

**METODOLOGÍA PARA EL SEGUIMIENTO DEL MERCADO DE ENERGÍA A PARTIR DE  
LA REGULACIÓN.**

**JORGE ALBERTO FELIZZOLA CRUZ**

Ingeniero electricista

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS.  
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES.  
BUCARAMANGA  
2007.

**METODOLOGÍA PARA EL SEGUIMIENTO DEL MERCADO DE ENERGÍA A PARTIR DE  
LA REGULACIÓN.**



**JORGE ALBERTO FELIZZOLA CRUZ**

Trabajo de grado para optar el título de:  
Magíster en Ingeniería Eléctrica.

Director:

**GILBERTO CARRILLO CAICEDO**

Doctor Ingeniero Industrial  
Escuela Superior de Ingenieros Industriales  
Universidad Pontificia Comillas

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECÁNICAS.  
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES.  
BUCARAMANGA  
2007.

## TABLA DE CONTENIDO

PRÓLOGO.....	4
OBJETIVOS.....	4
INTRODUCCIÓN.....	9
PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO.....	9
1. REGULACIÓN EN LOS MERCADOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	13
1.1 CONCEPTO DE REGULACIÓN.....	13
1.1.1 El organismo regulador.....	13
1.2 ORGANIZACIÓN DE LOS MERCADOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	13
1.2.1 Interacción entre el regulador y los agentes.....	14
1.3 REGULACIÓN DEL SECTOR ELÉCTRICO COLOMBIANO.....	15
1.3.1 Transición del sector eléctrico colombiano hacia la competencia.....	15
1.3.2 Organización del mercado de energía eléctrica colombiano.....	16
1.3.3 Marco normativo del sector eléctrico colombiano.....	17
2. INTEGRATION DEFINITION FOR FUNCTION MODELING (IDEF).....	20
2.1 MODELADO ORGANIZACIONAL.....	20
2.2 MODELADO DE PROCESOS.....	21
2.2.1 Técnicas de modelado de procesos.....	22
3. HERRAMIENTA PARA EL ANÁLISIS DEL MERCADO DE ENERGÍA ELÉCTRICA: EL PENSIMELEC (PENTÁGONO PARA EL SEGUIMIENTO DEL MERCADO ELÉCTRICO).....	31
3.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS DE PENSIMELEC.....	32
3.2.1 Operación.....	32
3.2.2 Inversión.....	33
3.2.3 Ingresos.....	33
3.2.4 Costos.....	34
3.2.5 Estructura.....	34
3.3 PENSIMELEC Y SU RELACIÓN CON LAS TÉCNICAS DE MODELADO IDEF0 E IDEF3.....	34
4. “INTELIGENCIA COMPETITIVA” PARA LA MONITORIZACIÓN DE MERCADOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	36
5. METODOLOGÍA PARA LA MONITORIZACIÓN DEL MERCADO A PARTIR DE LA REGULACIÓN (MRM).....	38
6. APLICACIÓN DE MRM AL CASO COLOMBIANO.....	45

APORTES, CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO.....	53
BIBLIOGRAFÍA.....	55
ANEXO A. MODELOS MRM.....	60
ANEXO B. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESOLUCIONES CREG.....	83

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. División Funcional de la Industria Eléctrica.....	12
Tabla 2. Disposiciones de las leyes 142 y 143 de 1994.....	18
Tabla 3. Las funciones del Estado en el nuevo modelo regulatorio.....	18
Tabla 4. Ejemplo de la ficha de Excel® Clasificación.....	46

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema Estructural de la Metodología Propuesta de Monitorización de Mercados de Energía Eléctrica.....	8
Figura 2. Estructura del Mercado de Energía en Colombia.....	14
Figura 3. Unidad funcional del método IDEF.....	20
Figura 4. Ejemplo de Diagramas de IDEF0 .....	21
Figura 5. Símbolos usados por esquemáticos de proceso de IDEF3.....	26
Figura 6. Pentágono de seguimiento del mercado de electricidad (PENSIMELEC).....	28
Figura 7. Matriz de seguimiento de objetivos (MSO) a partir del PENSIMELEC.....	29
Figura 8. Diagrama en IDEF0 de PENSIMELEC.....	32
Figura 9. Diagrama simplificado de la metodología MRM.....	36
Figura 10. Modelo Prekumar & Potter.....	37
Figura 11. Esquema básico de una plantilla Microsoft Visio.....	37
Figura 12. Plantilla All Fusion Process Modeler BPWIN®.....	38
Figura 13. Funciones temáticas por nivel de desagregación IDEF0.....	38
Figura 14. Profundidad de cuatro capas del modelo IDEF0.....	39
Figura 15. Ejemplo de desagregación para la unidad de negocio GENERACIÓN.....	39
Figura 16. Ejemplo de desagregación para la unidad de negocio TRANSMISIÓN.....	40
Figura 17. Ejemplo de desagregación para la unidad de negocio DISTRIBUCIÓN.....	40
Figura 18. Ejemplo de desagregación para la unidad de negocio COMERCIALIZACIÓN.....	40
Figura 19. Esquema de desagregación para cualquier unidad de negocio .....	41
Figura 20. Elementos ICOM del IDEF0 aplicados al modelo construido con MRM.....	41
Figura 21. Diagrama básico de monitorización con IDEF0 (capa I).....	44
Figura 22. Diagrama en IDEF0 de la capa Unidades de Negocio ).....	45
Figura 23. Diagrama IDEF0 de la capa Actividades Relevantes de Generación.....	46
Figura 24. Interfase prototipo NEMo.....	47

## **AGRADECIMIENTOS**

---

Agradezco a Dios por brindarme la oportunidad de conocer a personas tan importantes para mi vida y que con sus consejos y actuaciones me convirtieron en un profesional más capacitado, con otra visión de la existencia y en una mejor persona.

A toda mi familia, a mi papá David, a mi mamá Yadira, a mis hermana Yadira Milena y a mi hermano Oscar Javier, por el apoyo brindado en las buenas y en las malas. A mi novia Claudia Sarith, “la mona”, por las palabras de aliento, por estar siempre a mi lado y por el ejemplo de lucha para alcanzar los objetivos trazados.

A mi compañero de batalla Javier Hernández, de quién aprendí el sentido de la palabra “estrategia” y que resaltaba mis ideas mortales y les daba un nuevo sentido.

Al grupo de investigación en sistemas de energía (GISEL), por brindarme todo el apoyo. Al director del proyecto COLCIENCIAS-XM-CPC, el profesor Rubén Cruz, que confió en nosotros e hizo posible la difusión a nivel internacional de nuestro trabajo. Al profesor Gilberto Carrillo, que me “adoptó” a mitad del camino y con el cual agudicé mi visión de empresa. Al profesor Gabriel Ordoñez, por él estoy contando este cuento. Al profesor Gerardo Latorre por la oportunidad de hacer parte del proyecto.

A Carlos Cárdenas “KK” gerente de GENECOL LTDA, a Carlos Rodríguez “el demente”, a Valdomiro Vega , a los demás “cruels,” Víctor Barrera, Jorge Cormane y a todos mis compañeros de maestría.

## **TITULO**

# **METODOLOGÍA PARA EL SEGUIMIENTO DEL MERCADO DE ENERGÍA A PARTIR DE LA REGULACIÓN\***

## **AUTOR**

Jorge Alberto Felizzola Cruz\*\*

## **PALABRAS CLAVE**

Monitorización de mercados, regulación en mercados eléctricos, seguimiento a mercados, inteligencia competitiva, modelado organizacional.

## **DESCRIPCIÓN**

Los mercados de electricidad han sufrido cambios continuos, encabezados por la regulación que los rige. Cada vez se promulgan nuevas leyes que afectan la configuración del mercado y que los participantes deben analizar cuidadosamente las relaciones que existen entre ellas. Estos cambios no son fáciles de entender y los problemas de toma de decisiones, acerca de la actuación de cada agente, se torna más complejo.

La presente investigación proporciona una estrategia novedosa para la monitorización del mercado de electricidad a través de una metodología denominada MRM, que está basada en Inteligencia Competitiva (IC) y una técnica de modelado organizacional llamada IDEF. El núcleo de MRM es una técnica de Análisis Estructurado de Datos (AED) que permite obtener una visión global del mercado de electricidad, principalmente en el nivel regulatorio. Las Entradas, Salidas, Controles y Mecanismos (ESCM) de cada modelo construido, permiten analizar la interacción de los diferentes mecanismos planteados por la regulación y su coherencia con la ley marco, identificando la necesidad de realizar ajustes en las leyes, para ajustar el comportamiento de los agentes.

Los modelos IDEF fueron diseñados utilizando una herramienta denominada PENSIMELEC. El PENSIMELEC utiliza cinco (5) aspectos principales para analizar el mercado de electricidad (Inversión, Costo, Operación, Ingresos y estructura) y puede ser utilizado para detectar contradicciones o vacíos regulatorios a través de análisis de correlación de los diferentes modelos obtenidos..

---

\* Trabajo de investigación

\*\* Facultad de físico mecánicas. Ingeniería Eléctrica. Dir. Gilberto Carrillo Caicedo.

**TITLE****METHODOLOGY FOR MONITORING THE ENERGY MARKET BASED ON REGULATION\*****AUTHOR**

Jorge Alberto Felizzola Cruz\*\*

**KEYWORDS**

Monitoring markets, electricity market regulation, competitive intelligence, organizational modeling,

**DESCRIPTION**

The Electricity Markets have suffered continuous changes and a very fast evolution head by the regulations that govern them. Every time new laws that affect the market conformation arise and the participants have to analyze very carefully the new relationship between them. These changes are not easy to understand and the decision-making problem grows faster in time.

The present research gives a novel strategy for monitoring the electricity market trough a methodology (MRM) based on Competitive Intelligence and (CI) an organizational modelling technique named IDEF. The core of MRM is a Structured Analysis Data Technique (SADT) which allows the understanding of the whole electricity market, mainly the regulation level. The Inputs, Outputs, Control and Mechanism (ICOM) of every model permit to analyze the interaction of the different regulation elements and its alignment with the framework law and the necessities of new laws to adjust the behaviour of the market agents.

The IDEF models were designed using a tool denominated PENSIMELEC. The PENSIMELEC framework uses five (5) aspects to analyze the electricity market (Investment, Cost, Operation, Structure and Incomes) and can be use for detecting contradictions or regulatory holes by making a scan through the different sub models obtained.

---

\* Research work

\*\* Department of physical-mechanics. Electrical Engineering. Dir. Gilberto Carrillo Caicedo.

## PRÓLOGO

---

Las exigentes y dinámicas condiciones que los procesos de reestructuración del sector eléctrico a nivel mundial han impuesto, especialmente al introducir un mayor grado de competitividad y libertad para los agentes, convierten en una necesidad vital, buscar modelos que permitan la monitorización de la evolución de los mercados de energía eléctrica. De esta manera los agentes del sector eléctrico pueden tener disponible información confiable indicando la dirección de evolución del mercado.

En Colombia este hecho ha sido identificado desde hace ya bastante tiempo por Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P. (ISA), que luego de su escisión conformó la Compañía de Expertos en Mercados XM S.A. E.S.P.\* que considerando su propósito institucional, decidió apoyar la realización de este proyecto en el marco de la “Convocatoria para Proyectos de Investigación COLCIENCIAS–ISA 2004”. Esta Convocatoria hace parte de la “Estrategia para el Fortalecimiento de la Investigación y la Sostenibilidad del Sector Eléctrico Colombiano” en donde el Centro de Productividad y Competitividad del Oriente (CPC-Oriente) y la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones (E<sup>3</sup>T) de la Universidad Industrial de Santander (UIS) encontraron una oportunidad de desarrollar sinergia y contribuir en el diseño de metodologías de seguimiento y monitorización de mercados de energía eléctrica.

Teniendo en cuenta que el proceso de monitorización de mercados debe ser estructurado y organizado de manera que brinde de forma continua información veraz y oportuna, el proyecto del cual hacer parte el presente trabajo, centró su desarrollo en el concepto de “Inteligencia Competitiva (IC)”. Las características de la IC<sup>†</sup> permiten definir una metodología con la que se puede establecer un ciclo continuo de búsqueda y análisis de información del mercado de energía eléctrica, afín con las necesidades de los agentes interesados.

Acorde con los propósitos establecidos para los “Proyectos de Desarrollo Tecnológico”, en este trabajo se desarrolló una nueva aplicación para el concepto de IC, para ciertas técnicas de modelado organizacional (e.g. IDEF – “Integration Definition for Function Modeling”) contribuyendo a la apropiación de éstas para el desarrollo de una metodología para la monitorización o seguimiento de mercados de energía eléctrica.

---

\* XM es una empresa del Grupo ISA que presta servicios integrales de operación, administración y desarrollo de mercados mayoristas de energía eléctrica.

† Analizar el entorno siempre ha sido un paso fundamental en el proceso de toma de decisiones en cualquier tipo de organización. La gran dinámica del entorno actual de los mercados de energía eléctrica, hace que “vigilar” el entorno sea cada vez de mayor importancia. Desde este punto de vista la “vigilancia” se define como “la búsqueda, detección, análisis y comunicación (a los directivos de la empresa) de informaciones orientadas a la toma de decisiones sobre amenazas y oportunidades externas” (Ashton y Klavans, 1997). Recientemente el concepto de Vigilancia o Monitoreo tiende a quedar integrado dentro de la denominada Inteligencia Competitiva (IC), definida como: “Conocimiento generado a partir del análisis resultante de la integración de información sobre el entorno de la organización, que está disponible lícitamente”. Según otra definición (Bernhardt, 1994) la IC es “un proceso analítico que transforma datos desagregados de los competidores, industria y mercado, hacia los conocimientos aplicables a nivel estratégico, relacionados con las capacidades, intenciones, desempeño y posición de los competidores”. De acuerdo a Pere Escorza, “la Inteligencia Competitiva pretende dar un paso más al determinar qué información sobre el entorno es la de mayor valor y que, por lo tanto, es necesario obtener, qué medios utilizar, a quién recurrir, cómo transmitirla y sobre todo cómo generar oportunamente un resultado incorporable a la toma de decisiones de la organización”. Según Stacey, “el propósito principal de un sistema de Inteligencia consiste en generar ideas orientadas a la acción que aprovechen oportunidades para defender, expandir o mejorar el negocio de la empresa”.

Los resultados obtenidos en este trabajo brindan un mecanismo para mejorar la competitividad del sector eléctrico a partir del desarrollo de una metodología de monitorización que involucra diferentes técnicas para el tratamiento de la información del mercado. Entonces, la información procesada y depurada resultante de la utilización de la metodología propuesta, puede ser utilizada de manera más efectiva en el proceso de toma de decisiones por parte de los agentes del mercado. Asimismo, los resultados obtenidos pueden utilizarse como punto de partida para el desarrollo de nuevos proyectos en el área de seguimiento de mercados con los consecuentes beneficios para todos los participantes del sector eléctrico del país.

Este trabajo ha sido presentado en diversos escenarios nacionales e internacionales, entre los que se destacan:

- Evento Socialización de Proyectos de Investigación de la Compañía de Expertos en Mercados XM (Julio de 2006). Sede Edificio de ISA. Bogotá - Colombia
- Tercer Congreso Internacional de la Región Andina IEEE – ANDESCON (Noviembre de 2006). Hotel La Fontana. Quito - Ecuador
- Décimo Segundo Encuentro Regional Ibero-americano do CIGRÉ (Mayo de 2007). Mercure Grand Hotel International. Foz de Iguaçu – Brasil.
- 19<sup>th</sup> International Conference and Exhibition on Electricity Distribution CIRED (Mayo 2007) Reed Messe Convention Centre. Vienna – Austria.

## OBJETIVOS

---

### Objetivo General

Desarrollar una metodología que permita realizar un seguimiento del mercado de energía eléctrica a partir de la regulación basada en la técnica de modelado de procesos empresariales IDEF0 e IDEF3 (Integration Definition for Function Modeling) para la identificación de variables que faciliten el estudio del mercado a los diferentes grupos de interés.

Objetivo Específico	Resultado Obtenido
Elaborar un modelo de relaciones funcionales de los principales procesos que realizan los agentes del sector eléctrico colombiano con base en la información regulatoria existente.	<p>La metodología de monitorización del mercado de energía eléctrica a partir de la regulación involucra en una de sus etapas la construcción de un modelo mediante las técnicas IDEF.</p> <p>Para la realización del modelo IDEF se seleccionaron los principales procesos involucrados en el sector a través de lo que se denominó PENSIMELEC (Pentágono de Seguimiento del Mercado Eléctrico) que se divide en cinco aspectos a saber: ingresos, costos, operación, inversión y estructura.</p> <p>Además, cada proceso modelado con IDEF se encuentra relacionado con las resoluciones expedidas por el ente regulador para el proceso en cuestión y con la ley (es) marco que dieron origen al esquema actual.</p>

Objetivo Específico	Resultado Obtenido
Implementar una metodología genérica para la búsqueda, la recolección y el tratamiento de la reglamentación de los mercados de energía eléctrica.	La metodología desarrollada, que se denominó MRM, es genérica porque está basada en los lineamientos básicos de la Inteligencia Competitiva como son la búsqueda, recolección, clasificación y tratamiento de cualquier tipo de información.  MRM puede ser aplicada a cualquier país objeto de estudio debido a que los procesos de captura de la información están orientados a la recolección de las resoluciones y leyes expedidas por el ente regulador del mercado y/o el organismo competente, lo que le brinda flexibilidad a la metodología.
Identificar las variables relevantes a través de los mecanismos (resoluciones) propuestos por la CREG para el mercado eléctrico colombiano.	Se define variable como cualquier rasgo, atributo o propiedad que puede cambiar. La regulación en un mercado de energía eléctrica se encuentra en constante cambio. A través de la metodología propuesta las variables son identificadas a través de las entradas/salidas de los procesos en cada uno de los modelos de IDEF0.
Seleccionar los elementos clave de las técnicas de modelamiento empresarial IDEF0 e IDEF3 que puedan ser aplicados al seguimiento de la reglamentación de los mercados de energía eléctrica.	Las dos (2) técnicas de modelado organizacional utilizadas para la construcción del modelo que hace parte de la metodología, tienen como elementos de representación, esquemas sencillos entre los que se destacan las flechas, cajas, UOB's, referencias y links relacionales (para IDEF0 e IDEF3 respectivamente).

## Alcance

Teniendo en cuenta la complejidad del mercado de energía eléctrica y la extensión de los posibles escenarios a estudiar, se definió, en conjunto con la entidad beneficiaria del proyecto (Compañía de Expertos en Mercados XM S.A. E.S.P.) el alcance de la investigación en lo que respecta a la metodología MRM.

Se acordaron entonces los siguientes puntos:

- Se estableció que esta metodología debía basar sus procesos de adquisición de información en fuentes de datos secundarios, disponibles de forma libre en Internet, y los posibles accesos a bases de datos e información facilitada por XM.
- Utilizar como caso de aplicación el mercado de energía eléctrica colombiano.
- Especificar los modelos en papel apoyados con la herramienta BPWIN® de Computer Associates.

## **INTRODUCCIÓN**

---

La presión sobre los agentes del mercado para sobrevivir como empresas rentables y competitivas, exige cada vez más, la toma de decisiones oportunas y acertadas. En este sentido es clave contar con herramientas de monitorización del mercado que proporcionen información confiable y oportuna sobre la cual fundamentar el proceso de toma de decisiones e identificar oportunidades y riesgos. La construcción de tales herramientas empieza con recopilar información actualizada acerca de las políticas y normas que rigen al mercado. Una metodología de seguimiento del mercado que proporcione información de este tipo, puede conllevar a garantizar un campo de juego confiable e imparcial para los agentes participantes al disminuir las asimetrías de información características en este tipo de mercados, y brindar una mayor transparencia, en conjunto con señales de estabilidad para los inversionistas.

Además del soporte para la toma de decisiones, la monitorización de mercados de energía eléctrica permite identificar situaciones y comportamientos anómalos en la interacción de los agentes (generadores, transportadores, distribuidores, comercializadores, operador del sistema y operador del mercado) que van en contravía con los objetivos establecidos por el regulador para el mercado. Tales situaciones se deben a un gran número de causas entre las que se encuentran vacíos regulatorios, ineficiencias del mercado, clima, tasa de cambio, aspectos socio-económicos de la población, ubicación geográfica de la demanda, poder de mercado, estado de la red de transmisión de energía y condiciones técnicas de la infraestructura, entre muchas otras.

Para estudiar la evolución y el comportamiento de un mercado de energía eléctrica se requieren analizar las variables asociadas a dicho mercado. Es necesaria primero la identificación de las entidades que conforman la estructura del mercado y luego el conjunto de variables particulares. A partir de esto, se realiza la compleja tarea de seleccionar las variables más representativas, siendo este uno de los principales problemas a resolver en el proceso de monitorización de mercados de energía eléctrica.

En pocas palabras y desde la perspectiva global de un mercado de energía, una metodología de monitorización es cualquier estrategia que tomando como punto de partida ciertas características del mercado obtenidas del análisis de información (regulatoria en este caso), brinde una visión global sobre el comportamiento de los agentes y las posibles medidas correctivas y preventivas. Además, y desde la perspectiva de cada uno de los agentes participantes del mercado, una metodología de monitorización brinda también información de utilidad para la toma de decisiones y el soporte de procesos de planeación estratégica.

En este proyecto, se plantea una metodología de seguimiento del mercado de energía eléctrica a partir de la regulación.

### **PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO**

A finales de la década de los 80 y principios de los 90, la industria eléctrica mundial empezó a experimentar una profunda reestructuración. En Latinoamérica, esta reestructuración introdujo un ambiente competitivo para la generación de energía, fomentando la eficiencia en la actividad e incentivando la inversión privada necesaria para proyectos de infraestructura eléctrica. Dichos

incentivos vienen dados principalmente por el establecimiento de reglas de juego claras que les permiten a los inversionistas evaluar de forma precisa la eventual rentabilidad de sus inversiones en el sector eléctrico. Sin embargo, debido a que la mayoría de los mercados de energía están aún en proceso de establecimiento y maduración (aumentando y ajustando gradualmente el nivel de competencia en varias de las actividades del sector) se han introducido nuevas reglas que, aunque propendiendo por el perfeccionamiento del mercado, han aumentado el nivel de incertidumbre y dinamismo, haciendo cautelosa la toma de decisiones por parte de los agentes e inversionistas.

En Colombia, y en varios países de Latinoamérica, el cambio a esquemas de mercado abiertos a la competencia es notable a través del gran número de resoluciones, leyes y decretos expedidos por el ente regulador. Tales cambios, llevados a cabo con el ánimo de minimizar vacíos regulatorios y de brindarle eficiencia al mercado, son implementados cuando ya han ocurrido grandes transferencias de dinero no justificadas desde los usuarios a los productores e incluso entre agentes del mercado.

En consecuencia, este proyecto buscó definir una metodología para la monitorización del mercado de energía eléctrica a partir de su elemento más importante – su regulación. La eventual aplicación de la metodología propuesta deberá brindar al ente encargado de dicha tarea, información que le permita visualizar las principales características del mercado vistas desde este enfoque, para que así él sea capaz de diseñar las estrategias que minimicen los comportamientos no deseados de los agentes. Para lograr tal objetivo, se opta por utilizar el modelado organizacional, así como los lineamientos básicos de la inteligencia competitiva, como base conceptual para la construcción de la metodología denominada MRM.

El presente trabajo de investigación fue desarrollado con el apoyo del GISEL (Grupo de Investigación en Sistemas de Energía Eléctrica) de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones (E<sup>3</sup>T) de la Universidad Industrial de Santander (UIS), con el acompañamiento de Centro de Productividad y Competitividad del Oriente (CPC) y de la Compañía de Expertos en Mercados XM en el marco de la “Convocatoria para Proyectos de Investigación COLCIENCIAS-ISA 2004”.

Esquemáticamente, la metodología global de monitorización de mercados de energía eléctrica, de la cual hace parte el presente trabajo, puede visualizarse como se indica en la siguiente figura.



**Figura 1. Esquema Estructural de la Metodología Propuesta de Monitorización de Mercados de Energía Eléctrica**

En este proyecto se presenta una metodología para la monitorización del mercado de energía eléctrica a partir de la regulación, tomando como base los cuatro pilares de la Inteligencia Competitiva (1. Definición del objeto de inteligencia, 2. Búsqueda de información, 3. Análisis de información, 4. Toma de decisiones) y utilizando el concepto de modelado organizacional para representar las relaciones que existen entre los agentes del mercado a través de cinco (5) aspectos fundamentales denominado PENSILEMEC (ingresos, costos, operación, inversión y estructura).

Monitorizar se hace vital ya que los procesos de reestructuración y desregulación de la industria eléctrica, muestran que todavía los mercados se encuentran inmaduros; esto se ve reflejado en el número de resoluciones, leyes y decretos expedidos cada año para regular cada uno de los negocios del sector.

En este orden de ideas, se decide modelar el mercado de energía eléctrica como una “gran empresa”, conformada por cuatro grandes unidades de negocio (generación, transmisión, comercialización y distribución), que desarrollan funciones claramente definidas que causan un impacto diferente y único en el negocio, debido a que sus decisiones dependen de un grupo de reglas expedidas por el ente regulador. La interpretación particular de las reglas de cada agente del mercado de cada unidad de negocio, lo hace actuar de una forma determinada (correcta o incorrectamente) afectando los objetivos supremos del mercado (eficiencia, cobertura, transparencia, estabilidad y viabilidad). Modelar para monitorizar es la conclusión a la que se llega después de este análisis.

El concepto a utilizar es el modelado empresarial. Para modelar es necesario contar con un conocimiento profundo del entorno y utilizar un lenguaje claro y adaptable, que permita generar soluciones particulares para cada agente del mercado (generador, transportador, comercializador y distribuidor).

En un mercado tan importante y sensible como el mercado de energía eléctrica, de vital importancia para el desarrollo económico de un país, se deben seguir los mismos lineamientos de la industria (hacerle seguimiento al producto desde sus insumos hasta el servicio al cliente) dotando al ente experto encargado, de mecanismos que le permitan tomar decisiones acertadas de una manera rápida y eficaz. El seguimiento de los procesos u actividades y de su evolución de forma continua permitirá alertar del buen o mal funcionamiento del sistema, de la organización o de la empresa, a la vez que permite establecer criterios de ajustes y cambios dentro del mismo.

De lo anterior se concluye que todos los mercados de energía eléctrica son susceptibles de ser monitorizados. Sin embargo, los mercados basados en ofertas, como en el caso colombiano, en los cuales los generadores compiten con ofertas y no con costos, necesitan mecanismos de vigilancia especiales para que no utilicen su poder de mercado, trayendo consigo ineficiencias al mercado.

En el mundo, se utilizan diferentes esquemas de monitorización pero todos ellos apuntan a realizar análisis de concordancia de reglas y normas, procedimientos para establecer tarifas, detección de imperfecciones actuales o potenciales y ejercicios de poder de mercado, entre otras.

A continuación se presentan aspectos generales de la regulación que es uno de los elementos claves requeridos para la construcción de MRM.

# **I. REGULACIÓN EN LOS MERCADOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA.**

---

## **I.1 CONCEPTO DE REGULACIÓN**

La regulación ha sido el principal eje de la reforma del sector eléctrico en los países de América latina. El regulador debe estar basado y se ciñe al marco legal que la ley le ha conferido y debe establecer, entre otras actividades, los principios tarifarios para garantizar el buen funcionamiento del mercado.

En ciertos casos, la transformación del sector eléctrico ha traído consigo numerosos beneficios como la reducción de tarifas, un aumento de la cobertura, una mejora en la calidad del servicio y una mayor rentabilidad para los agentes del sector, lo cual significa una mejor eficiencia económica del sistema en general.

Una buena regulación debe crear incentivos para una asignación eficiente de recursos. Según [Mitnick, 1989], la regulación es un proceso necesario para sustituir la competencia cuando sea imposible su creación, y restringir las decisiones económicas cuando existan elementos de monopolio natural.

De esta forma, la regulación consiste en la interferencia, restricción o limitación a la libertad de actuación si y sólo si hay intereses públicos comunes, superiores, que no pueden verse satisfechos por la actuación del mercado. Es un proceso que consiste en la restricción intencional de la elección de actividades y proviene de una entidad transparente e independiente.

### *1.1.1 El organismo regulador.*

El organismo regulador es el encargado de establecer las reglas de comportamiento del mercado eléctrico, con objetividad y transparencia, en beneficio de todos los agentes del mercado y de los consumidores.

Dado su carácter público, este organismo no debe favorecer los intereses de ninguno de los agentes que participan en el mercado eléctrico. En algunos casos, su actividad se complementa con la actuación del gobierno, que establece las leyes, normas, reglas y estándares que deben cumplir el resto de agentes del mercado eléctrico. Este organismo sirve también como órgano consultivo en materia de energía y realiza informes para el desarrollo de la legislación.

La regulación de cada mercado de energía eléctrica influye notablemente en los agentes que actúan en el mismo. Así, las estructuras de los mercados eléctricos varían en gran medida de un país a otro. Cada organismo regulador busca crear mercados eléctricos orientados a satisfacer las necesidades del sistema eléctrico que regulan y, dado que cada país tiene sus propias características, la regulación es distinta.

## **I.2 ORGANIZACIÓN DE LOS MERCADOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA.**

Uno de los elementos claves requeridos para la construcción de una metodología que le permita hacer seguimiento a un mercado de energía eléctrica, es poder entender la organización característica de los mismos. Si los mercados de energía están organizados de una manera específica, entonces la metodología propuesta puede ser aplicada a los diferentes mercados con

muy pocas variaciones. En este aparte se presentan los aspectos relevantes relacionados con este concepto.

Existe una serie de agentes que aparecen en todos los mercados eléctricos y que hacen parte de la cadena de valor del producto energía eléctrica como son los generadores, los transportadores, los comercializadores y los consumidores. Estos agentes son los mismos que existían antes de la desregulación o apertura de los mercados eléctricos. Lo que la apertura logró fue identificar a cada uno de los elementos de la cadena productiva como un negocio particular. Para administrar estos negocios, en la mayoría de los mercados también aparecen el organismo regulador, el operador del sistema y el operador del mercado.

Algunos de los agentes mencionados poseen características propias que hacen difícil la regulación de los mercados. Mientras algunos son potencialmente competitivos (generación y comercialización) otros tienen condiciones de monopolio natural. Los vínculos verticales entre sectores hacen aún más difícil la regulación del mercado.

