 resoluciones comprendidas desde el periodo 1 enero de 1995 a 31 de diciembre de 2005, que fueron obtenidas de la base documental de la página de la CREG.<sup>18</sup>

AÑO	TOTAL DE RESOLUCIONES
1995	41
1996	90
1997	157
1998	83
1999	73
2000	93
2001	101
2002	40
2003	81
2004	46
2005	42
TOTAL	847

Tabla 1. Número de resoluciones examinadas

<sup>18</sup> Disponible en: <https://www.creg.gov.co/basedoc/>

El almacenamiento de las resoluciones por año, permite el conteo sistemático de las resoluciones pertenecientes al carácter: general, particular y administrativo, y al proceso al que pertenece la resolución: generación, transmisión, distribución y comercialización.

Del anexo A se interpreta que en los dos primeros años, 1995 y 1996, después de la apertura del mercado, las resoluciones expedidas por la CREG eran entre un 63% y un 74% generales, es decir estaban orientadas a proporcionar el marco general para el funcionamiento del nuevo mercado -período de transición-, no se discriminaba entre empresas o entre agentes.

En el año 1997 se observa que el 50% de las resoluciones expedidas es de carácter particular. Esto se presenta por los resultados de los estudios de viabilidad para los operadores de red -una resolución por cada operador-, además de establecer los cargos por uso del nuevo período tarifario.

Los años 2001 y 2002 se pueden considerar atípicos, en los cuales entre el 45% y el 60% de las resoluciones son de carácter administrativo, es decir, relacionadas con derogaciones, apelaciones, actuaciones administrativas, etc. En este período, los agentes del mercado remiten a la CREG inconformidades acerca de las liquidaciones del administrador de intercambios comerciales (ASIC) y el posterior archivo de las actuaciones administrativas.

Se puede considerar que en promedio un 23% de las resoluciones de la CREG son de carácter administrativo, un 20% de carácter particular y un 57% de carácter general.

Por otro lado del anexo B se interpreta que en los primeros años la expedición de las resoluciones por agentes era muy variada, en el año 1995, iniciando el mercado mayorista, el regulador se enfocó en la actividad de comercialización, con un porcentaje del 45% de carácter general, esto debido a la introducción de reglamentos de los aspectos comerciales del mercado de energía mayorista en el Sistema Interconectado Nacional.

En el año 1998 se presenta un alto porcentaje de las resoluciones de la actividad de generación que fueron expedidas por el regulador, con el objeto de realizar ajustes a las operaciones realizadas por el agente generador, para prevenir abusos en los precios de venta a los usuarios finales.

A partir del año 2001 hasta el año 2005, el regulador ha expedido igualmente resoluciones para todos los agentes, considerando que las operaciones de cada uno de ellos están interrelacionadas con las operaciones de los demás agentes, dando a entender la importancia de la regulación de las actividades del mercado de una manera conjunta.

#### 4.4 CLASIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Debido a la gran cantidad de información recolectada, se realiza la clasificación de la información almacenada en el punto anterior seleccionando la información regulatoria (resoluciones y leyes) que cumplen con el propósito establecido. Para esta clasificación se siguen los siguientes pasos:

- *Primer paso:* dirigirse a la hoja de cálculo **excel** donde se encuentra almacenada la información.
- *Segundo paso:* seleccionar de las columnas **carácter** las resoluciones generales y de la columna **estado actual** las resoluciones que se encuentren vigentes.
- *Tercer paso:* seleccionar las resoluciones de los agentes de **transmisión y generación** para la construcción de cada uno de los modelos.

N°	NOMBRE DOCUMENTO	SÍNTESIS	ESTADO ACTUAL	TEMA A TRATAR	RELACIONADAS	CARÁCTER	PROCESO					
							G	T	D	C	SC	
1	CREG 001 DE 1997	Los límites legales en materia de tarifas, contribuciones etc	VIGENTE	Régimen de estratificación	DECRETO 1538 DE 1996- DECRETO 2034 DE 1996- DECRETO 2366 DE 1996- CREG 081 DE 1996	General					X	
2	CREG 002 DE 1997	Actualización de los sistemas, en cuanto a los parámetros para el funcionamiento de los enlaces entre el CND y los CDR	VIGENTE	Código de redes	CREG 012 DE 1995- CREG 025 DE 1995- CREG 054 DE 1996 ART 4- CREG 102 DE 1996- CREG 103 DE 1996 ART 5- CREG 083 DE 1999.	General		X				

Tabla 2. Ejemplo de clasificación de la información

#### 4.5 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

El análisis de la información se realiza teniendo en cuenta los aspectos relevantes de la información clasificada en el numeral anterior. En Colombia, la información regulatoria del sector eléctrico se encuentra recopilada en la página oficial de la CREG (<http://www.creg.gov.co>). Siendo esta página de orden gubernamental, su información es considerada de alta confiabilidad, por consiguiente es posible realizar un análisis claro que permite generar un mayor grado de confianza para los usuarios del sector eléctrico.

De las resoluciones CREG clasificadas en el numeral 4.4, se toman aquellas que pertenecen a las actividades de generación y transmisión de energía eléctrica. Este grupo de resoluciones se define examinándolas, de acuerdo con la síntesis o descripción que se encuentra en cada una de ellas.

**RESOLUCION 3 DE 1999**

Enero 28

Diario Oficial No. 43.497, del 9 de febrero de 1999

**COMISION DE REGULACION DE ENERGIA Y GAS**

DESCRIPCIÓN

Por la cual se corrigen los Cargos por Uso del Sistema de Transmisión Nacional durante el año 1999, aprobados mediante la Resolución CREG-126 de 1998.

**LA COMISION DE REGULACION DE ENERGIA Y GAS,**

en ejercicio de sus atribuciones legales, en especial las conferidas por la Ley 143 de 1994 y el Decreto 1524 de 1994, y

**CONSIDERANDO:**

Que las Resoluciones CREG-001 y CREG-002 de noviembre de 1994 establecen la metodología para calcular y actualizar los Cargos por Uso del Sistema de Transmisión Nacional.

Figura 10. Ejemplo de resolución

Después de realizar este análisis y tener las resoluciones propias de cada agente, se procede a buscar dentro de cada resolución, las operaciones a las cuales se refiere cada una de ellas.

**Nº OPERACIONES DE LA ACTIVIDAD DE GENERACIÓN**

1	Capacidad efectiva
2	Capacidad remunerable teórica de plantas
3	Cargo por capacidad
4	Código de redes
5	Conexión al STN
6	Contratos bilaterales
7	Contribuciones
8	Costo de suministro de combustible
9	Costo de transporte de combustible
10	Criterios de calidad
11	Demanda
12	Despacho económico horario
13	Despacho ideal
14	Despacho programado
15	Desviaciones
16	Disponibilidad comercial
17	Disponibilidad declarada
18	Formula tarifaria
19	Fronteras comerciales
20	Garantías financieras
21	Generaciones de seguridad
22	Índices de indisponibilidad
23	Inflexibilidades
24	Intervención del embalse
25	Limitación de suministro de energía
26	Nivel de embalse
27	Operación del SIN
28	Pagos anticipados
29	Perdidas de energía
30	Plan de expansión
31	Porcentaje de Contribución
32	Posición dominante
33	Precio umbral
34	Precios de bolsa de energía
35	Precios de oferta
36	Racionamiento de energía
37	Reconciliaciones
38	Redespacho
39	Regulación primaria de frecuencia
40	Reservas hidrológicas
41	Restricciones
42	Regulación secundaria de frecuencia
43	Sistemas de medición de energía.
44	Subsidios
45	Transacciones en bolsa
46	Transacciones internacionales

Tabla 3. Operaciones encontradas para la actividad de generación

<b>Nº</b>	<b>OPERACIONES DE LA ACTIVIDAD DE TRANSMISIÓN</b>
1	Acceso a redes
2	Cargos por uso
3	Costo de oportunidad del capital
4	Costos de inversión
5	Pérdidas de energía
6	Costos operativos
7	Criterios de calidad
8	Demanda
9	Eficiencia del servicio
10	Transacciones internacionales
11	Formula tarifaria
12	Fronteras comerciales
13	Generaciones de seguridad
14	Operación del SIN
15	Indisponibilidad
16	Ingreso anual
17	Ingresos regulados
18	Liquidación de cuentas
19	Plan de expansión del STN
20	Potencia reactiva
21	Remuneración uso del STN
22	Reposición de activos del STN
23	Restricciones
24	Sistema de medición de energía.
25	Tarifas por el uso de las redes eléctricas
26	Unidades constructivas
27	Zonificación generadores
28	Contribuciones

Tabla 4. Operaciones encontradas para la actividad de transmisión

La obtención de las operaciones relevantes permite el análisis de los aspectos más importantes dentro del mercado eléctrico colombiano, siendo factor fundamental para la aplicación de ésta metodología.

## 4.6 CONSTRUCCIÓN DE LOS MODELOS

El inicio de la construcción se realiza con la elaboración de los siguientes pasos:

4.6.1 Clasificación de las operaciones de los agentes del mercado eléctrico. Se realiza la clasificación de acuerdo al *Manual de valoración*.

Finalizada la clasificación de las resoluciones se elabora el manual de valoración, con el fin de seleccionar las operaciones del mercado relevantes en la regulación del sector eléctrico Colombiano.

### *Elección, definición y niveles de los factores de evaluación*

Se prepara una lista de factores que serán analizados de igual manera para los dos agentes bajo estudio, de acuerdo con el objetivo de la metodología: la regulación del mercado de energía eléctrica y se seleccionan aquellos que comprenden las operaciones desarrolladas por dicho mercado.

Por la importancia de analizar el mercado de una forma global y sin dejar de considerar aspectos importantes, se seleccionan cuatro factores a saber:

### *Definición de los factores*

*Ingresos*: dinero que remunera dicha operación (parte de él puede ser utilizado para la solución de problemas internos y externos del sector).

*Costos*: erogaciones que debe hacer un determinado agente para poder realizar la prestación del servicio.

*Operación*: acciones de carácter técnico necesarias para lograr el normal funcionamiento de los agentes y llevar la energía al mayor número de clientes posibles.

*Inversión:* recursos empleados para el mejoramiento a largo plazo de la infraestructura actual.

Escogidos estos factores, se realiza el análisis estadístico que permite obtener resultados adecuados para el estudio.

Posteriormente a cada uno de los factores que pasen la prueba estadística se le asigna un peso o ponderación, haciendo posible la asignación de puntos a las operaciones según su clasificación en cada factor.

#### *Niveles de los factores*

Debido a la complejidad de los factores, estos se desagregan en niveles para facilitar su valoración. Estos a su vez tendrán asignado un grado y una puntuación.

Para el caso Colombiano se definen a continuación los niveles de los factores para las actividades de generación y transmisión de energía eléctrica.

#### • **Definición de niveles para los factores de la actividad de generación**

##### *Ingresos*

- I. Aquellas herramientas de recaudo por prestación de servicio principal.
- II. Aquellas herramientas de recaudo por servicios complementarios
- III. Aquellas herramientas de recaudo para zonas no interconectadas.
- IV. No hay herramientas de recaudo presente.

##### *Costos*

- I. Aquellas herramientas de costos por el desarrollo de las operaciones de generación.
- II. Aquellas herramientas de costos asociados por la adquisición de servicios de otros agentes.
- III. Aquellas herramientas de costos por insumos.

IV. Aquellas herramientas de costos por contribuciones.

V. No hay herramientas de costos presente

#### *Operación*

I. Aquellas herramientas básicas para el buen funcionamiento del sistema.

II. Aquellas herramientas con características especiales para el funcionamiento del sistema.

III. Aquellas herramientas con restricciones debidas a las características propias de la planta.

IV. No hay herramientas presentes

#### *Inversión*

I. Aquellas herramientas de Inversiones para la mejora del servicio en el corto plazo.

II. Aquellas herramientas de inversión de largo plazo.

III. No hay herramientas de inversión presente.

#### **• Definición de niveles de los factores para la actividad de transmisión**

#### *Ingresos*

I. Aquellas herramientas de recaudo por prestación de servicio principal.

II. Aquellas herramientas de recaudo por servicios complementarios

III. Aquellas herramientas de recaudo para zonas no interconectadas.

IV. No hay herramientas de recaudo presente.

#### *Costos*

I. Aquellas herramientas de costos por el desarrollo de actividades de transmisión.

II. Aquellas herramientas de costos asociados por la adquisición de servicios de otros agentes.

III. Aquellas herramientas de costos por contribuciones

IV. No hay herramientas de costos presente.

#### *Operación*

- I. Aquellas herramientas básicas para el funcionamiento del sistema.
- II. Aquellas herramientas con características especiales para el funcionamiento del sistema.
- III. Aquellas herramientas con restricciones debidas a las características propias de la planta.
- IV. No hay herramienta presente

#### *Inversión*

- I. Aquellas herramientas de inversión de largo plazo.
- II. No hay herramientas de inversión presente.

La definición de los niveles se hace por agente porque cada uno de ellos presenta diferentes características y son igualmente importantes para el sector de energía eléctrica.

#### *Análisis estadístico*

Para evaluar la consistencia de los factores escogidos se utilizan herramientas estadísticas como la correlación entre factores, la desviación estándar y la media de cada factor con el objeto de eliminar aquellos que no cumplan con las características mencionadas anteriormente. Este análisis se realiza para cada uno de los agentes del mercado.

La eliminación de factores se realizará con base en la siguiente regla:

- Correlación entre factores: cuando existe correlación alta entre los factores, si es menor que o igual a  $-0,6$  y mayor que o igual a  $0,6$ , se elimina el factor, porque puede presentarse superposición o sobrevaloración de la operación (Ver tabla 7 y 10).

N°	OPERACIÓN	NIVELES ASIGNADOS A LOS FACTORES			
		INGRESOS	COSTOS	OPERACIÓN	INVERSIÓN
1	Capacidad efectiva	IV	I	I	III
2	Capacidad remunerable teórica de plantas	II	I	II	III
3	Cargo por capacidad	I	I	I	I
4	Código de redes	IV	II	I	III
5	Conexión al STN	IV	II	I	III
6	Contratos bilaterales	I	I	I	III
7	Contribuciones	IV	V	IV	III
8	Costo de suministro de combustible	IV	I	IV	III
9	Costo de transporte de combustible	IV	I	IV	III
10	Criterios de calidad	I	I	I	I
11	Demanda	I	I	I	III
12	Despacho económico horario	IV	I	I	III
13	Despacho ideal	IV	I	I	III
14	Despacho programado	IV	I	I	III
15	Desviaciones	IV	I	I	III
16	Disponibilidad comercial	I	I	II	III
17	Disponibilidad declarada	I	I	I	III
18	Formula tarifaria	I	I	I	III
19	Fronteras comerciales	I	V	I	III
20	Garantías financieras	I	II	I	III
21	Generaciones de seguridad	I	I	II	I
22	Índices de indisponibilidad	IV	I	III	III
23	Inflexibilidades	IV	I	III	III
24	Intervención del embalse	IV	I	I	III
25	Limitación de suministro de energía	IV	V	I	III
26	Nivel de embalse	I	I	I	III
27	Operación del SIN	I	I	I	I
28	Pagos anticipados	IV	V	IV	III
29	Perdidas de energía	IV	I	III	I
30	Plan de expansión	III	I	IV	I
31	Porcentaje de Contribución	IV	IV	IV	III
32	Posición dominante	IV	V	III	III
33	Precio umbral	II	V	I	II
34	Precios de bolsa de energía	I	I	I	III
35	Precios de oferta	I	I	II	III
36	Racionamiento de energía	IV	III	III	III
37	Reconciliaciones	IV	I	II	III
38	Redespacho	IV	I	I	III
39	Regulación primaria de frecuencia	IV	I	I	III
40	Reservas hidrológicas	I	I	I	III
41	Restricciones	II	II	II	III
42	Regulación secundaria de frecuencia	IV	I	I	III
43	Sistemas de medición de energía.	I	I	I	I
44	Subsidios	IV	V	IV	III
45	Transacciones en bolsa	I	I	I	III
46	Transacciones internacionales	I	I	I	III

Tabla 5. Ubicación de las operaciones de generación dentro de los niveles de cada factor.

Nº	OPERACIÓN	NIVELES ASIGNADOS A LOS FACTORES			
		INGRESOS	COSTOS	OPERACIÓN	INVERSIÓN
1	Capacidad efectiva	4	1	1	3
2	Capacidad remunerable teórica de plantas	2	1	2	3
3	Cargo por capacidad	1	1	1	1
4	Código de redes	4	2	1	3
5	Conexión al STN	4	2	1	3
6	Contratos bilaterales	1	1	1	3
7	Contribuciones	4	5	4	3
8	Costo de suministro de combustible	4	1	4	3
9	Costo de transporte de combustible	4	1	4	3
10	Criterios de calidad	1	1	1	1
11	Demanda	1	1	1	3
12	Despacho económico horario	4	1	1	3
13	Despacho ideal	4	1	1	3
14	Despacho programado	4	1	1	3
15	Desviaciones	4	1	1	3
16	Disponibilidad comercial	1	1	2	3
17	Disponibilidad declarada	1	1	1	3
18	Formula tarifaria	1	1	1	3
19	Fronteras comerciales	1	5	1	3
20	Garantías financieras	1	2	1	3
21	Generaciones de seguridad	1	1	2	1
22	Índices de indisponibilidad	4	1	3	3
23	Inflexibilidades	4	1	3	3
24	Intervención del embalse	4	1	1	3
25	Limitación de suministro de energía	4	5	1	3
26	Nivel de embalse	1	1	1	3
27	Operación del SIN	1	1	1	1
28	Pagos anticipados	4	5	4	3
29	Perdidas de energía	4	1	3	1
30	Plan de expansión	2	1	4	1
31	Porcentaje de Contribución	4	4	4	3
32	Posición dominante	4	5	3	3
33	Precio umbral	2	5	1	2
34	Precios de bolsa de energía	1	1	1	3
35	Precios de oferta	1	1	2	3
36	Racionamiento de energía	4	3	3	3
37	Reconciliaciones	4	1	2	3
38	Redespacho	4	1	1	3
39	Regulación primaria de frecuencia	4	1	1	3
40	Reservas hidrológicas	1	1	1	3
41	Restricciones	2	2	2	3
42	Regulación secundaria de frecuencia	4	1	1	3
43	Sistemas de medición de energía.	1	1	1	1
44	Subsidios	4	5	4	3
45	Transacciones en bolsa	1	1	1	3
46	Transacciones internacionales	1	1	1	3

Tabla 6. Niveles de factores y  $\rho$  para la actividad de generación

<b>CORRELACIÓN ENTRE FACTORES (<math>\rho</math>)</b>				
<b>FACTORES</b>	<b>INGRESOS</b>	<b>COSTOS</b>	<b>OPERACIÓN</b>	<b>INVERSIÓN</b>
<b>INGRESOS</b>	1	0,256898	0,41272444	0,63076987
<b>COSTOS</b>	-	1	0,36830321	0,648875
<b>OPERACIÓN</b>	-	-	1	0,00172573
<b>INVERSIÓN</b>	-	-	-	1

Tabla 7. Correlación obtenida entre factores para la actividad de generación

Nº	OPERACIÓN	NIVELES ASIGNADOS A LOS FACTORES			
		INGRESOS	COSTOS	OPERACIÓN	INVERSIÓN
1	Acceso a redes	I	I	I	II
2	Cargos por uso	I	I	I	II
3	Costo de oportunidad del capital	IV	I	II	II
4	Costos de inversión	IV	I	IV	I
5	Pérdidas de energía	II	I	I	I
6	Costos operativos	IV	I	I	II
7	Criterios de calidad	I	I	I	II
8	Demanda	I	I	I	II
9	Eficiencia del servicio	I	I	I	II
10	Transacciones internacionales	IV	II	IV	II
11	Formula tarifaria	I	IV	IV	II
12	Fronteras comerciales	IV	I	II	II
13	Generaciones de seguridad	IV	IV	II	II
14	Operación del SIN	I	I	I	II
15	Indisponibilidad	IV	I	III	II
16	Ingreso anual	I	IV	IV	II
17	Ingresos regulados	I	IV	IV	II
18	Liquidación de cuentas	I	IV	IV	II
19	Plan de expansión del STN	I	I	I	I
20	Potencia reactiva	IV	II	IV	II
21	Remuneración uso del STN	I	IV	I	II
22	Reposición de activos del STN	II	I	I	II
23	Restricciones	IV	I	III	II
24	Sistema de medición de energía.	I	I	I	II
25	Tarifas por el uso de las redes eléctricas	I	IV	I	II
26	Unidades constructivas	I	I	I	II
27	Zonificación generadores	IV	IV	IV	II
28	Contribuciones	IV	IV	IV	II

Tabla 8. Ubicación de las operaciones de transmisión dentro de los niveles de cada factor.

Nº	OPERACIÓN	NIVELES ASIGNADOS A LOS FACTORES			
		INGRESOS	COSTOS	OPERACIÓN	INVERSIÓN
1	Acceso a redes	1	1	1	2
2	Cargos por uso	1	1	1	2
3	Costo de oportunidad del capital	4	1	2	2
4	Costos de inversión	4	1	4	1
5	Pérdidas de energía	2	1	1	1
6	Costos operativos	4	1	1	2
7	Criterios de calidad	1	1	1	2
8	Demanda	1	1	1	2
9	Eficiencia del servicio	1	1	1	2
10	Transacciones internacionales	4	2	4	2
11	Formula tarifaria	1	4	4	2
12	Fronteras comerciales	4	1	2	2
13	Generaciones de seguridad	4	4	2	2
14	Operación del SIN	1	1	1	2
15	Indisponibilidad	4	1	3	2
16	Ingreso anual	1	4	4	2
17	Ingresos regulados	1	4	4	2
18	Liquidación de cuentas	1	4	4	2
19	Plan de expansión del STN	1	1	1	1
20	Potencia reactiva	4	2	4	2
21	Remuneración uso del STN	1	4	1	2
22	Reposición de activos del STN	2	1	1	2
23	Restricciones	4	1	3	2
24	Sistema de medición de energía.	1	1	1	2
25	Tarifas por el uso de las redes eléctricas	1	4	1	2
26	Unidades constructivas	1	1	1	2
27	Zonificación generadores	4	4	4	2
28	Contribuciones	4	4	4	2

Tabla 9. Niveles de factores y  $\rho$  para la actividad de transmisión

CORRELACIÓN ENTRE FACTORES ( $\rho$ )				
FACTORES	INGRESOS	COSTOS	OPERACIÓN	INVERSIÓN
INGRESOS	1	-0,05902066	0,43612899	-0,02018834
COSTOS	-	1	0,53612351	0,66086634
OPERACIÓN	-	-	1	0,65515663
INVERSIÓN	-	-	-	1

Tabla 10. Correlación obtenida entre factores para la actividad de transmisión

### *Consideraciones sobre el análisis estadístico*

El comportamiento que presenta los factores: ingresos, costos y operación en el análisis de las dos agentes, están consideradas como aceptables, porque su comportamiento se muestra normal, es decir están dentro del rango permisible, luego estos factores siguen en el análisis. (Ver tablas 7 y 10).

El factor inversión presenta una correlación mayor que 0,6, indicando que el factor no será de utilidad en la valoración de las operaciones. Esto se debe a las pocas operaciones de inversión que son reguladas por la Comisión de Regulación de Energía y Gas.

### *Eliminación de factores*

Con base en los criterios anteriormente expuestos, se concluye que es necesario eliminar el factor inversión debido a que posee una alta correlación con los factores: ingresos y costos, es decir, están evaluando la misma característica. Otra de las razones por la cual el factor inversión no debe ser considerado en la valoración, es por la falta de operaciones a evaluar que pertenezcan a este factor.

### *Ponderación de los factores*

El peso de los factores de las operaciones es variante, se pondera de acuerdo con su nivel de importancia. En este caso, la ponderación fue basada en los boletines que se encuentra en la página de Expertos en Mercados - XM, [www.xm.com.co](http://www.xm.com.co), determinando así, la importancia de las operaciones a evaluar.

En la ponderación se tuvieron en cuenta no sólo las noticias que para las empresas e instituciones de energía eléctrica son importantes, sino también la frecuencia con que expiden la información de las operaciones, más concretamente las resoluciones CREG donde se encuentran dichas operaciones.

Para la evaluación de los factores se consideran las siguientes ponderaciones:

- *Ponderación estimada:* Se realiza teniendo en cuenta la importancia de cada factor respecto a la operación. Es elaborada, asignándole un valor entre uno (1) y cuatro (4), donde cuatro corresponde al factor con mayor relevancia con respecto a la operación, se procede a promediar verticalmente y se calcula la proporción que corresponde a cada uno.
- *Ponderación intrínseca o propia del factor:* Es la desviación estándar calculada en el análisis estadístico.

Se hallan la ponderación óptima; combinada y real que son calculadas con base a las dos primeras (estimada e intrínseca) (Ver tablas 12 y 14)

PONDERACIÓN ESTIMADA				
Nº	OPERACIÓN	INGRESOS	COSTOS	OPERACIÓN
1	Capacidad efectiva	4	3	4
2	Capacidad remunerable teórica de	3	1	3
3	Cargo por capacidad	4	4	4
4	Código de redes	1	2	4
5	Conexión al STN	4	4	4
6	Contratos bilaterales	4	4	4
7	Contribuciones	1	2	3
8	Costo de suministro de combustible	2	4	3
9	Costo de transporte de combustible	2	4	3
10	Criterios de calidad	4	4	4
11	Demanda	4	4	4
12	Despacho económico horario	3	2	4
13	Despacho ideal	4	2	3
14	Despacho programado	4	2	4
15	Desviaciones	3	3	4
16	Disponibilidad comercial	2	3	4
17	Disponibilidad declarada	3	1	4
18	Formula tarifaria	4	3	4
19	Fronteras comerciales	4	3	4
20	Garantías financieras	4	3	3
21	Generaciones de seguridad	3	3	4
22	Índices de indisponibilidad	2	3	3
23	Inflexibilidades	2	2	2
24	Intervención del embalse	4	4	4
25	Limitación de suministro de energía	4	4	4
26	Nivel de embalse	4	4	4
27	Operación del SIN	4	4	4
28	Pagos anticipados	3	2	3
29	Perdidas de energía	3	4	4
30	Plan de expansión	3	1	4
31	Porcentaje de Contribución	1	2	1
32	Posición dominante	4	3	4
33	Precio umbral	3	4	3
34	Precios de bolsa de energía	4	4	4
35	Precios de oferta	4	4	4
36	Racionamiento de energía	4	4	4
37	Reconciliaciones	1	2	3
38	Redespacho	2	3	4
39	Regulación primaria de frecuencia	1	2	4
40	Reservas hidrológicas	4	4	4
41	Restricciones	3	2	3
42	Regulación secundaria de frecuencia	1	2	4
43	Sistemas de medición de energía.	4	4	4
44	Subsidios	1	1	1
45	Transacciones en bolsa	4	4	4
46	Transacciones internacionales	3	3	4

<b>TOTAL DE PUNTOS</b>	140	137	165	<b>442</b>
<b>PROMEDIO</b>	3,0434	2,9782	3,5869	<b>9,6086</b>
<b>POND. ESTIMADA EN %</b>	31,6742	30,9954	37,3303	<b>100</b>

Tabla 11. Ponderación de las operaciones para la actividad de generación

TABLA DE PONDERACIONES					
FACTOR	INTRÍNSECA (Sx)	ESTIMADA (Pe)	OPTIMA (Po=1/Sx)	COMBINADA (Pc =Pe*Po)	COMBINADA EN % ((Po x Pe)/ΣPc)
Ingresos	2,5367	31,6742	0,3942	12,4864	24,3123
Costos	1,8997	30,9955	0,5264	16,3164	31,7696
Operación	1,6550	37,3303	0,6042	22,5556	43,9181
<b>Total</b>				<b>51.3584</b>	<b>100.0000</b>

Tabla 12. Ponderación por factores para la actividad de generación

**Para la actividad de transmisión de energía eléctrica**

PONDERACIÓN ESTIMADA				
Nº	OPERACIÓN	INGRESOS	COSTOS	OPERACIÓN
1	Acceso a redes	4	2	4
2	Cargos por uso	4	4	4
3	Costo de oportunidad del capital	2	3	3
4	Costos de inversión	3	3	3
5	Pérdidas de energía	4	4	4
6	Costos operativos	3	4	4
7	Criterios de calidad	4	4	4
8	Demanda	4	4	4
9	Eficiencia del servicio	4	3	4
10	Transacciones internacionales	4	3	3
11	Formula tarifaria	3	2	3
12	Fronteras comerciales	3	2	4
13	Generaciones de seguridad	2	2	2
14	Operación del SIN	4	4	4
15	Indisponibilidad	2	2	1
16	Ingreso anual	3	2	1
17	Ingresos regulados	3	3	3
18	Liquidación de cuentas	3	2	3
19	Plan de expansión del STN	4	4	4
20	Potencia reactiva	2	3	3
21	Remuneración uso del STN	4	4	4
22	Reposición de activos del STN	3	1	1
23	Restricciones	3	3	3
24	Sistema de medición de energía.	4	3	3
25	Tarifas por el uso de las redes eléctricas	4	2	4
26	Unidades constructivas	3	2	3
27	Zonificación generadores	1	2	2
28	Contribuciones	1	2	1

<b>TOTAL DE PUNTOS</b>	88	79	86	<b>253</b>
<b>PROMEDIO</b>	3,14285714	2,821429	3,071428571	<b>9,03571429</b>
<b>POND. ESTIMADA EN %</b>	34,7826087	31,2253	33,99209486	<b>100</b>

Tabla 13. Ponderación de las operaciones para la actividad de transmisión

TABLA DE PONDERACIONES					
FACTOR	INTRÍNSECA (Sx)	ESTIMADA (Pe)	OPTIMA (Po=1/Sx)	COMBINADA (Pc =Pe*Po)	COMBINADA EN % ((Po x Pe)/ΣPc)
Ingresos	2,2039	34,7826	0,4537	15,7824	33,2827
Costos	2,0000	31,2253	0,5000	15,6126	32,9249
Operación	2,1213	33,9921	0,4714	16,0240	33,7924
<b>Total</b>				<b>47,4190</b>	<b>100,0000</b>

Tabla 14. Ponderación por factores para la actividad de transmisión

*Asignación de la puntuación a los niveles de cada factor*

Tomando en consideración el número de operaciones a evaluar, la escala utilizada como base es de 1000 puntos para todos los factores, aplicando la siguiente relación:

$$\text{Puntos factor} = \text{puntos de escala} * \text{ponderación}$$

La ponderación favorable para el análisis es la combinada, que permite disminuir las diferencias entre los valores extremos causadas por la desviación de los factores.

Para la asignación de los puntos a cada nivel del factor se aplica la progresión aritmética, mediante la siguiente fórmula, que permite conseguir una distribución proporcionada de los puntos.

$$r = \frac{P_{\max} - P_{\min}}{N - 1}$$

Siendo:

r = Razón de la progresión aritmética.

Pmax = Puntuación del grado máximo.

Pmin = Puntuación del grado mínimo.

N = Número de grados que se consideran en el factor.

En las tablas 15 y 16 se presentan las asignaciones de puntos para las actividades de generación y transmisión de energía eléctrica, respectivamente.

<b>ASIGNACIÓN DE PUNTOS</b>			
	<b>INGRESOS</b>	<b>COSTOS</b>	<b>OPERACIÓN</b>
<b>P. máx</b>	243	318	439
<b>P. mín</b>	24	32	44
<b>PROGRESIÓN ARITMETICA</b>			
<b>GRADO I</b>	243	318	439
<b>GRADO II</b>	188	261	340
<b>GRADO III</b>	134	203	242
<b>GRADO IV</b>	79	146	143
<b>GRADO V</b>		89	
<b>RAZÓN</b>	54,702785	57,1852162	98,8156948

Tabla 15. Asignación de puntos para la actividad de generación

<b>ASIGNACIÓN DE PUNTOS</b>			
	<b>INGRESOS</b>	<b>COSTOS</b>	<b>OPERACIÓN</b>
<b>P. máx</b>	333	329	338
<b>P. mín</b>	33	33	34
<b>PROGRESIÓN ARITMETICA</b>			
<b>GRADO I</b>	333	329	338
<b>GRADO II</b>	258	255	262
<b>GRADO III</b>	183	181	186
<b>GRADO IV</b>	108	107	110
<b>RAZÓN</b>	75	74,0809349	76,0328997

Tabla 16. Asignación de puntos para la actividad de transmisión

### *Valoración de las operaciones*

De acuerdo con los puntos obtenidos se realiza la clasificación de las operaciones que harán parte del modelo; debido a que los datos de la lista de las operaciones de cada uno de los agentes presenta un comportamiento normal, se toman las que obtuvieron un puntaje mayor o igual a la media de los datos más su desviación estándar y se rechazarán las operaciones que estén por debajo del puntaje.

### ***Puntaje para la actividad de generación de energía eléctrica***

Media $\bar{X}$	622,3701637
Desv. Estándar Sx	218,2324973
X + Sx	994,3580003
X - Sx	571,7724345

### ***Puntaje para la actividad de transmisión de energía eléctrica***

Media $\bar{X}$	737,3214286
Desv. Estándar Sx	231,688497
X + Sx	969,009925
X - Sx	505,632932

PUNTOS OBTENIDOS POR FACTOR					
Nº	OPERACIÓN	INGRESOS	COSTOS	OPERACIÓN	TOTAL PUNTOS
1	Capacidad efectiva	79	318	439	836
2	Capacidad remunerable teórica de	188	318	340	846
3	Cargo por capacidad	243	318	439	1000
4	Código de redes	79	261	439	779
5	Conexión al STN	79	261	439	779
6	Contratos bilaterales	243	318	439	1000
7	Contribuciones	79	89	143	311
8	Costo de suministro de combustible	79	318	143	540
9	Costo de transporte de combustible	79	318	143	540
10	Criterios de calidad	243	318	439	1000
11	Demanda	243	318	439	1000
12	Despacho económico horario	79	318	439	836
13	Despacho ideal	79	318	439	836
14	Despacho programado	79	318	439	836
15	Desviaciones	79	318	439	836
16	Disponibilidad comercial	243	318	340	901
17	Disponibilidad declarada	243	318	439	1000
18	Formula tarifaria	243	318	439	1000
19	Fronteras comerciales	243	89	439	771
20	Garantías financieras	243	261	439	943
21	Generaciones de seguridad	243	318	340	901
22	Índices de indisponibilidad	79	318	242	639
23	Inflexibilidades	79	318	242	639
24	Intervención del embalse	79	318	439	836
25	Limitación de suministro de energía	79	89	439	607
26	Nivel de embalse	243	318	439	1000
27	Operación del SIN	243	318	439	1000
28	Pagos anticipados	79	89	143	311
29	Perdidas de energía	79	318	242	639
30	Plan de expansión	134	318	143	595
31	Porcentaje de Contribución	79	146	143	368
32	Posición dominante	79	89	242	410
33	Precio umbral	188	89	439	716
34	Precios de bolsa de energía	243	318	439	1000
35	Precios de oferta	243	318	340	901
36	Racionamiento de energía	79	203	242	524
37	Reconciliaciones	79	318	340	737
38	Redespacho	79	318	439	836
39	Regulación primaria de frecuencia	79	318	439	836
40	Reservas hidrológicas	243	318	439	1000
41	Restricciones	188	261	340	789
42	Regulación secundaria de frecuencia	79	318	439	836
43	Sistemas de medición de energía.	243	318	439	1000
44	Subsidios	79	89	143	311
45	Transacciones en bolsa	243	318	439	1000
46	Transacciones internacionales	243	318	439	1000

Tabla 17. Valoración de operaciones para la actividad de generación

Nº	OPERACIÓN	PUNTOS
1	Capacidad efectiva	836
2	Capacidad remunerable teórica de plantas	846
3	Cargo por capacidad	1000
4	Código de redes	779
5	Conexión al STN	779
6	Contratos bilaterales	1000
7	Contribuciones	311
8	Costo de suministro de combustible	540
9	Costo de transporte de combustible	540
10	Criterios de calidad	1000
11	Demanda	1000
12	Despacho económico horario	836
13	Despacho ideal	836
14	Despacho programado	836
15	Desviaciones	836
16	Disponibilidad comercial	901
17	Disponibilidad declarada	1000
18	Formularia tarifaria	1000
19	Fronteras comerciales	771
20	Garantías financieras	943
21	Generaciones de seguridad	901
22	Índices de indisponibilidad	639
23	Inflexibilidades	639
24	Intervención del embalse	836
25	Limitación de suministro de energía	607
26	Nivel de embalse	1000
27	Operación del SIN	1000
28	Pagos anticipados	311
29	Perdidas de energía	639
30	Plan de expansión	595
31	Porcentaje de Contribución	368
32	Posición dominante	410
33	Precio umbral	716
34	Precios de bolsa de energía	1000
35	Precios de oferta	901
36	Racionamiento de energía	524
37	Reconciliaciones	737
38	Redespacho	836
39	Regulación primaria de frecuencia	836
40	Reservas hidrológicas	1000
41	Restricciones	789
42	Regulación secundaria de frecuencia	836
43	Sistemas de medición de energía.	1000
44	Subsidios	311
45	Transacciones en bolsa	1000
46	Transacciones internacionales	1000

Tabla 18. Operaciones clasificadas para la actividad de generación

PUNTOS OBTENIDOS POR FACTOR					
Nº	OPERACIÓN	INGRESOS	COSTOS	OPERACIÓN	TOTAL PUNTOS
1	Acceso a redes	333	329	338	1000
2	Cargos por uso	333	329	338	1000
3	Costo de oportunidad del capital	108	329	262	699
4	Costos de inversión	108	329	110	547
5	Pérdidas de energía	258	329	338	925
6	Costos operativos	108	329	338	775
7	Criterios de calidad	333	329	338	1000
8	Demanda	333	329	338	1000
9	Eficiencia del servicio	333	329	338	1000
10	Transacciones internacionales	108	255	110	473
11	Formula tarifaria	333	107	110	550
12	Fronteras comerciales	108	329	262	699
13	Generaciones de seguridad	108	107	262	477
14	Operación del SIN	333	329	338	1000
15	Indisponibilidad	108	329	186	623
16	Ingreso anual	333	107	110	550
17	Ingresos regulados	333	107	110	550
18	Liquidación de cuentas	333	107	110	550
19	Plan de expansión del STN	333	329	338	1000
20	Potencia reactiva	108	255	110	473
21	Remuneración uso del STN	333	107	338	778
22	Reposición de activos del STN	258	329	338	925
23	Restricciones	108	329	186	623
24	Sistema de medición de energía.	333	329	338	1000
25	Tarifas por el uso de las redes eléctricas	333	107	338	778
26	Unidades constructivas	333	329	338	1000
27	Zonificación generadores	108	107	110	325
28	Contribuciones	108	107	110	325

Tabla 19. Valoración de operaciones para la actividad de transmisión

Nº	TEMAS	PUNTOS
1	Acceso a redes	1000
2	Cargos por uso	1000
3	Costo de oportunidad del capital	699
4	Costos de inversión	547
5	Pérdidas de energía	925
6	Costos operativos	775
7	Criterios de calidad	1000
8	Demanda	1000
9	Eficiencia del servicio	1000
10	Transacciones internacionales	473
11	Formula tarifaria	550
12	Fronteras comerciales	699
13	Generaciones de seguridad	477
14	Operación del SIN	1000
15	Indisponibilidad	623
16	Ingreso anual	550
17	Ingresos regulados	550
18	Liquidación de cuentas	550
19	Plan de expansión del STN	1000
20	Potencia reactiva	473
21	Remuneración uso del STN	778
22	Reposición de activos del STN	925
23	Restricciones	623
24	Sistema de medición de energía.	1000
25	Tarifas por el uso de las redes eléctricas	778
26	Unidades constructivas	1000
27	Zonificación generadores	325
28	Contribuciones	325

Tabla 20. Operaciones clasificadas para la actividad de transmisión

4.6.2 Selección de los elementos IDEF-0. Para la presente tesis se realiza principalmente la selección de los elementos IDEF-0 de las actividades que se encuentran bajo estudio.