El mercado, visto como una industria, se suele dividir en 4 sectores funcionales: generación, transmisión, distribución, y comercialización. Esta división se basa en diferencias de función, así como de tecnología de producción y de estructura de costos.

**Tabla 1. División Funcional de la Industria Eléctrica.**

<b>Función</b>	<b>Características Económicas Clave</b>	<b>Implicaciones</b>
<b>Generación</b>	Economías de escala a nivel de planta. Economías de coordinación a nivel de sistema. Complementariedad con la transmisión.	Potencialmente de competencia.
<b>Transmisión</b>	Externalidades en la red. Grandes economías de escala. Economías de integración vertical. Altos costos hundidos.	Potencialmente de monopolio.
<b>Distribución</b>	Altos costos hundidos. Grandes economías de escala.	Potencialmente de monopolio.
<b>Comercialización</b>	Economías de escala limitadas.	Potencialmente de competencia.

Fuente: Adaptado de Competition in Electricity Markets, IEA, 2000.

### *1.2.1 Interacción entre el regulador y los agentes*

Según [Tobón & Valencia, 2003], la regulación es determinante en la estructura de incentivos (oportunidades) que gobierna el comportamiento de los agentes (toma de decisiones) y su interacción con los distintos actores que componen esta industria. Puede entenderse como un juego entre el regulador y unos grupos de interés. En este juego se presentan señales de riesgo e incertidumbre – principalmente en materia regulatoria – que son entendidas como la expedición de nuevas legislaciones, o modificaciones de la misma, que afecten la posición del agente en el mercado o el atractivo del mismo.

Los mercados de América Latina que son relativamente jóvenes, son mercados en transición que hasta la fecha buscan encontrar la manera más transparente, dinámica y justa de adaptarse a las necesidades de cada país a través de constantes cambios en las reglas del juego lo que se traduce, principalmente, en riesgos regulatorios que pueden ser minimizados si se comprende el comportamiento de los agentes - pasado y futuro - ante tales cambios.

Existen diversas maneras de mitigar los riesgos regulatorios [Jamison & Sanford, 2005] que van desde instrumentos institucionales hasta instrumentos financieros y de estrategias administrativas. Los instrumentos financieros son principalmente coberturas de tipo contrato que aseguran, principalmente a los generadores, una entrega de energía pactada con anterioridad y “a prueba de cambios regulatorios”. Los instrumentos institucionales se basan en empoderamiento de las instituciones del sector, otorgándoles mayor autonomía y poder de decisión. Las estrategias administrativas pueden ser entendidas como una serie de herramientas que le permiten al regulador desempeñar sus funciones de una manera más organizada y predecible.

Una metodología como la propuesta, que permita hacer seguimiento al mercado de energía eléctrica, puede ser entendida como una herramienta administrativa que puede ser utilizada por el ente regulador.

### **1.3 REGULACIÓN DEL SECTOR ELÉCTRICO COLOMBIANO**

Los siguientes apartes son tomados de [Felizzola & Chaparro, 2006], quienes realizaron una investigación sobre el desempeño del ente regulador en Colombia y explican de una manera clara y precisa el sector eléctrico colombiano.

El marco de regulación que para el sector eléctrico colombiano entró en vigencia en el año 1994 fue diseñado en circunstancias coyunturales como fue el racionamiento de electricidad que se vivió en el país en los años 1991 y 1992. Debido a razones climáticas que afectaron la capacidad de generación del sistema eléctrico, hubo racionamiento y la economía colombiana se vio afectada. Por ello, la ley buscó disminuir la vulnerabilidad del sistema a cambios climáticos e incentivó la inversión en infraestructura térmica.

Asimismo, el nuevo marco de regulación ha tenido que enfrentar una serie de eventualidades que influyeron de manera importante en el desempeño del mercado y del sector entre las que se destacan la presencia del fenómeno el Niño 1997-1998, el conflicto armado y la recesión económica de los años 1998-1999, y la implantación de nuevos modelos de regulación en otros países.

#### *1.3.1 Transición del sector eléctrico colombiano hacia la competencia.*

La estructura para el suministro de la energía eléctrica en Colombia fue el resultado de un prolongado proceso de intervención del estado que se inició en 1928 con la expedición de la ley 113 que declaró de utilidad pública el aprovechamiento de la fuerza hidráulica. Desde entonces, las compañías estatales mantenían un poder monopólico sobre un área determinada (dado el desarrollo regionalista en el país) y prestaban los servicios de generación, transmisión y distribución, actividades que se encontraban integradas verticalmente.

Más adelante, hacia la primera mitad de la década del 60, el sistema eléctrico colombiano se interconectó y surge la empresa ISA -Interconexión Eléctrica S.A.-, cuya función principal es

permitir el intercambio de energía entre los sistemas regionales. Igualmente, ISA se encargaba de la coordinación del suministro de electricidad, del planeamiento de la expansión del sistema de generación y transmisión, e incluso de la construcción y operación de las nuevas centrales de generación.

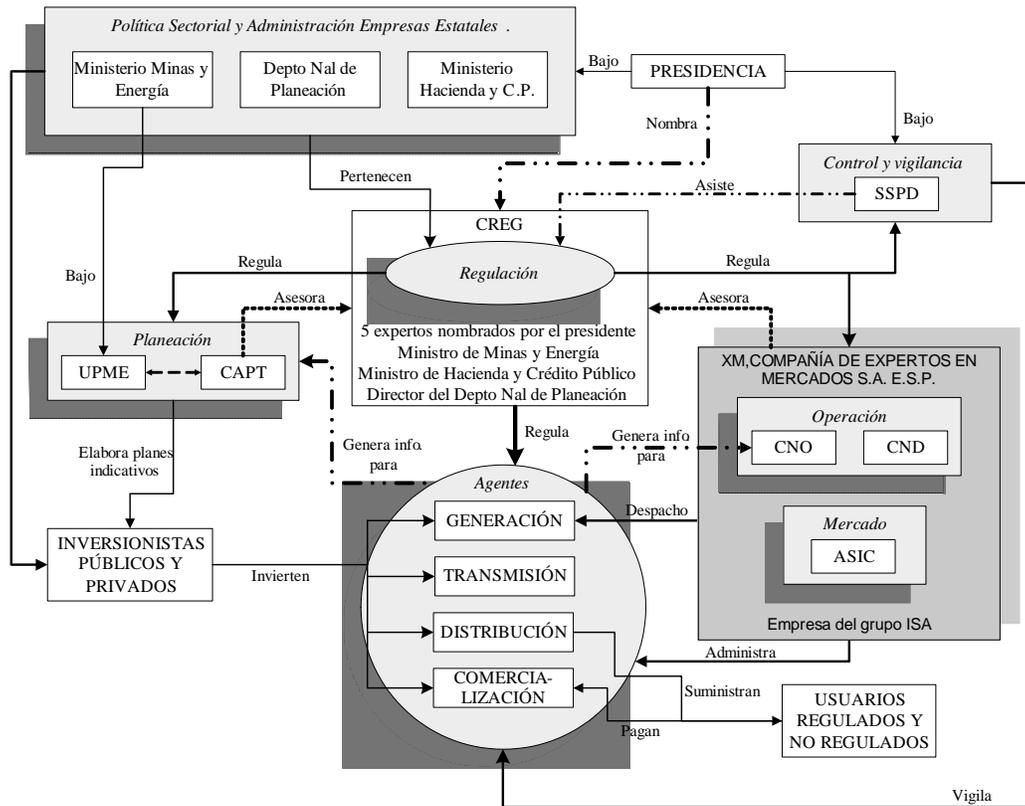
Durante los años 80 el sector eléctrico colombiano estuvo en crisis debido a las múltiples ineficiencias en la planeación, estructuración y coordinación de las entidades del sector, las cuales llevaron al desarrollo de grandes proyectos de generación, localizados en unas zonas reducidas, y con sobrecostos y atrasos considerables, a un subsidio inadecuado de tarifas y a la politización de las empresas estatales, conduciendo finalmente a que el sector se convirtiera en una gran carga para el Estado. Además, por el tipo de fallas ya mencionadas, la eficacia de los monopolios estatales a nivel mundial en la prestación de servicios públicos comenzó a ponerse en duda. Como respuesta se introdujeron conceptos como la competencia en el sector, el fomento a la inversión privada, la privatización de las compañías estatales, la eliminación de la integración vertical y la limitación del rol del Estado en el sector como ente regulador.

De este modo, a comienzos de los años 90 se hizo necesaria la modernización del sector eléctrico colombiano, siguiendo un esquema similar al del Reino Unido. Dentro de este contexto, se da comienzo a la reestructuración del sector con las disposiciones de la constitución de 1991 para la prestación de servicios públicos, y las leyes 142 y 143 de 1994. Éstas en conjunto definieron el marco regulatorio para el sector eléctrico en Colombia con el propósito de que el mismo se desarrollara bajo una sana competencia. A continuación se presenta la nueva forma de organización que surgió con las disposiciones de dichas leyes.

### *1.3.2 Organización del mercado de energía eléctrica colombiano*

Con la reforma eléctrica implantada en las leyes 142 y 143 de 1994 se creó un mercado de energía mayorista –MEM– del cual hacen parte los agentes que desarrollan las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización, cuyo nacimiento se sustenta en la creación e implementación de reglas que permitieran y propendieran por mayor competencia. Este propósito del marco regulatorio se logra en las actividades de generación y comercialización, mientras que para los negocios de distribución y transmisión el marco regulatorio orienta hacia el monopolio, aunque siempre buscando competencia en los niveles en que aquellas lo permitan.

Como parte de la nueva organización del mercado de energía eléctrica (Ver Figura 2) y del nuevo modelo implantado por el sector con el ánimo de la introducción de la competencia –sustentadas en los principios de desintegración vertical, libre acceso y libre inversión–, las actividades del Mercado de Energía en Colombia fueron separadas en cuatro tipos: generación, transmisión, distribución y comercialización.



**Figura 2. Estructura del Mercado de Energía en Colombia (Adaptado de [www.creg.gov.co](http://www.creg.gov.co) )**

### 1.3.3 Marco normativo del sector eléctrico colombiano

El marco global bajo el cual se ha desarrollado la legislación y regulación en torno al sector eléctrico en Colombia está dado por la constitución política de 1991, la cual establece como deber del Estado el logro de la seguridad y eficiencia en la prestación de los servicios públicos. Para ello, se ha instaurado la libre competencia en dichas actividades, admitiendo la concurrencia de los particulares en este sector de la economía y acentuando el papel regulador del Estado.

En este sentido, la regulación colombiana establece que el Estado debe abstenerse, siempre que sea posible, de invertir recursos en actividades que, por su naturaleza, puedan ser desarrolladas mejor por el sector privado.

El marco regulatorio que surge a raíz de las disposiciones de la constitución de 1991 para el sector eléctrico está compuesto principalmente por la ley de servicios públicos domiciliarios (ley 142 de 1994) y la ley eléctrica (ley 143 de 1994). Por medio de estas dos se definen los criterios generales y las políticas que deberán regir la prestación de los servicios públicos domiciliarios en el país y los procedimientos y mecanismos para su regulación, control y vigilancia [Sandoval. 2004]. Algunas disposiciones de estas leyes se dan en la Tabla 2.

Así pues, dentro de este nuevo contexto legal, se configura en Colombia un nuevo modelo regulatorio que tiene como objetivo central el establecimiento de un marco normativo que

garantice la eficiencia económica, la calidad y la cobertura en la prestación del servicio. Asimismo, se transforma el papel del Estado en este aspecto y surgen nuevas funciones específicas. La Tabla 3 relaciona las funciones del Estado y el modo mediante el cual se cumplen en el nuevo modelo de regulación.

**Tabla 2. Disposiciones de las leyes 142 y 143 de 1994**

LEY	DISPOSICIONES
142 de 1994	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Garantizar la eficiencia y la calidad en la prestación de los servicios mediante la regulación de los monopolios y la promoción de la competencia.</li> <li>• Ampliar la cobertura de prestación de los servicios públicos.</li> <li>• Abrir las puertas a la participación privada en la prestación del servicio.</li> <li>• Separar e identificar claramente el papel del Estado.</li> <li>• El Estado no presta necesariamente el servicio, garantiza la prestación mediante las funciones de planeación, regulación y control.</li> <li>• Racionalizar el régimen tarifario y administrar los subsidios en forma eficaz.</li> </ul>
143 de 1994	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Viabiliza el enfoque constitucional.</li> <li>• Crea ambiente de mercado y competencia en el sector eléctrico.</li> <li>• Fortalece el sector.</li> <li>• Delimita la intervención del Estado.</li> <li>• Regula las actividades de generación, interconexión, transmisión, distribución, y comercialización de electricidad.</li> <li>• Se establecen como actividades de la industria eléctrica la generación, la transmisión, la distribución y la comercialización;</li> <li>• Estas actividades son servicios públicos esenciales y son obligatorias, solidarias y de utilidad pública;</li> <li>• Pueden ser desarrolladas por agentes económicos públicos, privados o mixtos;</li> <li>• Se rigen por principios de eficiencia, calidad, continuidad, adaptabilidad, neutralidad, solidaridad, redistribución de ingresos y equidad.</li> </ul>

Fuente: [Felizzola & Chaparro, 2006]

En síntesis, con la expedición de las leyes 142 y 143 de 1994, el Estado instauró una nueva estructura para el sector eléctrico para definir con mayor claridad las funciones y responsabilidades de los agentes del sector, y garantizar la calidad, cobertura y disponibilidad de los servicios públicos que permitiera asegurar el bienestar general y mejorar la calidad de vida de los usuarios, en un ambiente de libertad de empresa y de iniciativa privada [Medina, 2005].

**Tabla 3. Las funciones del Estado en el nuevo modelo regulatorio**

Funciones del Estado	Modelo Regulatorio
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover la competencia, impedir la competencia desleal y los abusos de posición dominante en el mercado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En los negocios de Generación y Comercialización se promueve la libre competencia.</li> <li>• Reglamentación de la participación en las actividades de energía.</li> <li>• Definición de los límites accionarios.</li> </ul>

Funciones del Estado	Modelo Regulatorio
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regular las actividades que constituyan un monopolio natural.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecimiento del Mercado Mayorista de Energía (MEM);</li> <li>• Los negocios de Transmisión y Distribución se consideran monopolios naturales y se regulan como tales.</li> <li>• La integración vertical no es permitida en el sector y se establecen límites para la integración horizontal.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar estudios de preinversión.</li> <li>• Asegurar la incorporación de aspectos ambientales en la planeación y la gestión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración de las bases para el Estudio de Viabilidad Empresarial.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lograr una cobertura del servicio que garantice la satisfacción de las necesidades básicas de los usuarios de menores recursos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Creación de Fondos de Apoyo para la Electrificación de Zonas no Interconectadas como el FAZNI y el FAER.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegurar la disponibilidad de recursos para la atención de los subsidios a la demanda.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reglamentar subsidios cruzados para los estratos 1, 2 y 3.</li> </ul>

Fuente: [Felizzola & Chaparro, 2006]

## **2. INTEGRATION DEFINITION FOR FUNCTION MODELING (IDEF).**

---

La metodología IDEF se diseñó para proporcionar medios de modelamiento para contar con representaciones abstractas sistemáticamente. De lo anterior, se puede decir que el modelo IDEF, formalmente especifica distintos aspectos de los requerimientos de un sistema de tecnología de información (IT).

Para la Sociedad de la Información Telefónica de España [Telefónica,2007], se definen TICs (Tecnologías de la Información y Comunicaciones) como las tecnologías que se necesitan para la gestión y transformación de la información, y muy en particular, el uso de computadores y programas que permiten crear, modificar, almacenar, proteger y recuperar esa información.

Para realizar un modelo IDEF, se necesita recopilar mucha información. Por tal motivo estos modelos proveen una fuente semántica que puede ser referenciada por medio de software y asociada a las responsabilidades de sistemas IT (después de construir el modelo, hacer el seguimiento de la información puede ser más sencillo). Por tanto, se puede argumentar que es una fuente de referencias, que puede ser actualizada periódicamente, constituyéndose en el primer paso para habilitar el sistema IT en una empresa. El uso de IDEF ofrece un potencial enorme para desarrollar sistemas a gran escala de IT, en ambientes interoperativos de información.

IDEF es considerado como una técnica de modelado que hace parte del concepto de modelado organizacional. El propósito de una técnica de modelado es facilitar el pensamiento humano a través de una serie de representaciones que le permitan realizar análisis y llevar a cabo las tareas de una manera más efectiva. Las técnicas quizás asistan y motiven las actividades de pensamiento humanas, pero no toman decisiones o descubren problemas.

De manera informal, se puede decir que una técnica de modelado es una serie de procedimientos para hacer algo e intentan capturar “lo que se hace” o la “experiencia”. IDEF, como técnica de modelado fundamentalmente produce *modelos*. El poder de un modelo viene de su habilidad de simplificar el mundo real.

Los modelos pueden ser “incorrectos o no terminados”, pero se asume que son lo suficientemente cercanos para desencadenar análisis confiables acerca del dominio que representan. La ventaja de utilizar unas reglas estándares (sintaxis y semántica del modelo) radica en que los modelos pueden ser constantemente actualizados

### **2.1 MODELADO ORGANIZACIONAL**

En los últimos años, los avances en la tecnología de la información han proporcionado herramientas esenciales para los negocios, el comercio y el gobierno [Vernadat, 2000]. Actualmente el uso industrial de los sistemas IT brinda la oportunidad de pasar de ambientes de datos a información cooperativa y basada en conocimiento.

Los mercados de energía eléctrica, pueden tomar ventaja de tales oportunidades, y a través de la incorporación de dichas herramientas en los esquemas de seguimiento y vigilancia, para desarrollar nuevos conceptos, métodos y técnicas, con el objeto de concebir, diseñar, implementar y

desarrollar sistemas con un propósito específico que puede ser configurado e integrado con otros sistemas IT.

En la última década, la gestión por procesos apoyada por el modelado organizacional ha despertado un interés creciente, siendo ampliamente utilizada por muchas organizaciones que utilizan sistemas de gestión de calidad. El enfoque basado en procesos consiste en la *identificación y gestión sistemática de los procesos desarrollados en la organización*. La gestión por procesos se basa en el *modelado* de los sistemas como un conjunto de procesos interrelacionados mediante vínculos causa-efecto. El mercado de energía eléctrica puede ser visto como una organización, donde cada uno de los negocios de su cadena de valor (generación, transmisión, distribución y comercialización) están íntimamente relacionados unos con otros, con el propósito final de percibir un bien económico.

Años atrás, el proceso de modelado era un ejercicio realizado con lápiz y papel, que producía resultados variables y no controlados difíciles de compartir o modificar. En las últimas dos décadas, el proceso ha evolucionado de tal manera que hoy existen normas basadas en metodologías apoyadas por un gran número de herramientas. El modelado de hoy es una de las técnicas más efectivas para entender y comunicar las reglas de negocio y del proceso [Hayes, 2004].

El modelado organizacional se centra en una visión global de las actividades de la organización, los factores que controlan esas actividades y los resultados de tales actividades. Entre los factores de control se encuentran los requisitos que deben cumplirse antes que se pueda realizar la actividad y que pueden ser regulaciones estatales u otras limitaciones impuestas por la organización o por las mismas reglas del negocio [Hayes, 2004].

El mercado de energía eléctrica es una organización difícil de describir. Estas complejidades deben ser manejadas a través de un modelo que provea un entorno disciplinado para la descripción y el manejo de estas complejidades.

El modelado organizacional debe ser visto como una representación de alto nivel del mercado que sirva para analizar el cumplimiento de sus objetivos y su visión, para desarrollar estrategias a través de los entes de planeación, regulación y supervisión.

No se busca describir explícitamente el negocio. El modelado organizacional debe comenzar contextualizando el entorno (económico, político, etc). Esto incluye identificación de tendencias, cambios, fuerzas de mercado, efectos latentes de la regulación, etc.

## **2.2 MODELADO DE PROCESOS**

Un modelo es una representación de un sistema. Los sistemas pueden estar formados por distintos elementos interrelacionados tales como: personas, equipos, productos, tareas, materiales, documentación, software, hardware, etc. Un modelo describe qué hace el sistema, cómo funciona, cómo se controla, y qué produce. Los modelos se elaboran con el objeto de comprender, analizar o mejorar un sistema.

Un adecuado modelo debe permitir:

- Mejorar el diseño de los sistemas.
- Facilitar la integración de nuevos sistemas o la mejora de los existentes.
- Servir de documentación de referencia para la comprensión de los sistemas.

- Facilitar la comunicación entre las personas que intervienen en el diseño y funcionamiento de los sistemas.

Las técnicas de modelado organizacional, las cuales tienen como soporte el modelado de procesos, son lenguajes visuales muy importantes y útiles para lograr una visión global del negocio. Un proceso de negocio está constituido por actividades y cada actividad o función, al ser un elemento básico se relaciona o depende de otras actividades y así conforman la estructura del negocio.

### 2.2.1 Técnicas de modelado de procesos

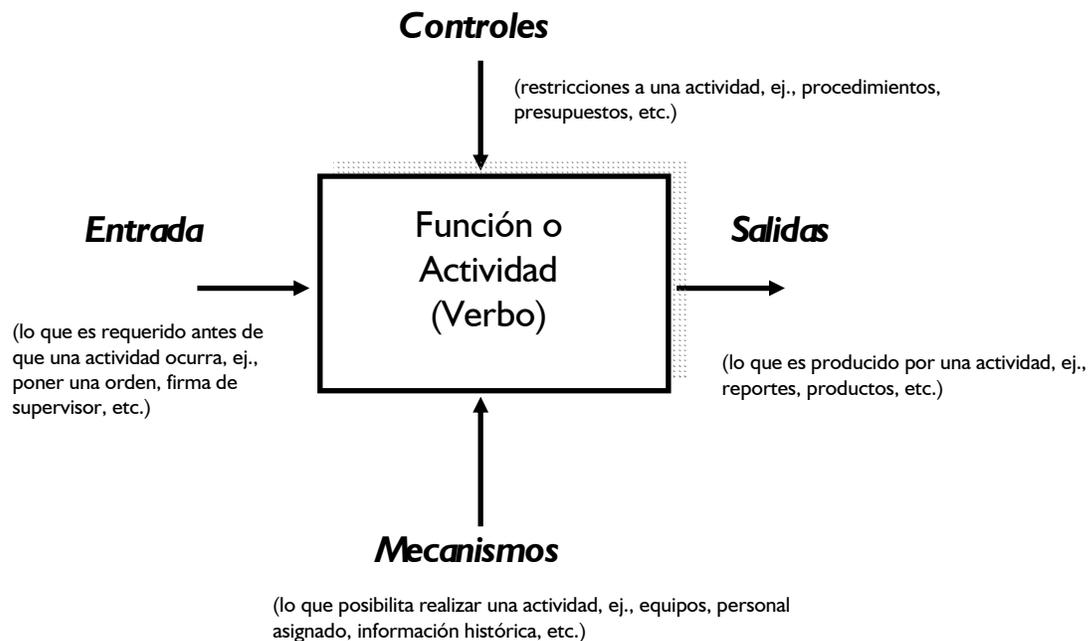
En [Mayer et al, 1995], Jhon Zachman, investigador pionero en arquitecturas de sistemas de información, deja claro que no existe una sola técnica para representar un proceso, sino un grupo de representaciones de diferentes técnicas o arquitecturas; diferentes formas de crear la estructura, de organizar la información. No quiere decir que una técnica es correcta y la otra incorrecta, las arquitecturas son diferentes, y pueden ser aditivas y complementarias. Además, en [Mayer et al, 1995] se comenta sobre los riesgos asociados con el no desarrollo de una técnica de representación. Es decir que al momento de seleccionar una técnica de modelamiento para representar un proceso se pueden dejar de lado elementos importantes que hacen parte de otra.

Existen muchas técnicas de modelado organizacional [Petit, 2002]. En la actualidad se está desarrollando un proceso de unificación de las diferentes técnicas con el objeto primordial de contar con una herramienta poderosa que permita sacar el mejor provecho de todas las técnicas existentes. Sin embargo, hasta que este nuevo lenguaje unificado no pueda ser probado a satisfacción con proyectos reales, se siguen utilizando técnicas particulares para cada aplicación específica, en este caso IDEF.

#### ▪ IDEF 0 (Integration Definition Lenguaje 0)

Durante los años 70, la Fuerza Aérea de los Estados Unidos, abordó un proyecto denominado ICAM (Integrated Computer Aided Manufacturing) para incrementar la productividad a través de la aplicación sistemática de medios computarizados. Este proyecto requirió el establecimiento de un modelo de lenguaje para el análisis e intercambio de información de los sistemas que se pretendía desarrollar que fue llamado IDEF0. Hoy en día existen 16 versiones de IDEF, cada una con un enfoque diferente pero complementario (orientada a objetos, bases de datos relacionales, tratamiento de la información). No obstante, en casi cualquier proyecto el primer paso se debe dar con IDEF0 cuando las relaciones o interacciones no son claras.

IDEF0 que está basado en SADT (Structured Analysis and Design Technique) fue desarrollado para representar actividades o procesos que deben ser organizados de una manera estándar. La definición de función para IDEF0 es *conjunto de actividades que toman ciertas entradas, por algunos mecanismos, y sujetos a ciertos controles para transformar las entradas en salidas* (Ver figura 3). Estas entradas, controles, salidas y mecanismos (ECSM) son usados para modelar las relaciones entre diferentes actividades.



**Figura 3. Unidad funcional del método IDEF.**

Generalmente el modelamiento con IDEF0 comienza por la definición de un diagrama contextual. Este representa el propósito general del sistema y su interfaz con el ambiente externo. Normalmente, el modelo IDEF0 consta de jerarquías de diagramas relacionados que son jerárquicamente desagrupados para codificar información semántica en niveles inferiores del modelo. Esta descomposición jerárquica resulta en representaciones amplias y detalladas del ambiente o de las actividades del sistema.

El resultado de aplicar la metodología IDEF0 a un sistema es un conjunto de diagramas jerarquizados con referencias cruzadas que constituyen un modelo esquemático del mismo.

Empezando con el proceso principal se subdividen los procesos en subprocesos y éstos en actividades hasta el grado de detalle necesario (incrementando el nivel de detalle en los sucesivos diagramas). Cada diagrama contiene cajas enumeradas con texto y flechas que las relacionan. Los diagramas están dibujados en hojas estandarizadas. La sintaxis y la semántica se encuentra referenciada en la norma IEEE Std 1320.1-1998 que está basada en la Federal Information Processing Standard (FIPS) en su publicación 183 "Integration Definition For Function Modeling (IDEFO)".

Las actividades complejas se pueden desglosar (ver figura 4) y describir en diagramas "hijo" en sucesivas cascadas hasta el nivel de detalle deseado. Las flechas representan la relación entre las cajas. No dan informaciones del desarrollo temporal o secuencial, sino que describen las entradas y las salidas de cada caja y las restricciones que rigen el funcionamiento del sistema.

Cada "caja" en un diagrama es origen o salida de flechas que representan:

- *Datos de entrada (input)*: Datos que necesita la actividad y se transforman en datos de salida.

- *Datos de salida (output)*: Datos o informaciones creados por la actividad.
- *Datos de control*: Datos para controlar la actividad. No se transforman en datos de salida.
- *Mecanismos*: Recursos necesarios.

Cada “caja” se codifica con el código del diagrama en el que figura seguido de un número correlativo.

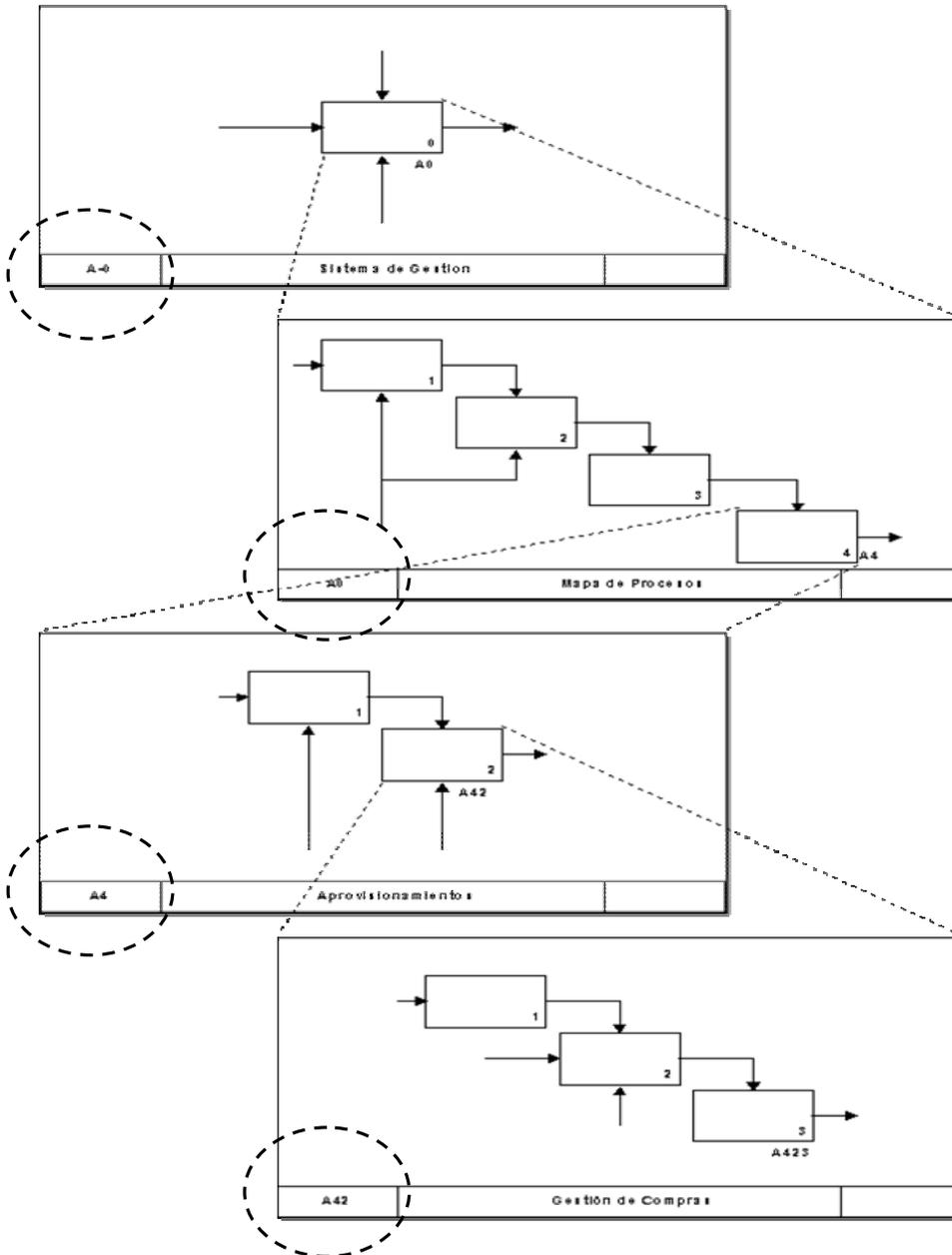


Figura 4. Ejemplo de Diagramas de IDEF0

### *Estructura del Lenguaje IDEF0*

- *Diagrama Top Level (Diagrama A-0 “A menos cero”)*

Todo modelo debe incluir un diagrama inicial que representa la globalidad del sistema, con una única caja que describe todas las entradas y salidas fuera de los límites del sistema. En este diagrama se suele incluir una descripción del objeto y alcance del sistema. El código de la caja única de este diagrama es A0. Esta caja se desglosa en el diagrama hijo de nivel inferior a este, denominado A0.