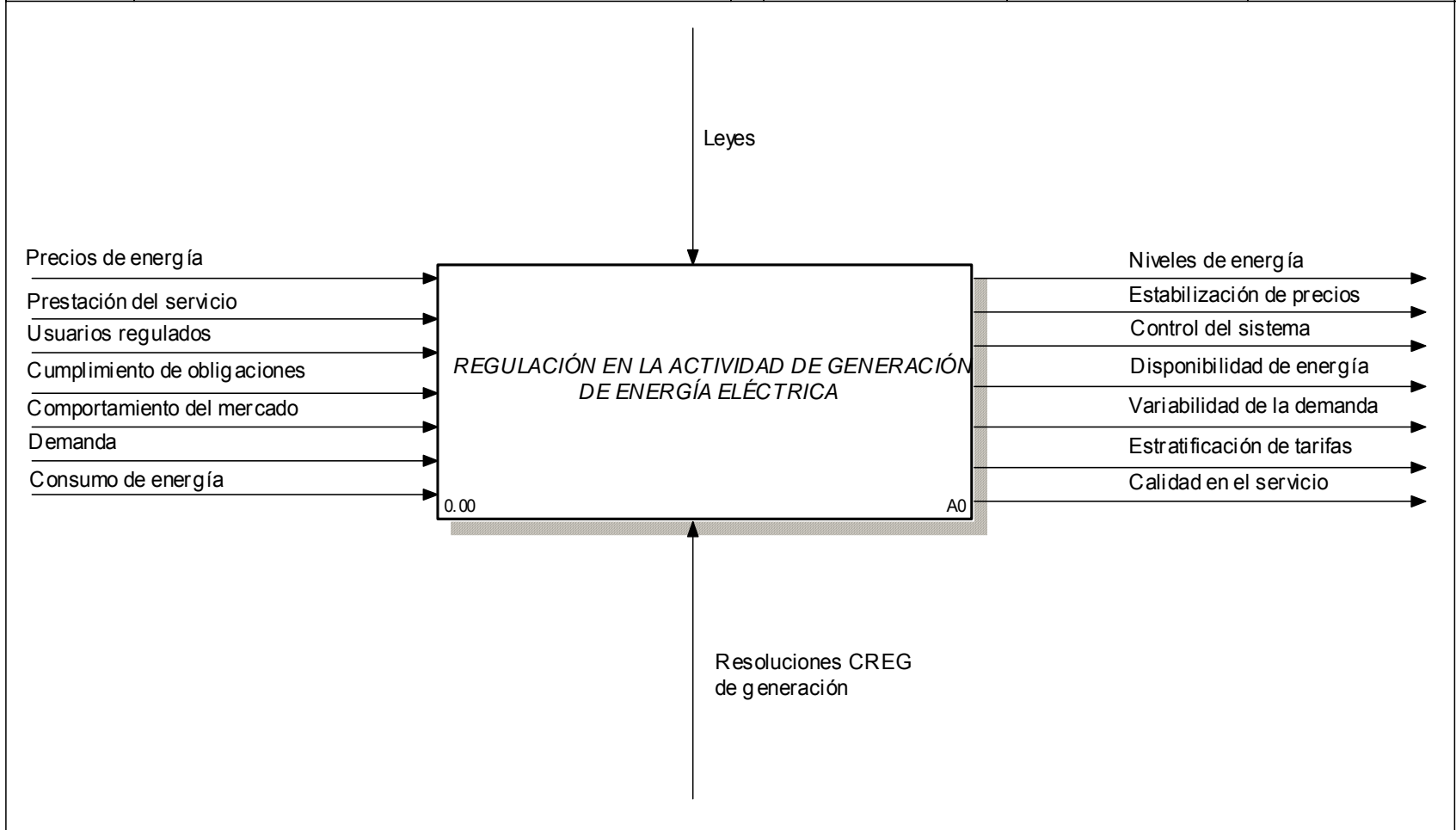
- Selección de elementos IDEF-0 para la actividad de generación

La construcción del modelo empieza con la búsqueda de los componentes de la sintaxis de IDEF-0 representados por las cajas, flechas y diagramas. El diagrama que se desarrolla inicialmente es el *Top level* o *A-0* que consta de una caja única con sus respectivas flechas que representa en forma general el propósito del modelo. El detalle de estos componentes se describe a continuación.

### ***Diagrama A-0***

- Caja: está representada por la actividad que describe en forma general el modelo de generación eléctrica; actividad que es el objetivo fundamental del modelo.
- Flechas de entrada y de salida: las flechas de entrada y de salida para este diagrama son las variables del mercado eléctrico presentadas en el desarrollo de la actividad de generación en forma general.
- Flechas de control: están conformadas por todas las leyes que condiciona el desarrollo de las operaciones planteadas.
- Flechas de mecanismos: de acuerdo con la información obtenida en una etapa anterior (numeral 4.2) de la información regulatoria, se seleccionan los recursos -resoluciones CREG de generación- necesarios para el desarrollo de las diferentes actividades planteadas.

USED AT:	AUTHOR: Lisbeth Rivera	DATE: 18/04/2007	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: <b>TOP</b>
	PROJECT: GENERACIÓN ELÉCTRICA	REV: 23/10/2007	DRAFT			
			RECOMMENDED			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		PUBLICATION			



NODE: <b>A-0</b>	TITLE: <b>REGULACIÓN EN LA ACTIVIDAD DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA</b>	NUMBER:
---------------------	---	---------

Figura 11. Diagrama A-0 regulación de la actividad de generación

Los anteriores elementos son los correspondientes al primer diagrama de la metodología llamado *Top level* ó Diagrama A-0. Para seguir el desarrollo de los diagramas, la descripción de sus elementos se muestra a continuación:

### ***Diagrama A0***

El diagrama A0 o diagrama hijo, es el primer nivel de profundidad del modelo de generación, está compuesto por tres cajas con sus respectivas flechas.

- Caja: Las cajas contiene las actividades que realizan los agentes, necesarias para el desarrollo de sus servicios. Al principio se consideraron 4 actividades: ingresos, costos, operación e inversión, pero de acuerdo con la valoración, se redujo a ingresos, costos y operación para el análisis y el desarrollo de la metodología.

Para la creación de las flechas de los diagramas se siguen los siguientes pasos:

- La obtención de aspectos importantes se realiza analizando la información de boletines y noticias generadas por las empresas prestadoras de servicios de generación energía eléctrica y demás empresas que conforman el sector. Debido a la gran cantidad de información se procede a revisar de manera secuencial cada uno de ellos.

- Directamente con los expertos se solicita colaboración de las empresas del sector eléctrico vía e-mail y/o telefónica para encontrar respuestas relacionadas con las situaciones relevantes que se han presentado en el sector.

- Flechas de entrada y flechas de salida: las flechas de entrada están conformadas por las variables relevantes de cada una de las operaciones que conforman la caja y las flechas de salida, son las variables producto del desarrollo de la operación.
- Flechas de control: son las leyes que condicionan el desarrollo de cada una de las cajas.

- Flechas de mecanismos: son las resoluciones CREG de generación que son necesarias para el desarrollo de la operación.

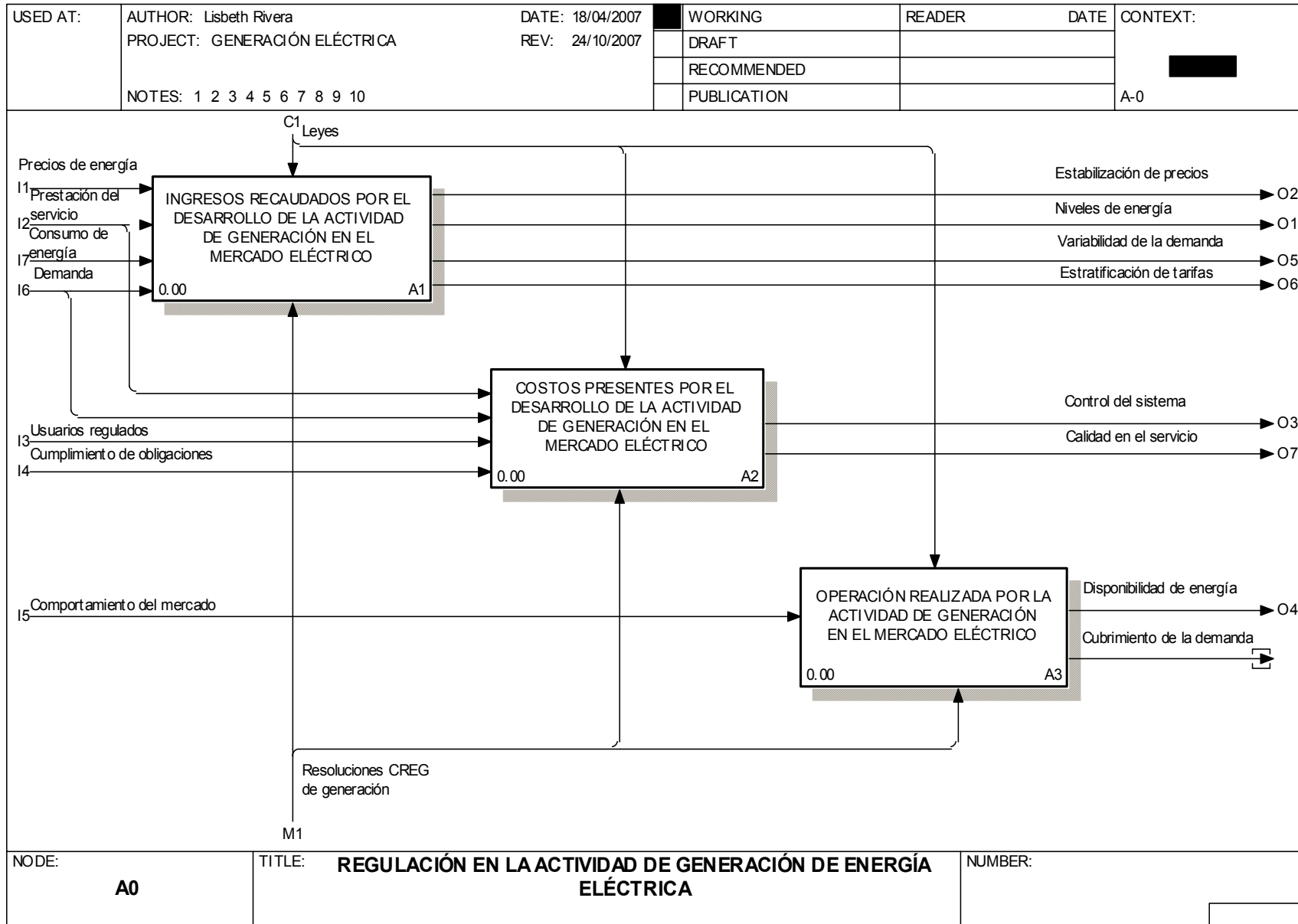


Figura 12. Diagrama A0 regulación de la actividad de generación

### **Diagrama A1**

El diagrama A1 es el primer nivel de profundidad del diagrama A0, está compuesto por 5 cajas con sus respectivas flechas.

- Caja: las cajas contienen las operaciones de ingresos desarrolladas por el agente, seleccionadas en el manual de valoración.
- Flechas de entrada y flecha de salida: está conformada por las variables relevantes de las actividades que conforman las cajas de éste diagrama.
- Flechas de control: está conformada por las leyes que condicionan el desarrollo de cada una de las cajas. A continuación se describen las flechas de control del modelo de la actividad de generación.

### **LEY 143 DE 1994**

**ART 4:** Relacionado con el cumplimiento de las funciones del estado, de acuerdo con sus objetivos, como es, abastecer la demanda de electricidad de la comunidad asegurando su cubrimiento de una manera eficiente, segura y confiable utilizando los diferentes recursos energéticos del país.

**ART 20:** En relación con el sector energético la función de regulación por parte del Estado tendrá como objetivo básico asegurar una adecuada prestación del servicio mediante el aprovechamiento eficiente de los diferentes recursos energéticos, en beneficio del usuario en términos de calidad, oportunidad y costo del servicio.

**ART 22:** Relacionado con los costos del servicio de regulación que serán cubiertos por todas las entidades sometidas a su regulación y el monto total de la contribución no podrá ser superior al 1%, del valor de los gastos de funcionamiento excluyendo los gastos operativos, compras de electricidad, compras de combustibles y peajes, cuando hubiere lugar a ello, de la entidad regulada, incurrido el año anterior a aquel en que se haga el cobro.

**ART 23:** Relacionado con el cumplimiento del objetivo definido en el artículo 20 de la presente ley, la Comisión de Regulación de Energía y Gas con relación al servicio de electricidad tendrá las siguientes funciones generales:

- Crear las condiciones para asegurar la disponibilidad de una oferta energética eficiente, capaz de abastecer la demanda bajo criterios sociales, económicos, ambientales y de viabilidad financiera, promover y preservar la competencia.
- Determinar las condiciones para la liberación gradual del mercado hacia la libre competencia.
- Definir la metodología para el cálculo de las tarifas aplicables a los usuarios regulados del servicio de electricidad. Entre otras.

**ART 25:** Relacionado con los agentes económicos privados o públicos que hagan parte del Sistema Interconectado Nacional, deberán cumplir con el Reglamento de Operación y con los acuerdos adoptados para la operación del mismo.

*LEY 142 DE 1994*

**ART 3:** Relacionado con la constitución de instrumentos para la intervención estatal en los servicios públicos, todas las funciones asignadas a las entidades, autoridades y organismos de que trata esta ley.

**ART 73:** Relacionado con las comisiones de regulación que tienen la función de regular los monopolios en la prestación de los servicios públicos, cuando la competencia no sea, de hecho, posible; y, en los demás casos, la de promover la competencia entre quienes presten servicios públicos, para que las operaciones de los monopolistas o de los competidores sean económicamente eficientes, no impliquen abuso de la posición dominante, y produzcan servicios de calidad.

**ART 73.11:** Establecer fórmulas para la fijación de las tarifas de los servicios públicos, cuando ello corresponda según lo previsto en el artículo 88; y señalar cuando hay suficiente competencia como para que la fijación de las tarifas sea libre.

**ART 74.1:** Relacionado con el ejercicio de las actividades de los sectores de energía y gas combustible para asegurar la disponibilidad de una oferta energética eficiente, propiciar la competencia en el sector de minas y energía y proponer la adopción de las medidas necesarias para impedir abusos de posición dominante y buscar la liberación gradual de los mercados hacia la libre competencia.

**ART 81:** La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios podrá imponer sanciones a quienes violen las normas a las que deben estar sujetas, según la naturaleza y la gravedad de la falta.

**ART 91:** Para establecer las fórmulas de tarifas se calculará por separado, cuando sea posible, una fórmula para cada una de las diversas etapas del servicio.

**ART 111:** La decisión que ponga fin a las actuaciones administrativas deberá tomarse dentro de los cinco meses siguientes al día en el que se haya hecho la primera de las citaciones o publicaciones de que trata el artículo 108 de la presente ley.

**ART 124:** Para determinar las fórmulas tarifarias se aplicarán las normas sobre régimen tarifario de las empresas de servicios públicos previstas en esta ley y las normas del Código Contencioso Administrativo.

**ART 125:** Durante el período de vigencia de cada fórmula, las empresas podrán actualizar las tarifas que cobran a sus usuarios aplicando las variaciones en los índices de precios que las fórmulas contienen. Las nuevas tarifas se aplicarán a partir del día quince del mes que corresponda, cada vez que se acumule una variación de, por lo menos, un tres por ciento (3%) en alguno de los índices de precios que considera la fórmula.

**ART 126:** Las fórmulas tarifarias tendrán una vigencia de cinco años, salvo que antes haya acuerdo entre la empresa de servicios públicos y la comisión para modificarlas o

prorrogarlas por un período igual. Vencido el período de vigencia de las fórmulas tarifarias, continuarán rigiendo mientras la comisión no fije las nuevas.

**ART168:** Las empresas que hagan parte del Sistema Interconectado Nacional deberán cumplir con el reglamento de operación y con los acuerdos adoptados para la operación del mismo. En caso contrario se someterán a las sanciones previstas en ésta ley.

- Flechas de mecanismos: son las resoluciones CREG de generación que son necesarias para el desarrollo de la actividad.

4.6.3 Representación del modelo de generación. Para la ubicación en el nivel de importancia de las cajas de los diagramas **A1**, **A2** y **A3** se realiza un análisis de cada una de las operaciones, apoyada en los boletines expedidos por ISA ESP e información generada por las empresas prestadoras de servicios de generación de energía eléctrica.

A continuación se procede a justificar la importancia de cada operación en el factor que pertenece, en cuanto a su regulación y los aspectos que puedan afectar al usuario final.

- **Ingresos**

En la actividad de generación, existen operaciones de recaudo para las plantas que les permite obtener sus ingresos vendiendo energía, ya sea al mercado mayorista o directamente al usuario final. Pero el inconveniente presente en este aspecto es el desconocimiento tanto en los niveles de energía a producir como en el precio de venta al cual se va a vender. Es por ello que se hace necesario conocer el manejo de aquellos mecanismos relevantes presentes en esta actividad para la asignación de los precios de la energía de acuerdo con los diferentes usuarios.

*Transacciones en Bolsa de energía*

Para el funcionamiento de la bolsa de energía se requiere de condiciones que establezcan oferta, demanda y despacho de energía, la oferta es el ofrecimiento de precios de las cantidades de energía que se determina como el precio más alto en cada

una de las horas en las que se realizan las ofertas<sup>19</sup> de los generadores; la demanda está relacionada con las necesidades de consumo de los agentes que suministrarán la energía a los sectores residenciales, comerciales e industriales; y por despacho se establecen las cantidades de energía que cada planta generadora debe producir para suplir la demanda de energía para cada hora de consumo.

Debido a su naturaleza, el precio marginal (que se obtiene de igualar las disponibilidades y ofertas de precios con la demanda) presenta fluctuaciones diarias, lo que se traduce en una alta volatilidad. Esta situación no siempre es deseada por los agentes, que prefieren que sus ingresos/ egresos sean más estables, positivos y predecibles en el tiempo.

### *Contratos bilaterales*

Los contratos bilaterales son contratos financieros entre comercializadores y generadores, no son contratos de entrega física. El precio de la energía en los contratos bilaterales se negocia entre las partes y puede ser fijo o estar atado a diferentes variables como la tasa de cambio o el precio de la energía en bolsa.

En un mercado competitivo como el Colombiano, los precios en los contratos bilaterales se utilizan para estabilizar el precio de energía, debido a que tienden a reflejar el valor esperado de los precios en la bolsa y manejar el riesgo de un precio muy volátil que es explicada por el alto componente hidráulico de los recursos de generación, por el precio del dólar y por la variabilidad de la demanda. Es importante conocer la forma como se llevan a cabo las transacciones de estos contratos porque difieren al tratarse de usuarios finales diferentes, como lo son el usuario regulado y el no regulado, para su cálculo se presentan procesos distintos que son realizados por los agentes del mercado y las entidades de regulación vinculadas a este mercado.