- *Diagrama Top Level desplegado (Diagrama A0)*

En este diagrama, se visualizan los macro procesos del sistema. En la terminología IDEF0 este diagrama es un “hijo” del anterior.

- *Diagramas Padre*

Todo diagrama que incluya alguna “caja” que se describa en otro diagrama de menor nivel se denomina diagrama padre. El diagrama de menor nivel que describe esa actividad, es un “hijo” del anterior. Las “cajas” que se describen en un diagrama de nivel inferior se identifican con un código denominado “ERD” (Expresión de Referencia de Detalle).

- *Diagramas Hijo*

Los diagramas hijo pueden tener de 3 a 6 cajas. El límite inferior de 3 cajas, implica un mayor grado de definición de las actividades. El límite superior de 6 cajas por diagrama fuerza la jerarquización del modelo.

El método IDEF0 cuenta con un gran número de ventajas, entre ellas se tienen:

- Es una herramienta muy sistemática que obliga a mantener una jerarquía de relaciones entre las actividades/funciones descritas.
- Facilita un análisis en profundidad de las entradas y salidas, así como los elementos de control y recursos de cada actividad.
- Es muy adecuado en el diseño de sistemas complejos y dinámicos.
- Algunos paquetes informáticos de dibujo incorporan plantillas y utilidades para dibujar este tipo de gráficos.

Otra ventaja de IDEF, como de cualquier buen método de modelado, es la de lograr un buen nivel de desempeño para los novatos, centrando la atención en las decisiones importantes, enmascarando información irrelevante y de complejidad innecesaria.

Así como presenta ventajas, tiene ciertos inconvenientes, entre los más mencionados en la literatura se encuentran:

- El cumplimiento riguroso de las reglas de modelado IDEF0 conlleva en ocasiones una excesiva jerarquización y complejidad en la representación de los procesos.
- Se requiere una aplicación informática específica para mantener la codificación, estructura y coherencia del modelo que se está diseñando ante cualquier eventual modificación.
- Limitado en la simbología debida a que el único símbolo utilizado es una caja rectangular que representa una actividad o función.

Por último, cabe resaltar que los modelos desarrollados utilizando notaciones IDEF son esencialmente conceptuales. Sin embargo, diversos autores [Han et al , 2002] y [Eriksson & Penker, 1998] han desarrollado técnicas de mapeo que permiten la transformación del modelo IDEF para trasladar el concepto de diseño directamente a un código de programa. Estos trabajos se encuentran todavía a nivel experimental y son motivo de estudio por muchos investigadores.

- *IDEF3-Método de Captura de la Descripción de Procesos*

Otro de los métodos que hacen parte de la familia IDEF es IDEF3, que proporciona un mecanismo para la recolección y documentación de procesos. IDEF3 captura relaciones de precedencia y de causalidad entre las situaciones y eventos en una forma natural. Proporciona un método estructurado para expresar conocimiento de cómo un sistema, proceso u organización funciona. Las descripciones de IDEF3 pueden:

- Grabar los datos crudos como resultado de hallazgos, a través de entrevistas en sistemas de análisis de actividades.
- Determinar el impacto del recurso de la información de una organización en diversos escenarios.
- Documentar los procedimientos de decisión que afectan los estados y el ciclo vital de información compartida.
- Manejar la configuración de los datos y cambiar la definición de la política de control.
- Proporcionar la generación de modelo de simulación del proceso.

IDEF3 captura los aspectos del comportamiento de un sistema existente o propuesto. Las descripciones que resultan de IDEF3 proporcionan una base de conocimiento estructurado para la construcción analítica y el diseño de modelos. Estas descripciones capturan la información sobre qué hace o que hará un sistema y también la organización y la expresión de diversas opiniones del usuario del sistema.

- *Aplicabilidad de IDEF3*

IDEF3 es diseñado para ayudar a aquellas personas comprometidas en capturar y analizar los procesos vitales de un sistema existente o propuesto. Las pautas y la sencilla utilización de la estructura del lenguaje gráfico ayuda a los usuarios en el éxito de la captura y diseño de IDEF3. Incluye la habilidad para la captura y las descripciones de la estructura de cómo un sistema trabaja desde perspectivas múltiples y permite a los usuarios capturar información llevada por los expertos conocedores sobre el comportamiento de un sistema, en lugar de dirigir la actividad del usuario hacia la construcción de los modelos diseñados para aproximar el comportamiento del sistema.

Puede parecer que tanto IDEF0 como IDEF3 pretenden cosas parecidas pero existen 3 diferencias fundamentales:

1. IDEF0 nos sirve para describir qué hacemos mientras que IDEF3 nos sirve para describir cómo lo hacemos.
2. IDEF0 nos da una visión estratégica mientras que IDEF3 nos proporciona detalles de las actividades.

3. IDEF0 esta pensado para la comunicación con usuarios no técnicos mientras que IDEF3 es para la comunicación con el dueño del proceso.

IDEF3 se aplica principalmente para documentar un proceso actual (a nivel de detalle) y así identificar y capturar conocimiento crítico sobre el mismo para facilitar su análisis. Con el modelo IDEF3 obtenido, se pueden proponer alternativas y planear los cambios que sean necesarios.

Por otro lado IDEF0 se aplica principalmente para comunicar reglas y procesos de negocio, por medio de una visión estratégica para identificar puntos de mejora.

Como un miembro integral de la familia de métodos de IDEF, IDEF3 trabaja bien en la aplicación independiente o con otros métodos de IDEF para identificar y desarrollar los procesos vitales de un negocio. Una metodología para el seguimiento del mercado de energía eléctrica a través de la técnica de modelado IDEF3, se puede encontrar en [Suarez,2007], la cual hace uso de los principales elementos semánticos de IDEF3 para obtener una herramienta poderosa de análisis y de evaluación de la regulación.

#### *Ventajas de IDEF3*

Las ventajas de IDEF3 pueden ser medidas en términos de reducción de costos, planificación, mejoras de calidad, capacidad organizacional, mejoras y cambios duraderos en la cultura organizacional. IDEF3 ha sido usado para que:

- Sea fácil de aprender y usar por individuos que tienen poco entrenamiento en técnicas estructuradas.
- Identifique los enlaces de procesos ocultos en las organizaciones.
- Resalte el redundante y/o no valor agregado de las actividades.
- Rápidamente se puedan diseñar nuevos procesos.
- Permita a los usuarios que reconozcan pronto las diferencias importantes entre procesos alternativos.
- Permita la aplicación ajustada a esfuerzos pequeños y de gran escala, y colectione la información en ambos cursos y con finos niveles de detalle.
- Apoye la integración de esfuerzo cuando es aplicado con otros métodos de IDEF.

#### *Estructura del lenguaje IDEF3*

##### **Escenarios**

Un escenario puede pensarse como una situación repitiéndose, un juego de situaciones que describen una clase típica de problemas dirigida por una organización o sistema, o la escena dentro del cual un proceso ocurre. Los escenarios establecen las condiciones de enfoque y el límite de una descripción.

Una descripción de proceso IDEF3 se desarrolla usando dos estrategias de adquisición de conocimiento: una estrategia enfocada al proceso y una estrategia enfocada al objeto. La estrategia enfocada en el proceso organiza el conocimiento del proceso con un enfoque en los procesos y sus relaciones temporales, causales y lógicas dentro de un escenario. La segunda dimensión organiza el

conocimiento del proceso con su enfoque en los objetos y su comportamiento de cambio de estado en un solo escenario o a través múltiples escenarios.

Para el desarrollo de este proyecto se utilizó la estrategia enfocada al proceso.

- **Enfoque en procesos: esquemáticos de proceso**

Los esquemáticos proporcionan un medio gráfico que ayuda a los expertos del dominio y analistas de las diferentes áreas de aplicación a comunicar conocimiento sobre procesos. Esto incluye el conocimiento sobre eventos y actividades, los objetos que participan y las restricciones que rigen el comportamiento.

- **Lenguaje de descripción de proceso de IDEF3**

La siguiente sección describe los elementos básicos del lenguaje de descripción de proceso de IDEF3. Una descripción de proceso de IDEF3 organiza la red de relaciones entre las situaciones en un escenario especificado.

Los elementos básicos sintácticos del lenguaje de descripción de proceso de IDEF3 se muestran en la Figura 5.

La sintaxis y semántica informal de estos símbolos y las estructuras más complejas que pueden ser construidas, se presenta a continuación.

- **Esquemáticos de proceso**

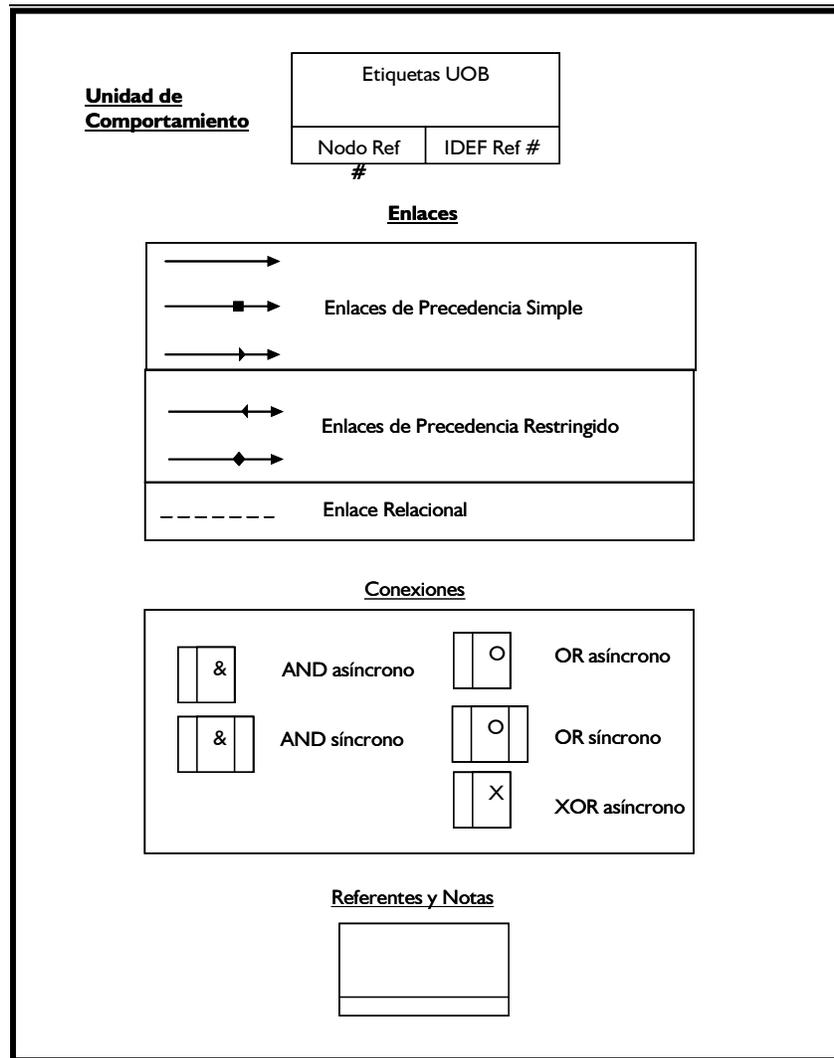
Los esquemáticos de proceso tienden a ser los más familiares y ampliamente usados componente del método de IDEF3. Estos esquemáticos proveen un mecanismo de visualización para las descripciones, enfocado en procesos de un escenario. Los elementos gráficos que comprenden los esquemáticos de proceso incluyen cajas de unidad de comportamiento (UOB), enlaces de precedencia, conexiones, referencias y notas. Las referencias y notas son estructuras comunes a los esquemáticos de proceso y de objeto.

*Unidades de comportamiento:* Como se ilustra en la Figura 5, una UOB se representa por un tipo especial de caja con una única etiqueta.

*Enlaces:* Los enlaces son la cola que conecta cajas de UOB. Se usan los enlaces principalmente para denotar las relaciones significantes entre UOBs.

*Conexiones:* Las conexiones en IDEF3 proporcionan un mecanismo para especificar la lógica del proceso de ramificación. Adicionalmente, las conexiones simplifican la captura de elección y las relaciones de la secuencia entre los caminos de procesos múltiples.

*Referencias:* Las referencias refuerzan la comprensión, proporcionan significado adicional, y simplifican la interpretación (es decir, minimizan el desorden) del esquemático.



**Figura 5. Símbolos usados por esquemáticos de proceso de IDEF3**

### Ciclo de evolución de la descripción de IDEF3

El desarrollo de descripciones de IDEF3 es un proceso de capturar conocimiento sobre cómo se realizan las actividades en una organización dada. Para la construcción de la metodología de seguimiento del mercado de electricidad con IDEF3 [Suarez,2007] se utilizaron los siguientes pasos que son los más comunes en la construcción de un modelo IDEF3:

1. *Coleccione*: Adquiera las observaciones y las descripciones escritas de ambos procesos inmediatos y generalizaciones a través de intermediaciones del proceso.
2. *Clasifique*: La situación de tipos individual, objetos, tipos del objeto, estados del objeto y las relaciones.
3. *Organice*: Reúna los datos que han sido coleccionados y clasificados usando la estructura IDEF3.

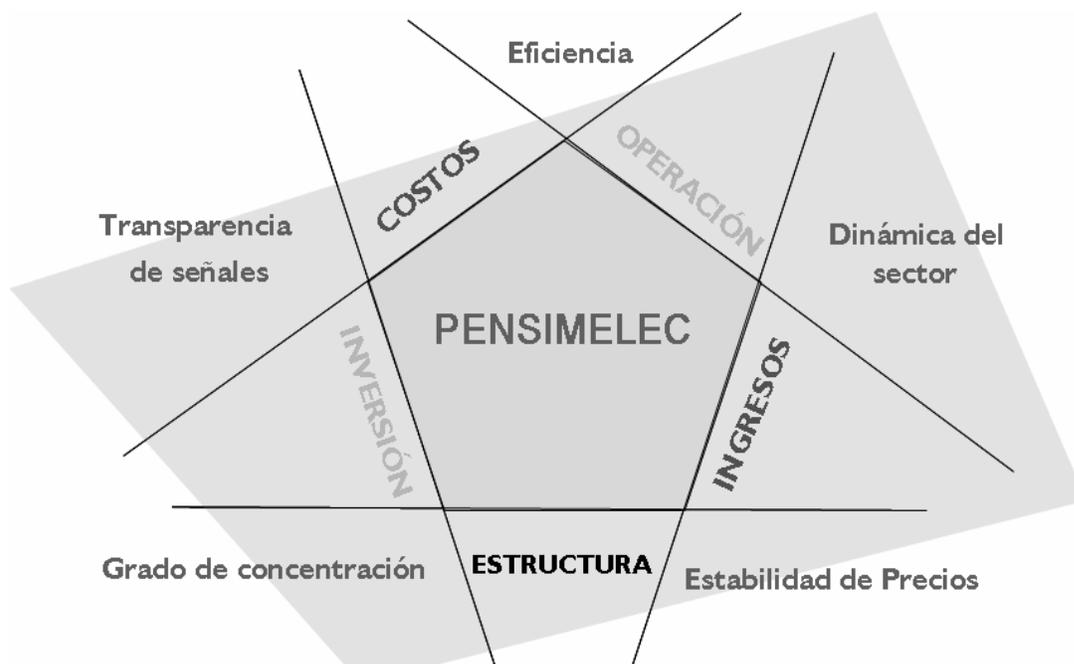
4. *Valide*: Asegure que las declaraciones hechas en IDEF3 son gramaticalmente correctas y que ellos corroboran con las descripciones reunidas de la situación real o idealizada.
5. *Mejore*: Haga los ajustes a las estructuras existentes para incorporar información recientemente descubierta, simplificar la presentación, o para resaltar elementos de interés.

La aplicación recursiva implica que el mismo proceso de desarrollo continúe hasta que la información y conocimiento disponible en el dominio se ha reunido y organizado en una estructura que satisface las condiciones de la culminación del desarrollo de la descripción.

### 3. HERRAMIENTA PARA EL ANÁLISIS DEL MERCADO DE ENERGÍA ELÉCTRICA: EL PENSIMELEC (PENTÁGONO PARA EL SEGUIMIENTO DEL MERCADO ELÉCTRICO).

---

En este capítulo se describe la estructura propuesta para la herramienta que permitirá hacerle seguimiento al mercado de energía eléctrica a partir de la regulación. Los principales aspectos del mercado se muestran como una organización empresarial. Los conceptos de costos, ingresos, operación e inversión se aplican al mercado para la construcción del modelo y son el fundamento de este capítulo.



**Figura 6. Pentágono de seguimiento del mercado de electricidad (PENSIMELEC)**

Analizando cada una de las aristas del pentágono presentado en la figura 6, con la ayuda del modelo de mercado a desarrollar y con la matriz de seguimiento de objetivos (MSO) planteada en la figura 7, se podrían realizar análisis cruzados tan importantes para un mercado como la viabilidad del mismo (analizando los ingresos y costos de las unidades de negocio), la sostenibilidad (analizando el perfil de ingresos y las señales de inversión), la eficiencia del sistema (analizando los costos y la operación de la unidad de negocio), etc. Todos ellos relacionados con la estabilidad de los precios, la transparencia de las señales y el grado de concentración, entre otros aspectos.

	COSTOS	INVERSIÓN	OPERACIÓN
INGRESOS	Viabilidad <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Eficiencia <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Viabilidad <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Sostenibilidad <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Dinámica <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Confiabilidad <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
COSTOS		Rentabilidad <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Equilibrio <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>	Eficiencia <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Transparencia <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
INVERSIÓN			Capacidad <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Confiabilidad <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>

Figura 7. Matriz de seguimiento de objetivos (MSO) a partir del PENSIMELEC.

### 3.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ÁREAS DE PENSIMELEC

En las siguientes líneas se describe de manera más detallada cada una de las áreas que conforman el PENSIMELEC.

#### 3.2.1 Operación

Es el método, acto, proceso, o efecto de utilizar un dispositivo o sistema<sup>‡</sup>Según la enciclopedia británica es el *desempeño de un trabajo práctico o de algo que involucra la aplicación práctica de principios o procesos*. En el caso particular del mercado, la operación del sistema incluye todas las actividades de carácter técnico necesarias para lograr el normal funcionamiento de los generadores y equipos asociados interconectados con la demanda a través de las redes de transporte.

Para llevar a cabo la operación del sistema se debe contar con recursos financieros, normalmente de corto plazo, para este caso se considera un período menor a un año o el período donde no hay inversión. El área *operación* del PENSIMELEC incluye:

- Los procesos de entrega del producto energía, así como los criterios para su racionamiento.
- Las unidades de negocio involucradas - principalmente los generadores y los transportadores. (el productor y el “mercado físico” del bien); los distribuidores participan como medio complementario del transporte.- que ajustan sus procesos acorde con los criterios emitidos por el ente regulador.
- El despacho operativo de las unidades de generación. (despacho real, generación de seguridad, entre otros).

<sup>‡</sup> Tomado de <http://es.wikipedia.org> la enciclopedia libre. Revisado 9 de Sept/2006.

- Los factores de racionamiento y de buen funcionamiento del sistema (regulación de tensión, mantenimiento de la frecuencia, criterios de restablecimiento del servicio, entre otros).
- Las restricciones en la operación (intervención de los embalses, inflexibilidades de las unidades, mantenimientos programados y no programados, situaciones de fuerza mayor, entre otros).

### 3.2.2 Inversión:

En economía, la inversión es la acción de emplear capital en algún tipo de negocio con el objetivo de incrementarlo<sup>§</sup>. Según la enciclopedia británica es el *proceso de intercambiar ingresos por recursos que se espera produzcan utilidades en un tiempo posterior*. Para el mercado de energía eléctrica la inversión incluye todos aquellos recursos empleados para el mejoramiento a largo plazo (uno o más años) de la infraestructura actual. La inversión se encuentra altamente correlacionada con la expansión del sistema. El área *inversión* del PENSIMELEC incluye:

- Los planes de expansión tanto en la generación como en la transmisión.
- El aprovechamiento y la ubicación de los recursos energéticos del país (hidráulicos, térmicos, eólicos, etc).
- La reglamentación vigente en materia de incentivos para la inversión.
- Las leyes ambientales de restricción de emisiones al medio ambiente, estabilidad jurídica de los inversionistas.
- Las penalizaciones por el no cumplimiento de los criterios de calidad.
- Las restricciones en la integración vertical de las empresas del sector, competencia desleal y poder de mercado.

### 3.2.3 Ingresos:

Los ingresos, en términos financieros, son todas las entradas de dinero que reciben una persona, una familia, una empresa, una organización, un gobierno, etc. El ingreso es una remuneración que se obtiene por realizar una actividad.\*\* En el mercado de electricidad, el usuario final asume el pago del servicio (a excepción de ciertos subsidios) y por lo tanto de ahí se desagregan los ingresos de los agentes. El área de *ingresos* del PENSIMELEC incluye:

- La remuneración de cada actividad y por ende la transferencia de recursos desde los clientes (demanda) al resto de la cadena de valor.
- Los mecanismos de recaudo y por ende las actividades que están reconocidas por la ley y en las cuales existe un mercado potencial.
- El establecimiento de las ofertas y de los precios de bolsa.

---

§ Idem 3

\*\* Tomado de <http://es.wikipedia.org> la enciclopedia libre. Revisado 9 de Sept/2006

- Los cargos por uso de las redes (transportador), cargos por capacidad y confiabilidad (generador), las reconciliaciones por generación adicional (generador).
- Las ventas en contratos y en bolsa (comercializador y generador), los incentivos por reducción de pérdidas (distribuidor), etc.

#### **3.2.4 Costos:**

Existen diferencias conceptuales entre costo y gasto aunque pueden parecer sinónimos. En general se entiende por gasto al sacrificio económico para la adquisición de un bien o servicio, derivado de la operación normal de la organización, y que no se espera que pueda generar ingresos en el futuro. Costo es aquel relacionado con la materia prima necesaria para la transformación del producto. Según la enciclopedia británica costo es *el valor monetario de bienes y servicios que tanto productores como consumidores obtienen*.

En el modelo para el seguimiento del mercado de energía eléctrica, se entiende por costo a todos los pagos que debe hacer un determinado agente al resto de ellos como contraprestación del servicio o a las penalizaciones por parte de los entes de supervisión debido al no cumplimiento de las reglas. El área de costos del PENSILEMEC incluye:

- Los pagos asociados en cada actividad (generación, transporte, comercialización y distribución).
- Los cargos por uso de la red (generador).
- Los mantenimientos de equipos y redes.
- Los impuestos y contribuciones por la operación del mercado, operación del sistema, supervisión y regulación.
- Las penalizaciones por desviaciones, por incumplimientos en la calidad del producto.

#### **3.2.5 Estructura:**

Se entiende por estructura a la configuración y/o subdivisión organizacional del mercado. El análisis de la estructura busca brindar a los usuarios una visión general del mercado. El área de *estructura* del PENSIMELEC incluye:

- Las tecnologías de generación de energía eléctrica.
- Los kilómetros de línea de transmisión.
- Las concentraciones de los agentes del mercado.
- La capacidad instalada.
- La distribución de la demanda por regiones, entre otros.

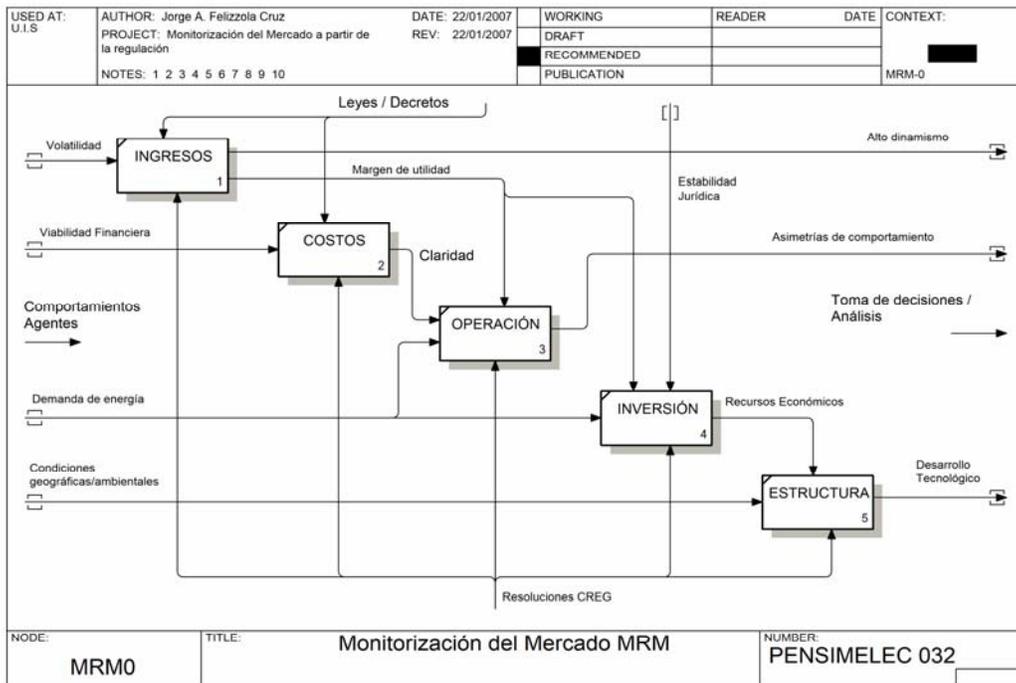
### **3.3 PENSIMELEC Y SU RELACIÓN CON LAS TÉCNICAS DE MODELADO IDEF0 E IDEF3.**

Recordando que el objetivo del presente trabajo es la construcción de una metodología de seguimiento del mercado de energía eléctrica y que para monitorizarlo adecuadamente es

necesaria la construcción de un modelo del mercado, a continuación se explican los primeros pasos para la selección adecuada de los elementos, con base en las técnicas de modelado IDEF0 e IDEF3.

El modelo del mercado de energía se desarrolla mediante IDEF0 y la organización, vista como una “gran empresa”, es representada por el conjunto de agentes o unidades de negocio que conforman la cadena de valor del producto y que la ley marco describe (generador, transportador, comercializador y distribuidor). Ellos harán parte de uno de los niveles de desagregación de IDEF0 y serán explicados en el siguiente capítulo.

Todas las áreas del PENSIMELEC (ingresos, costos, operación, inversión y estructura) conformarán el nivel superior del modelo o *nodo MRM0* (Ver figura 10). No obstante, debido a que la representación del área *estructura* tiene por objetivo la visión global del mercado y no será estrechamente relacionada con las leyes del mercado, ésta se deja como trabajo futuro, enfatizando en las cuatro áreas restantes.



**Figura 8. Diagrama en IDEF0 de PENSIMELEC**

Con el PENSIMELEC, se abre un abanico de opciones para la representación del mercado mediante las técnicas de modelado IDEF, ya que permite seleccionar una o todas las áreas propuestas y modelarlas en profundidad, haciendo preguntas específicas que se desearía que el modelo respondiera y particularizando el modelo de acuerdo a las necesidades del usuario de la metodología.

## 4. “INTELIGENCIA COMPETITIVA” PARA LA MONITORIZACIÓN DE MERCADOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA

---

Las empresas del sector eléctrico deben adoptar sistemas de gestión que les permitan alcanzar mayores niveles de competitividad. Uno de los aspectos que en la actualidad representa una oportunidad de obtener ventajas competitivas, es el manejo adecuado de la información que, una vez transformada en conocimiento, facilite el proceso de toma de decisiones. El uso apropiado de la información requiere de un proceso sistemático y de herramientas adecuadas que permitan su captura, análisis y difusión en el momento oportuno.

Se entiende la *Inteligencia Competitiva* (IC) como “el esfuerzo sistemático y organizado de observación, captación, análisis, difusión precisa y recuperación de información sobre los hechos del entorno económico, tecnológico, social o comercial, relevantes para la organización por implicar una oportunidad o amenaza para ésta, con objeto de poder tomar decisiones con menor riesgo y poder anticiparse a los cambios” [Palop y Vicente, 1999].

La IC entendida como un proceso, contempla una serie de etapas básicas, que se definen a continuación:

- **Definición del objeto de vigilancia:** Los agentes del mercado de energía eléctrica pueden tener muchas razones diferentes para abordar los procesos de la IC. Unos querrán utilizar un sistema de IC en apoyo de sus objetivos estratégicos como modernización, innovación, expansión; otros pretenderán hacerlo para la ampliación de su participación en el mercado, la exploración de nuevas oportunidades de negocio o incluso su incursión en otros países; otros, querrán utilizarlo simplemente cuando quieran seguir más de cerca las actividades de sus competidores. La definición del objetivo del sistema de IC es un aspecto fundamental para estructurar la fase siguiente de recolección de información.
- **Identificación de fuentes, búsqueda y recolección de información:** Una recolección efectiva de información implica la utilización de las fuentes que tengan los contenidos más adecuados para la transformación de los datos o información en “inteligencia”. Planificar los lugares para localizar la información necesaria y discernir las fuentes que proporcionan los datos más adecuados, constituye una parte fundamental del proceso de la IC. Las fuentes de información pueden ser:
  - ✓ Locales, nacionales o globales.
  - ✓ Datos impresos, recogidos “online”, o bases de datos electrónicas.
  - ✓ Informales, tales como contactos, entrevistas personales, reuniones, conversaciones telefónicas, correos electrónicos.
  - ✓ Periódicos, revistas, bases de datos, informes, libros, etc.
  - ✓ De dominio público, ferias comerciales, seminarios, congresos, simposios, asociaciones empresariales, universidades, Internet, etc. o implicar un grado mayor de creatividad o relaciones humanas: entrevistas, observación personal, estudios, etc.

- ✓ Formales, como datos, cifras, tablas, gráficos proveniente de instituciones especializadas (e.g. oficinas gubernamentales de estadísticas, administrador del mercado, operador del sistema, planeador, regulador, etc.).
- ✓ No formales, tal como opiniones, rumores, editoriales de periódicos o encuestas de mercado.
- **Análisis y validación:** Muchos agentes participantes del mercado de energía eléctrica pueden ser capaces de identificar buenas fuentes de información, pero pueden rápidamente llegar a una “sobrecarga” de información y hacerlos incapaces de extraer los datos claves para el análisis a partir de los numerosos fragmentos recogidos. Ahora bien, puede darse el caso de que, incluso contando con grandes cantidades de información, existan brechas que deben llenarse y fuentes alternativas que deben consultarse. La evaluación de la calidad y la confiabilidad de la información y la determinación de su utilidad para el usuario final del proceso de inteligencia, es una de las partes más importantes para la IC. El enfoque metódico y organizado de la Inteligencia Competitiva para la recolección y tratamiento de la información no tiene sentido si no se analiza esta información, proporcionando un valor añadido que facilite la toma de decisiones por parte del decisor. En este sentido, el análisis es la etapa más importante del proceso de Inteligencia. Sin embargo, el análisis es también la etapa más difícil de este proceso.
- **Difusión y toma de decisiones:** Esta es la última fase del proceso, que conlleva a la presentación de la información en un modo claro y amigable para el usuario, quizá como un informe breve o por medio de un modelo para las personas que han de tomar una decisión basada en el conocimiento generado.

## 5. METODOLOGÍA PARA LA MONITORIZACIÓN DEL MERCADO A PARTIR DE LA REGULACIÓN (MRM)

---

En este capítulo se presenta la metodología para el seguimiento y monitorización del mercado de energía eléctrica denominada MRM. La metodología hace uso de las técnicas de modelado IDEF y de la inteligencia competitiva que fueron previamente explicadas. Esta última se explica a continuación.

El esquema general de la metodología de seguimiento (MRM) se muestra en la figura 9. Los pasos metodológicos que se aplican son:

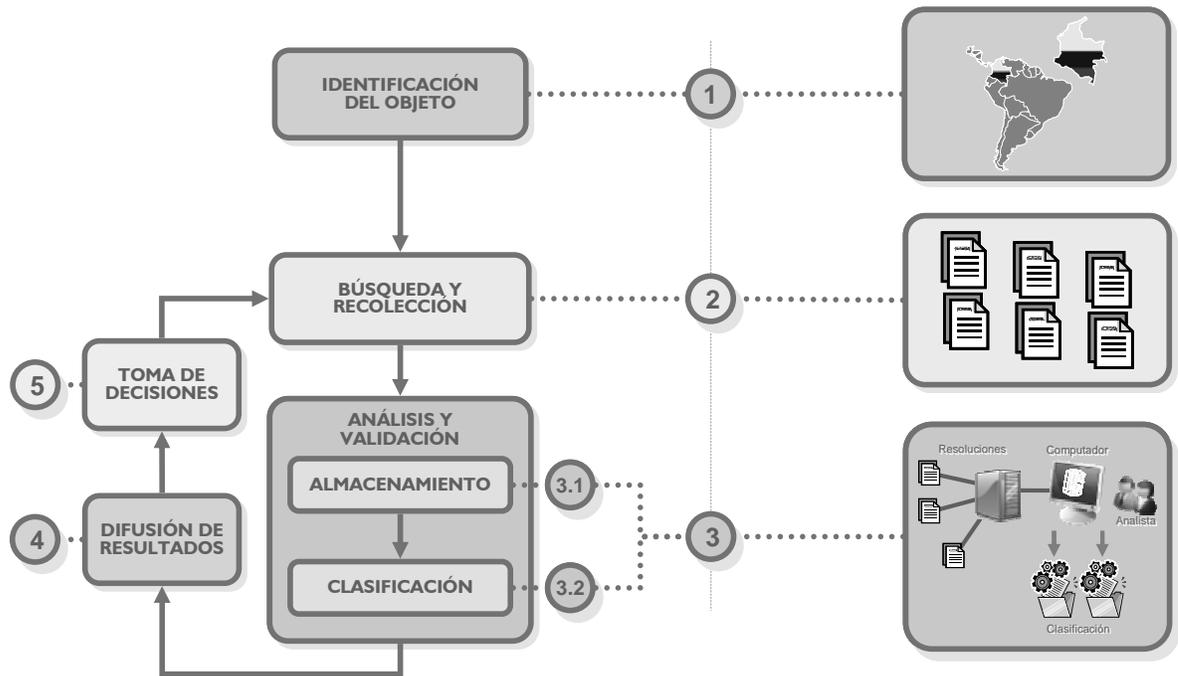
1. **Identificación del objeto de vigilancia:** El objeto de vigilancia es el mercado de energía eléctrica del país a ser monitorizado.
2. **Búsqueda y recolección de la información:** La metodología toma como base la información regulatoria del sector eléctrico (leyes, resoluciones, decretos). Previamente para la búsqueda y recolección de la información se recurre a la identificación del ente regulador del país, así como de organismos similares (ministerio de energía, superintendencias, etc.). La recolección de la información debe abarcar el período comprendido desde la apertura del mercado (ley marco) hasta la fecha más reciente disponible.
3. **Análisis y validación:** Para poder realizar el análisis de la información es necesario realizar primero los pasos que se exponen a continuación. La validación hace parte de la construcción sucesiva de los modelos IDEF.

**Almacenamiento:** La información reglamentaria del mercado de energía en la mayoría de casos se encuentra almacenada en la base de datos del ente regulador y/o organismos similares. Sin embargo, es necesario realizar un almacenamiento en una base de datos propia – debido a que existen fallos en la Internet que pueden retardar el proceso de la etapa de construcción - para posteriormente clasificar las resoluciones según los criterios descritos en el siguiente paso.

**Clasificación:** Debido a que la información recopilada abarca toda la información regulatoria expedida en el país y a que muchas de esas leyes, decretos y resoluciones no se encuentran vigentes, es necesario clasificarlas y seleccionar las adecuadas para la construcción del modelo.

En la mayoría de países, el ente regulador emite leyes de carácter general (que se aplican a todos los agentes del sector) o de carácter particular (que se aplican a una o más empresas de una unidad de negocio en particular). Debido a la característica global de la metodología, se selecciona la información regulatoria de carácter general. La clasificación de la información además debe discriminar entre unidades de negocio (generación, transmisión, distribución y comercialización).

4. **Difusión:** La difusión del proceso de inteligencia se realiza por medio del modelo construido en IDEF0.
5. **Toma de decisiones:** Las decisiones principalmente se basan en ajustes a la regulación para lograr los objetivos del mercado.



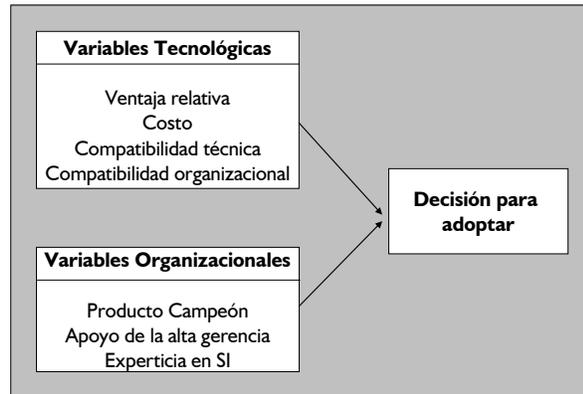
**Figura 9. Diagrama simplificado de la metodología MRM.**

### Construcción del modelo con IDEF0

El modelo es construido con la técnica de modelado IDEF0 y utilizando la herramienta PENSIMELEC (ver capítulo 3). Para ello se utilizan los elementos (sintaxis y semántica) proporcionados por la técnica de modelado.

Uno de los problemas al que se enfrenta el modelador es establecer los límites del modelo. Un modelo de mercado busca extender el entendimiento del mismo mediante el modelado de sus partes constituyentes, permitiendo el análisis de la manera en las que distintos procesos funcionan e interactúan. El límite del mercado a ser modelado puede ser materia de controversia por quienes analicen el modelo y el alcance del desarrollo queda exclusivamente limitado por recursos y tiempo de ejecución.

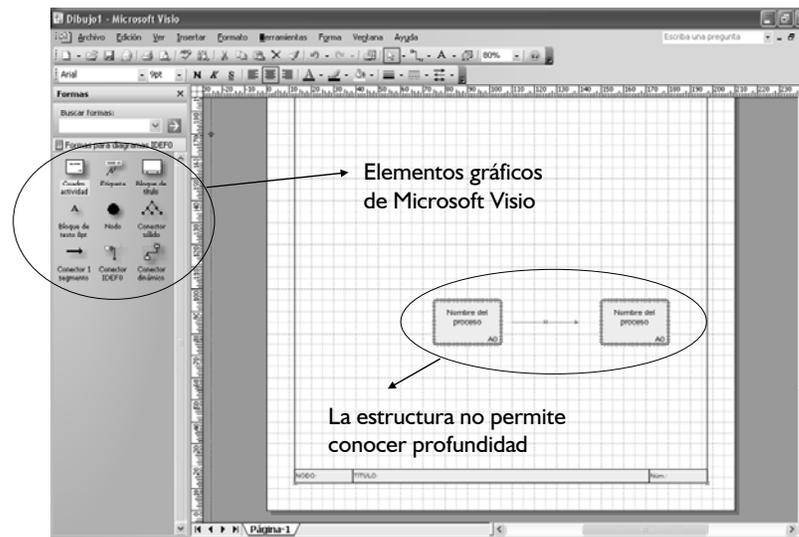
El modelo puede ser construido en papel o con la ayuda de herramientas software que existen en el mercado (Corel Igrafx, Microsoft Visio, BPwin, AI0Win, Erwin, etc). La selección de la herramienta CASE (Computer-Assisted Systems Engineering) se realizó teniendo en cuenta las variables expuestas en la figura 10 [Prekumar & Potter, 1995].



**Figura 10. Modelo Prekumar & Potter.**

Al ser esta una metodología experimental, las variables tecnológicas jugaron un papel vital y dejan de lado las variables organizacionales ya que el posible usuario de la metodología no tuvo un papel activo en la selección de la herramienta CASE. La variable costo tiene una gran relevancia al momento de la decisión, porque no se cuenta con recursos económicos para la adquisición de alguna licencia CASE y pone en el mismo nivel a todas las herramientas que tuvieran una presentación “demo” gratuita.

La siguiente variable analizada es la de ventaja relativa. Todas las herramientas mencionadas, (aparte de Microsoft Visio® que es más una herramienta de dibujo multipropósito – ver figura 11) permiten la creación y navegación por los diferentes diagramas IDEF de una forma amigable como se observa en la figura 12.



**Figura 11. Esquema básico de una plantilla Microsoft Visio®.**

De las herramientas CASE analizadas, se seleccionó BPwin del paquete All Fusion® Process Modeler de Computer Associates® por contar con un “demo” completamente funcional de 30 días, cosa que no ocurría en las demás demos, y que permite además de IDEF0, manejar modelos IDEF3.

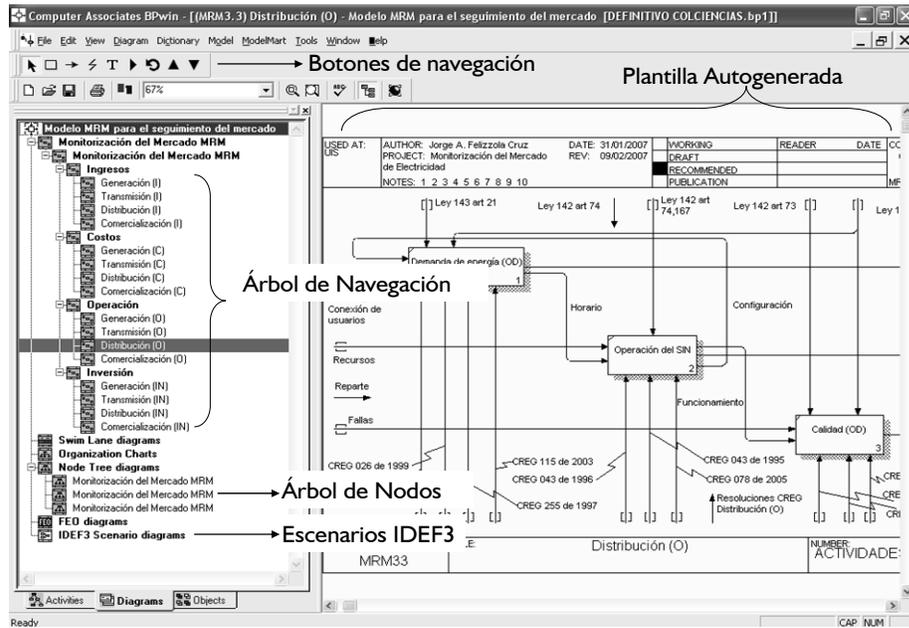


Figura 12. Plantilla All Fusion Process Modeler BPWIN ®.

El lenguaje de modelado IDEF0 supone una restricción en su descomposición top down y es la de tener un máximo de seis (6) funciones temáticas por nivel de desagregación. Ciertos autores [Marca & McGowan, 2006] mencionan el hecho de que un modelo IDEF0 bien hecho no debería tener más de cuatro niveles de profundidad (descomposición) ya que se estaría vulnerando la capacidad del mismo de ser sencillo y útil. Cabe recordar que cada “caja” del modelo IDEF0 es considerada un modelo en sí mismo. Ver figura 13

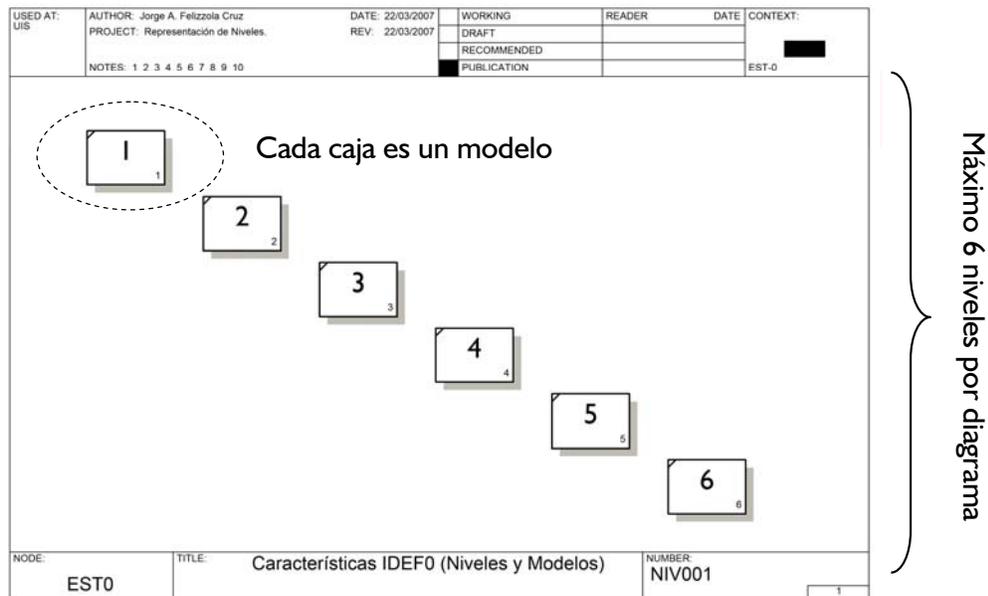
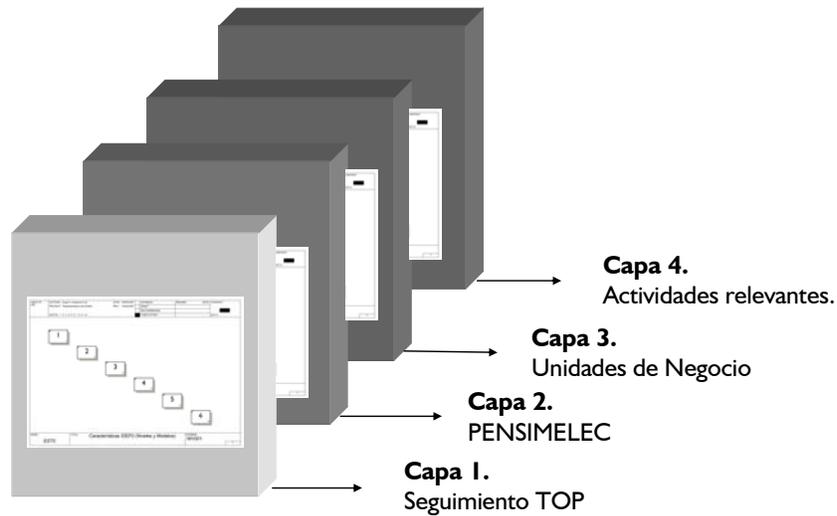


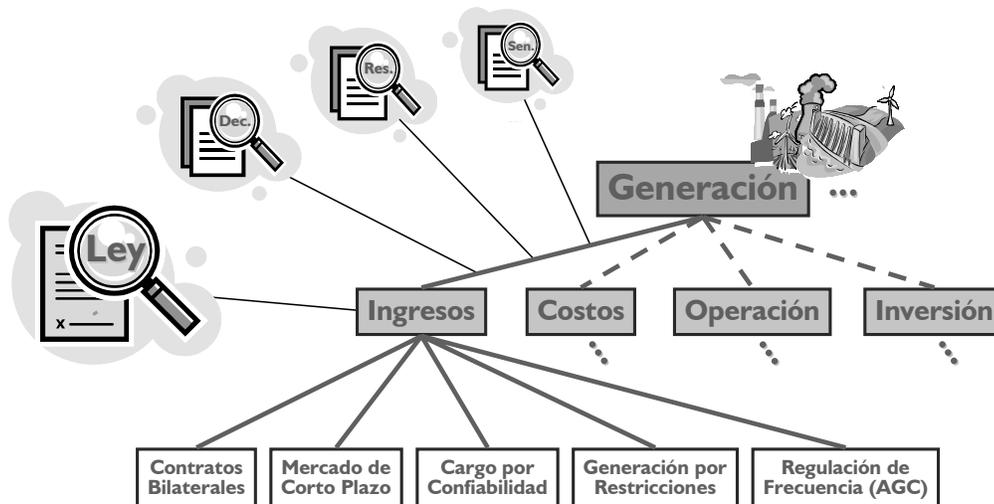
Figura 13. Funciones temáticas por nivel desagregación IDEF0 ®.

Por lo anterior, el modelo que hace parte de MRM se construyó en cuatro niveles de profundidad o capas así: 1) Diagrama TOP – Seguimiento al Mercado Eléctrico; 2) PENSIMELEC – Pentágono de seguimiento de cinco funciones temáticas; 3) Unidades de Negocio – conformadas por cuatro funciones (generación, transmisión, comercialización y distribución) y 4) Actividades relevantes – Seleccionadas de acuerdo con los criterios de expertos.



**Figura 14. Profundidad de cuatro capas del modelo IDEFO.**

En la construcción del modelo, se percibe el mercado como una red interrelacionada de funciones - definidas en la regulación - que parten de cada una de las unidades de negocios como se muestra a manera de ejemplo en la figura 15 para el caso de la unidad de negocio GENERACIÓN. Cada unidad es descompuesta de acuerdo al PENSIMELEC y se desglosan las actividades relevantes que son “grabadas” en el modelo.



**Figura 15. Ejemplo de desagregación para la unidad de negocio GENERACIÓN.**

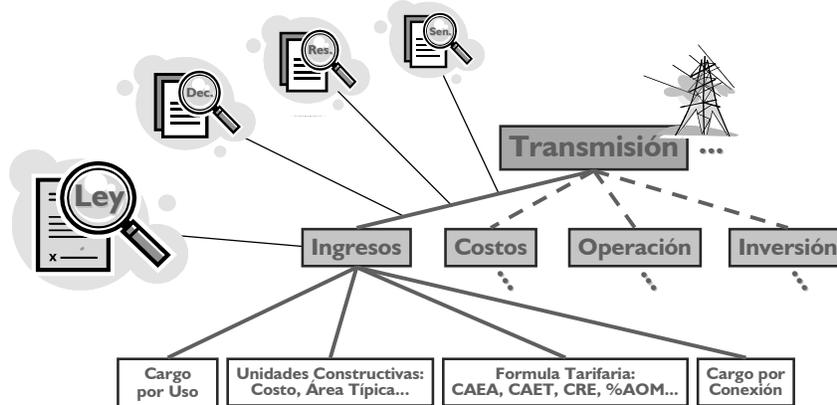


Figura 16. Ejemplo de desagregación para la unidad de negocio TRANSMISIÓN.

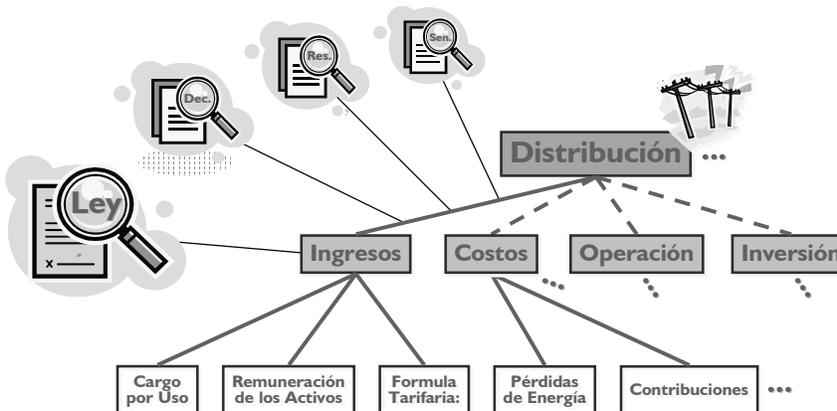


Figura 17. Ejemplo de desagregación para la unidad de negocio DISTRIBUCIÓN.

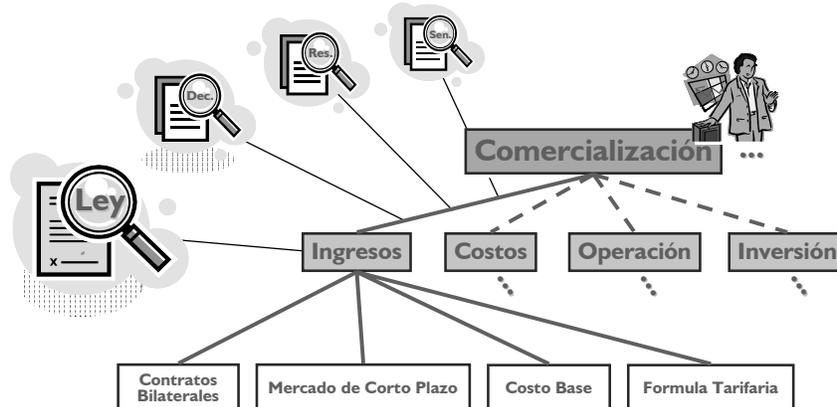
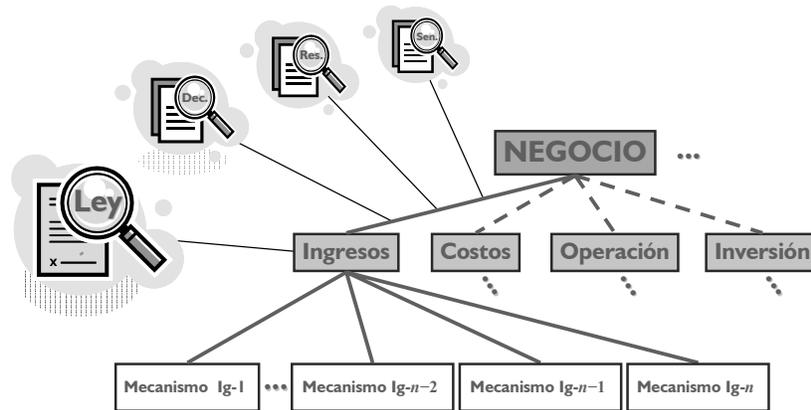


Figura 18. Ejemplo de desagregación para la unidad de negocio COMERCIALIZACIÓN.

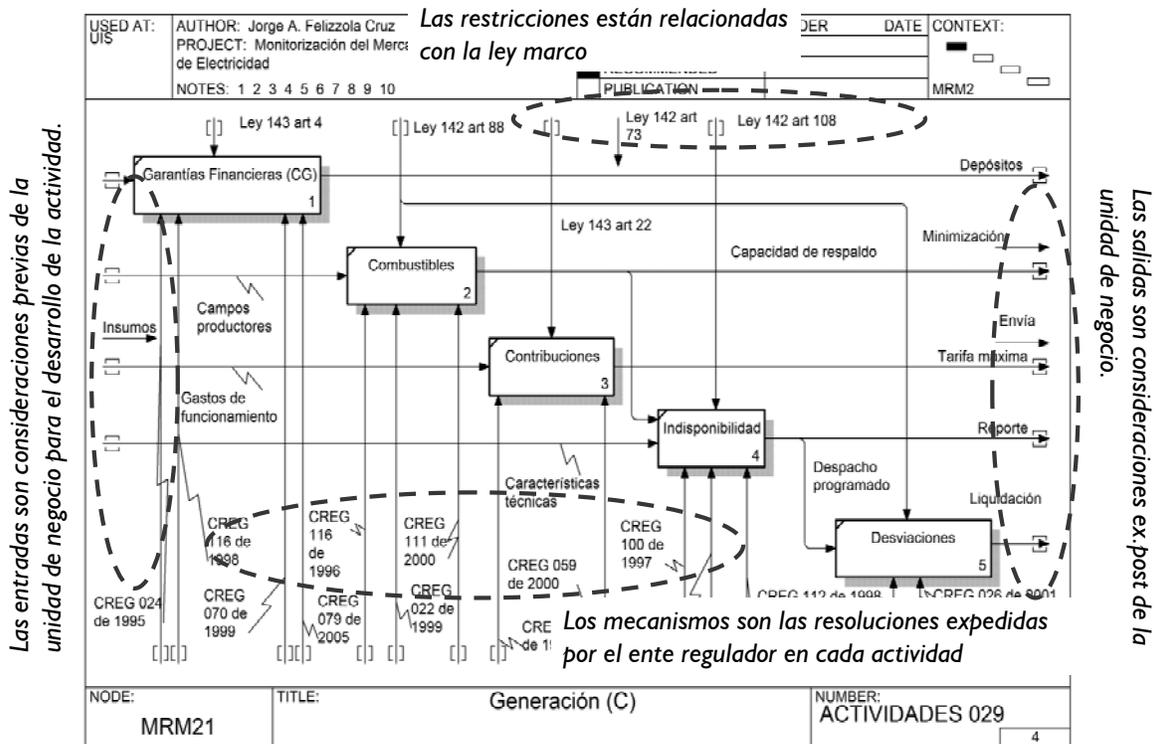
En general se puede decir que una unidad de negocio se puede descomponer en los aspectos de ingresos, costos, operación e inversión analizando la regulación vigente, e identificando “n”

mecanismos u actividades relevantes, para la toma de decisiones de intervención en el mercado por parte del ente regulador, o de actuación por parte de los agentes



**Figura 19. Esquema de desagregación para cualquier unidad de negocio.**

Con lo planteado hasta aquí, en la figura 20 se muestra un ejemplo del modelo construido con BPWIN. Las entradas, salidas, restricciones y mecanismos (ICOM en inglés) son especificados a modo de ilustración. Los modelos definitivos pueden ser observados en el Anexo A.



**Figura 20. Elementos ICOM del IDEF0 aplicados al modelo del mercado construido con MRM.**

## 6. APLICACIÓN DE MRM AL CASO COLOMBIANO.

---

En el presente capítulo se presenta la aplicación de MRM al caso colombiano. Las etapas aplicadas son las mostradas en la figura 9.

1. **Identificación del objeto de vigilancia:** El objeto de vigilancia es el mercado de energía eléctrica colombiano.
2. **Búsqueda y recolección de la información:** La metodología toma como base la información regulatoria del sector eléctrico, que para el caso colombiano fue obtenida de la CREG ([www.creg.gov.co](http://www.creg.gov.co)) en la ficha *normas* y la subficha *resoluciones* y de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) ([www.superservicios.gov.co](http://www.superservicios.gov.co)) en la ficha *normatividad y jurisprudencia*, servicio *energía eléctrica*. La búsqueda y recolección de la información utilizó las etapas descritas en la MCGM<sup>††</sup>. El período de recolección utilizado comprende desde el 1 de enero de 1995 hasta el 31 de diciembre de 2006. Se encontraron un total de 899 resoluciones expedidas por la CREG relacionadas con el mercado de electricidad.
3. **Análisis y validación:** El análisis y validación de la información se realizó de la siguiente manera:
  - 3.1 **Almacenamiento:** La información reglamentaria del mercado de energía colombiano, encontrada tanto en el portal de la Comisión Reguladora de Energía (CREG) como de la SSPD, fue almacenada en los discos duros de los computadores de trabajo. No obstante, también se contó con un CD de recopilación de normas que la CREG había elaborado como material de difusión e información para los agentes.
  - 3.2 **Clasificación:** Después de haber analizado cada una de las resoluciones para el periodo regulatorio seleccionado, se procedió a realizar una clasificación heurística de acuerdo a su carácter (particular, general o administrativo), así:
    - *General:* Son resoluciones que aplican a todas las empresas de una unidad de negocio bajo estudio. P.ej: contribuciones de los agentes, plazos para registros, etc.
    - *Particular:* Son resoluciones específicas que aplican a una sola empresa de una unidad de negocio bajo estudio. P.ej: cargos por uso empresa de Caldas, costo base de comercialización para DICEL, etc.
    - *Administrativo:* Resoluciones que tratan temas como nombramientos, mediación de conflictos, reposiciones, establecimiento de funciones, etc. P.ej: nombramiento director ejecutivo, recurso de reposición de la EBSA, etc.