---

<sup>19</sup> Actualmente las ofertas son realizadas por día.

### *Cargo por capacidad<sup>20</sup>*

Dadas las características de la producción de energía, como la imposibilidad de almacenamiento y la poca elasticidad del precio en el corto plazo, se hace necesario la implementación de un mecanismo que garantice la suficiencia del sistema, como la capacidad de responder de manera adecuada los requerimientos de la demanda en el largo plazo y así favorecer los ingresos de aquellas plantas con la estructura adecuada para reducir el problema de disponibilidad de energía.

### *Fórmula tarifaria*

De acuerdo con la fórmula del costo unitario, los ingresos correspondientes al componente de generación (G) se manejan mediante los promedios de compras de la empresa y de transacciones en el Mercado Mayorista. Con esto se pretende valorar la eficiencia con que las empresas compran su propia energía. Para que la fórmula tarifaria se lleve correctamente a los usuarios regulados, se deben adoptar unos principios para trasladar el costo de generación a los usuarios finales.

### *Transacciones internacionales*

Estas transacciones están enmarcadas en la Decisión de la Comunidad Andina de Naciones CAN 536 de diciembre 18 de 2002. Se determinan por oferta de los coordinadores de la operación de los sistemas nacionales, de acuerdo con parámetros preestablecidos, el intercambio de electricidad con otros países ha permitido identificar ventajas para los generadores: mejores estándares de confiabilidad y seguridad del mercado, como también la reducción de costos de inversión y de gastos operativos y de mantenimiento, debido a la optimización de la operación conjunta de los recursos de generación y transmisión.

---

<sup>20</sup> Actualmente llamado cargo por confiabilidad

### *Precios de oferta*

Los generadores que hacen parte del mercado mayorista de electricidad, deben presentar ofertas del precio de la energía a la bolsa considerando los costos variables de generación en los que esperan incurrir. Los precios de energía son muy importantes para el desarrollo del mercado mayorista y minorista del sector eléctrico, por ende las decisiones que tome el Gobierno y las acciones que realicen los agentes generadores sobre este aspecto, estarán reflejadas en el consumo de los usuarios finales. Es necesario el requerimiento de vigilancia y control con el objeto de verificar que las empresas participantes del mercado de energía mayorista estén cumpliendo con la regulación.

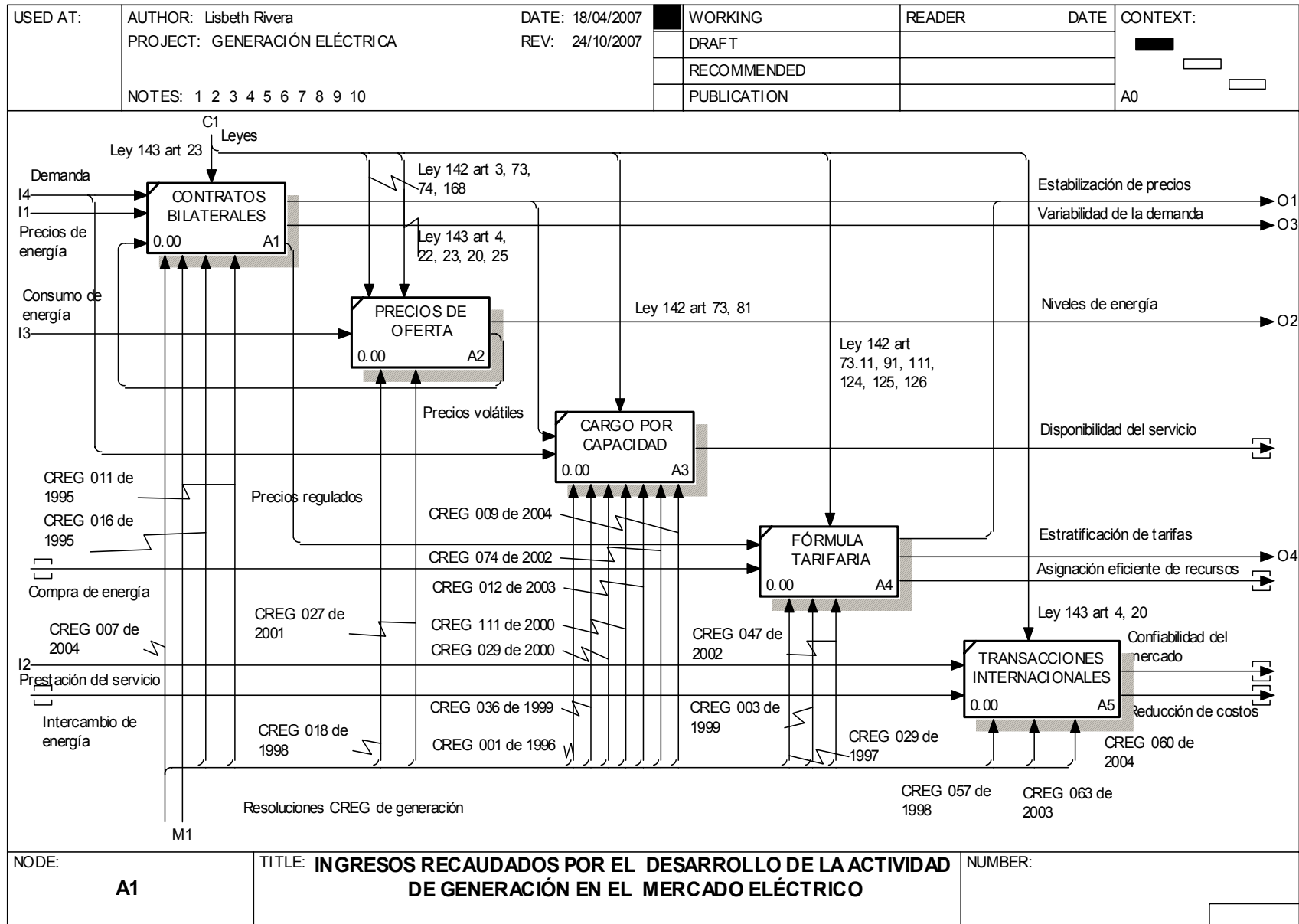


Figura 13. Diagrama A1 de ingresos de la actividad de generación

- **Análisis del modelo de ingresos de generación**

En el modelo de ingresos de la actividad de generación, se concluye que 5 de las operaciones son relevantes debido a la importancia que tienen para el aspecto regulatorio. Estos permiten dar respuesta al comportamiento que se ha venido presentando -el periodo en estudio- en los ingresos de la parte productiva de energía eléctrica Colombiana. En la representación gráfica se ubican las cajas de la más importante a la menos relevante para la regulación del mercado eléctrico.

- Dos de los ingresos principales del mercado eléctrico, son los recaudados por la venta de energía a los comercializadores y demás usuarios en los contratos bilaterales y las que son transadas en la bolsa de energía. Allí se busca remunerar su inversión y obtener la rentabilidad que esperan de sus negocios, dado que es el escenario donde normalmente se transa el mayor porcentaje de la energía del país, aproximadamente el 75%, además de que podían participar en la asignación del Cargo por Capacidad.
- La regulación en cuanto a estas actividades, no ha impedido que las ventas de electricidad por parte de los generadores sean libres y que el precio sea determinado por el libre juego del mercado. Esto incentiva que todos los generadores de electricidad participen en la bolsa de energía. Sin embargo, debido a la imposibilidad de almacenar la energía eléctrica, su oferta tiene una estructura altamente inelástica, y por lo tanto la capacidad de reacción ante choques de demanda de corto plazo es muy limitada, es allí donde se presenta la volatilidad de precios que se transan en la bolsa.
- La cantidad de energía comercializada a través de la bolsa no ha resultado significativa (En 1995 representaron el 2% del total de energía comercializada en la industria). En 1998, tal porcentaje equivalió al 8% de las transacciones realizadas (ISA, 1999.), una posible explicación a esta situación es que los comercializadores actúan de una manera prevenida ante las variables que pueden afectar el suministro

de energía eléctrica, razón por la que prefieren asegurarse con contratos bilaterales de largo plazo.

- El cargo por capacidad, actualmente cargo por confiabilidad, busca garantizar la disponibilidad de una oferta eficiente de energía eléctrica, que abastece la demanda en el Sistema Interconectado Nacional SIN. Esto se hace mediante un mecanismo de remuneración de los generadores que contribuyen a la confiabilidad del sistema, bajo criterios de eficiencia y de hidrología crítica. El organismo regulador ha introducido ajustes al método de cálculo del cargo por capacidad aunque garantiza un flujo mínimo de ingresos a aquellos generadores con disponibilidad de potencia firme al sistema, el objetivo fundamental es reflejar señales necesarias para la sostenibilidad del Sistema Interconectado Nacional a largo plazo, la confiabilidad y la prestación eficiente del servicio público domiciliario de electricidad.
- En cuanto a las tarifas que establece el organismo regulador y que son aplicables a los usuarios finales regulados han sido orientadas con los siguientes criterios<sup>21</sup>:

*Eficiencia económica:* se entiende que el régimen de tarifas procurará que éstas se aproximen a lo que serían los precios de un mercado competitivo, garantizándose una asignación eficiente de recursos en la economía, manteniendo a la vez el principio de solidaridad y redistribución del ingreso mediante la estratificación de las tarifas.

*Suficiencia financiera:* se entiende que las empresas eficientes tendrán garantizada la recuperación de sus costos de inversión y sus gastos de administración, operación y mantenimiento, con el valor de las ventas de electricidad y el monto de los subsidios que reciban en compensación por atender a usuarios residenciales de menores ingresos.

*Neutralidad:* se entiende que usuarios residenciales de la misma condición socioeconómica o usuarios no-residenciales del servicio de electricidad, según

---

<sup>21</sup> Ley 143 de 1994

niveles de voltaje, se les dará el mismo tratamiento de tarifas y se le aplicarán las mismas contribuciones o subsidios.

*Simplicidad:* se entiende que las tarifas serán diseñadas de tal manera que se facilite su comprensión, aplicación y control.

*Transparencia:* se entiende que el régimen tarifario será explícito y público para todas las partes involucradas en la prestación del servicio, y para los usuarios. Para lograrlo las empresas encargadas de la distribución y/o la comercialización harán públicas y masivas las informaciones sobre las medidas adoptadas por la Comisión de Regulación de Energía y Gas en cuanto a los componentes de costos y cargos que definen la estructura de las tarifas.

Las tarifas de los agentes deben cumplir con los criterios de eficiencia y asegurar una remuneración justa a las empresas eficientes que garanticen su permanencia en el sector y permitan suministrar un servicio con buena calidad.

- Y finalmente, las transacciones internacionales de energía eléctrica ha sido un instrumento importante para aumentar la utilización de la capacidad eléctrica instalada en Colombia, sin embargo el esquema regulatorio ha adaptado reglas solo en aspectos operativos que se presenten con los países miembros de la comunidad andina y con los demás países que desarrollen transacciones internacionales de electricidad de corto plazo con Colombia.

Los beneficios para los países a través de este mecanismo se han manifestado con diversos efectos: optimización de los precios, mayor despacho de energía, reducción de costos para el sistema integrado, mejora en la calidad, incremento en la confiabilidad, entre otros.

### *Diagrama A2*

El diagrama A2 es el segundo nivel de profundidad del diagrama A0, está compuesto por 5 cajas con sus respectivas flechas.

- Caja: las cajas contienen las operaciones de costos desarrolladas por el agente, seleccionadas en el manual de valoración.
- Flechas de entrada y de salida: está conformada por las variables relevantes de las operaciones que conforman las cajas de éste diagrama.
- Flechas de control: está conformada por las leyes que condicionan el desarrollo de cada una de las cajas. A continuación se describe las flechas de control del modelo de costos de la actividad de generación.

### *LEY 143 DE 1994*

**ART 23:** Relacionado con el cumplimiento del objetivo definido en el artículo 20 de la presente ley, la Comisión de Regulación de Energía y Gas con relación al servicio de electricidad tendrá las siguientes funciones generales:

- Crear las condiciones para asegurar la disponibilidad de una oferta energética eficiente, capaz de abastecer la demanda bajo criterios sociales, económicos, ambientales y de viabilidad financiera, promover y preservar la competencia.
- Determinar las condiciones para la liberación gradual del mercado hacia la libre competencia.
- Definir la metodología para el cálculo de las tarifas aplicables a los usuarios regulados del servicio de electricidad. Entre otras.

**ART. 44:** El régimen tarifario para usuarios finales regulados de una misma empresa estará orientado por los criterios de eficiencia económica, suficiencia financiera, neutralidad, solidaridad y redistribución del ingreso, simplicidad y transparencia.

**ART. 47:** En concordancia con lo establecido en el literal h) del artículo 23 y en el artículo 6o. de la presente Ley, aplíquense los factores para establecer el monto de los recursos que los usuarios residenciales de estratos altos y los usuarios no residenciales deben hacer, aportes que no excederán del 20% del costo de prestación del servicio, para subsidiar los consumos de subsistencia de los usuarios residenciales de menores ingresos.

*LEY 142 DE 1994*

**ART. 89:** Aplicación de los criterios de solidaridad y redistribución de ingresos. Las comisiones de regulación exigirán gradualmente a todos quienes prestan servicios públicos que, al cobrar las tarifas que estén en vigencia al promulgarse esta ley, distingan en las facturas entre el valor que corresponde al servicio y el factor que se aplica para dar subsidios a los usuarios de los estratos 1 y 2.

**ART. 90:** Elementos de las fórmulas de tarifas. Sin perjuicio de otras alternativas que puedan definir las comisiones de regulación, podrán incluirse los siguientes cargos.

**LEY 223 DE 1995:** Por la cual se expiden normas sobre racionalización tributaria, liquidación y recaudo del impuesto.

**LEY 286 DE 1996:** Se modifican parcialmente las leyes 142 y 143 de 1994, las empresas de servicios públicos deberán alcanzar progresivamente los límites establecidos en las Leyes 142 y 143 de 1994 y la Ley 223 de 1995 en materia de factores de contribución, tarifas y subsidios en el plazo y con la celeridad que establezca antes del 30 de noviembre de 1996 la respectiva Comisión de Regulación.

- Flechas de mecanismos: son las resoluciones CREG de generación que son necesarias para el desarrollo de la operación.

- **Costos**

Para que las plantas de generación eléctrica cumplan con los objetivos, se hace necesario desarrollar operaciones que permitan cubrir los costos para el mejoramiento de las mismas y facilitar el aumento de la eficiencia productiva.

#### *Subsidios*

Los precios altos de la energía por efecto de la elevada demanda del recurso, ha hecho que la población de menores ingresos no cubra los costos que ella genera. Para el bienestar de estos usuarios se utiliza como mecanismo fundamental, el otorgamiento de subsidios sobre el consumo de los servicios básicos. Sin embargo, la buena distribución de este beneficio debe permitir ingresos suficientes para la oferta y satisfacer en la calidad y costos adecuados para la demanda. El aumento de subsidios para consumo de subsistencia en los estratos bajos implica una carga adicional e importante al presupuesto de la nación, girando recursos en cantidad a las empresas prestadoras del servicio de energía, siendo esta, oportunidad para las empresas, de evitar dificultades financieras que puedan afectar sus resultados y operación.

#### *Contribuciones*

Las contribuciones de solidaridad garantizan la prestación eficiente de los servicios públicos domiciliarios y están relacionadas con los subsidios de energía que reciben los usuarios de los estratos 1, 2 y 3. Esto se debe a que todo usuario industrial y residencial de los estratos 5 y 6 debe pagar un porcentaje para subsidiar los consumos de los estratos bajos.

#### *Garantías Financieras*

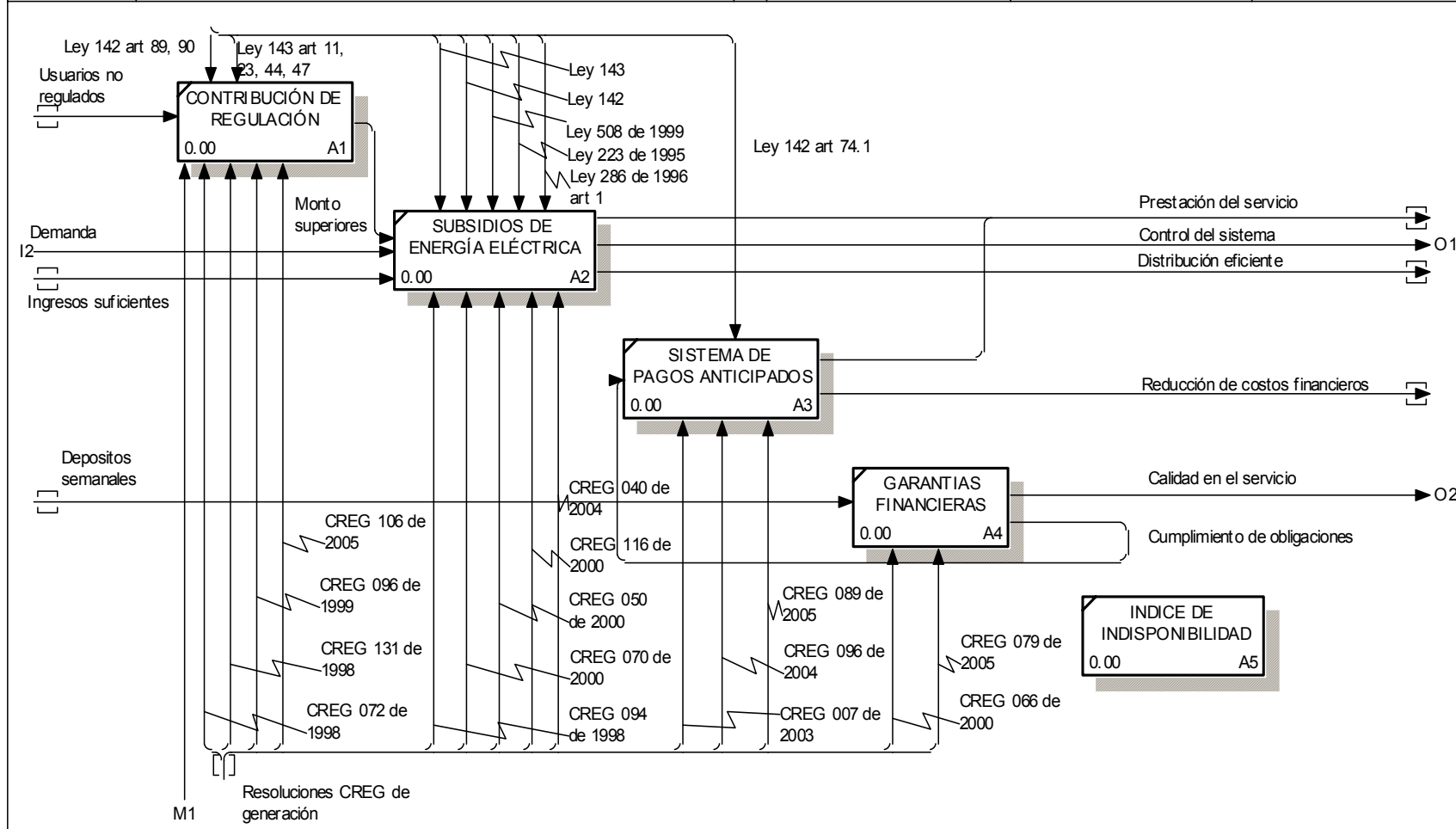
Las garantías existen para asegurar el cumplimiento de las obligaciones de generadores - registrados en el Sistema de Intercambios Comerciales- y comercializadores, por los diferentes conceptos que se derivan de su participación en el Mercado Mayorista, como las transacciones de energía en bolsa, cargos por uso del STN, servicios del Centro

Nacional de Despacho y en general por cualquier concepto que deba ser pagado al ASIC y/o al LAC. Este aspecto es fundamental para asegurar el buen funcionamiento del mercado eléctrico y garantizar la permanencia de cada uno de los agentes que participan en la cadena productiva de electricidad.