Se elabora una descripción general sobre el tema tratado en la resolución, y se

---

<sup>††</sup> MCGM Es una metodología para el seguimiento general del mercado eléctrico colombiano, desarrollada en el marco del proyecto COLCIENCIAS-XM-UIS por el grupo GISEL en el año 2007.

especifica la actividad o actividades de la cadena de valor del producto energía eléctrica (generación, transmisión, distribución o comercialización) a la que aplica.

La información encontrada (899 resoluciones CREG) se clasificó con la ayuda de un libro de Excel®, con el cual, se pueden aplicar los criterios con filtros o consultas para cada una de las etiquetas que se muestra en la siguiente tabla. Cada hoja del libro es la recopilación de las resoluciones expedidas en cada año desde 1995 hasta el 2005. A manera de ejemplo se muestra en la siguiente tabla el formato utilizado (etiquetas).

Para lograr la clasificación se estableció lo siguiente:

**Tabla 4. Ejemplo de la ficha de Excel® Clasificación.**

Item	Res. CREG	Resumen	Vigencia	Carácter	Unidad De Negocio	Temas
1	053 de 2001	Interconexión Eléctrica S.A. remitió a la CREG el trámite del recurso de apelación...		Administrativo	No relevante.	No relevante.
2	029 de 2000	Se pone en conocimiento cambios en la normatividad sobre el Cargo por Capacidad.	Vigente	General	Generación	Cargo por capacidad.
3	073 de 2003	Se aprueban los cargos por uso del Sistema de Distribución que opera Ruitoque S. A. ESP	Vigente	Particular	Distribución	Cargos por uso.
4	092 de 2004	Se establecen los ingresos regulados por concepto de los servicios prestados por el CND, el ASIC y el LAC para el año 2005	Vigente	General	Generación Transmisión Comercialización Distribución	Pagos

- Una etiqueta que muestre el estado de la resolución (vigente/no vigente).
- Una etiqueta que muestre el carácter de la resolución (administrativo/general/particular).

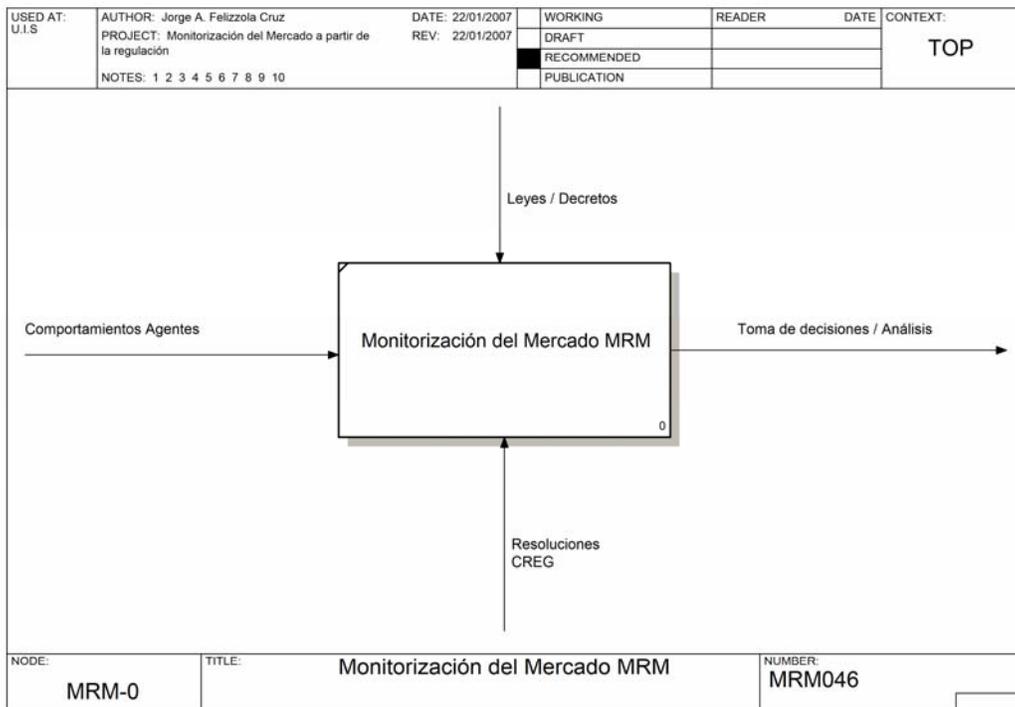
- Una etiqueta que muestre las *unidades de negocio* a las que afecta la resolución (generación, transporte, distribución y comercialización). Una misma resolución puede afectar a una o más unidades de negocio.
- Una etiqueta que muestra los principales *temas* encontrados en la resolución. Estos temas, que desde la visión del ente regulador se definieron como *mecanismos*, fueron seleccionados con el criterio de expertos.

4. **Difusión:** La difusión del proceso de inteligencia se realiza por medio del modelo construido.

**Construcción del modelo:** El modelo se construyó con IDEF0 con la ayuda de la herramienta CASE BPWIN ® de Computer Associates de acuerdo a los lineamientos descritos en el capítulo anterior.

El modelo quedó conformado por cuatro capas así: 1) Diagrama TOP – Seguimiento al Mercado Eléctrico; 2) PENSIMELEC – Pentágono de seguimiento de cinco funciones temáticas; 3) Unidades de Negocio – conformadas por cuatro funciones (generación, transmisión, comercialización y distribución) y 4) Actividades relevantes (mecanismos) – Seleccionadas de acuerdo a criterios de expertos.

A continuación se muestra paso por paso cómo se construyó el modelo.



**Figura 21. Diagrama básico de monitorización con IDEF0 (capa I)**

a. Selección de los elementos de monitorización

Para poder construir el modelo de seguimiento mediante IDEF0, se seleccionaron como elementos primordiales los elementos relacionados con los ingresos, la operación, la inversión y los costos reconocidos por el mercado para cada unidad de negocio en el desarrollo de sus actividades.

b. Configuración de las Unidades de Negocio.

Las unidades de negocio seleccionadas para el caso colombiano son: generación, transmisión, distribución y comercialización. Aunque en el mercado existen otras unidades como el operador del mercado y el operador del sistema, estas últimas cumplen funciones operativas y procedimentales de manera pasiva para la toma de decisiones de los demás agentes. Estas últimas unidades de negocio pueden ser incluidas en un desarrollo posterior de la presente metodología.

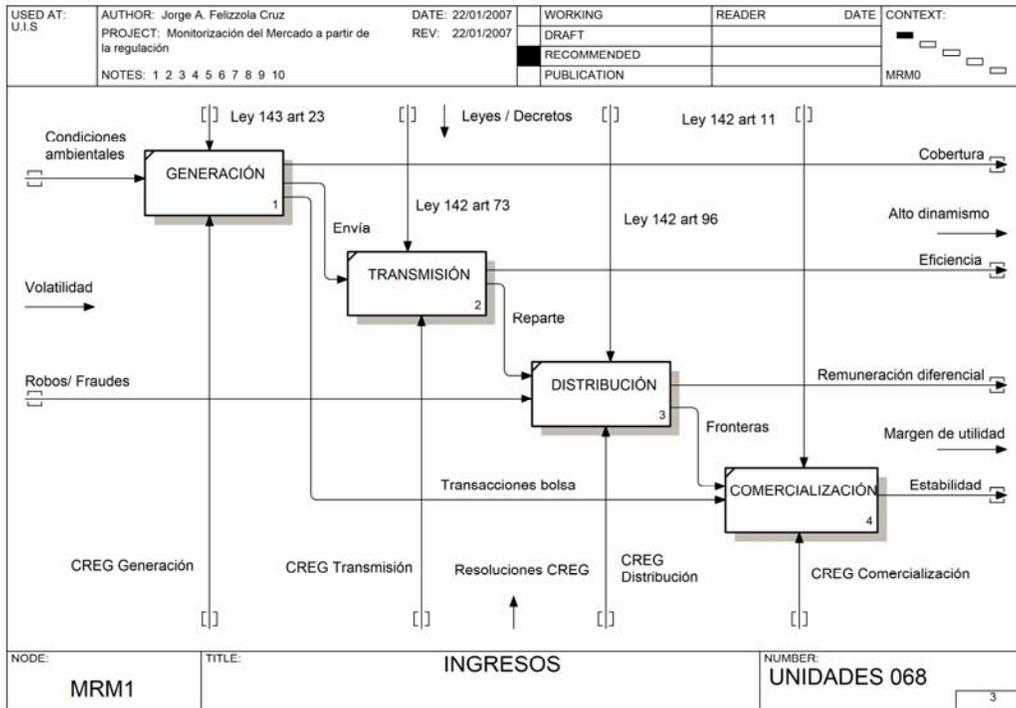


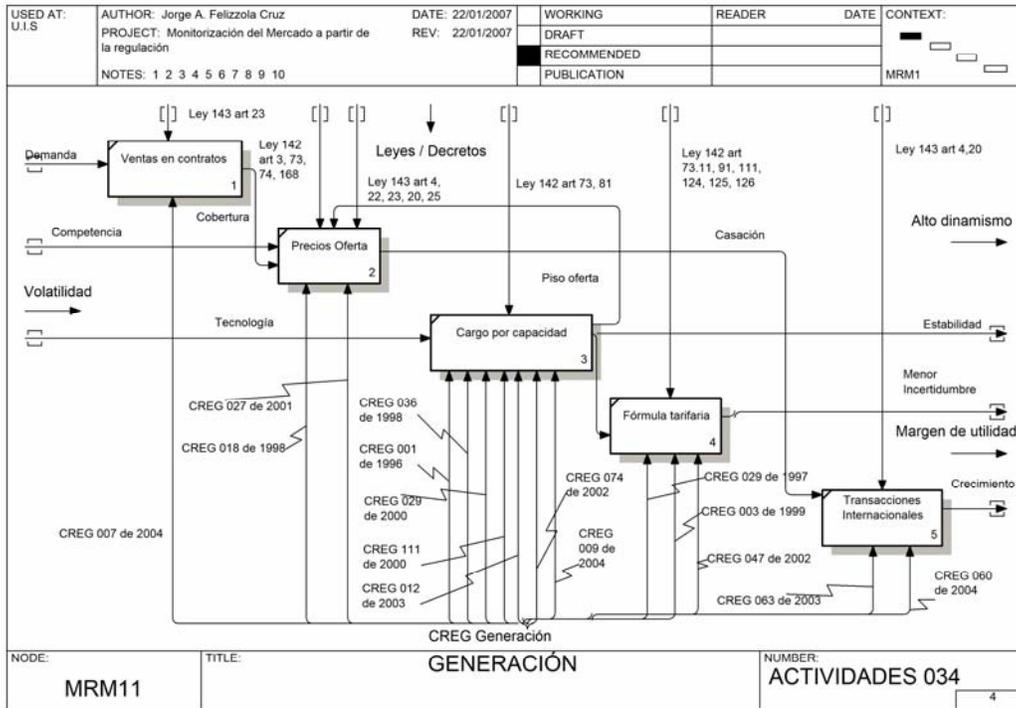
Figura 22. Diagrama en IDEF0 de la capa Unidades de Negocio.

c. Elementos ICOM

El modelo del mercado de energía eléctrica desde esta perspectiva viene dado por las relaciones encontradas en la regulación y que son representadas como entradas, salidas, mecanismos y controles (ICOM por sus siglas en inglés). Cada bloque ICOM desarrollado con el lenguaje IDEF0, es desarrollado por las temáticas presentes en cada resolución, ley o

decreto expedido en cada año por el ente regulador y/o cualquiera que afecte el funcionamiento del mercado

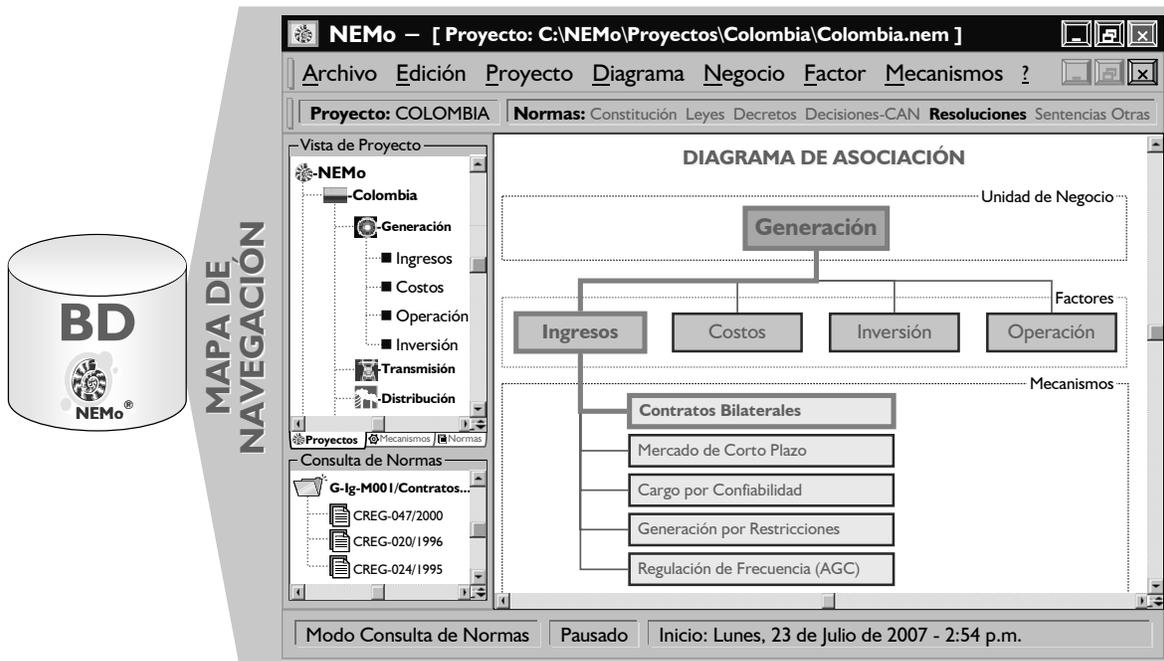
Las restricciones del modelo se pueden interpretar como “mecanismos coercitivos” que el regulador y otros estamentos del Estado han emitido y que se enmarcan en las Leyes 142 de 1994 (servicios públicos domiciliarios) y la Ley 143 de 1994 (Ley Eléctrica).



**Figura 23. Diagrama IDEF0 de la capa Actividades Relevantes de Generación**

### Consideraciones generales:

Una de las características importantes de este tipo de modelos tiene que ver con la usabilidad, entendida como la capacidad del modelo y/o software de ser comprendido, aprendido, usado y ser atractivo para el usuario, en condiciones específicas de uso. Como un paso posterior a la elaboración de los diseños de papel que se muestran en el anexo A, se presenta a manera de ejemplo lo que puede ser la interfase de una herramienta software específica para analizar y hacer seguimiento a los mercados de energía eléctrica, que está siendo diseñada por el grupo GISEL y que lleva por nombre Norms & Regulations Evolution Monitoring Model for Power Markets” – NEMo®. Ver figura N° 24



**Figura 24. Interfase prototipo NEMo.**

Los elementos básicos de esta herramienta se basan en los principios básicos de la usabilidad [ISO/IEC 9126,1991]:

*Facilidad de Aprendizaje:* se refiere a la facilidad con la que nuevos usuarios pueden tener una interacción efectiva. Está relacionada con la familiaridad, la generalización y la sintetización de los conocimientos previos; estos conocimientos están enmarcados en los modelos IDEF0 en sí mismos.

*Flexibilidad:* hace referencia a la variedad de posibilidades con las que el usuario y el sistema pueden intercambiar información. En el caso de NEMo, la interacción puede ser por medio de los diagramas de asociación (ver figura 24), el acceso a menús y a la base de datos de forma dinámica y bidireccional (actualizar y consultar de manera local y remota a la BD).

*Robustez:* es el nivel de apoyo al usuario que facilita el cumplimiento de sus objetivos. Está relacionada con la capacidad de observación del usuario, de recuperación de información y de ajuste de la tarea al usuario (toma de decisiones). La matriz de seguimiento de objetivos MSO está orientada al cumplimiento de este elemento fundamental, en el diseño de NEMo.

## **APORTES, CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO.**

---

Debido a que los procesos regulatorios son complejos y su alcance es difícilmente predecible porque cada vez surgen nuevas leyes que los modifican, para que un esquema de seguimiento funcione es necesario la implementación de herramientas que permitan al ente encargado de realizar tales funciones, vigilar y a su vez proponer cambios (ajuste a los mecanismos) que conlleven a un mercado más eficiente y transparente al reducir asimetrías de información. MRM mostró ser un primer paso en el desarrollo de tales herramientas brindando una visión global del entorno mediante el modelo construido con IDEF0.

El modelo de seguimiento del mercado resultado de este trabajo contribuye a aumentar el nivel de competitividad del sector al presentar alternativas de seguimiento del entorno que permiten identificar cambios en el sistema y analizar el comportamiento de los agentes participantes.

La propuesta introducida con MRM es pionera en la introducción del concepto de modelado empresarial para la realización de un esquema de seguimiento aplicado a los mercados de energía eléctrica. La metodología es experimental y adaptativa (puede ser aplicada en otros países), además ha mostrado excelentes resultados en el caso colombiano al permitir emitir juicios de valor acerca del mercado eléctrico.

La forma de análisis cruzados introducida por la metodología MRM (Matriz de seguimiento de Objetivos – MSO) y principalmente por el pentágono para el seguimiento del mercado de energía eléctrica PENSIMELEC resultó ser factible ya que sus áreas están bien definidas y no muestran solapamientos unas con otras.

Los análisis cruzados que se pueden realizar con PENSIMELEC son virtualmente infinitos (costos-operación, costos-ingresos, costos-estructura, costos-inversión, operación-ingresos-estructura, etc.) pero la interpretación de ellos depende de la experticia del equipo de monitorización que utilice MRM. Se puede decir que los modelos IDEF0 son modelos del mercado, si se responden preguntas del mercado.

La selección de los temas utilizados en el modelo IDEF0 aplicado al caso colombiano, surgen del análisis que se realizó alrededor de 899 resoluciones expedidas por la CREG en el período 1995-2005. De ahora en adelante, se recomienda la actualización y evaluación de estos elementos de forma periódica, siguiendo la ruta descrita en MRM; esto con el fin de contar siempre con una base de datos actualizada y que brinde señales reales del mercado. Dicha actualización consiste en clasificar adecuadamente cada nueva resolución expedida y ubicarla en el mecanismo correspondiente; de no encontrarse el mecanismo necesario, es necesario crearlo, haciendo el modelo de mercado mucho más extenso.

Debido a la flexibilidad de la metodología propuesta, se infiere que MRM puede ser aplicada a cualquier mercado eléctrico latinoamericano, a costos reducidos, dado que sus insumos son gratuitos. Con pruebas de escritorio sencillas se pueden validar los modelos obtenidos, siempre y cuando se cuente con el apoyo de un grupo de expertos del mercado eléctrico bajo análisis.

En un futuro es posible la integración de otros modelos tomando como base el núcleo principal de MRM que es el modelo de mercado mediante IDEF0, perteneciente a la familia IDEF. Como IDEF0 es un lenguaje abierto y simple, es posible incluir a otros modelos de mercado para aplicaciones

específicas e integrarlos a MRM para así contar con un sistema IT (de Tecnología de Información) completo y suficiente para desempeñar las labores de monitorización necesarias en un mercado de electricidad. La inclusión de análisis de datos de mercados tales como precios, ventas, participaciones, pueden ser realizados mediante técnicas de clasificación poderosas como las máquinas de soporte vectorial, entre otras.

La representación de los modelos IDEF0 es conceptual, no es un modelo software pero son buenas bases el mismo como se puede ver en los primeros diseños de la herramienta NEMo. La construcción de un sistema inteligente multiagente que permita automatizar la tarea de construcción del modelo está cada vez mas cerca si se tiene un entendimiento global y estructurado, mediante notaciones formales, del mercado eléctrico.

Con este trabajo se concluye que el actual mercado de energía eléctrica puede ser modelado como una “gran empresa” verticalmente integrada y en la cual existen intercambios de información y de flujo de dinero en cada uno de sus unidades de negocio (los hoy llamados agentes del mercado) y se abre un paso enorme para la aplicación de las técnicas de modelado organizacional en el mercado de electricidad y en otros mercados, trayendo consigo una gran cantidad de herramientas del modelado organizacional que pueden ser útiles para la monitorización de los mercados.

Una de las grandes ventajas de MRM es que puede ser utilizada por cualquier agente del mercado de electricidad, ya que los mismos se ven representados en las capas del modelo IDEF0. Como IDEF0 es una descomposición jerárquica top down, en la cual los límites del modelo están determinados por requisitos de tiempo, dinero y las necesidades del usuario, MRM puede ser profundizada para los generadores, transportadores, comercializadores y distribuidores para apoyar la toma de decisiones específicas del agente interesado.

Otra ventaja de poder representar el mercado de energía eléctrica mediante IDEF0 se deriva de la forma unificada de representar funciones y procesos, de la simplicidad pero al mismo tiempo rigurosidad y precisión del lenguaje, y del establecimiento de límites en la representación de detalle en el modelo.

Para finalizar se debe mencionar que con IDEF0 se permite un trabajo colaborativo ya que cuenta con características especiales como la distribución de kits de revisión para los partícipes en la construcción del modelo, lo que permite el trabajo a distancia y de forma controlada (sin duplicación de esfuerzos), enriqueciendo el modelo con la interacción de expertos localizados geográficamente en otras regiones del país o del mundo.

## BIBLIOGRAFÍA

---

- [1] [Addepalli 2004] Addepalli. Introductory Primer on the Monitoring and Surveillance of Electric Power Markets. Philippine Energy Regulatory Commission. 2004
- [2] [Aguilar, Díaz 2004] Argemiro Aguilar Díaz, Javier Augusto Díaz. "Una Visión del Mercado Eléctrico Colombiano". Estudio realizado por la firma Sistemas Digitales de Control Ltda. Bajo la dirección de la UPME, parte del estudio "Mercado de Energía Eléctrica en Colombia – Análisis Comercial y de estrategias". 2004.
- [3] [Albrecht, 2000] Karl Albrecht. El radar empresarial, 2000
- [4] [Armañanzas, 2004] Rubén Armañanzas Arnedillo, "Medidas de filtrado de selección de variables mediante la plataforma "Elvira"", Proyecto fin de carrera, Universidad del País Vasco, 2004.
- [5] [Bacon, 2001] Bacon, R. W. y J. Besant-Jones. "Global Electric Power Reform, Privatization, and Liberalization of the Electric Power Industry in Developing Countries." Annual Review of Energy and the Environment 26,2001.
- [6] [Bagnall and Smith, 2005]. Anthony J. Bagnall, George D. Smith, Member, IEEE, A Multi-Agent Model of the UK Market in Electricity Generation, 2005.
- [7] [Baíllo, 2002] Á. Baíllo, "Optimización de la Explotación y de la Preparación de Ofertas de una Empresa de Generación de Energía Eléctrica para Mercados de Corto Plazo". Tesis Doctoral, Madrid: Universidad Pontificia Comillas, 2002
- [8] [Berenson & Livine, 2004] Berenson, Mark L. Levine, David M. Estadística Básica en administración conceptos y aplicaciones, Mcgraw-Hill. México D.F, 2004
- [9] [Brugman, Wolak 2004] Alberto Brugman Miramón, Frank Wolak y otros, "Diseño y estructuración de una metodología para el monitoreo y control del mercado de energía mayorista - MEM", Disponible en la página de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), 2004.
- [10] [CETISME, 2002] CETISME. Inteligencia Económica y Tecnológica, 2002
- [11] [Chase, Aquiliano & Jacobs, 2000] Chase, Richard B. Aquiliano, Nicholas J. Jacobs F Robert. Administración de producción y operaciones, Mcgraw-Hill. Santa fe de Bogotá, Colombia D.F, 2000.
- [12] [COTEC, 1999] Vigilancia Tecnológica. Documentos COTEC sobre oportunidades tecnológicas, 1999
- [13] [Department of Economics Iowa State University, 2006] Agent-Based Computational Economics (ACE) Research Area: Restructured Electricity Markets, <http://www.econ.iastate.edu/tesfatsi/>
- [14] [Eriksson & Penker , 1998]
- [15] [Escorsa, 2001] Peré Escorsa. Ramón Maspons. De la vigilancia Tecnológica a la Inteligencia Competitiva. Pearson Education S.A. 2001

- [16] [Felizzola & Chaparro, 2006] Yadira Milena Felizzola. Elsa Chaparro Aljure. Evaluacion Del Desempeno De La Regulacion En El Sector Electrico Colombiano : Analisis De La Transparencia, Capacidad, Participacion Y La Rendicion De Cuentas Del Regulador 2006.
- [17] [Fernandez y Gómez, 2003] Carmen Fernández Chamizo, Jorge Gómez Sanz, Juan Pavón Mestras, 2003. Introducción a la tecnología de agents Dep. de Sistemas Informáticos y Programación, <http://grasia.fdi.ucm.es>
- [18] [García, 2001] J. García, "Optimización de la explotación en el corto plazo y elaboración de ofertas en un sistema eléctrico liberalizado. Naturaleza del problema y métodos de solución", Tesis Doctoral, E.T.S. de Ingeniería (I.C.A.I.), Universidad Pontificia Comillas, 2001.
- [19] [Gómez & Hoyos, 2006] Viviana Andrea Gómez Peñaloza, Feyber Hoyos Gómez, "Caracterización del Mercado de Generación y Transmisión de Bolivia para Inversionistas", Trabajo de Grado en Ingeniería Eléctrica e Industrial, Universidad Industrial de Santander, Marzo 2006. Dirección: Dr. Gerardo Latorre Bayona. Codirección: Ing. Javier Augusto Hernández Romero.
- [20] [Grasia , 2005] ¿Qué son agentes software? Universidad Complutense Madrid. <http://grasia.fdi.ucm.es/>.
- [21] [Hagler Bailly, 1999] "Posición Dominante En La Actividad De Generación Eléctrica En Colombia" Estudio realizado por la firma Hagler Bailly para Acolgen, 1999.
- [22] [Hair & Anderson, 1999] Joseph F. Hair, Jr; Rolph E. Anderson; Ronald L. Tatham y otros, "Análisis Multivariante", Quinta Edición, Prentice Hall Iberia, Madrid, 1999.
- [23] [Han et all , 2002] The complementary use of IDEF and UML modelling approaches. Cheol-Han Kim, R.H. Weston, A. Hodgson, Kyung-Huy Lee. Information System Engineering, Daejeon University, Daejeon, South Korea. 2002.
- [24] [Hernández & Ramírez, 2004]: Hernández Orallo; Ramírez Quintana; Ferri Ramírez, "Introducción a la minería de datos", Pearson Educación S.A., Madrid, 2004.
- [25] [Hunt & Shuttleworth, 1996]: Sally Hunt & Graham Shuttleworth "Unlocking the Grid", IEEE Spectrum, 1996.
- [26] [J.A. King, 1995]. Intelligent Agents: Bringing Good Things to Life. AI Expert, February 1995, pp.17-19.
- [27] [Jamison, Lynne 2005] Mark A. Jamison, Lynne y Sanford V. Berg. Measuring and Mitigating Regulatory Risk in Private Infrastructure Investment. The Electricity Journal. Vol 18. Issue 6. 2005.
- [28] [Jennings, N.R., 2000]. On agent-based software engineering. Artificial Intelligence, 117.
- [29] [Levin & Rubin, 1996]: Levin Richard; Rubin David, "Estadística para administradores", Prentice-Hall Hispanoamericana S.A., México, 1996.
- [30] [López, 2005] Víctor Manuel López Jaquero, 2005. Interfaces de Usuario Adaptativas Basadas en Modelos y Agentes Software. Universidad de Castilla-La Mancha.
- [31] [M. Klusch, 2000] Information agents. 2nd European Agent Systems Summer School, EASSS2000. August 14 - 18. Saarbrücken, Germany.

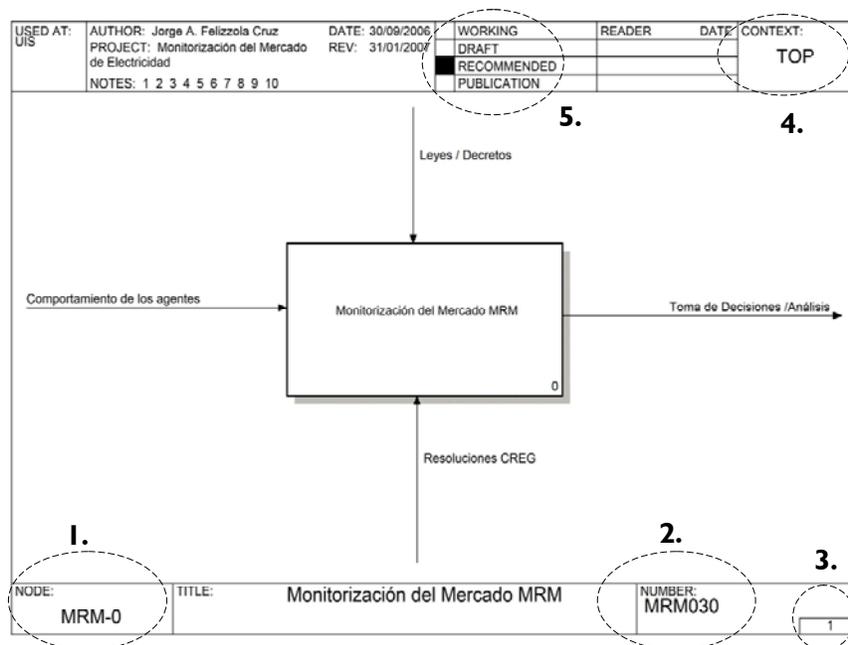
- [32] [Mayer et al, 1995] Information Integration for Concurrent Engineering IDEF3 Process Description Capture Method Report, Knowledge Based Systems Inc. R.J. Mayer, C.P. Menzel, M.K. Painter, P.D. deWitte, T. Blinn, B. Perakath, 1995.
- [33] [Medina, 2005].Medina, Fajardo, Pablo. Uribe Botero, Eduardo. Evolución del Servicio de Energía Eléctrica durante la última década. Documento CEDE 2005-21.Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico. Universidad de los Andes. 2005.
- [34] [Mercado, Sánchez, 2006] Jorge Mercado, Gabriel Sánchez Sierra, Pablo Roda, "Comité De Seguimiento Del Mercado Mayorista De Energía Eléctrica, Segundo informe de avance", 2006. <https://www.superservicios.gov.co/MEM/index.html>.
- [35] [Michie & Spiegelhalter, 1994] Michie, D.; Spiegelhalter, D.; Taylor, C., "Machine learning, neural and statistical classification", <http://www.amsta.leeds.ac.uk/~charles/statlog/>, 1994.
- [36] [Millán, Comai, 2004]Joaquín Tena Millán y Alessandro Comai. PUZZLE: Revista Hispana de la Inteligencia Competitiva, edición 10. Artículo "Externalización de la búsqueda y el análisis en proyectos de Inteligencia competitiva:
- [37] [Milton & Arnold, 2004] Milton, Susan. Arnold, Jesse C. Probabilidad y Estadística con aplicación a la ingeniería y las ciencias computacionales, Mcgraw-Hill. México D.F, 2004.
- [38] [Mitnick 1989] Mitnick, Barry M., La economía política de La Regulación. Fondo de Cultura Económica. México. 1989.
- [39] [Mkhwanazi 2000] Mkhwanazi, Xolani Humphrey. Electricity Market Scenarios Study. 2000
- [40] [Montgomery & Runger, 1996] Montgomery, Douglas C. Runger, George C. Probabilidad y Estadística aplicada a la ingeniería, Mcgraw-Hill. México D.F, 2000.
- [41] [Nicoletti 2001] Giuseppe Nicoletti. Regulation in services: OECD patterns and economic implications.ECO/WKP (2001).
- [42] [Nwana.1996] Software Agents: An Overview Intelligent Engineering Review, 1996.
- [43] [Penker,1998] UML Toolkit, , M. Penker, H.-E. Eriksson Wiley, New York. 1998.
- [44] [Peña and Fabregat,2000] Clara Inés Peña de Carrillo, Ramón Fabregat Gesa, José Luis Marzo Lázaro, 2000. WWWbased Tools to Manage Teaching Units in the PLAN-G Distance Learning Platform, EDMEDIA 2000, World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications, Association for the Advancement of Computing in Education, ISBN-1-88-00-94-40-1, Montreal, July 2000.
- [45] [Petit, 2002] Report on the State of the art in enterprise modelling report. University of Namur. Michael Petit. GRAISOFT-COMPUTAS. 2002. [www.ueml.org http://athena.troux.com/akmii/Default.aspx?SystemID=4&FolderID=5&ServiceURL=WebComputas/TeamPage.aspx?pageID=121&WebID=249](http://athena.troux.com/akmii/Default.aspx?SystemID=4&FolderID=5&ServiceURL=WebComputas/TeamPage.aspx?pageID=121&WebID=249)
- [46] [Rojas 2005] Rojas, Mariano. Cue, Yolanda. La Reforma Eléctrica: El Régimen Apropriado. Por publicarse, El Trimestre Económico, 2005
- [47] [Russell and Norvig, 1997]Stuart Russell, Peter Norvig, 1997. Inteligencia Artificial un Enfoque Moderno. Prentice Hall.
- [48] [Sanchez,2006]]. Salvador Sánchez: Computer Vision Group Universidad Jaume I de Castellón, 2006. <http://www.vision.uji.es/>, <http://www.lsi.us.es/redmidas/>.

- [49] [Sandoval. 2004] Sandoval, Ana María. Monografía del sector electricidad y gas colombiano: condiciones actuales y retos futuros. Archivos de Economía. Documento 272. Departamento Nacional de Planeación. 2004
- [50] [Tobón, Valencia 2003] Tobón Orozco, David, Valencia, Germán. Castillo, Gustavo. Indicadores: intervención reguladora en la industria eléctrica colombiana. Grupo de Microeconomía Aplicada del CIE. Julio. 2003.
- [51] [Vanegas,2003]R. Vanegas V: Pontificia Universidad Católica de Valparaíso Chile , Revista Signos 2003. Latent Semantic Analysis: an Overview of its Development. <http://www.scielo.cl/>
- [52] [Varian, 1999] Varian, Hal R. Microeconomía intermedia: un enfoque actual. Editorial Alfaomega, Antoni Bosch Editor, 1999.
- [53] [Vernadat 2000] F.B. Vernadat, Enterprise modeling and integration: current status and research perspectives, in: Proceedings of the IFAC/ IEEE/INRIA International Conference on Manufacturing Control and Production Logistics (MCPL'2000), Grenoble, 4-7 Julio 2000 electric sector. Versión piloto. 2005.
- [54] [Wolak, 2004] Wolak Frank, Diseño y estructuración de una metodología para el monitoreo y control del mercado de energía mayorista MEM. 2004
- [55] [Wooldridge, 2000]Mike Wooldridge, 2000. Intelligent Agents: Introduction. 2nd European Agent Systems Summer School, EASSS2000. August 14 - 18. Saarbrucken, Germany.

## Anexo A. MODELOS MRM

En el presente anexo se presentan los modelos que fueron construidos con la técnica de modelado organizacional IDEF0, utilizando la herramienta software de demostración BPWIN® de Computer Associates®. Se presentan en total 56 modelos (cajas temáticas) agrupadas en cuatro aspectos principales según el Pentágono de Seguimiento del Mercado Eléctrico – PENSIMELEC. Se deja de lado la representación de estructura de la arista de PENSIMELEC por no ser de vital importancia para la aplicación continua de la metodología.

Los modelos están basados en la regulación del sector eléctrico colombiano, tomando como punto de partida las resoluciones emitidas por la comisión de regulación de energía y gas (CREG).



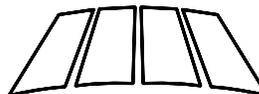
**Figura A- I Esquema general del modelo IDEF0**

En la Figura A- I se muestran los principales elementos del formato IDEF0 utilizado, así:

El uno (1), es el nodo en el cual está ubicado el lector, siendo el MRM-0 el nodo de nivel superior; el segundo nivel vendría dado por el nodo MRM0 y una subdivisión de él sería el MRM1, MRM11, etc.

El dos (2), es el número de la progresión cronológica de la revisión del modelo. MRM030 significa que el modelo ha sido revisado treinta (30) veces desde su concepción. Unos modelos pueden tener más o menos revisiones dependiendo de su complejidad.

El tres (3) es la capa o layer del modelo. Se recuerda al lector que los modelos IDEF0 fueron construidos en cuatro capas (ver progresión en los modelos anexos).

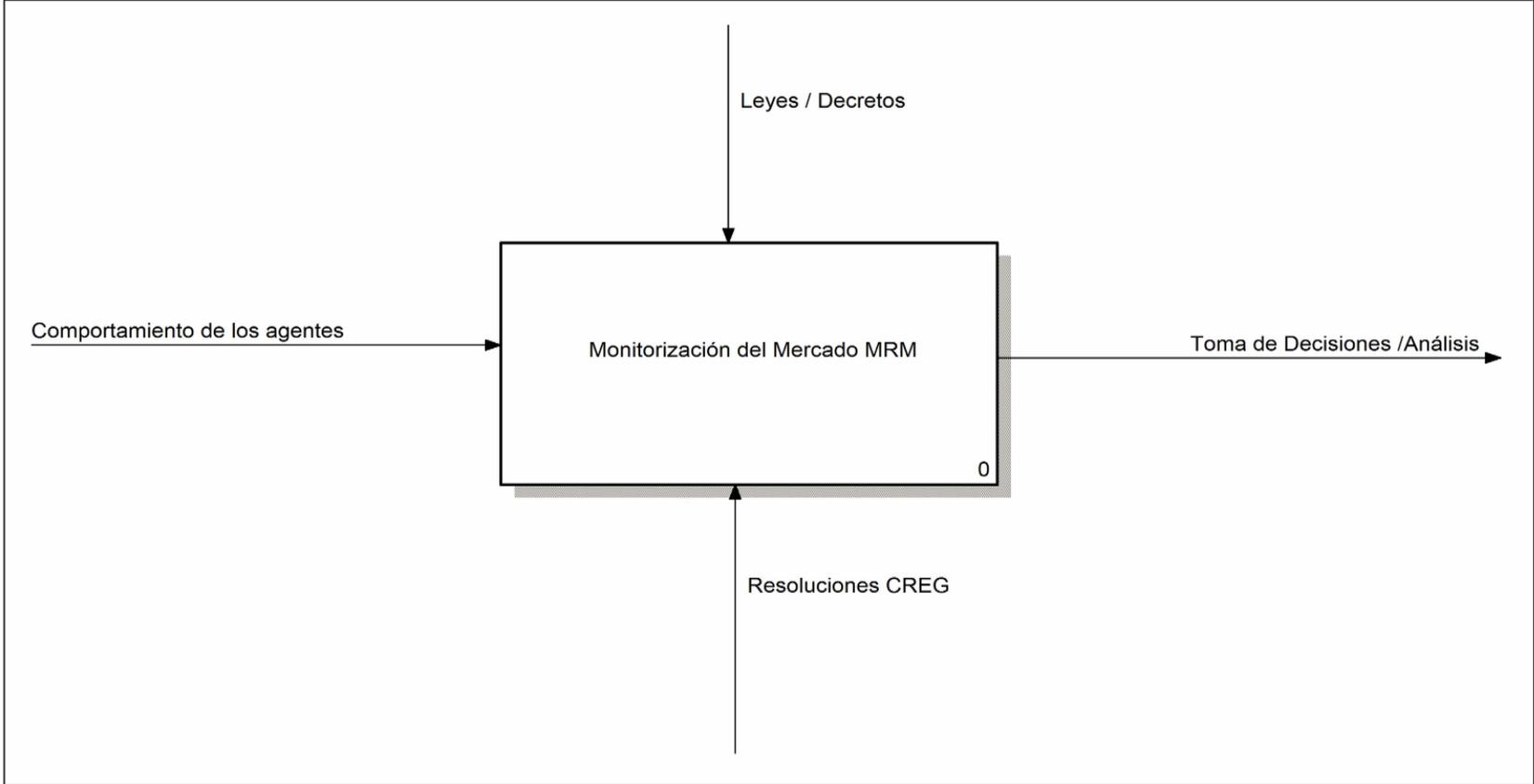


El cuatro (4), es el contexto o nivel de profundidad del modelo; va muy relacionado con el número del nodo siendo *TOP* el nivel superior de todo el árbol. Como la estructura de IDEF0 es la de una descomposición top-down, *context* proporciona una forma visual que nos indica dentro de cual nodo se encuentra el lector.

El cinco (5), es el estado del modelo. Todos los modelos son susceptibles de ser modificados hasta que son utilizados. En el presente trabajo se comenzó en estados *working* (en progreso), pasando por *draft* (borrador) y se llegó a *recommended* (recomendado). El estadio de *publication* (publicación) se deja para el ente encargado de utilizar la metodología con sus respectivos modelos.

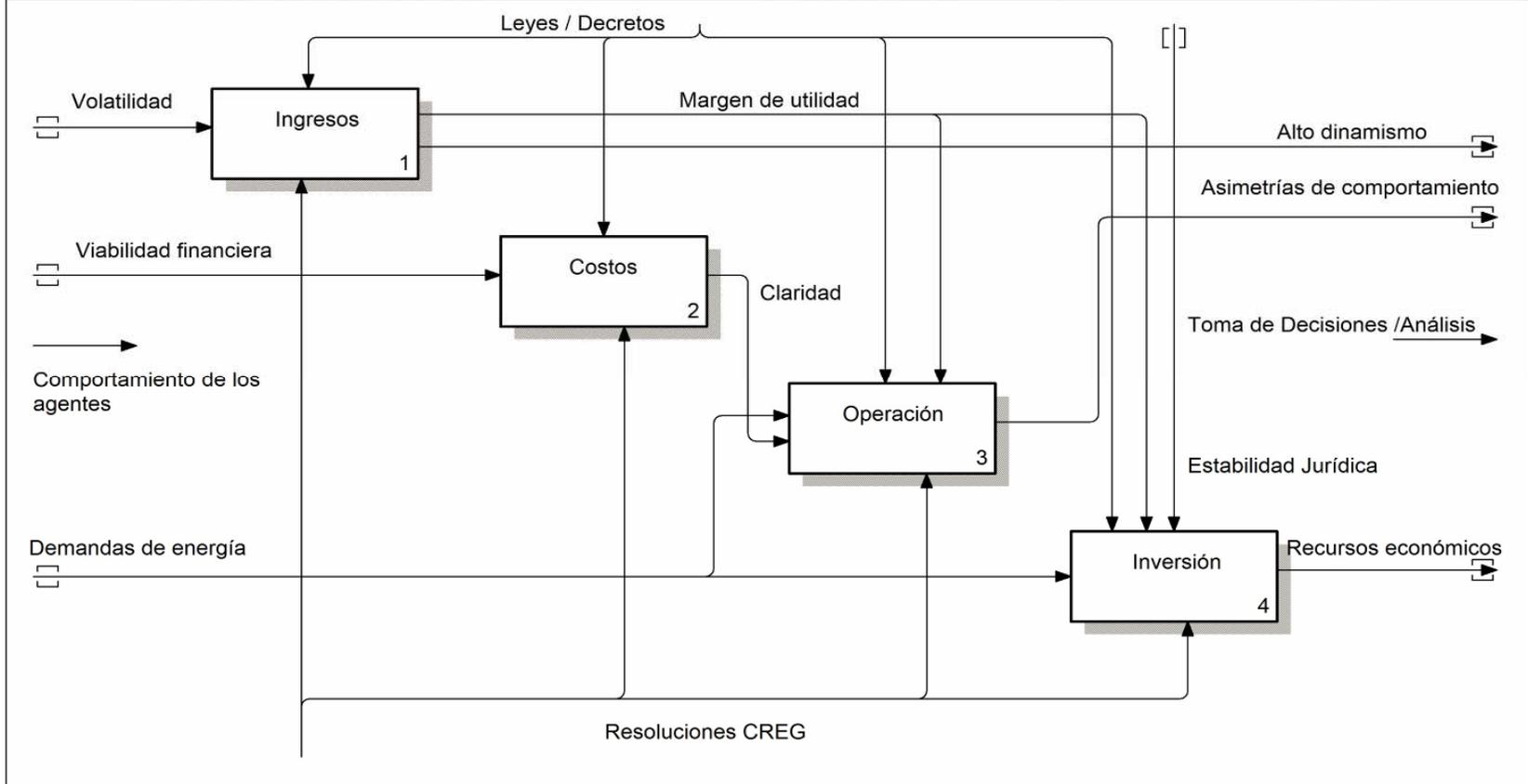
El mapa relacional de los modelos IDEF0 permite profundidades de hasta seis (6) temas relacionados; como en el caso del nodo MRM11 (ver modelos adjuntos), debido a su nivel de complejidad e información suministrada, hasta un único nivel de profundidad, como en el caso del nodo MRM41. Debido a la misma relación de los temas de mercado representados en el modelo, algunos nodos presentan temas que a simple vista puede parecer los mismos. Por ejemplo, en el nodo MRM11, que representa los ingresos en generación, se encuentra el tema *fórmula tarifaria (IG)*. La IG, que se encuentra al lado del tema se seleccionó como un elemento adicional para no confundir al lector de otro modelo de fórmula tarifaria que se encuentra en MRM12 (*fórmula tarifaria (IT)*); casos similares se presentan con otros temas a lo largo del modelo.

USED AT: UIS	AUTHOR: Jorge A. Felizzola Cruz	DATE: 30/09/2006	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: <b>TOP</b>
	PROJECT: Monitorización del Mercado de Electricidad	REV: 31/01/2007	DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		RECOMMENDED			
			PUBLICATION			



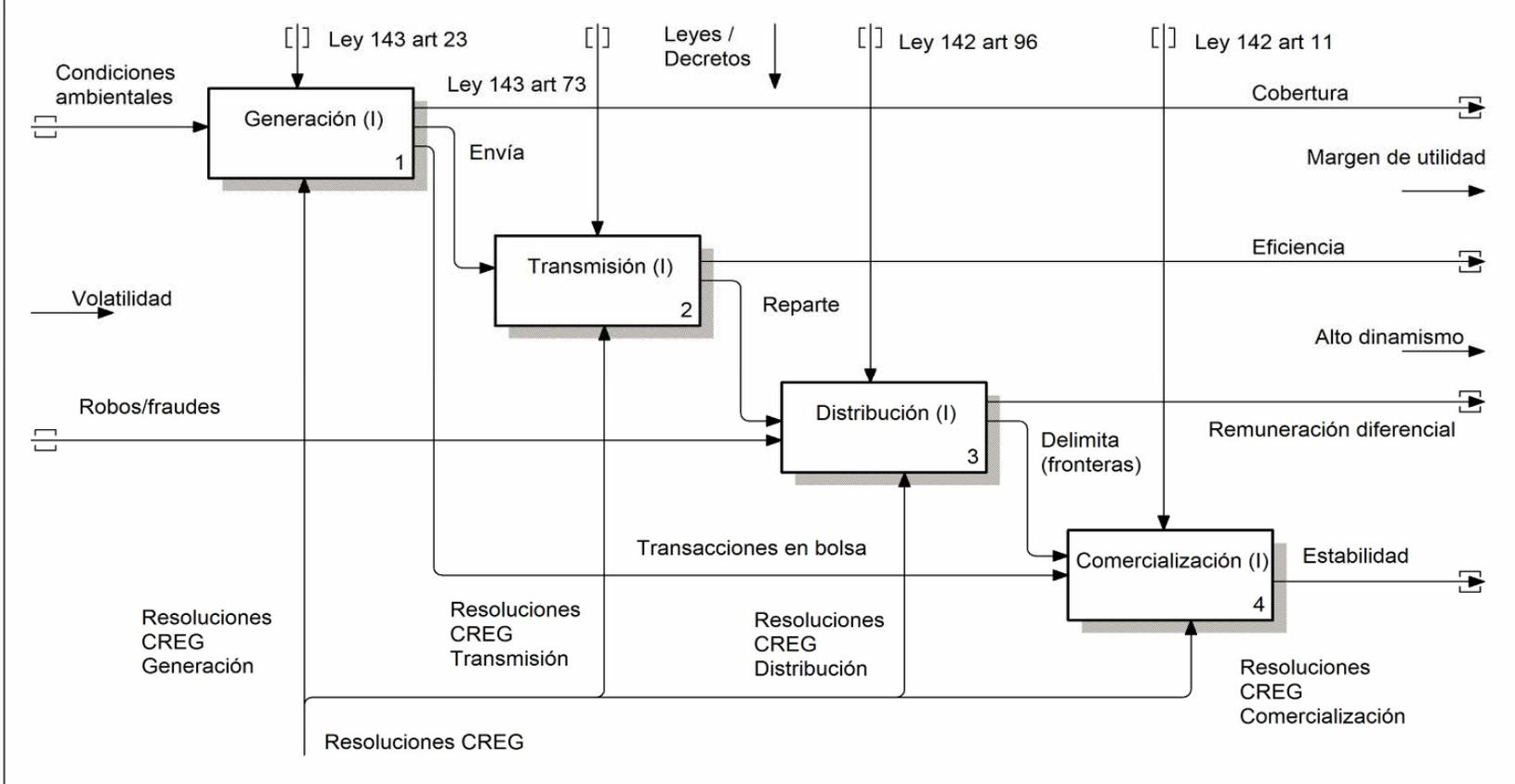
NODE: <b>MRM-0</b>	TITLE: <b>Monitorización del Mercado MRM</b>	NUMBER: <b>MRM030</b>	1
-----------------------	---	--------------------------	---

USED AT: UIS	AUTHOR: Jorge A. Felizzola Cruz	DATE: 31/01/2007	WORKING	READER	DATE	CONTEXT:  MRM-0
	PROJECT: Monitorización del Mercado de Electricidad	REV: 05/02/2007	DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		RECOMMENDED			
			PUBLICATION			



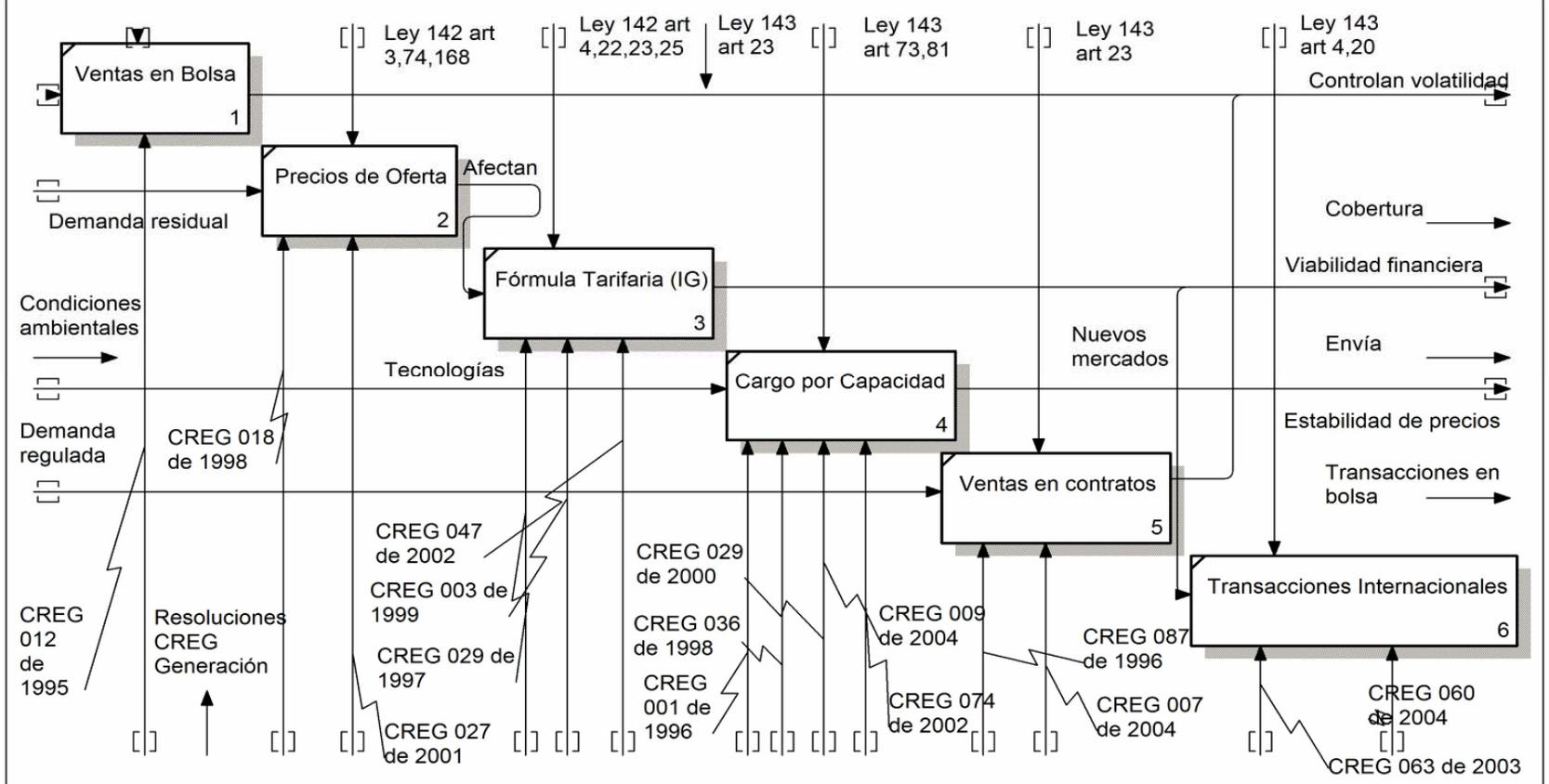
NODE: <b>MRM0</b>	TITLE: <b>Monitorización del Mercado MRM</b>	NUMBER: <b>PENSIMELEC 055</b>	2
----------------------	---	----------------------------------	---

USED AT: UIS	AUTHOR: Jorge A. Felizzola Cruz	DATE: 31/01/2007	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: MRM0
	PROJECT: Monitorización del Mercado de Electricidad	REV: 05/02/2007	DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		RECOMMENDED			
			PUBLICATION			



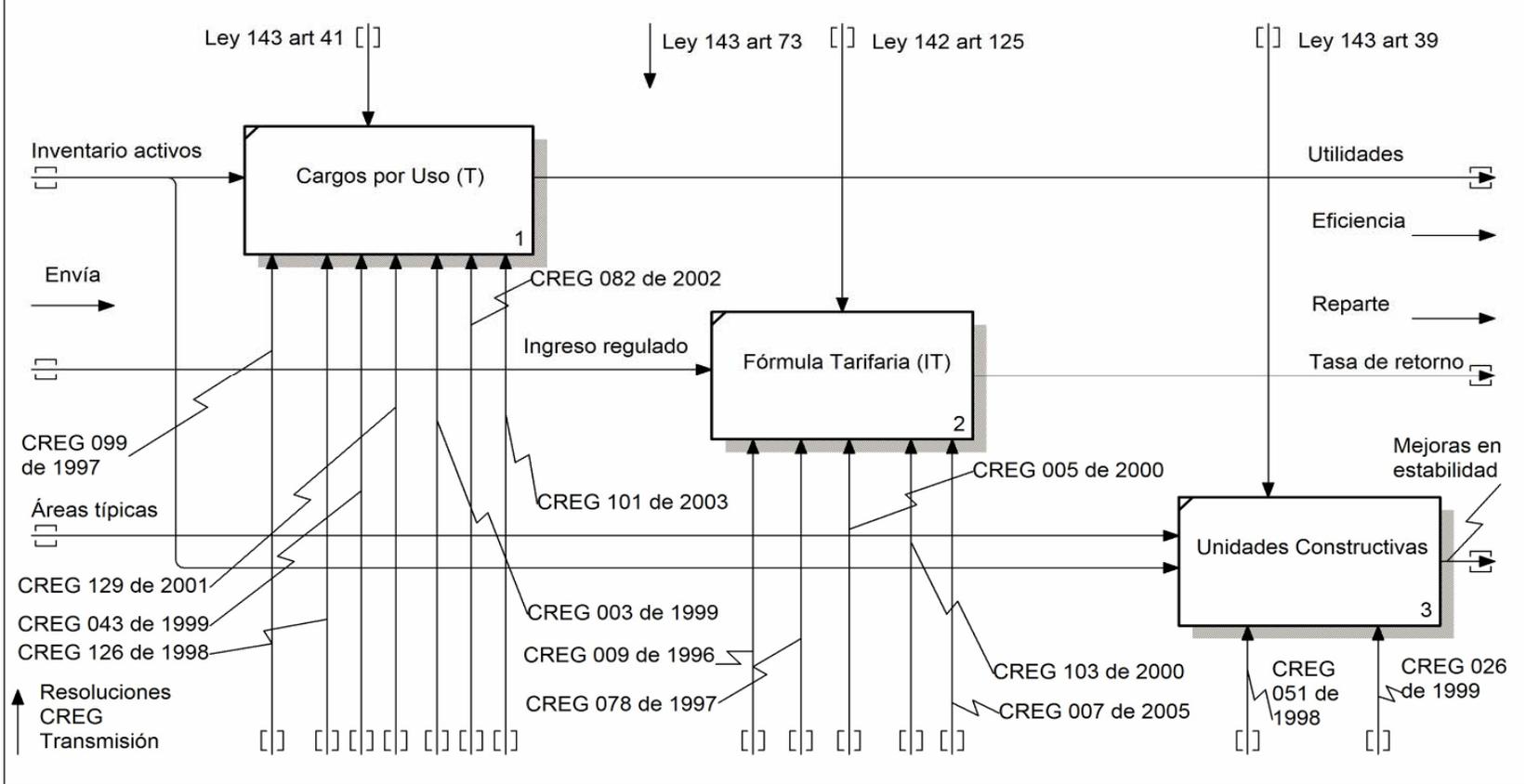
NODE: <b>MRM1</b>	TITLE: <b>Ingresos</b>	NUMBER: <b>UNIDADES 034</b>
----------------------	---------------------------	--------------------------------

USED AT: UIS	AUTHOR: Jorge A. Felizzola Cruz	DATE: 31/01/2007	WORKING	READER	DATE	CONTEXT:  MRM1
	PROJECT: Monitorización del Mercado de Electricidad	REV: 09/02/2007	DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		RECOMMENDED			
			PUBLICATION			



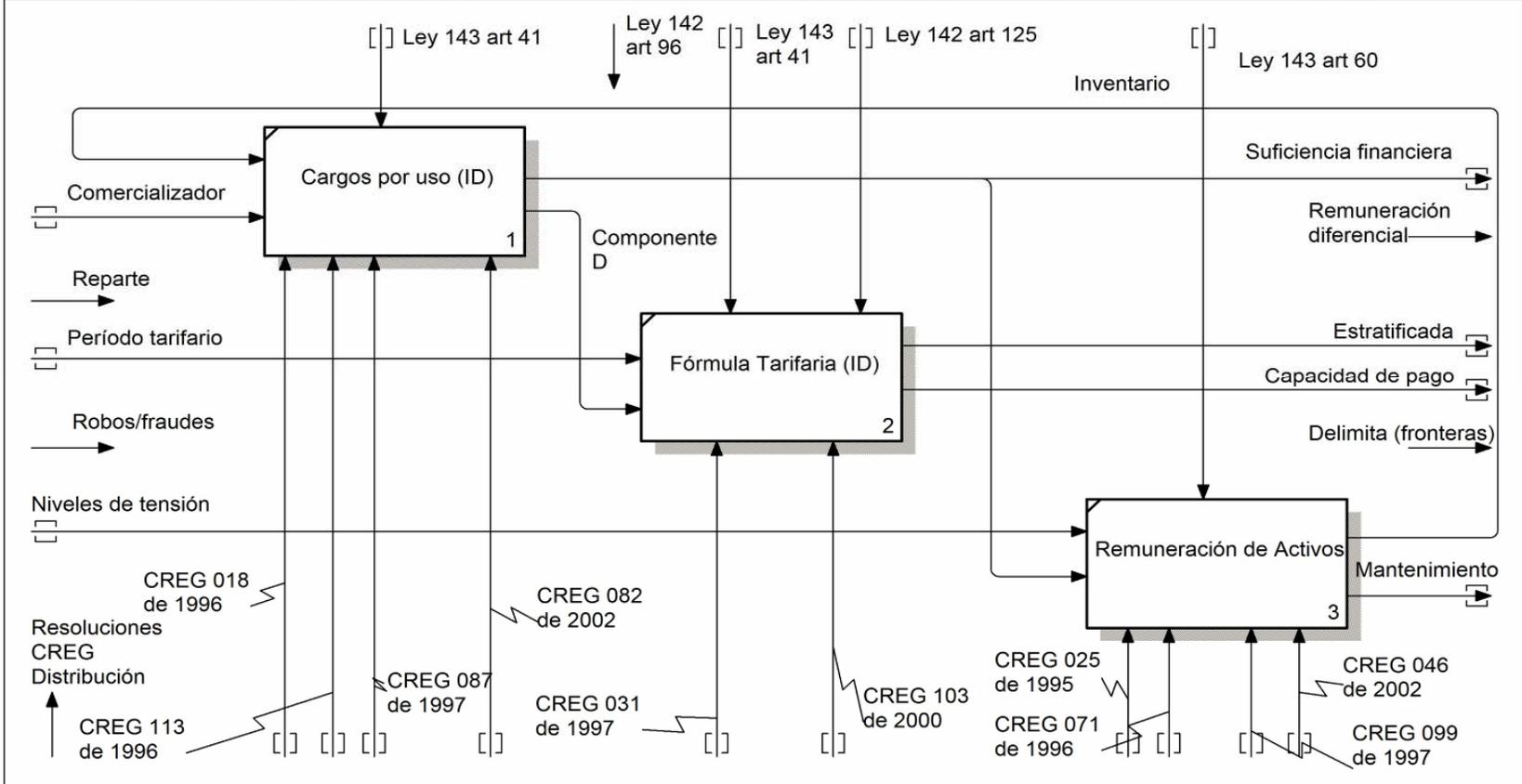
NODE: <b>MRM11</b>	TITLE: <b>Generación (I)</b>	NUMBER: <b>ACTIVIDADES 036</b>
		4