#### *Pagos anticipados*

Una ventaja para los usuarios con respecto a estos pagos anticipados es que puedan garantizar el pago de sus operaciones en el Mercado de Energía Mayorista en función de sus ingresos permitiendo de esta forma hacer un seguimiento continuo de su consumo y por ende, racionalizarlo.

USED AT:	AUTHOR: Lisbeth Rivera	DATE: 18/04/2007	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: A0
	PROJECT: GENERACIÓN ELÉCTRICA	REV: 24/10/2007	DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		RECOMMENDED			
			PUBLICATION			



NODE: <b>A2</b>	TITLE: <b>COSTOS PRESENTES POR EL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD DE GENERACIÓN EN EL MERCADO ELÉCTRICO</b>	NUMBER:
--------------------	--	---------

Figura 14. Diagrama A2 costos de la actividad de generación

- ***Análisis del modelo de costos de generación***

Para el ente regulador la importancia del desarrollo de las 4 actividades de costos de generación se hace inminente con respecto a su comportamiento en el mercado, debido al número de resoluciones expedidas en cuanto a estas actividades. La caja de índice de indisponibilidad queda inactiva debido a la falta de resoluciones relevantes para el análisis.

- En las contribuciones de solidaridad, creadas fundamentalmente por la ley de servicios públicos domiciliarios, se establece que los estratos residenciales 5 y 6, los industriales y comerciales están destinados exclusivamente para subsidiar los consumos de los estratos 1, 2 y 3 en cuantías no superiores al 50%, 40% y 15% de cada estrato respectivamente.
- La regulación señala en la Ley 142 de 1994 los subsidios que la nación, los departamentos y las entidades descentralizadas pueden conceder a los consumos básicos de los usuarios de estratos bajos (1, 2 y 3). La base para la aplicación de los factores de subsidios en los servicios públicos domiciliarios está definida por la estratificación socioeconómica, que permite que el otorgamiento de los subsidios sean bien distribuidos.
- En cuanto a las transacciones que se realizan entre generadores y comercializadores por la compra y venta de energía eléctrica existe un riesgo relacionado con el incumplimiento de los pagos asociados a la realización de estas actividades. El mercado Colombiano definió los mecanismos donde los agentes tienen la obligación de constituir garantías financieras mensuales o efectuar depósitos semanales a favor del Administrador del Sistema de Intercambios Comerciales ASIC con la finalidad de asegurar el cumplimiento de las obligaciones que surjan a cargo de los agentes generadores y comercializadores que participan en el mercado mayorista y así facilitar el desempeño de los agentes en dicho mercado.
- El agente puede realizar pagos anticipados mediante depósitos como garantía por las transacciones realizadas en el mismo. El depósito es una suma de dinero que debe

consignar el agente en una cuenta definida para cada uno de ellos, por el Administrador del SIC. Adicional a lo anterior, el ente regulador, ha diseñado el mecanismo de depósitos semanales, que reducen los costos financieros de los agentes.

### **Diagrama A3**

El diagrama A3 es el tercer nivel de profundidad del diagrama A0, está compuesto por 5 cajas con sus respectivas flechas.

- Caja: las cajas contienen las actividades de operación desarrolladas por el agente, seleccionadas en el manual de valoración.
- Flechas de entrada y de salida: está conformada por las variables relevantes de las operaciones que conforman las cajas de éste diagrama.
- Flechas de control: está conformada por las leyes que condicionan el desarrollo de cada una de las cajas. A continuación se describe las flechas de control del modelo de operación de la actividad de generación.

### **LEY 143 DE 1994**

**ART 23:** Relacionado con el cumplimiento del objetivo definido en el artículo 20 de la presente ley, la Comisión de Regulación de Energía y Gas con relación al servicio de electricidad tendrá las siguientes funciones generales:

- Crear las condiciones para asegurar la disponibilidad de una oferta energética eficiente, capaz de abastecer la demanda bajo criterios sociales, económicos, ambientales y de viabilidad financiera, promover y preservar la competencia.
- Determinar las condiciones para la liberación gradual del mercado hacia la libre competencia.
- Definir la metodología para el cálculo de las tarifas aplicables a los usuarios regulados del servicio de electricidad. Entre otras.

**Art. 33:** La operación del sistema interconectado se hará procurando atender la demanda en forma confiable, segura y con calidad del servicio mediante la utilización de los recursos disponibles en forma económica y conveniente para el país.

**Art. 41:** La Comisión de Regulación de Energía y Gas definirá la metodología del cálculo y aprobará las tarifas por el acceso y uso de las redes del sistema interconectado nacional y el procedimiento para hacer efectivo su pago.

*LEY 142 DE 1994*

**ART 74.1:** Relacionado con el ejercicio de las actividades de los sectores de energía y gas combustible para asegurar la disponibilidad de una oferta energética eficiente, propiciar la competencia en el sector de minas y energía y proponer la adopción de las medidas necesarias para impedir abusos de posición dominante y buscar la liberación gradual de los mercados hacia la libre competencia.

**ART 91:** Para establecer las fórmulas de tarifas se calculará por separado, cuando sea posible, una fórmula para cada una de las diversas etapas del servicio.

**ART 127:** Antes de doce meses de la fecha prevista para que termine la vigencia de las fórmulas tarifarias, la comisión deberá poner en conocimiento de las empresas de servicios públicos las bases sobre las cuales efectuará el estudio para determinar las fórmulas del período siguiente.

- Flechas de mecanismos: son las resoluciones CREG de generación que son necesarias para el desarrollo de la actividad.

- **Operación**

Mediante las plantas hidráulicas y térmicas conectadas al Sistema Interconectado Nacional, la actividad de generación eléctrica provee energía a todo el país, pero debe abstenerse de operar directamente debido al esquema competitivo del mercado. La evolución del consumo de energía en el país ha sido el resultado de la expansión de la actividad productiva, del crecimiento de la población y del grado de urbanización; es por ello que las empresas generadoras hacen uso de sus operaciones y/o actividades para satisfacer la demanda, pero esta operación debe ser coordinada tanto por razones económicas como por razones de seguridad para el abastecimiento de energía que requiere la demanda.

#### *Fronteras comerciales*

Son fronteras comerciales en el mercado mayorista, el punto de conexión de generadores y comercializadores a las redes del Sistema de Transmisión Nacional, a los Sistemas de Transmisión Regional o a los Sistemas de Distribución local. Esta frontera solo define el punto de medición pero no la responsabilidad por las pérdidas en los sistemas de transmisión y distribución. Por lo tanto, cada agente participante del mercado mayorista puede tener uno o más puntos de frontera comercial<sup>22</sup>.

Al iniciar la operación de una frontera comercial se deben definir los equipos de medida y equipos de comunicaciones, cumpliendo con las normas establecidas por el Reglamento de Distribución para su correcto funcionamiento. De esta forma, ellos pueden realizar el envío de la información de las transacciones de energía eléctrica en todas las fronteras comerciales por parte de los agentes hacia el Centro Nacional de Despacho CND; quienes realizan los procesos de liquidación y facturación de transacciones del Mercado Mayorista. La transmisión de esta información es el aspecto importante en el análisis de esta actividad.

---

<sup>22</sup> CREG-024 de 1995, Artículo 9.

### *Despacho económico horario*

El programa de generación o despacho está conformado por la potencia que cada una de las plantas hidráulicas y unidades térmicas debe generar en cada hora. El programa para las 24 horas del día es elaborado por el Centro Nacional de Despacho CND y enviado a los agentes generadores antes de las 14:45 horas para su aplicación al día siguiente.

Este programa diario de los recursos de generación del Sistema Interconectado Nacional SIN se realiza para atender la demanda a menor precio, con calidad, seguridad y confiabilidad.

### *Nivel mínimo de embalse*

El objetivo del nivel mínimo de embalse es alcanzar suficiente almacenamiento de agua en el sistema para la estación de verano. Para determinar este nivel deben definir la contingencia hidrológica contra la cual debe protegerse el sistema, eventos externos como el fenómeno del Niño en donde las fuertes sequías colocan en peligro las obligaciones y el abastecimiento de energía a los usuarios.

Dependiendo de la criticidad de la hidrología se interviene el precio de oferta cuando el nivel de un embalse se encuentra debajo de su nivel mínimo operativo y por tanto será el más costoso del sistema y el último en ser despachado. Esta intervención permite asegurar un nivel de reservas que respalde el cubrimiento de la demanda con adecuada confiabilidad, aún en condiciones extremas de bajos caudales.

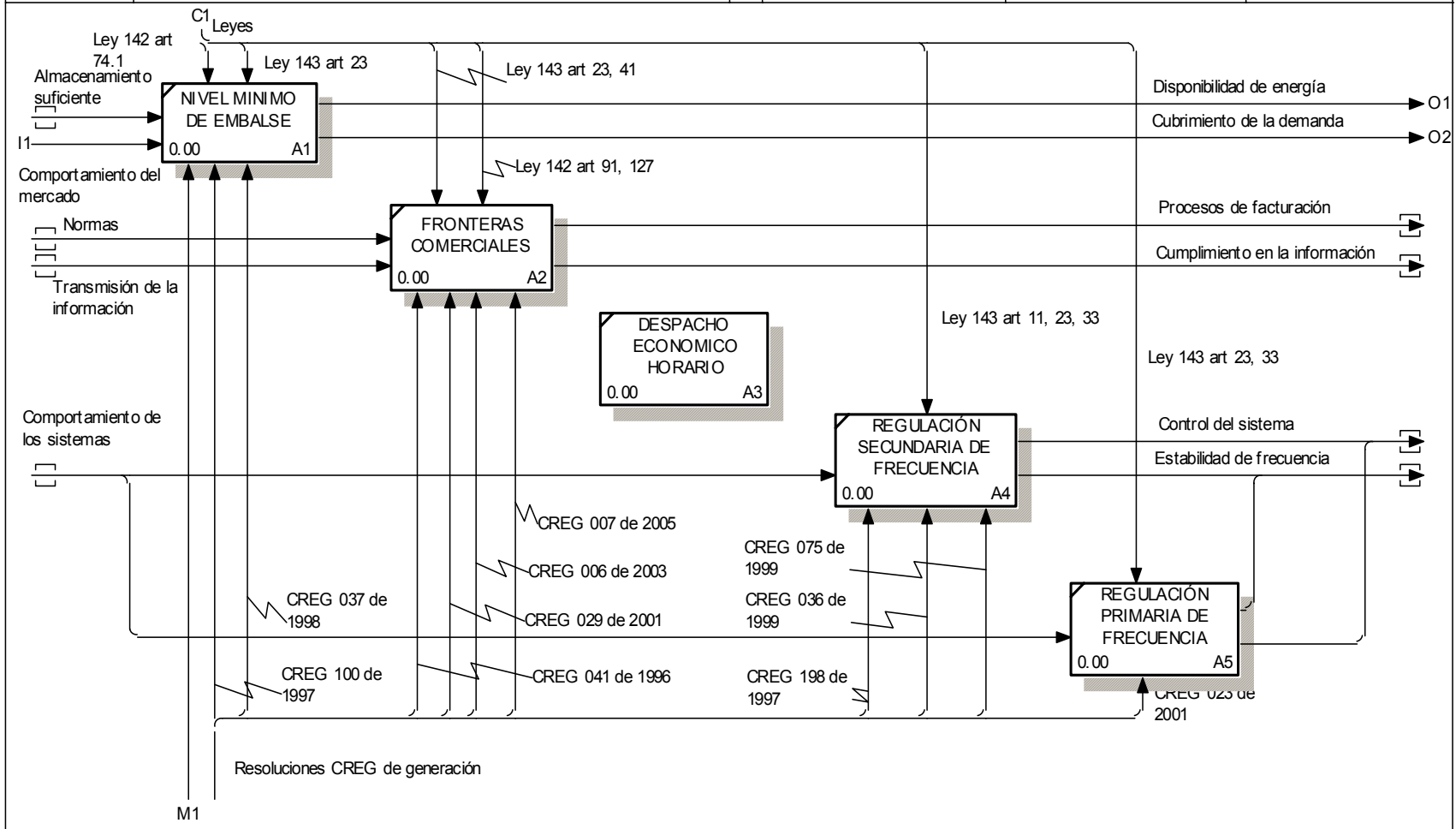
### *Regulación de frecuencia*

Se conoce como regulación de frecuencia los mecanismos de control y previsión de la generación para corregir y mantener estable la frecuencia del sistema ante cualquier anomalía en las cargas o en la generación.

El principal problema para mantener estable la frecuencia es el comportamiento aleatorio de las cargas que hace que las potencias demandadas no sean continuas y que haya continuas interferencias tanto en tensión como en la frecuencia.

La regulación de frecuencia ha adquirido una vital importancia en los servicios eléctricos, ya que la estabilidad de la frecuencia contribuye a lograr un mayor control del sistema y evita problemas con la transmisión de potencia activa.

USED AT:	AUTHOR: Lisbeth Rivera	DATE: 18/04/2007	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: A0
	PROJECT: GENERACIÓN ELÉCTRICA	REV: 24/10/2007	DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		RECOMMENDED			
			PUBLICATION			



NODE: <b>A3</b>	TITLE: <b>OPERACIÓN REALIZADA POR LA ACTIVIDAD DE GENERACIÓN EN EL MERCADO ELÉCTRICO</b>	NUMBER:
--------------------	---	---------

Figura 15. Diagrama A3 operación de la actividad de generación

- **Análisis del modelo de operación de generación**

Se concluye que 4 de las operaciones son relevantes debido a la cantidad de información regulatoria para el sector. La caja de despacho económico horario queda inactiva debido a la falta de resoluciones relevantes para el análisis.

- En cuanto a la intervención de los embalses según la regulación, consiste en fijar restricciones a las oferta de los principales generadores hidráulicos del SIN de tal manera que se garantice que su precio resulte más elevado que el del resto de las ofertas no sujetas a intervención; como complemento, el Código de Racionamiento (Resolución CREG 217 de 1997) modificó las reglas de intervención de los embalses mediante la resolución 215 de 1997, de esta forma se armonizan las señales económicas de eventuales racionamientos de energía, con las reservas energéticas mínimas de los embalses del sistema.

Así, por medio de esta regulación preventiva se limita la respuesta de la oferta a las señales de precios para prevenir un futuro aumento del precio mayorista de la electricidad.

- La regulación actualiza las normas a aplicar sobre el registro de las fronteras comerciales, suministro y reporte de información, y liquidación de transacciones comerciales, en el Mercado de Energía Mayorista, la norma con mayor importancia hace referencia a una fecha límite para el reporte de modificaciones en las mediciones que se efectúan en las fronteras comerciales<sup>23</sup>.
- Con la aplicación de esta norma los agentes cuentan con reglas claras que les permiten realizar de una forma más libre y oportuna el conjunto de procesos involucrados en la operación y facturación de las transacciones del Mercado Mayorista de Energía. Asimismo, señala que cada agente debe contar con sistemas de medición y comunicación para envío de información al ASIC para el proceso de evaluación de las transacciones contando con:

---

<sup>23</sup> Resolución CREG 041 de 1996

*Sistema de medición comercial*, destinado a la medición, registro y transmisión de la información necesaria para la liquidación de las transacciones comerciales en el mercado mayorista.

Un *sistema de comunicaciones* que soporta al sistema de medición comercial, conteniendo enlaces de voz y datos<sup>24</sup>.

Estos sistemas deben cumplir con las condiciones técnicas especificadas y con los métodos alternativos de respaldo definidos en el Código de Redes.

- Con respecto a la regulación de frecuencia, la sincronización de los generadores es uno de los elementos principales para mantener la frecuencia. Si un generador varía su frecuencia, esto repercutirá seriamente en el sistema.

En un sistema existen distintos tipos de regulación de frecuencia:

- Regulación primaria de frecuencia: es la variación automática, mediante el gobernador de velocidad, de la potencia entregada por la unidad de generación como respuesta a cambios de frecuencia en el sistema.

La regulación primaria de frecuencia no se remunera en el sistema Colombiano, pero si deriva en un servicio que es de carácter obligatorio por parte de los generadores.

- Regulación secundaria de frecuencia: Ajuste automático o manual de la potencia del generador para restablecer la frecuencia nominal del sistema y los intercambios internacionales programados.

- El consejo nacional de operación CNO y el centro nacional de despacho CND remiten un estudio técnico que considerando los criterios de calidad y confiabilidad en la operación del SIN muestra la viabilidad de esquemas alternativos que permitan el ingreso de nuevos agentes que incrementen la oferta de AGC y optimicen la prestación del mismo dentro de la operación del SIN.

---

<sup>24</sup> Resolución 024 de 1995

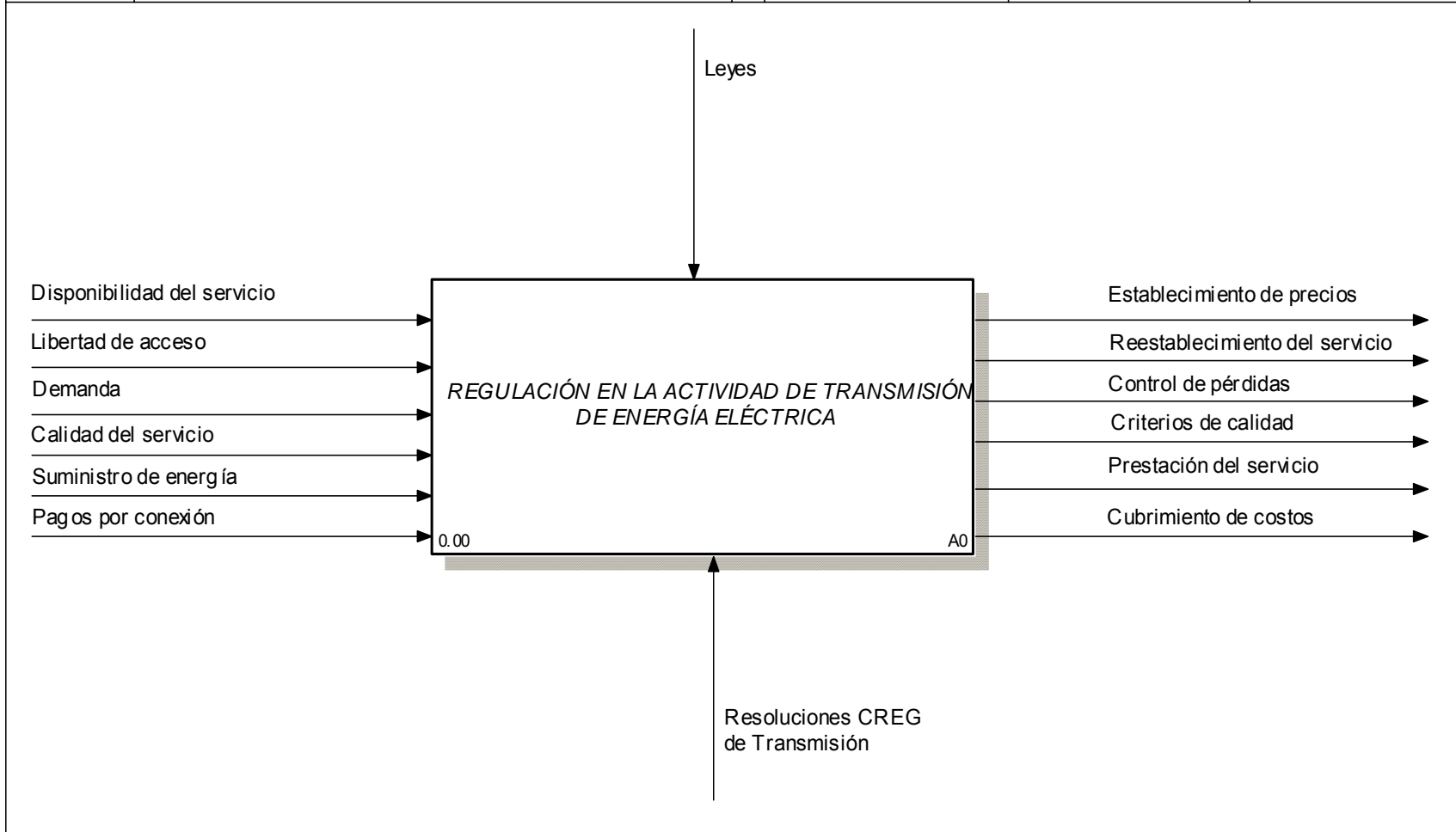
- ***Selección de los elementos IDEF-0 para la actividad de Transmisión***

La construcción del modelo empieza con la búsqueda de los componentes de la sintaxis de **IDEF-0** representados por las cajas, flechas y diagramas. El diagrama que se desarrolla inicialmente es el *Top level* o *A-0* que consta de una caja única con sus respectivas flechas que representa en forma general el propósito del modelo. El detalle de estos componentes se describe a continuación.