USED AT: UIS	AUTHOR: Jorge A. Felizzola Cruz	DATE: 31/01/2007	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> MRM1
	PROJECT: Monitorización del Mercado de Electricidad	REV: 09/02/2007	DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		RECOMMENDED			
			PUBLICATION			



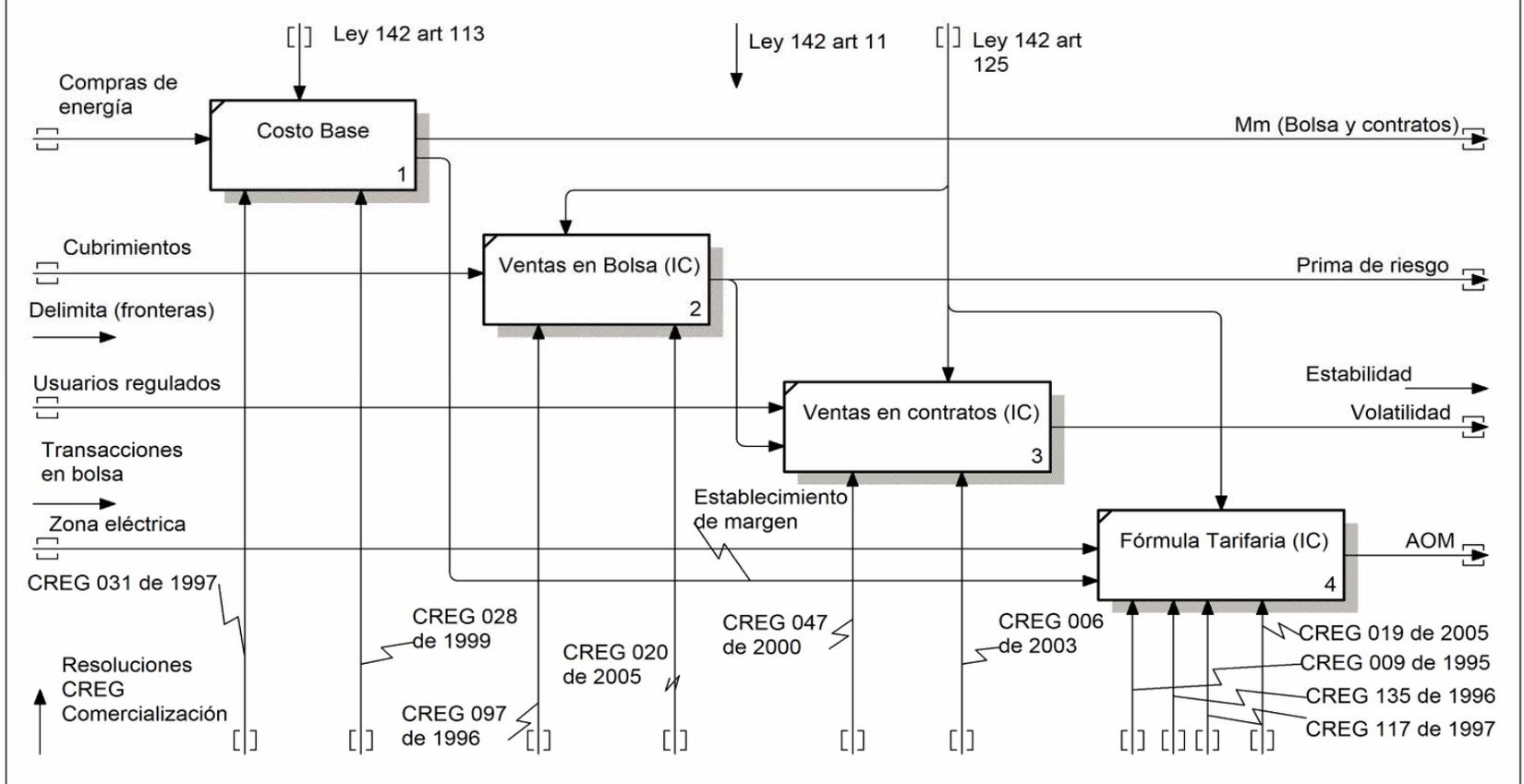
NODE: <b>MRM12</b>	TITLE: <b>Transmisión (I)</b>	NUMBER: <b>ACTIVIDADES 040</b>	4
-----------------------	----------------------------------	-----------------------------------	---

USED AT: UIS	AUTHOR: Jorge A. Felizzola Cruz	DATE: 31/01/2007	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> MRM1
	PROJECT: Monitorización del Mercado de Electricidad	REV: 09/02/2007	DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		RECOMMENDED			
			PUBLICATION			



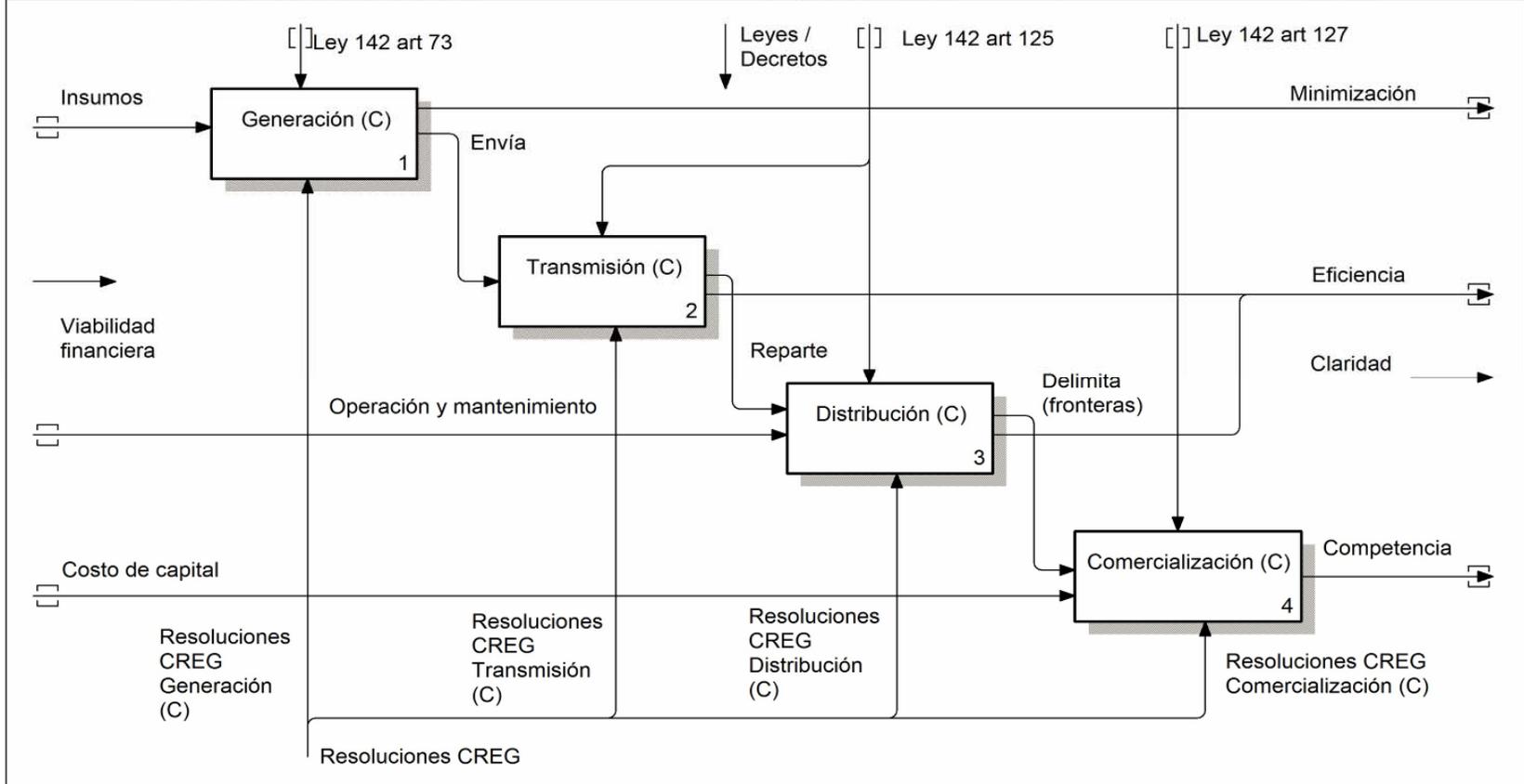
NODE: <b>MRM13</b>	TITLE: <b>Distribución (I)</b>	NUMBER: <b>ACTIVIDADES 044</b>
-----------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

USED AT: UIS	AUTHOR: Jorge A. Felizzola Cruz	DATE: 31/01/2007	WORKING	READER	DATE	CONTEXT:  MRM1
	PROJECT: Monitorización del Mercado de Electricidad	REV: 09/02/2007	DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		RECOMMENDED			
			PUBLICATION			



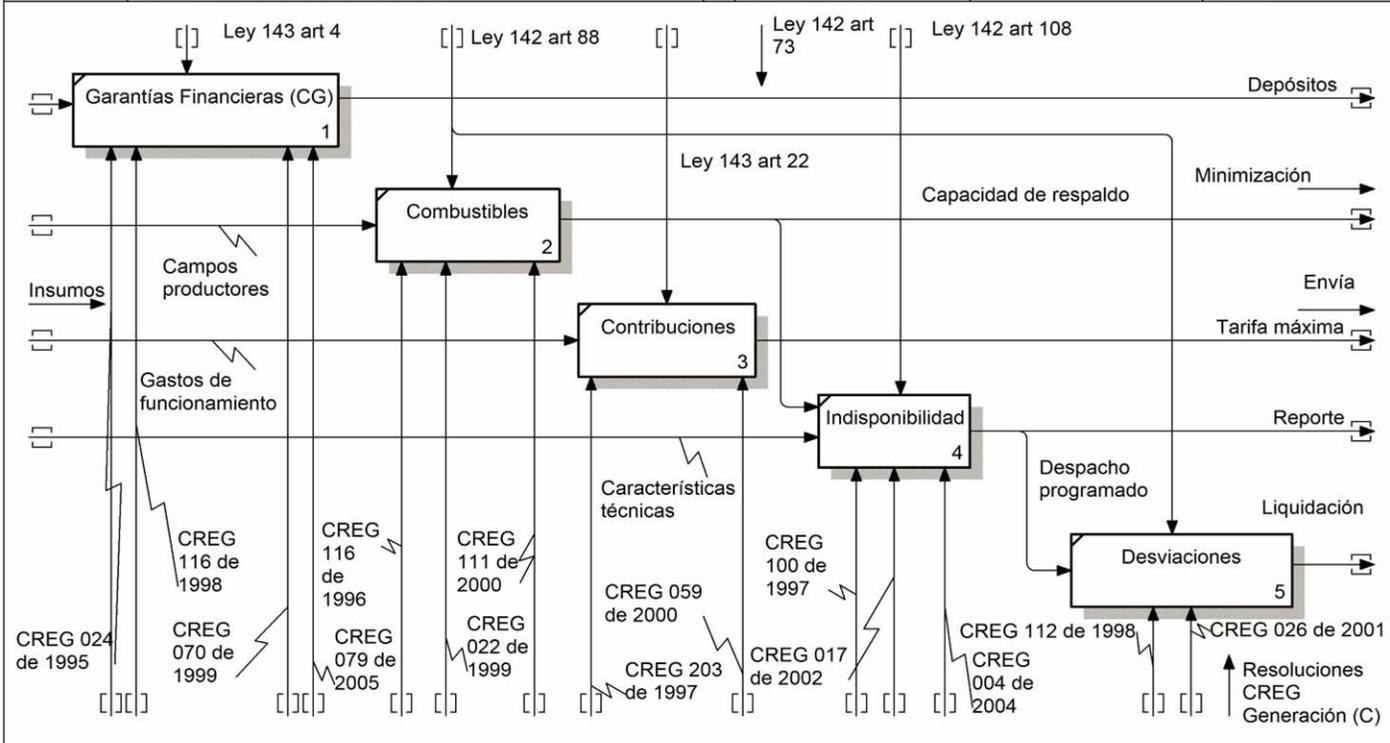
NODE: <b>MRM14</b>	TITLE: <b>Comercialización (I)</b>	NUMBER: <b>ACTIVIDADES 032</b>
		4

USED AT: UIS	AUTHOR: Jorge A. Felizzola Cruz	DATE: 31/01/2007	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> MRM0
	PROJECT: Monitorización del Mercado de Electricidad	REV: 09/02/2007	DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		RECOMMENDED			
			PUBLICATION			



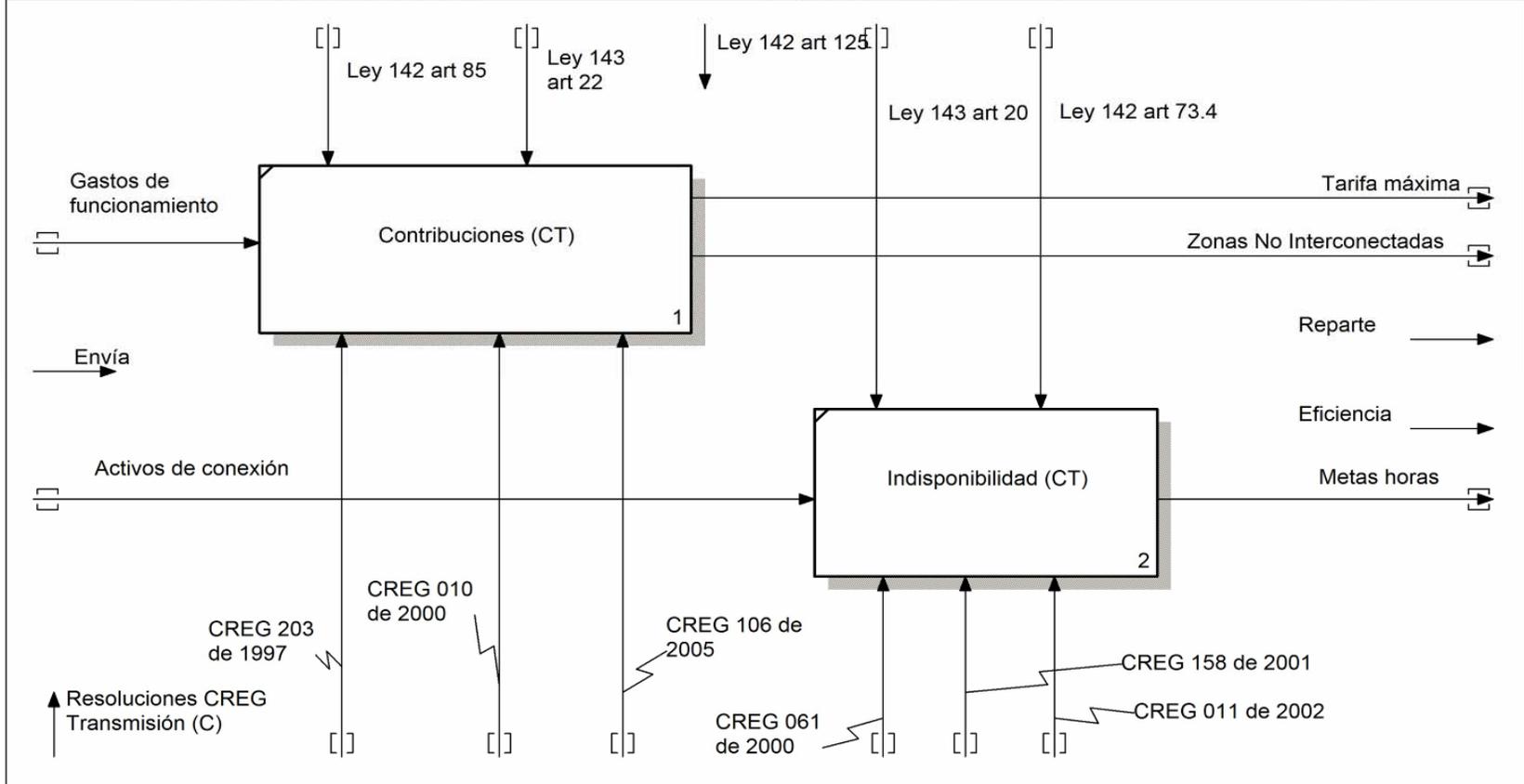
NODE: <b>MRM2</b>	TITLE: <b>Costos</b>	NUMBER: <b>UNIDADES 034</b>
----------------------	-------------------------	--------------------------------

USED AT: UIS	AUTHOR: Jorge A. Felizzola Cruz	DATE: 31/01/2007	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: MRM2
	PROJECT: Monitorización del Mercado de Electricidad	REV: 09/02/2007	DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		RECOMMENDED			
			PUBLICATION			



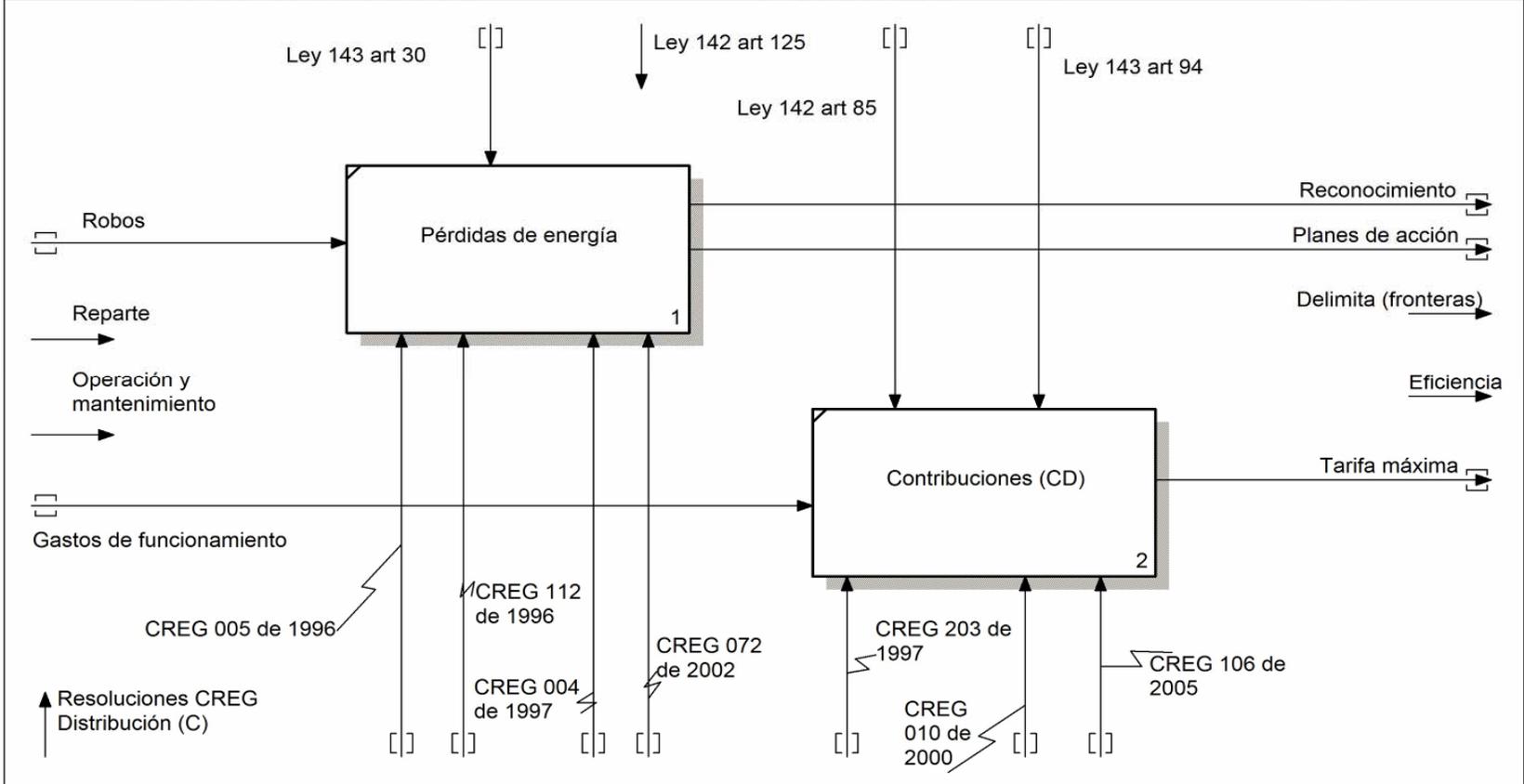
NODE: <b>MRM21</b>	TITLE: <b>Generación (C)</b>	NUMBER: <b>ACTIVIDADES 029</b>
		4

USED AT: UIS	AUTHOR: Jorge A. Felizzola Cruz	DATE: 31/01/2007	WORKING	READER	DATE	CONTEXT:  MRM2
	PROJECT: Monitorización del Mercado de Electricidad	REV: 09/02/2007	DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		RECOMMENDED			
			PUBLICATION			



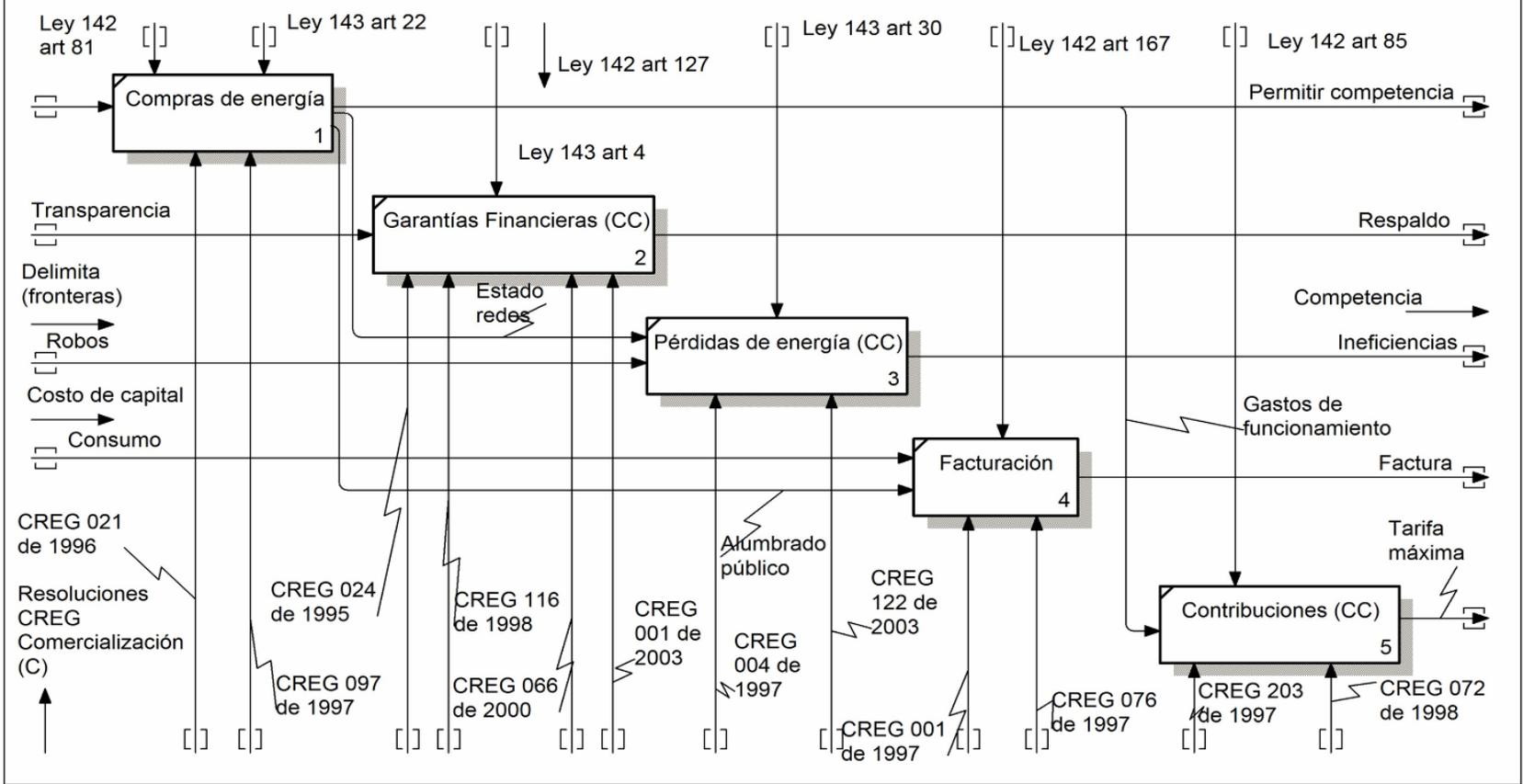
NODE: <b>MRM22</b>	TITLE: <b>Transmisión (C)</b>	NUMBER: <b>ACTIVIDADES 027</b>
-----------------------	----------------------------------	-----------------------------------

USED AT: UIS	AUTHOR: Jorge A. Felizzola Cruz	DATE: 31/01/2007	WORKING	READER	DATE	CONTEXT:  MRM2
	PROJECT: Monitorización del Mercado de Electricidad	REV: 09/02/2007	DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		RECOMMENDED			
			PUBLICATION			



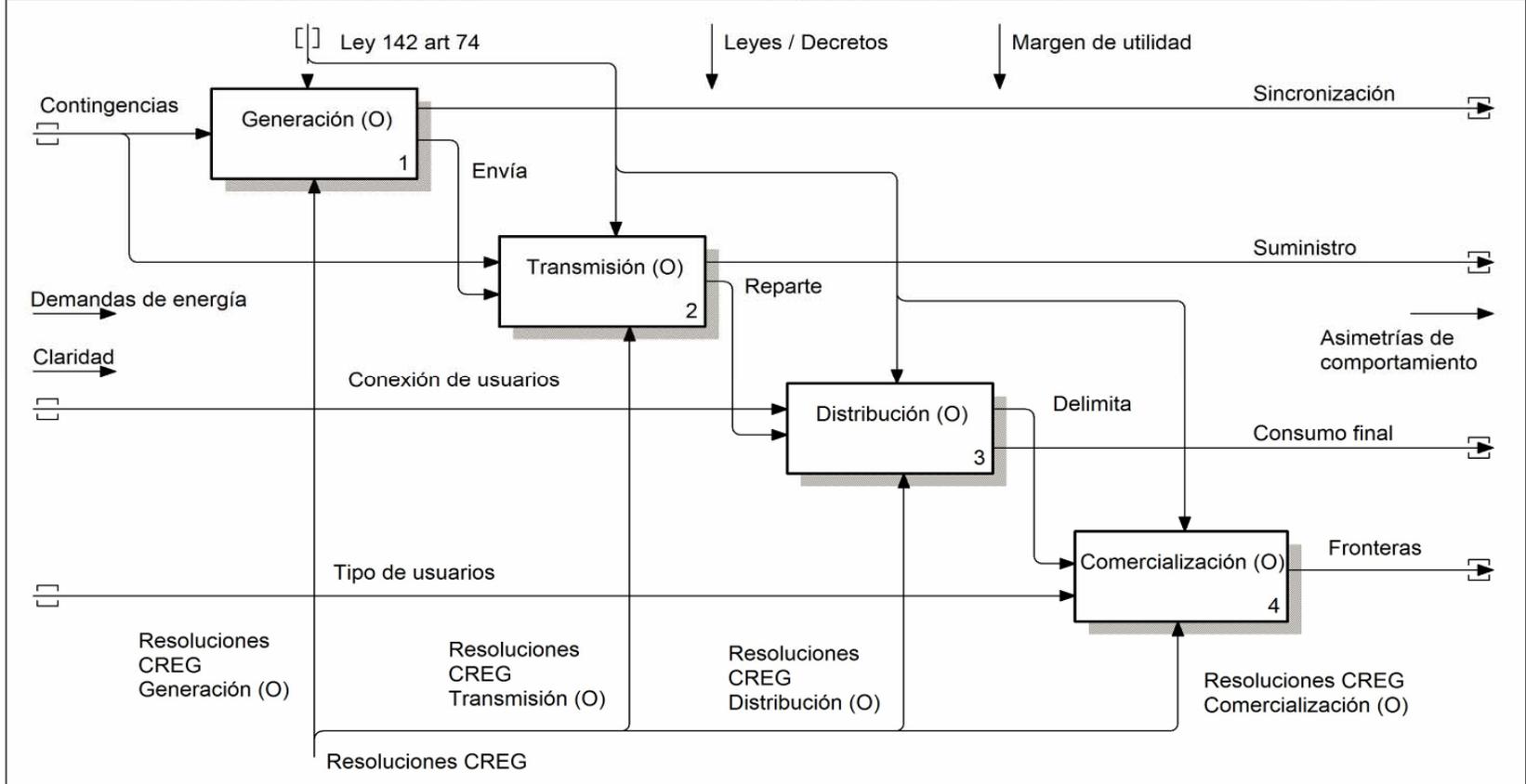
NODE: <b>MRM23</b>	TITLE: <b>Distribución (C)</b>	NUMBER: <b>ACTIVIDADES 030</b>
		4