### **Diagrama A-0**

- Caja: está representada por la operación que describe en forma general el modelo de transmisión de energía; actividad en la cual es el objetivo fundamental del modelo.
- Flechas de entrada y de salida: las flechas de entrada y de salida para este diagrama son las variables del mercado eléctrico presentadas en el desarrollo de la actividad de transmisión en forma general.
- Flechas de control: están conformadas por todas las leyes que condiciona el desarrollo de las operaciones planteadas.
- Flechas de mecanismos: de acuerdo a la información obtenida en una etapa anterior en el numeral 4.2, de la información regulatoria, se selecciona los recursos -resoluciones CREG de transmisión- necesarios para el desarrollo de las diferentes operaciones planteadas.

USED AT:	AUTHOR: Lisbeth Rivera	DATE: 21/01/2002	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: <b>TOP</b>
	PROJECT: TRANSMISIÓN ELECTRICA	REV: 23/10/2007	DRAFT			
			RECOMMENDED			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		PUBLICATION			



NODE: <b>A-0</b>	TITLE: <b>REGULACIÓN EN LA ACTIVIDAD DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA</b>	NUMBER:
---------------------	---	---------

Figura 16. Diagrama A-0 regulación de la actividad de transmisión

## Diagrama A0

El diagrama *A0* o diagrama hijo, es el primer nivel de profundidad del modelo de transmisión, está compuesto por tres cajas con sus respectivas flechas.

- Caja: las cajas contienen las actividades que realizan los agentes que son necesarias para el desarrollo de sus servicios, en el principio de la metodología se consideraron 4 actividades: ingresos, costos, operación e inversión, pero en el manual de valoración, generó como resultado la importancia de ingresos, costos y operación para el análisis y el desarrollo de la metodología.

Para la creación de las flechas de los modelos se siguen los siguientes pasos:

- La obtención de aspectos importantes se realiza analizando la información de boletines y noticias generadas por las empresas prestadoras de servicios de transmisión de energía eléctrica y demás empresas que conforman el sector. Debido a la gran cantidad de información se procede a revisar de manera secuencial cada uno de ellos.

- Directamente con los expertos se solicita colaboración de las empresas del sector eléctrico vía e-mail y/o telefónica para encontrar respuestas relacionadas con las situaciones relevantes que se han presentado en el sector.

- Flechas de entrada y flechas de salida: las flechas de entrada están conformadas por las variables relevantes de cada una de las operaciones que conforman la caja y las flechas de salida, son las variables producto del desarrollo de la operación.
- Flechas de control: son las leyes que condicionan el desarrollo de cada una de las cajas.
- Flechas de mecanismos: son las resoluciones CREG de transmisión que son necesarias para el desarrollo de la actividad.

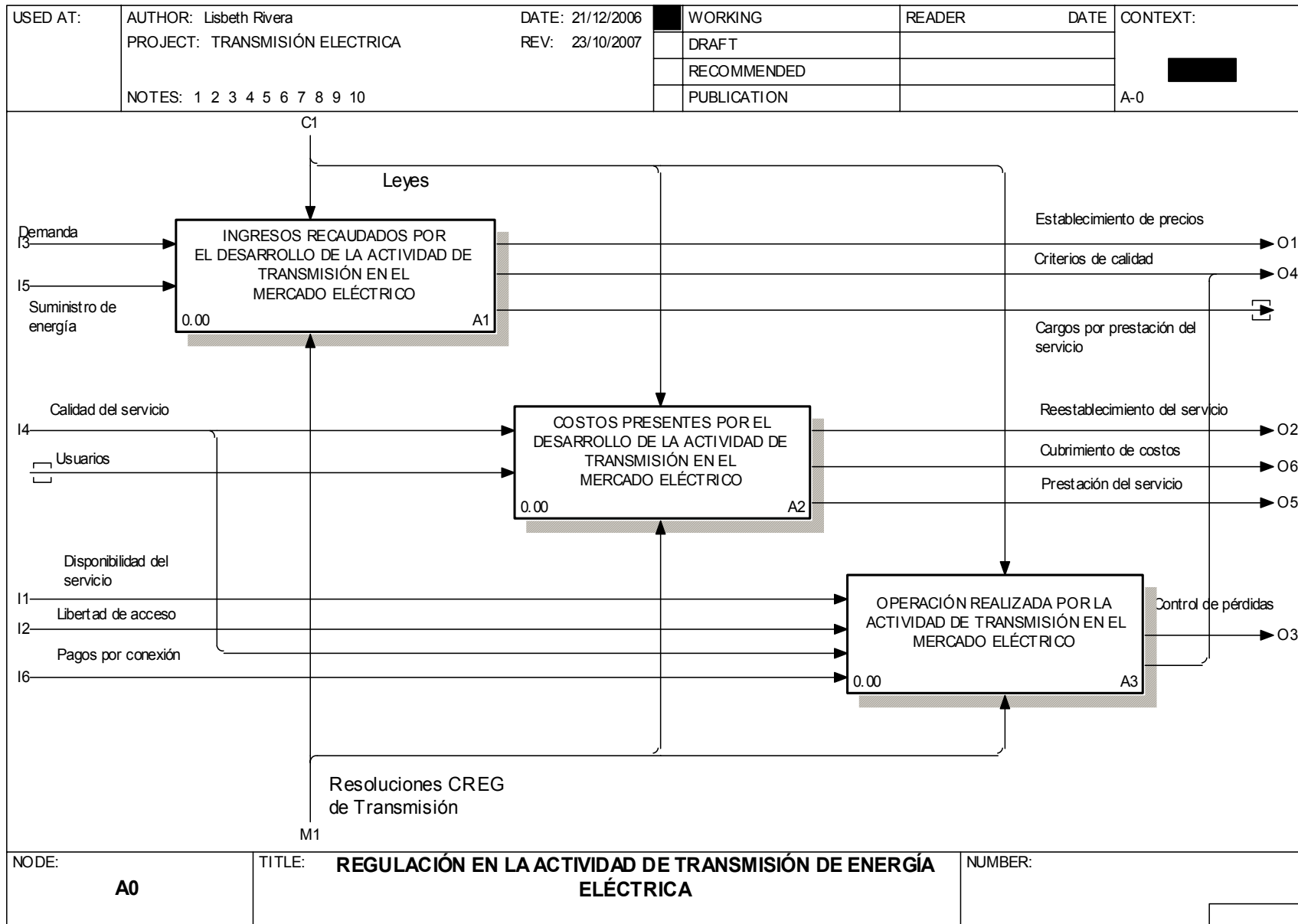


Figura 17. Diagrama A0 regulación en la actividad de transmisión

### **Diagrama A1**

El diagrama A1 es el primer nivel de profundidad del diagrama A0, está compuesto por 4 cajas con sus respectivas flechas.

- Caja: las cajas contienen las operaciones de ingresos desarrolladas por el agente, seleccionadas en el manual de valoración.
- Flechas de entrada y flecha de salida: está conformada por la información relevante de las operaciones que conforman las cajas de éste diagrama.
- Flechas de control: está conformada por las leyes que condicionan el desarrollo de cada una de las cajas. A continuación se describe las flechas de control del modelo de la actividad de transmisión.

### **LEY 143 DE 1994**

**ART 20:** En relación con el sector energético la función de regulación por parte del Estado tendrá como objetivo básico asegurar una adecuada prestación del servicio mediante el aprovechamiento eficiente de los diferentes recursos energéticos, en beneficio del usuario en términos de calidad, oportunidad y costo del servicio.

**ART 23:** Relacionado con el cumplimiento del objetivo definido en el artículo 20 de la presente ley, la Comisión de Regulación de Energía y Gas con relación al servicio de electricidad tendrá las siguientes funciones generales:

- Crear las condiciones para asegurar la disponibilidad de una oferta energética eficiente, capaz de abastecer la demanda bajo criterios sociales, económicos, ambientales y de viabilidad financiera, promover y preservar la competencia.
- Determinar las condiciones para la liberación gradual del mercado hacia la libre competencia.
- Definir la metodología para el cálculo de las tarifas aplicables a los usuarios regulados del servicio de electricidad. Entre otras.

**Art. 32:** Autorízase al Gobierno Nacional para modificar el objeto social de Interconexión Eléctrica S. A., que en lo sucesivo será el de atender la operación y mantenimiento de la red de su propiedad, la expansión de la red nacional de interconexión, la planeación y coordinación de la operación del sistema interconectado nacional y prestar servicios técnicos en actividades relacionadas con su objeto social.

**Art. 39:** Los cargos asociados con el acceso y uso de las redes del sistema interconectado nacional cubrirán, en condiciones óptimas de gestión, los costos de inversión de las redes de interconexión, transmisión y distribución, según los diferentes niveles de tensión, incluido el costo de oportunidad de capital, de administración, operación y mantenimiento, en condiciones adecuadas de calidad y confiabilidad, y de desarrollo sostenible. Estos cargos tendrán en cuenta criterios de viabilidad financiera.

**Art. 40:** Las tarifas por el acceso y uso de las redes del sistema interconectado nacional deben incluir los siguientes cargos:

- a. Un cargo de conexión que cubrirá los costos de la conexión del usuario a la red de interconexión.
- b. Un cargo fijo asociado a los servicios de interconexión.
- c. Un cargo variable, asociado a los servicios de transporte por la red de interconexión.

**Art. 41:** La Comisión de Regulación de Energía y Gas definirá la metodología del cálculo y aprobará las tarifas por el acceso y uso de las redes del sistema interconectado nacional y el procedimiento para hacer efectivo su pago.

#### *LEY 142 DE 1994*

**ART 28:** Relacionado con el derecho que tienen las empresas a construir, operar y modificar sus redes e instalaciones para prestar los servicios públicos, para lo cual cumplirán con los mismos requisitos, y ejercerán las mismas facultades que las leyes y demás normas pertinentes establecen para las entidades oficiales que han estado

encargadas de la prestación de los mismos servicios, y las particulares previstas en esta Ley.

**ART 87:** El régimen tarifario estará orientado por los criterios de eficiencia económica, neutralidad, solidaridad, redistribución, suficiencia financiera, simplicidad y transparencia.

**ART. 90:** Elementos de las fórmulas de tarifas. Sin perjuicio de otras alternativas que puedan definir las comisiones de regulación, podrán incluirse los siguientes cargos. Un cargo por unidad de consumo, que refleje siempre tanto el nivel y la estructura de los costos económicos que varíen con el nivel de consumo como la demanda por el servicio.

**ART 91:** Para establecer las fórmulas de tarifas se calculará por separado, cuando sea posible, una fórmula para cada una de las diversas etapas del servicio.

**ART 126:** Las fórmulas tarifarias tendrán una vigencia de cinco años, salvo que antes haya acuerdo entre la empresa de servicios públicos y la comisión para modificarlas o prorrogarlas por un período igual. Vencido el período de vigencia de las fórmulas tarifarias, continuarán rigiendo mientras la comisión no fije las nuevas.

- Flechas de mecanismos: son las resoluciones CREG de transmisión que son necesarias para el desarrollo de la actividad.
- Flechas de salida: es la información relevante, producto del desarrollo de la actividad.

4.6.4 Representación del modelo de transmisión. Para la ubicación de las cajas de los diagramas A1, A2 y A3 en el nivel de importancia se realiza un análisis de cada una de las operaciones.

A continuación se procede a justificar la importancia de cada operación en el factor que pertenece, en cuanto a su regulación y los aspectos que puedan afectar al usuario final.

- **Ingresos**

La actividad de transmisión es un servicio regulado. Las operaciones de recaudo de esta actividad son limitadas y determinadas por la CREG mediante una metodología para determinar el ingreso de cada uno de los transmisores del STN, en función de la cantidad de activos que cada uno tiene.

*Cargos por uso*

Los cargos por uso remunerar al transportador por la infraestructura eléctrica que necesitan para llevar el suministro de la energía desde la salida del STN hasta el usuario. Los transportadores de energía llevan a cabo sus actividades de acuerdo con el establecimiento de una metodología para calcular y actualizar los cargos por uso del STN, que les permite a generadores y comercializadores hacer buen uso de este servicio.

*Transacciones internacionales*

Las exportaciones que realice un generador o comercializador pagarán cargos por Uso del STN de acuerdo con la energía realmente exportada y según la zona para comercializadores en donde se encuentre la frontera de la línea de interconexión internacional. Si las exportaciones fueren realizadas por más de un generador o comercializador, la exportación de energía medida se prorateará entre las partes, según el contrato de venta de cada agente.

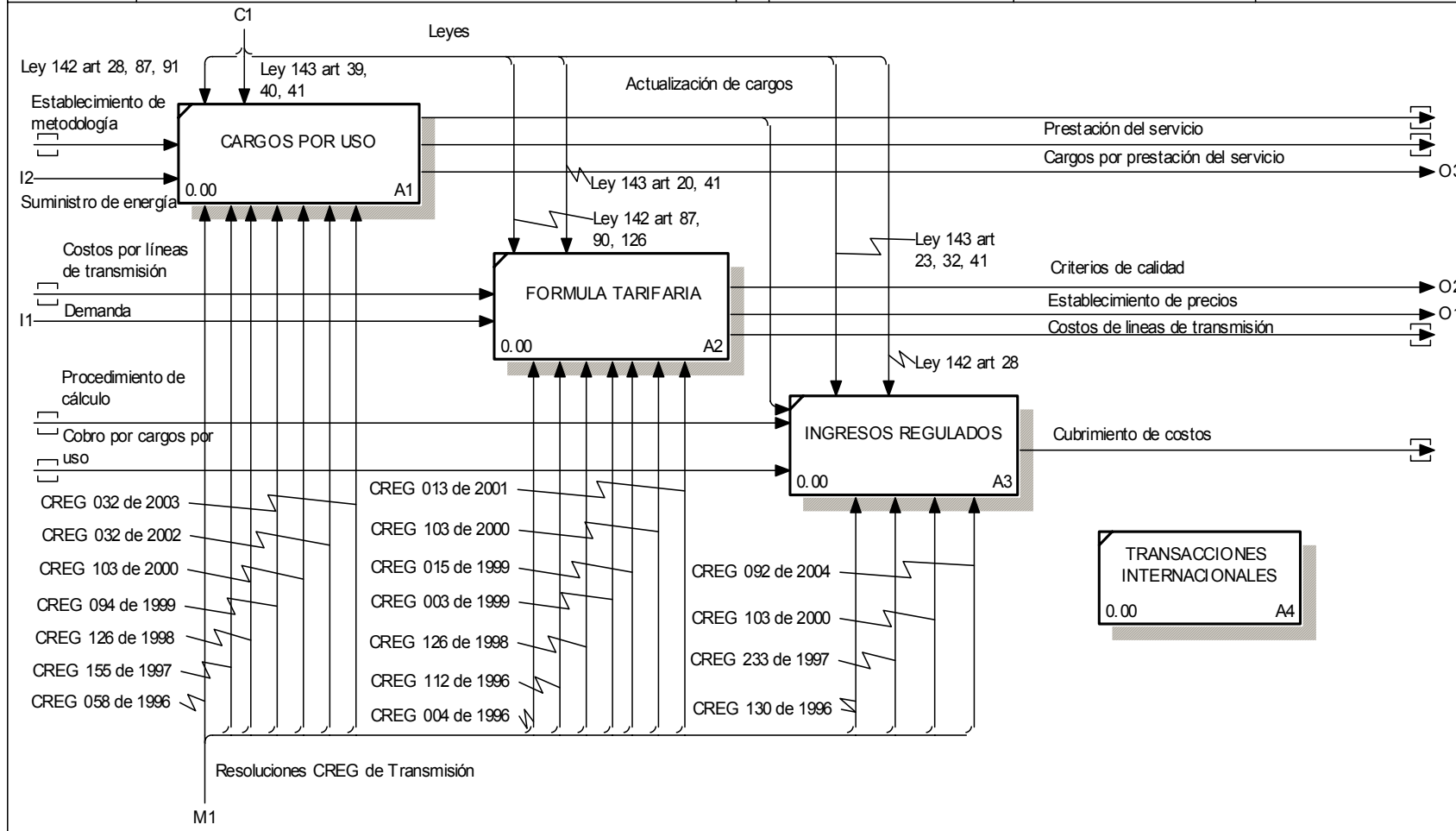
*Formula tarifaria*

El componente T de la fórmula tarifaria, corresponde actualmente al costo promedio por uso del Sistema de Transmisión Nacional con que se paga el transporte o transmisión nacional de la energía, esto es, los costos de las líneas de transmisión, los transformadores y las subestaciones necesarias para llevar la energía desde las plantas de generación hasta las redes regionales de transmisión. Se determina de acuerdo con los Cargos por Uso del Sistema de Transmisión Nacional definidos por la CREG que deben ser trasladados directamente al usuario.

### *Ingresos regulados*

Los ingresos que provienen de la aplicación de los cargos por uso son regulados como consecuencia de ser una actividad monopólica, su cobro y recaudo a los agentes que acceden a la red se realiza de acuerdo con procedimientos establecidos por la regulación. El ingreso regulado por concepto de uso del STN depende de la suma de los ingresos regulados permitidos para la red existente, y que entran en operación durante el año para el cuál se realiza el cálculo.

USED AT:	AUTHOR: Lisbeth Rivera	DATE: 21/12/2006	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: A0
	PROJECT: TRANSMISIÓN ELECTRICA	REV: 24/10/2007	DRAFT			
			RECOMMENDED			
			PUBLICATION			
NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10						



NODE: <b>A1</b>	TITLE: <b>INGRESOS RECAUDADOS POR EL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD DE TRANSMISIÓN EN EL MERCADO ELÉCTRICO</b>	NUMBER:
--------------------	--	---------

Figura 18. Diagrama A1 ingresos de la actividad de transmisión

- **Análisis del modelo de ingresos de transmisión**

Se concluye que 3 de las operaciones son relevantes debido a la información regulatoria para el sector. Para el ente regulador la importancia del desarrollo de las 3 operaciones de ingresos de transmisión se hace inminente con respecto a su comportamiento en el mercado, debido al número de resoluciones expedidas en cuanto a estas actividades. La caja de transacciones internacionales queda inactiva debido a la falta de resoluciones relevantes para el análisis.

- Los cargos por uso del Sistema de Transmisión Nacional son aplicados de acuerdo con la regulación, a los generadores ya existentes y nuevos, y a los comercializadores existentes y nuevos, utilizando la metodología exigida que les permite calcular los cargos correspondientes a la infraestructura eléctrica requerida para prestar el servicio en una determinada área geográfica y que cuente con conexión física, ya sea al Sistema de Transmisión Nacional, o a otro Sistema de Transmisión Regional y/o Distribución Local.

Dado que el cálculo de los cargos de algunos transportadores depende de los cargos que se aprueben a otros, la Comisión realiza los ajustes correspondientes cuando éstos dependan de los cargos aprobados a otros transportadores. Por ello se hace necesario que las empresas informen a la Comisión, sobre las cantidades de energía recibida en cada nivel de tensión, de cada uno de los transportadores que les prestan el servicio de transporte, correspondientes al último año histórico.

- Por otra parte, en cuanto a los componentes de la fórmula tarifaria que establece el organismo regulador, son orientados por los siguientes criterios<sup>25</sup>.

*Eficiencia económica:* se entiende que el régimen de tarifas procurará que éstas se aproximen a lo que serían los precios de un mercado competitivo, garantizándose una asignación eficiente de recursos en la economía, manteniendo a la vez el principio de solidaridad y redistribución del ingreso mediante la estratificación de las tarifas.

---

<sup>25</sup> Ley 143 de 1994

*Suficiencia financiera:* se entiende que las empresas eficientes tendrán garantizada la recuperación de sus costos de inversión y sus gastos de administración, operación y mantenimiento, con el valor de las ventas de electricidad y el monto de los subsidios que reciban en compensación por atender a usuarios residenciales de menores ingresos.

*Neutralidad:* se entiende que usuarios residenciales de la misma condición socioeconómica o usuarios no-residenciales del servicio de electricidad, según niveles de tensión, se les dará el mismo tratamiento de tarifas y se le aplicarán las mismas contribuciones o subsidios.

*Simplicidad:* se entiende que las tarifas serán diseñadas de tal manera que se facilite su comprensión, aplicación y control.

*Transparencia:* se entiende que el régimen tarifario será explícito y público para todas las partes involucradas en la prestación del servicio, y para los usuarios. Para lograrlo las empresas encargadas de la distribución y/o la comercialización harán públicas y masivas las informaciones sobre las medidas adoptadas por la Comisión de Regulación de Energía y Gas en cuanto a los componentes de costos y cargos que definen la estructura de las tarifas.

Las tarifas de los agentes deben cumplir con los criterios de eficiencia y asegurar una remuneración justa a las empresas eficientes que garanticen su permanencia en el sector y permitan suministrar un servicio con buena calidad.

- Según la regulación, los ingresos regulados por los cargos por uso se realizan de acuerdo con el procedimiento de cálculo definido en la resolución CREG 103 de 2000; relacionado con el ingreso regulado mensual por unidades constructivas. Según lo dispuesto en la regulación, actualmente Interconexión Eléctrica S.A. ESP (ISA), factura y liquida los cargos por uso siguiendo las disposiciones establecidas por la CREG para asegurar el cobro y hacer efectivo el pago de los cargos por uso del Sistema de Transmisión Nacional, y administrar las cuentas que por este concepto se causen a generadores y comercializadores.

El ingreso anual esperado deberá cubrir toda la estructura de costos y de gastos en que incurra en desarrollo de su actividad y en el contexto de las leyes y las reglamentaciones vigentes.

Los generadores y comercializadores pagan el uso del STN en partes iguales, es decir, el 50% del ingreso regulado lo deben pagar los comercializadores de acuerdo con su demanda, localización, cargos zonales y horarios, el 50% restante lo pagan los generadores de acuerdo con la capacidad efectiva instalada de sus plantas, su localización y los cargos zonales para generadores. Los cargos a comercializadores y generadores los aprueba la Comisión de Regulación de Energía y Gas - CREG - en diciembre de cada año.

### ***Diagrama A2***

El diagrama A2 es el segundo nivel de profundidad del diagrama A0, está compuesto por 3 cajas con sus respectivas flechas.

- Caja: las cajas contienen las operaciones de costos desarrolladas por el agente, seleccionadas en el manual de valoración.
- Flechas de entrada y de salida: está conformada por la información relevante de las operaciones que conforman las cajas de éste diagrama.
- Flechas de control: está conformada por las leyes que condicionan el desarrollo de cada una de las cajas. A continuación se describe las flechas de control del modelo de la actividad de transmisión.

### ***LEY 143 DE 1994***

**ART. 20:** En relación con el sector energético la función de regulación por parte del Estado tendrá como objetivo básico asegurar una adecuada prestación del servicio mediante el aprovechamiento eficiente de los diferentes recursos energéticos, en beneficio del usuario en términos de calidad, oportunidad y costo del servicio. Para el logro de este objetivo, promoverá la competencia, creará y preservará las condiciones que la hagan posible.

**ART 22:** Relacionado con los costos del servicio de regulación que serán cubiertos por todas las entidades sometidas a su regulación y el monto total de la contribución no podrá ser superior al 1%, del valor de los gastos de funcionamiento excluyendo los gastos operativos, compras de electricidad, compras de combustibles y peajes, cuando hubiere lugar a ello, de la entidad regulada, incurrido el año anterior a aquel en que se haga el cobro.

**ART 23:** Relacionado con el cumplimiento del objetivo definido en el artículo 20 de la presente ley, la Comisión de Regulación de Energía y Gas con relación al servicio de electricidad tendrá las siguientes funciones generales:

- Crear las condiciones para asegurar la disponibilidad de una oferta energética eficiente, capaz de abastecer la demanda bajo criterios sociales, económicos, ambientales y de viabilidad financiera, promover y preservar la competencia.
- Determinar las condiciones para la liberación gradual del mercado hacia la libre competencia.
- Definir la metodología para el cálculo de las tarifas aplicables a los usuarios regulados del servicio de electricidad. Entre otras.

*LEY 142 DE 1994*

**ART. 22:** Régimen de funcionamiento. Las empresas de servicios públicos debidamente constituidas y organizadas no requieren permiso para desarrollar su objeto social, pero para poder operar deberán obtener de las autoridades competentes, según sea el caso, las concesiones, permisos y licencias de que tratan los artículos 25 y 26 de esta ley, según la naturaleza de sus actividades.

**ART 23:** Relacionado con la igualdad de condiciones en operación de las empresas de servicios públicos en cualquier parte del país, con sujeción a las reglas que rijan en el territorio del correspondiente departamento o municipio.

**ART 85:** Con el fin de recuperar los costos del servicio de regulación que preste cada comisión, y los de control y vigilancia que preste el Superintendente, las entidades sometidas a su regulación, control y vigilancia, estarán sujetas a dos contribuciones, que se liquidarán y pagarán cada año conforme a las siguiente regla:

La tarifa máxima de cada contribución no podrá ser superior al uno por ciento (1%) del valor de los gastos de funcionamiento, asociados al servicio sometido a regulación, de la entidad contribuyente en el año anterior a aquel en el que se haga el cobro, de acuerdo con los estados financieros puestos a disposición de la Superintendencia y de las

comisiones, cada una de las cuales e independientemente y con base en su estudio fijarán la tarifa correspondiente.

**ART. 143:** Verificación del cumplimiento. En todo caso, tanto las empresas como los suscriptores o usuarios podrán exigir la adopción de medidas que faciliten razonablemente verificar la ejecución y cumplimiento del contrato de condiciones uniformes.

- Flechas de mecanismos: son las resoluciones CREG de transmisión que son necesarias para el desarrollo de la actividad.

- **Costos**

La determinación de costos en la actividad de transmisión remueve la explotación eficiente de los recursos energéticos disponibles, los gastos para el mantenimiento de las instalaciones, seguridad entre otros.

#### *Índices de Disponibilidad*

Todo activo asociado al Servicio de Transporte de Energía por el STN que se encuentre fuera de servicio por razones operativas debidas a requerimientos de calidad o confiabilidad calificados por el CND, o como consecuencia de los mantenimientos programados conforme a los procedimientos establecidos para ese efecto por el CND, será considerado en Disponibilidad Programada. Los pasos a seguir generados por el Ente regulador, cuando se presente este caso, son los aspectos importantes para su solución.

#### *Contribuciones*

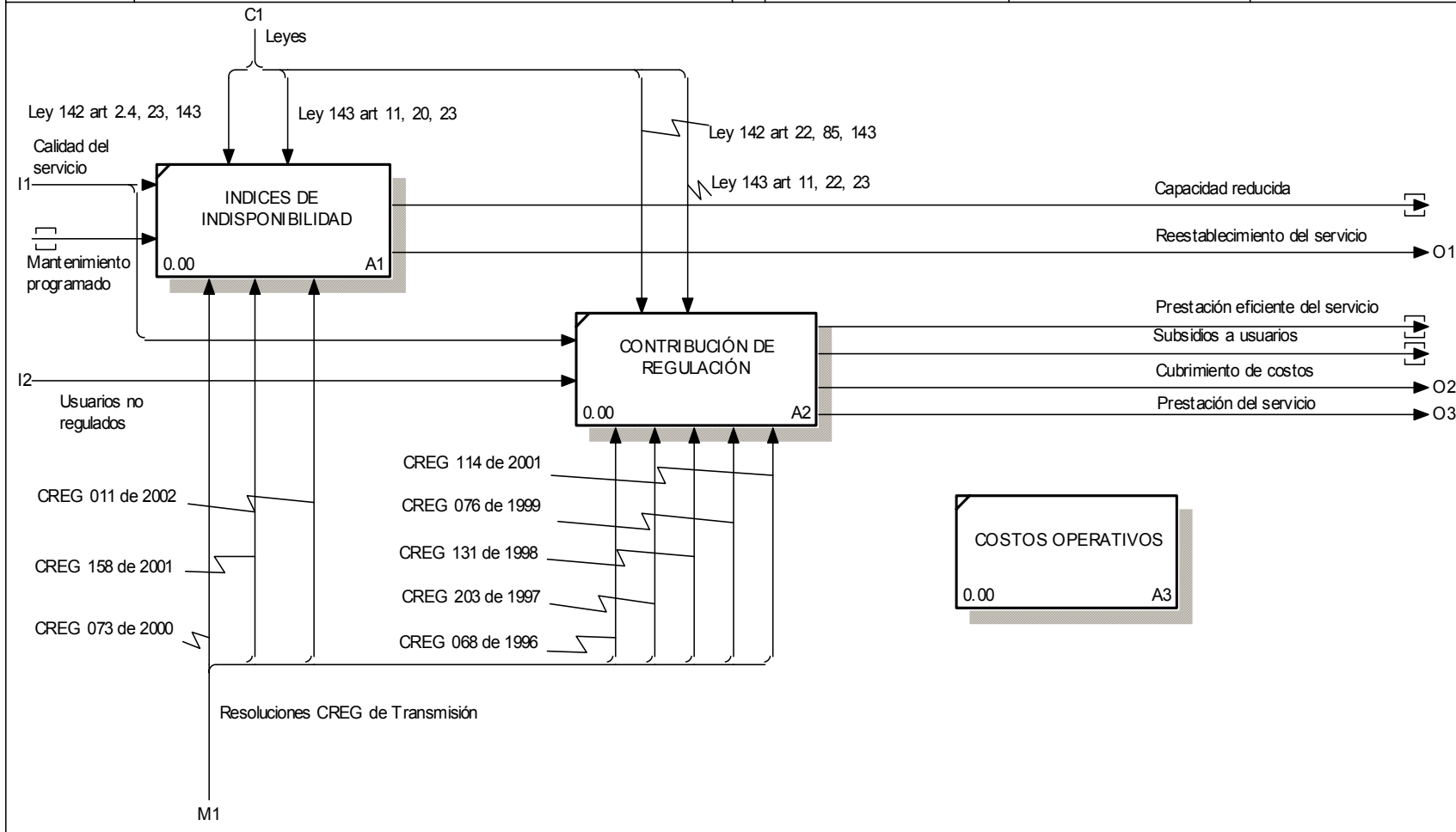
El cálculo del factor de contribución debe ser aplicado por todos los usuarios con mayores ingresos para el cubrimiento de otros que lo requiere y garantizarles la prestación del servicio. La base para el cálculo es establecida por el ente regulador quien proporciona un porcentaje no mayor al 1% del valor de los gastos de funcionamiento, con la exclusión de los factores contemplados en las leyes 142 y 143 de 1994.

La comisión señala el monto de la contribución que se aplica a cada una de las entidades sometidas a regulación cada año de acuerdo con la normatividad vigente.

#### *Costos operativos*

Dentro del Sistema de Transmisión Nacional, están definidos como costos operativos los relacionados con los presupuestos de costos de administración, operación y mantenimiento que deben presentar a la CREG, para el buen funcionamiento de la actividad.

USED AT:	AUTHOR: Lisbeth Rivera	DATE: 10/01/2007	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: A0
	PROJECT: TRANSMISIÓN ELECTRICA	REV: 24/10/2007	DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		RECOMMENDED			
			PUBLICATION			



NODE: <b>A2</b>	TITLE: <b>COSTOS PRESENTES POR EL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD DE TRANSMISIÓN EN EL MERCADO ELÉCTRICO</b>	NUMBER:
--------------------	---	---------

Figura 19. Diagrama A2 costos de la actividad de transmisión

- **Análisis del modelo de costos de transmisión**

- La regulación indica que en cuanto a índices de indisponibilidad, el agente que preste el servicio de conexión al STN o de transporte de energía eléctrica en el STN, afectado por un evento, deberá declarar ante el CND la ocurrencia del mismo. Si el evento tiene una duración de más de tres días a partir de su ocurrencia, el agente tendrá que informar a los usuarios antes de que pasen dos días de la ocurrencia del evento, mediante publicación en un diario que circule en la zona afectada.

Asimismo, el CND deberá establecer conjuntamente con el agente afectado, un plazo máximo razonable para el reestablecimiento del servicio.

- El objetivo de las contribuciones es colaborar con los subsidios de los usuarios que pertenecen a los estratos 1, 2 y 3, por consiguiente el LAC descuenta y factura conjuntamente con la liquidación del ingreso regulado del STN que realizan a cada uno de los transmisores nacionales. La contribución establecida en la resolución CREG 008 de 2003 o en las normas que las adicionen, sustituyan o modifiquen, establece el valor de la contribución que se distribuirá entre los transmisores nacionales conservando la misma proporción utilizada para su facturación.

### **Diagrama A3**

El diagrama A3 es el tercer nivel de profundidad del diagrama A0, está compuesto por 5 cajas con sus respectivas flechas.

- Caja: las cajas contienen las actividades de operación desarrolladas por el agente, seleccionadas en el manual de valoración.
- Flechas de entrada y de salida: está conformada por la información relevante de las operaciones que conforman las cajas de éste diagrama.
- Flechas de control: está conformada por las leyes que condicionan el desarrollo de cada una de las cajas. A continuación se describe las flechas de control del modelo de la actividad de transmisión.

### **LEY 143 DE 1994**

**ART. 20:** En relación con el sector energético la función de regulación por parte del Estado tendrá como objetivo básico asegurar una adecuada prestación del servicio mediante el aprovechamiento eficiente de los diferentes recursos energéticos, en beneficio del usuario en términos de calidad, oportunidad y costo del servicio. Para el logro de este objetivo, promoverá la competencia, creará y preservará las condiciones que la hagan posible.

**ART 23:** Relacionado con el cumplimiento del objetivo definido en el artículo 20 de la presente ley, la Comisión de Regulación de Energía y Gas con relación al servicio de electricidad tendrá las siguientes funciones generales:

- Crear las condiciones para asegurar la disponibilidad de una oferta energética eficiente, capaz de abastecer la demanda bajo criterios sociales, económicos, ambientales y de viabilidad financiera, promover y preservar la competencia.
- Determinar las condiciones para la liberación gradual del mercado hacia la libre competencia.

- Definir la metodología para el cálculo de las tarifas aplicables a los usuarios regulados del servicio de electricidad. Entre otras.

**ART. 33:** La operación del sistema interconectado se hará procurando atender la demanda en forma confiable, segura y con calidad del servicio mediante la utilización de los recursos disponibles en forma económica y conveniente para el país.

*LEY 142 DE 1994*

**ART. 23:** Ámbito territorial de operación. Las empresas de servicios públicos pueden operar en igualdad de condiciones en cualquier parte del país, con sujeción a las reglas que rijan en el territorio del correspondiente departamento o municipio.

**ART 73:** Relacionado con las comisiones de regulación que tienen la función de regular los monopolios en la prestación de los servicios públicos, cuando la competencia no sea, de hecho, posible; y, en los demás casos, la de promover la competencia entre quienes presten servicios públicos, para que las operaciones de los monopolistas o de los competidores sean económicamente eficientes, no impliquen abuso de la posición dominante, y produzcan servicios de calidad.

**ART 87.4:** Por suficiencia financiera se entiende que las fórmulas de tarifas garantizarán la recuperación de los costos y gastos propios de operación, incluyendo la expansión, la reposición y el mantenimiento; permitirán remunerar el patrimonio de los accionistas en la misma forma en la que lo habría remunerado una empresa eficiente en un sector de riesgo comparable; y permitirán utilizar las tecnologías y sistemas administrativos que garanticen la mejor calidad, continuidad y seguridad a sus usuarios.

**ART. 88:** Regulación y libertad de tarifas. Al fijar sus tarifas, las empresas de servicios públicos se someterán al régimen de regulación, el cual podrá incluir las modalidades de libertad regulada y libertad vigilada, o un régimen de libertad.

**ART 125:** Durante el período de vigencia de cada fórmula, las empresas podrán actualizar las tarifas que cobran a sus usuarios aplicando las variaciones en los índices de precios que las fórmulas contienen. Las nuevas tarifas se aplicarán a partir del día quince del mes que corresponda, cada vez que se acumule una variación de, por lo menos, un tres por ciento (3%) en alguno de los índices de precios que considera la fórmula.

**ART 127:** Antes de doce meses de la fecha prevista para que termine la vigencia de las fórmulas tarifarias, la comisión deberá poner en conocimiento de las empresas de servicios públicos las bases sobre las cuales efectuará el estudio para determinar las fórmulas del período siguiente.

**ART. 143:** Verificación del cumplimiento. En todo caso, tanto las empresas como los suscriptores o usuarios podrán exigir la adopción de medidas que faciliten razonablemente verificar la ejecución y cumplimiento del contrato de condiciones uniformes.

- Flechas de mecanismos: son las resoluciones CREG de transmisión que son necesarias para el desarrollo de la actividad.

- **Operación**

La existencia del STN permite prestar el servicio de conexión a generadores y grandes consumidores de energía eléctrica, quienes tienen acceso al STN, ya que les permite transportar grandes bloques de energía eléctrica y sirve de medio físico para el intercambio comercial entre productores y consumidores en el MEM.

*Acceso a redes*

La ley 142 permite que todas las empresas puedan construir, operar y modificar sus redes e instalaciones de transporte de energía eléctrica, pueden operar en igualdad de condiciones en cualquier parte del país.

Los usuarios de este servicio deben realizar el pago por conexión establecido contractualmente entre el agente que solicita un punto de acceso a la red y el transmisor correspondiente. Las reglas mínimas aplicables en la definición de dichos contratos están contenidas en el código de redes mencionado, en el Anexo 1 de la resolución CREG 002 de 1994 y en la resolución CREG 030 de 1996.

*Calidad del servicio*

Para asegurar la prestación del servicio de energía con un alto nivel de eficiencia, calidad, confiabilidad y seguridad, en lo que tiene que ver con el Servicio de Transmisión Nacional, la CREG determinó criterios de calidad exigidos a los diferentes transportadores con el fin de dar garantías mínimas a los usuarios de la electricidad en Colombia, estableciendo criterios de responsabilidad y pagos por incumplimiento en los niveles de compensación por la calidad de los mismos.

*Pérdidas de energía*

Las pérdidas de energía del Sistema de Transmisión Nacional (STN) serán liquidadas y facturadas por el ASIC. La fracción de las pérdidas valorará a precio de bolsa y las restantes al costo promedio de restricciones, que se calculará conforme con lo establecido en el Anexo número 3 de la Resolución CREG 014 de 2004.

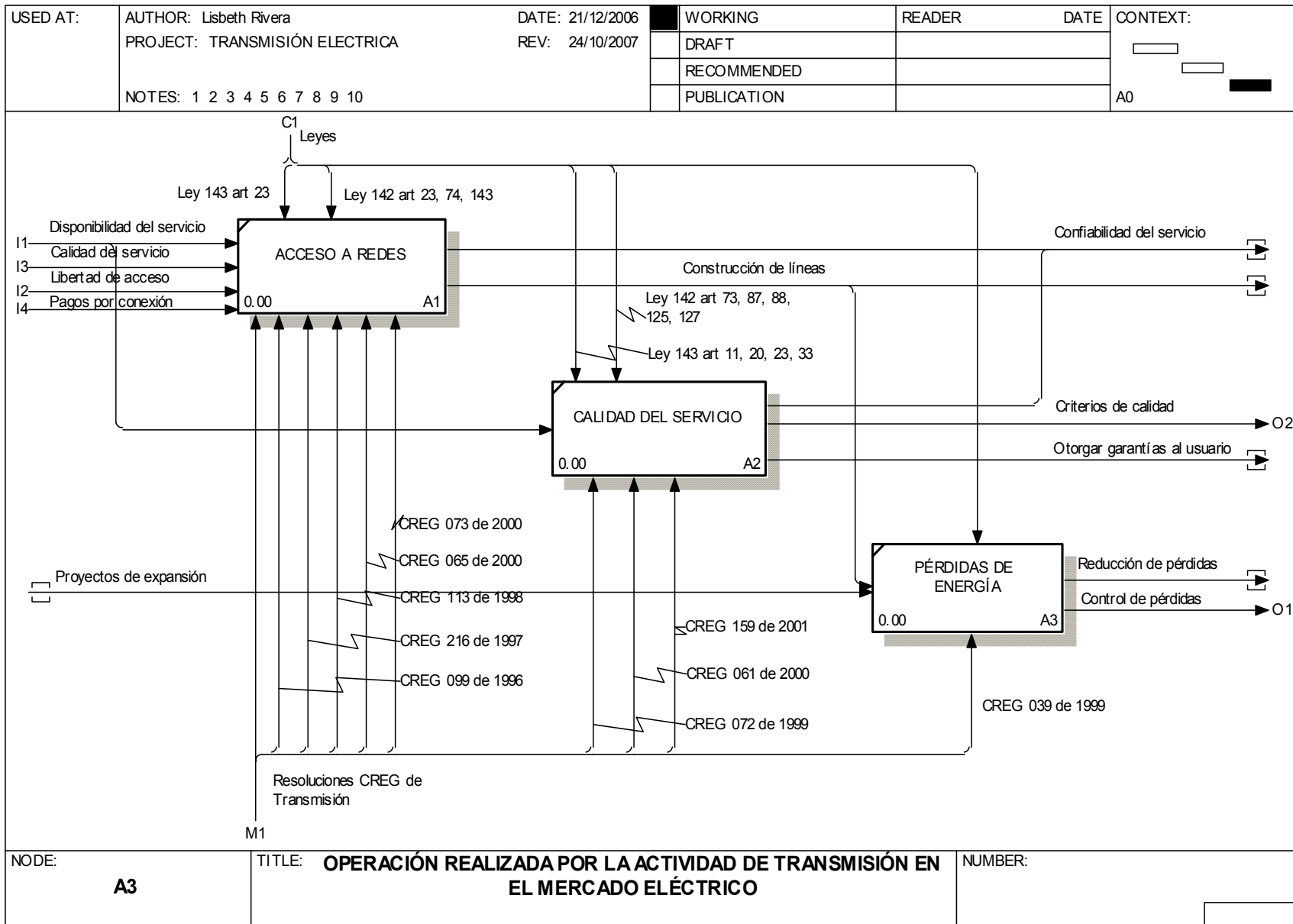


Figura 20. Diagrama A3 operación de la actividad de transmisión

- **Análisis del modelo de operación de transmisión**

- Teniendo en cuenta que la transmisión es una actividad que se caracteriza por ser monopolio natural, debe continuar garantizando el libre acceso a las redes como condición básica para que el mercado en los demás segmentos funcione adecuadamente; es por ello que los transportadores de energía eléctrica permiten el acceso indiscriminado a las redes de su propiedad de cualquier usuario que lo solicite, en las mismas condiciones de confiabilidad, calidad y continuidad establecidas por el ente regulador.

El contrato de conexión es el medio a través del cual se regulan las relaciones de acceso a la red de los sistemas de transporte requeridos. Allí los únicos involucrados son el agente transportador y el que pretende conectarse, para ello la regulación determina reglas claras en las resoluciones CREG 030 y 058 de 1996, como la presentación de las solicitudes al transportador para conectarse al STN e informar a la Unidad de Planeamiento Minero-Energético UPME, su intención de conectarse, entre otros puntos.

- La regulación establece para el STN un esquema de remuneración por regulación de ingreso que debe reflejar la calidad del servicio prestado a los usuarios del SIN y la continuidad de su servicio, y constituye los proyectos que contengan la normatividad que permita aclarar de manera integral la aplicación de las normas de calidad aplicable a los servicios establecidas mediante la resolución CREG 072 de 1999.

## CONCLUSIONES

Para facilitar el análisis, las conclusiones del trabajo de grado se dividen en unas asociadas al mercado de energía eléctrica y otras que pertenecen a la aplicación de la técnica de modelado de procesos IDEF-0.

### ***Mercado de energía eléctrica***

- El marco regulatorio Colombiano en el sector eléctrico considera la creación de incentivos que garanticen el desarrollo eficiente de los agentes del mercado. Es habitual, que al iniciar el año, entre los agentes del sector eléctrico se genere la inquietud de cuál es la regulación que es necesario tener en cuenta, de tal forma que al interior de las empresas se actualice adecuadamente la información, y se puedan realizar análisis con los insumos adecuados y toma de decisiones que estén acordes con el conocimiento actualizado de la reglamentación vigente.
- La elaboración de la investigación se planteó desde el punto de vista de generación y de transmisión, ya que son las actividades dominantes sobre las cuales se reconoce toda la responsabilidad de la confiabilidad del Sistema Interconectado Nacional.
- Los mecanismos regulatorios implementados en el país para las actividades que desarrollan los agentes son expedidas para un solo objetivo: lograr el buen desempeño de las empresas prestadoras del servicio de energía eléctrica y limitar acciones que puedan afectar al usuario final.
- Los resultados generados en esta investigación tiene en cuenta el nivel de regulación de unas actividades con respecto a otras debido a los esfuerzos de mantener la participación de aquellas que aportan beneficios para el sector.
- En lo referente a las operaciones de generación, existe un gran número de actividades que son reguladas para lograr que exista el mayor grado de competencia entre agentes

y por consecuencia, obtener mejores precios de energía para el usuario final. El sector de la generación crece incentivando la participación de agentes privados, interesados en maximizar sus beneficios con la menor inversión posible.

- El modelo de generación eléctrica señala que gran parte de las operaciones que realizan estos agentes son reguladas por la CREG debido a la importancia de la producción de energía en el país y para prevenir la explotación de poder del mercado. Estas operaciones se caracterizan por ajustarse fácilmente al esquema competitivo, razón por la cual el Gobierno, bajo el marco regulatorio Colombiano, debe limitar sus acciones a la introducción de esquemas de competencia, y a controlar alzas excesivas en el precio de la energía.
- El modelo de ingresos de generación señala que las operaciones bajo estudio son completamente reguladas por la CREG, indicando que los ingresos son una actividad relevante para el ente regulador y que motivan la toma de decisiones de inversión privada en generación. Estos marcos regulatorios permiten contar con elementos para el desarrollo de inversión en proyectos de generación con la capacidad suficiente para atender la demanda futura de energía eléctrica en el país.
- El modelo de costos de generación, muestra las operaciones de gran importancia en la regulación en cuanto al tema, señalando las relevantes que se desarrolla en el mercado eléctrico. El regulador se ha enfocado en costos como las contribuciones que tienen que cubrir los usuarios no regulados para ofrecer beneficios a usuarios de menores ingresos para los servicios de energía eléctrica, con el objetivo de mantener y continuar con estos aportes en beneficio a la sociedad, logrando así, el cumplimiento del buen servicio y la ampliación de la cobertura de energía.
- El modelo de operación de generación, muestra el adecuado balance de las actividades que permite el buen funcionamiento de las plantas, logrando de ésta manera, condiciones adecuadas para las empresas prestadoras de este servicio que les permite el ofrecimiento de beneficios a los usuarios finales.

- El modelo de costos de transmisión señala que son pocas las operaciones afectadas por el ente regulador debido a que los ingresos que percibe la actividad de transmisión permiten cubrir los costos que ellas generan, asociados a su buen funcionamiento que son considerados beneficiosos para el usuario final.
- La actividad de transmisión es un factor vital para que la oferta satisfaga eficientemente a la demanda tanto en el corto como en el largo plazo.
- En síntesis, estos diez años han permitido que el sector logre grandes avances en importantes campos como: cobertura, calidad, disponibilidad y crecimiento. Se puede afirmar que la reforma ha cumplido con su objetivo central de garantizar mejor y mayor servicio a los ciudadanos y ha propiciado un ambiente empresarial consolidado. El sector ha alcanzado su maduración y como toda actividad empresarial, tiende a mejorar continuamente en aras de su sostenibilidad a todo nivel y en la confianza de sus clientes.

### ***Técnica de modelado de procesos IDEF-0***

- La técnica de modelado de procesos IDEF-0 no ha sido utilizado para el análisis y seguimiento continuo del mercado de energía eléctrica en Colombia, por lo cual la presente tesis muestra una propuesta innovadora al aplicar la metodología para dicho fin.
- El uso de información secundaria extraída de las páginas *Web* para el desarrollo del trabajo de grado, hace que la aplicación de la metodología se haga económica e interesante para los usuarios del mercado eléctrico.
- La técnica *IDEF-0* proporciona una representación completa y concisa de la integración de las diferentes operaciones realizadas por las actividades de generación y transmisión de energía.
- La estructura jerárquica *top-down* permite a un usuario no especializado entender el funcionamiento del mercado eléctrico a un alto nivel jerárquico.
- La metodología muestra los pasos que se deben seguir durante todo el proceso. Para minimizar la subjetividad del investigador en el momento de seleccionar la información con la cual se realiza el análisis, se utilizó el método de puntos por factor, logrando calificar las operaciones de una manera técnica y de esta forma enfocar los esfuerzos a la información que alcanzaría los objetivos propuestos en la investigación.
- Se concluye que la técnica de modelado de procesos es una herramienta apropiada para el análisis del mercado, que muestra de manera clara la asociación de las actividades u operaciones, teniendo en cuenta sus restricciones y mecanismos necesarios para su desarrollo. Se recomienda su aplicación para análisis posteriores.

## BIBLIOGRAFÍA

BARRERA R., Fernando. MORO, Marta. Aspectos fundamentales de la introducción de competencia en el Mercado Minorista Eléctrico. NERA Economic Consulting. Madrid, Nueva York. 24 de junio de 2005. [citado en noviembre de 2006]. Disponible en Internet: [http://www.creg.gov.co/upload/documentos/050708\\_Elementos\\_Competencia\\_Minorista\\_v2.pdf](http://www.creg.gov.co/upload/documentos/050708_Elementos_Competencia_Minorista_v2.pdf)

CALDERON, Laura Victoria. La competencia en la expansión de la transmisión de electricidad en Colombia. Octubre de 2004. [citado en abril de 2006]. Disponible en Internet: <http://www.uexternado.edu.co/facecono/facultad/Obs.%20colombiano%20de%20energ%C3%ADa/PDF/LAURA%20VICTORIA.pdf>

CHACÓN FORERO, Nayibe. GUTIERREZ GAVIRIA, Mauricio León. Caracterización del mercado de generación y transporte de electricidad en Panamá para inversionistas. Proyecto de grado dirigido por el Ing. Rubén Darío Cruz y codirigido por el Ing. Jorge Felizzola. Bucaramanga, julio 2006, pp, 77-83 [citado en abril de 2007]. Disponible en internet: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/>

COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS [en línea]. [Bogotá, Colombia]. Disponible en Internet <http://www.creg.gov.co>

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Unidad de Infraestructura y Energía. Sector de energía. [documento Sectorial en línea]. Bogotá, D.C. Diciembre de 1999. [citado en abril 12 de 2006]. Disponible en Internet: [http://www.gobant.gov.co/viva/7\\_mesas\\_trab/COMISIONES/POLITICA%20DE%20VIVIENDA%20Y%20GESTION/departamento%20nacional%20de%20planeacion/minas%20y%20energia/Electrico.pdf](http://www.gobant.gov.co/viva/7_mesas_trab/COMISIONES/POLITICA%20DE%20VIVIENDA%20Y%20GESTION/departamento%20nacional%20de%20planeacion/minas%20y%20energia/Electrico.pdf)

FEDERAL INFORMATION PROCESSING ESTÁNDAR PUBLICATION 183. Integration Definition for Function Modeling (IDEF0). National Institute of Standards and Technology. USA. December 1993

GARCÍA MOLINA, Mario. Oportunidades para la exportación de energía a Estados Unidos. [documento en línea]. Centro de Investigaciones para el Desarrollo. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional de Colombia. 1ª Edición. Bogotá, D. C. ISBN 958-701-672-6. mayo de 2006. [citado en octubre de 2006]. Disponible en Internet: <http://www.unal.edu.co>

GARCÍA RENDÓN John Jairo. PÉREZ BOTERO Simón. Regulación y desintegración vertical: Algunas consideraciones para el Sector Eléctrico Colombiano. Medellín, abril 2005, pp. 129- 156. [citado en junio de 2006]. Disponible en Internet: <http://www.eafit.edu.co/NR/rdonlyres/96D94515-3DA2-424F-A189-5A9124087BC9/0/Ecos20No6.pdf>

INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA S.A [en línea]. [Medellín, Colombia]. Disponible en Internet: <http://www.isa.com.co>

LOS EXPERTOS EN MERCADOS. [en línea]. [Medellín, Colombia]. Disponible en Internet [http:// www.xm.com.co](http://www.xm.com.co)

MEDINA FAJARDO, Pablo. URIBE BOTERO, Eduardo. Evolución del servicio de energía eléctrica durante la última década. [documento en línea]. Universidad de los Andes. Bogotá D.C. Marzo de 2005. [citado en noviembre de 2006]. Disponible en Internet: <http://economia.uniandes.edu.co/var/rw/archivos/cede/documentos/d2005-21.pdf>

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. [en línea]. [Bogotá, Colombia]. Disponible en Internet <http://www.minminas.gov.co>

RAMONET, Jaume. Teoría y práctica del modelado de procesos utilizando IDEF-0. [documento en línea]. Barcelona. Junio de 2001. [citado en noviembre de 2006]. Disponible en Internet:

<http://economia.uniandes.edu.co/var/rw/archivos/cede/documentos/>

SANDOVAL, Ana Maria. Archivos de economía. Departamento Nacional de Planeación. Monografía del sector de electricidad y gas colombiano. [Monografía en línea]. Bogotá (Colombia). Dirección de Estudios Económicos. Noviembre 5 de 2004. [Citado en 15 de junio de 2006]. Disponible en Internet:

[http://www.dnp.gov.co/archivos/documentos/DEE\\_Archivos\\_Economia/272\\_Sector\\_electricidad\\_y\\_Gas\\_colombiano.pdf](http://www.dnp.gov.co/archivos/documentos/DEE_Archivos_Economia/272_Sector_electricidad_y_Gas_colombiano.pdf)

SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS. Resolución 001 de 2006 [en línea]. [Bogotá, Colombia]. Disponible en internet <http://basedoc.superservicios.gov.co/basedoc/resoluciones.shtml?x=57774>

UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA UPME. Una visión del mercado eléctrico colombiano. Bogotá D.C. Julio de 2004. [citado en febrero de 2006]. Disponible en Internet:

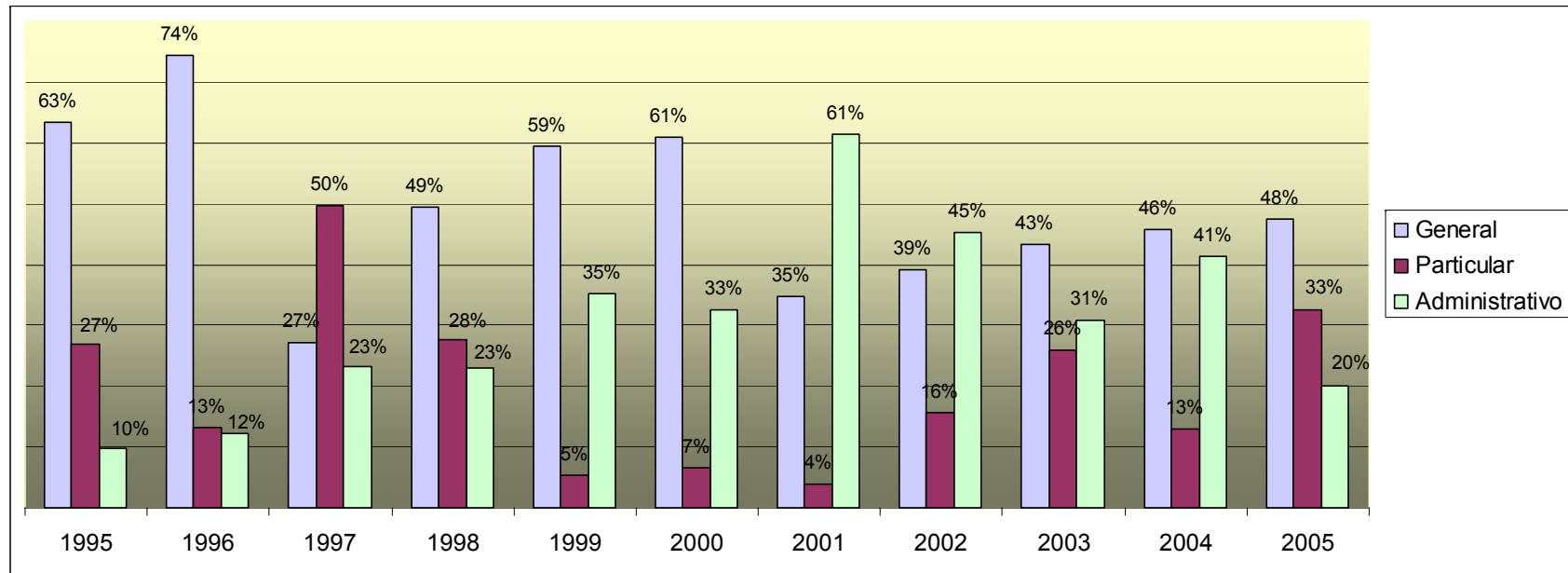
[http://www.upme.gov.co/Docs/Vision\\_Mercado\\_Electrico\\_Colombiano.pdf](http://www.upme.gov.co/Docs/Vision_Mercado_Electrico_Colombiano.pdf)

UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA - UPME. [en línea]. [Bogotá, Colombia]. Disponible en Internet <http://www.upme.gov.co>

WORLD RESOURCES INSTITUTE, NATIONAL INSTITUTE OF PUBLIC FINANCE AND POLITICAL, PRAYAS – PUNE: INITIATIVES IN HEALTH, ENERGY, LEARNING AND PARENTHOOD. The Electricity Governance Toolkit: Benchmarking Best Practice and Promoting Accountability in the Electricity Sector. Febrero de 2005.

## **ANEXOS**

**Anexo A.** Histograma de las resoluciones CREG por año y carácter



**Anexo B. Histograma de las resoluciones CREG por año y por agente**