USED AT: UIS	AUTHOR: Jorge A. Felizzola Cruz	DATE: 31/01/2007	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
	PROJECT: Monitorización del Mercado de Electricidad	REV: 09/02/2007	DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		RECOMMENDED			
			PUBLICATION			MRM2



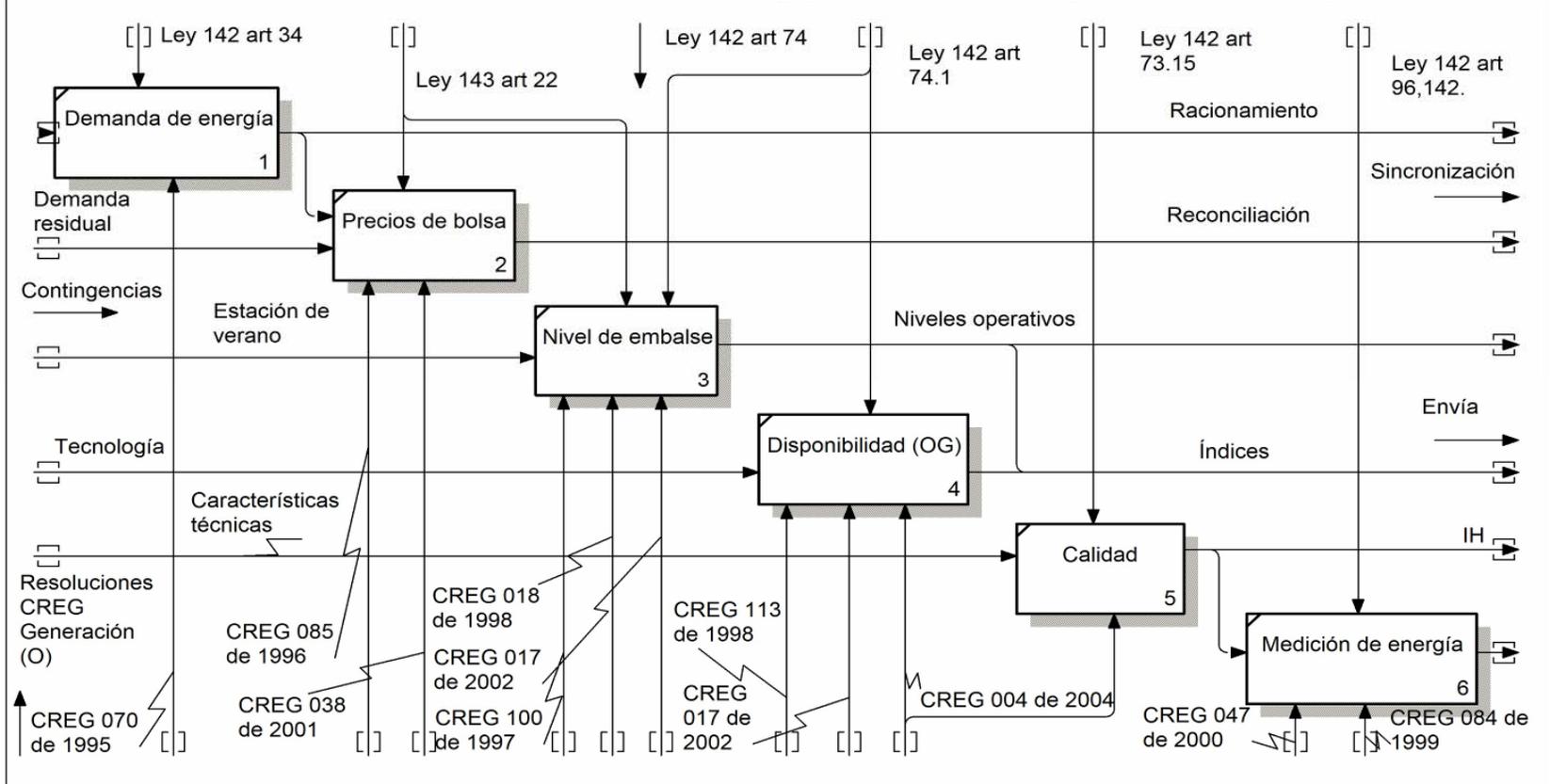
NODE: <b>MRM24</b>	TITLE: <b>Comercialización (C)</b>	NUMBER: <b>ACTIVIDADES 029</b>
-----------------------	---------------------------------------	-----------------------------------

USED AT: UIS	AUTHOR: Jorge A. Felizzola Cruz	DATE: 31/01/2007	WORKING	READER	DATE	CONTEXT:  MRM0
	PROJECT: Monitorización del Mercado de Electricidad	REV: 09/02/2007	DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		RECOMMENDED			
			PUBLICATION			



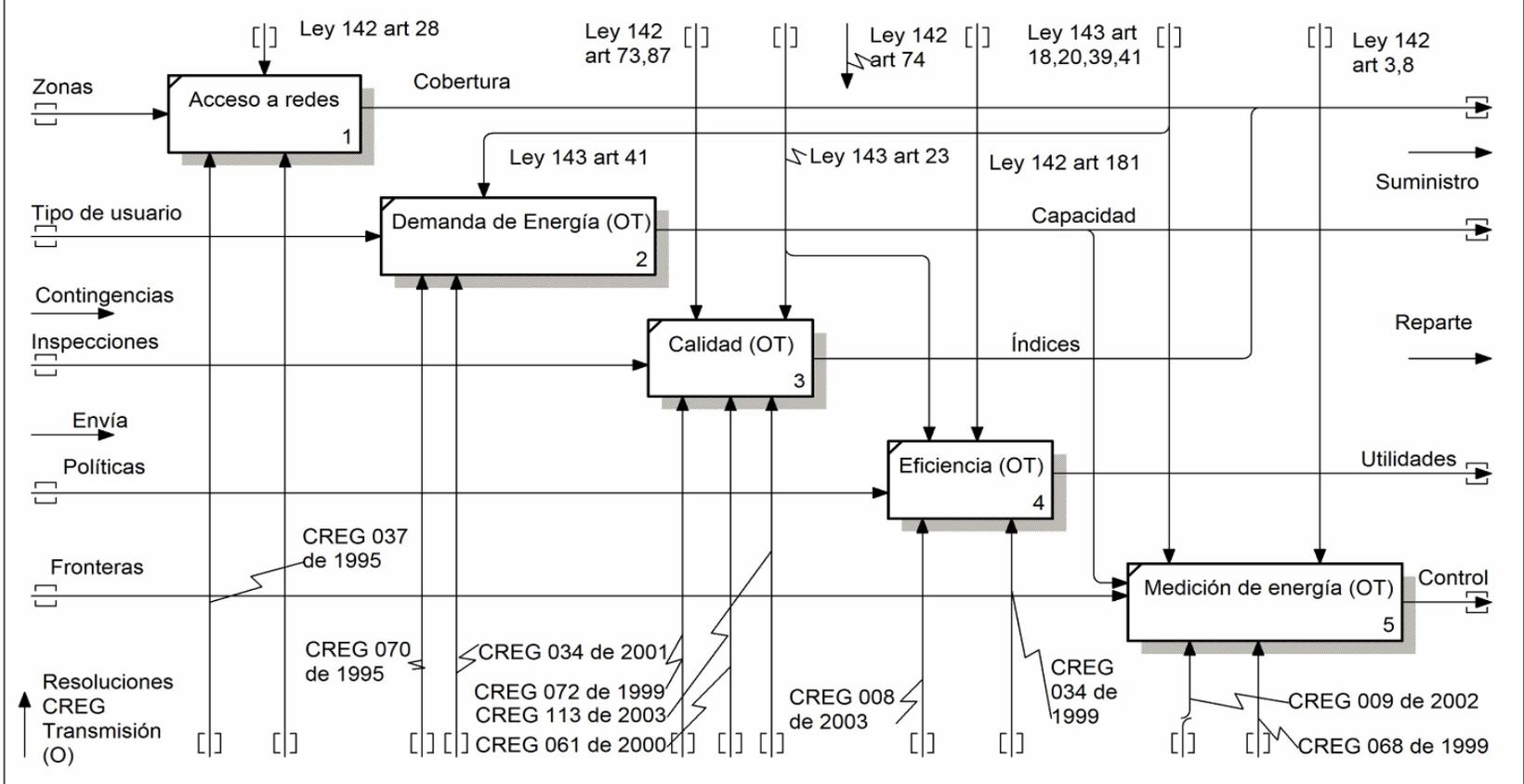
NODE: <b>MRM3</b>	TITLE: <b>Operación</b>	NUMBER: <b>UNIDADES 044</b>	3
----------------------	----------------------------	--------------------------------	---

USED AT: UIS	AUTHOR: Jorge A. Felizzola Cruz	DATE: 31/01/2007	WORKING	READER	DATE	CONTEXT:  MRM3
	PROJECT: Monitorización del Mercado de Electricidad	REV: 09/02/2007	DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		RECOMMENDED			
			PUBLICATION			



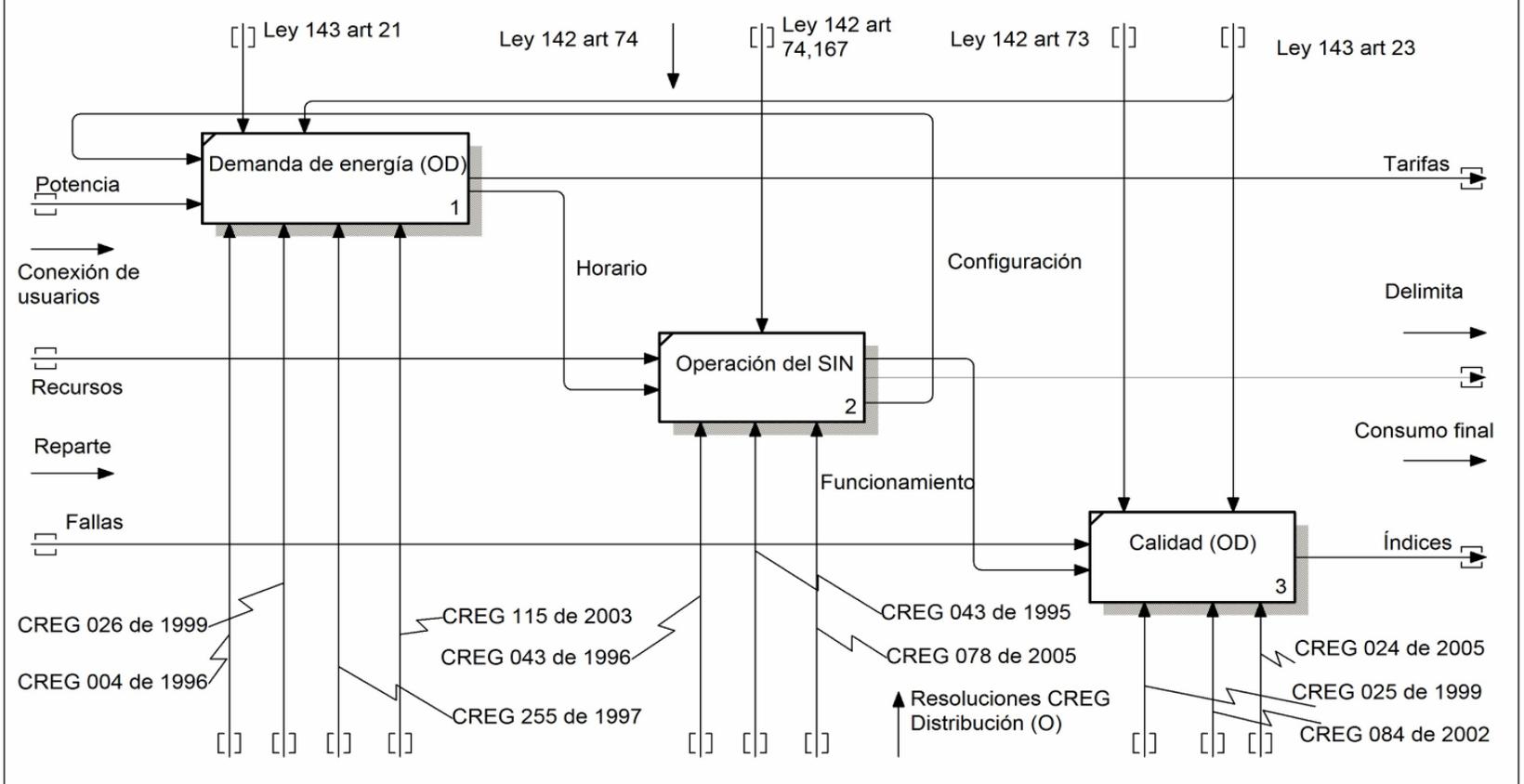
NODE: <b>MRM31</b>	TITLE: <b>Generación (O)</b>	NUMBER: <b>ACTIVIDADES 035</b>	4
-----------------------	---------------------------------	-----------------------------------	---

USED AT: UIS	AUTHOR: Jorge A. Felizzola Cruz	DATE: 31/01/2007	WORKING	READER	DATE	CONTEXT:  MRM3
	PROJECT: Monitorización del Mercado de Electricidad	REV: 09/02/2007	DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		RECOMMENDED			
			PUBLICATION			



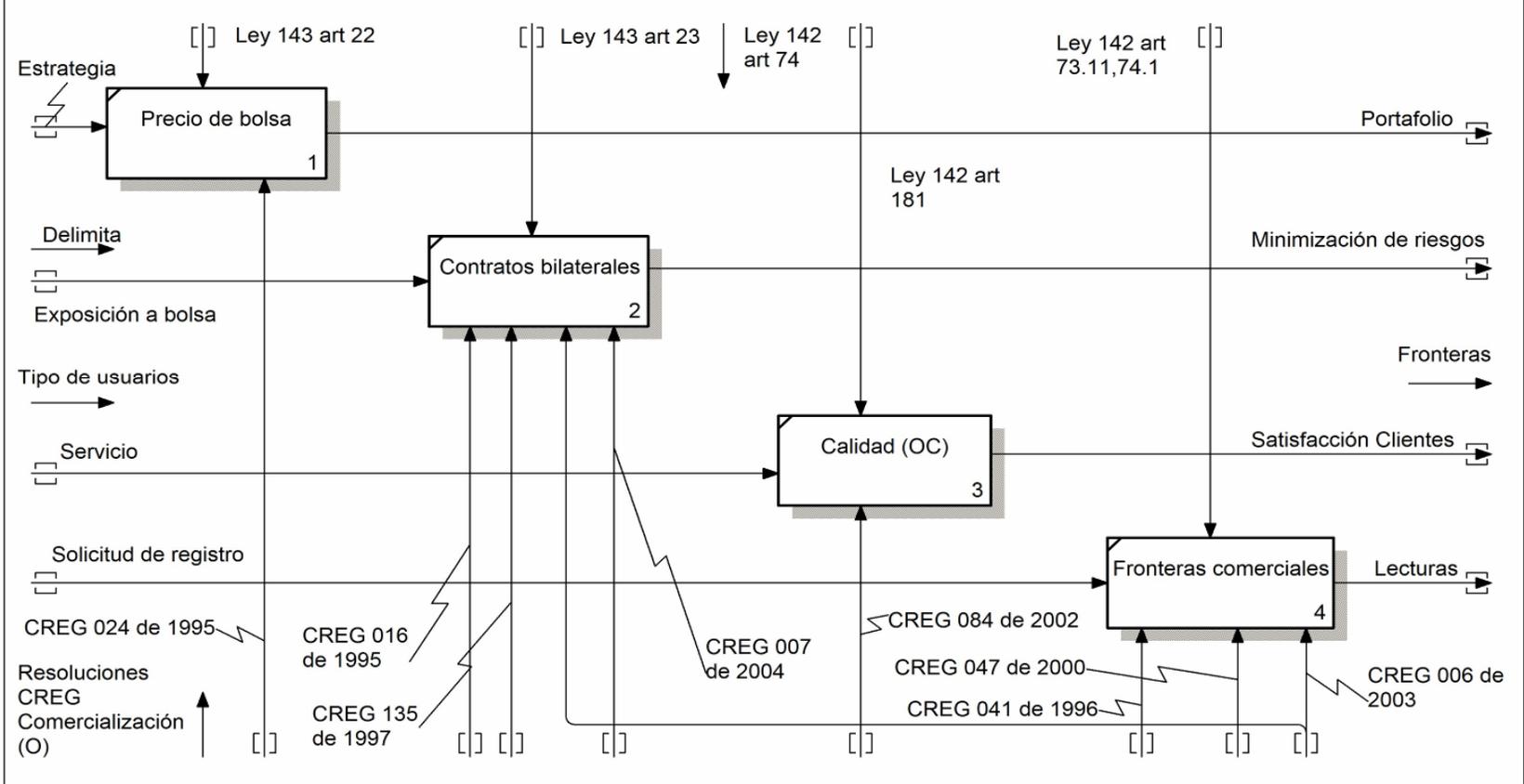
NODE: <b>MRM32</b>	TITLE: <b>Transmisión (O)</b>	NUMBER: <b>ACTIVIDADES 052</b>
		4

USED AT: UIS	AUTHOR: Jorge A. Felizzola Cruz	DATE: 31/01/2007	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> MRM3
	PROJECT: Monitorización del Mercado de Electricidad	REV: 09/02/2007	DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		RECOMMENDED			
			PUBLICATION			



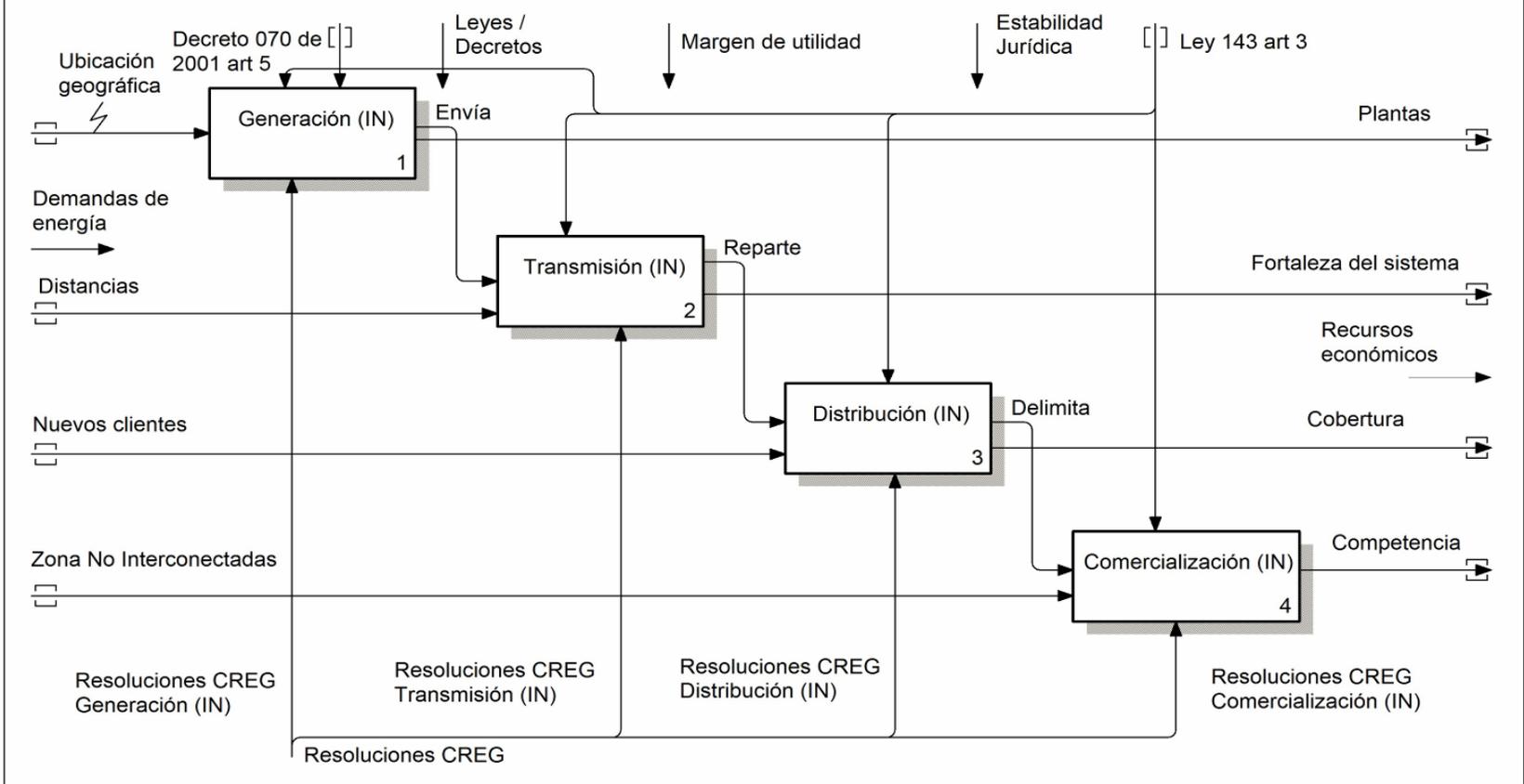
NODE: <b>MRM33</b>	TITLE: <b>Distribución (O)</b>	NUMBER: <b>ACTIVIDADES 039</b>
-----------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

USED AT: UIS	AUTHOR: Jorge A. Felizzola Cruz	DATE: 31/01/2007	WORKING	READER	DATE	CONTEXT:  MRM3
	PROJECT: Monitorización del Mercado de Electricidad	REV: 09/02/2007	DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		RECOMMENDED			
			PUBLICATION			



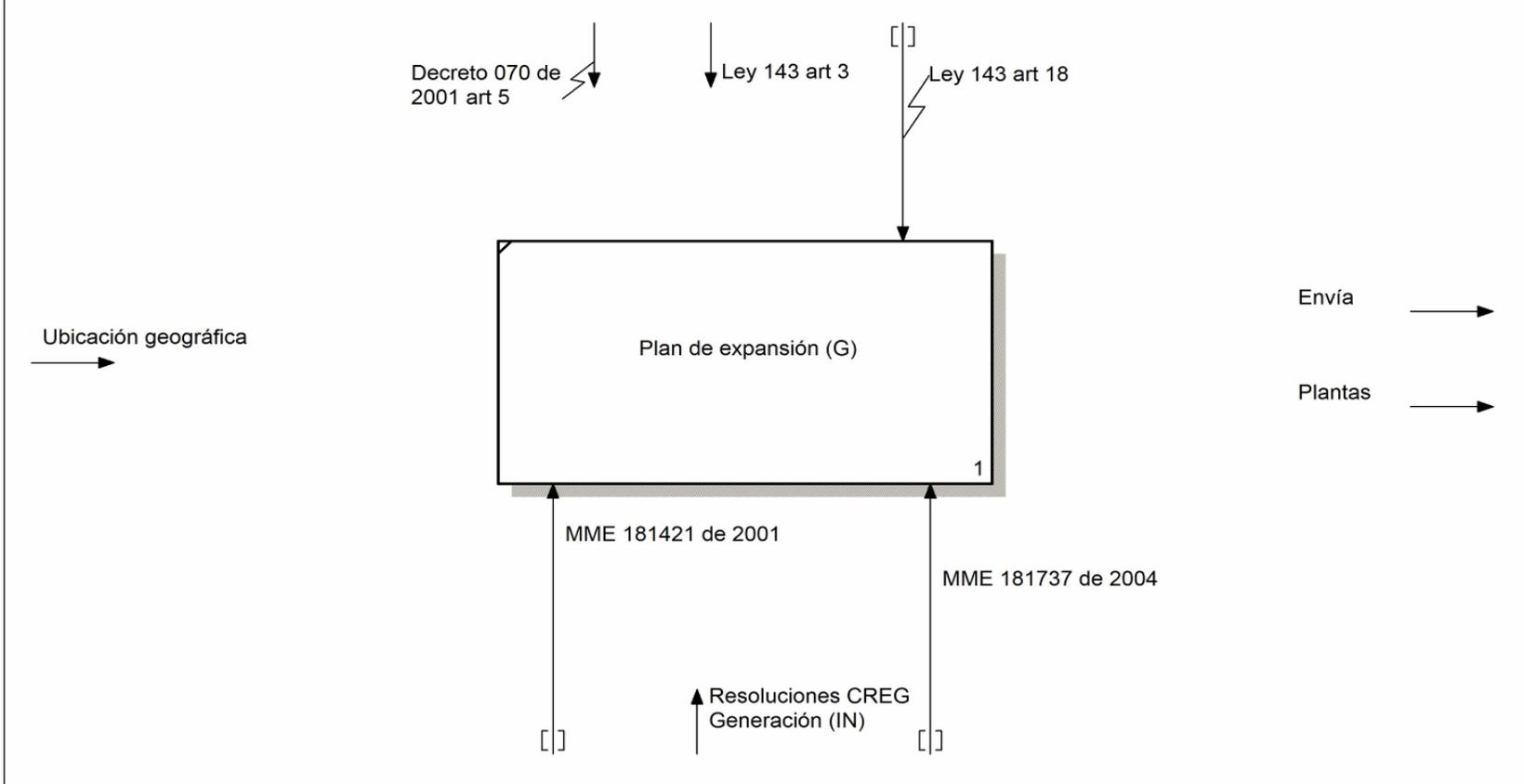
NODE: <b>MRM34</b>	TITLE: <b>Comercialización (O)</b>	NUMBER: <b>ACTIVIDADES 037</b>	4
-----------------------	---------------------------------------	-----------------------------------	---

USED AT: UIS	AUTHOR: Jorge A. Felizzola Cruz	DATE: 31/01/2007	WORKING	READER	DATE	CONTEXT:  MRM0
	PROJECT: Monitorización del Mercado de Electricidad	REV: 09/02/2007	DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		RECOMMENDED			
			PUBLICATION			



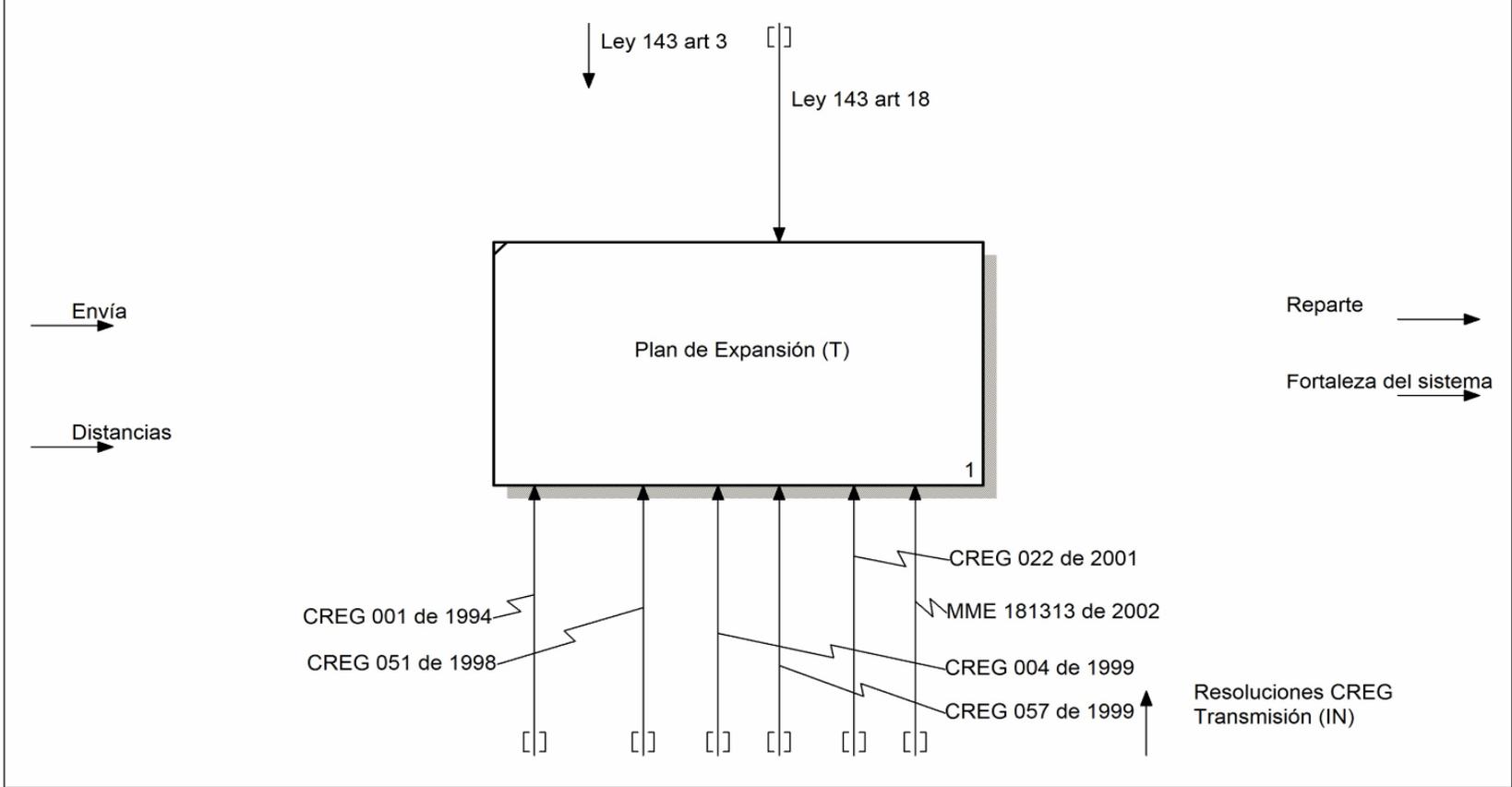
NODE: <b>MRM4</b>	TITLE: <b>Inversión</b>	NUMBER: <b>UNIDADES 033</b>	4
----------------------	----------------------------	--------------------------------	---

USED AT: UIS	AUTHOR: Jorge A. Felizzola Cruz	DATE: 31/01/2007	WORKING	READER	DATE	CONTEXT:  MRM4
	PROJECT: Monitorización del Mercado de Electricidad	REV: 09/02/2007	DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		RECOMMENDED			
			PUBLICATION			



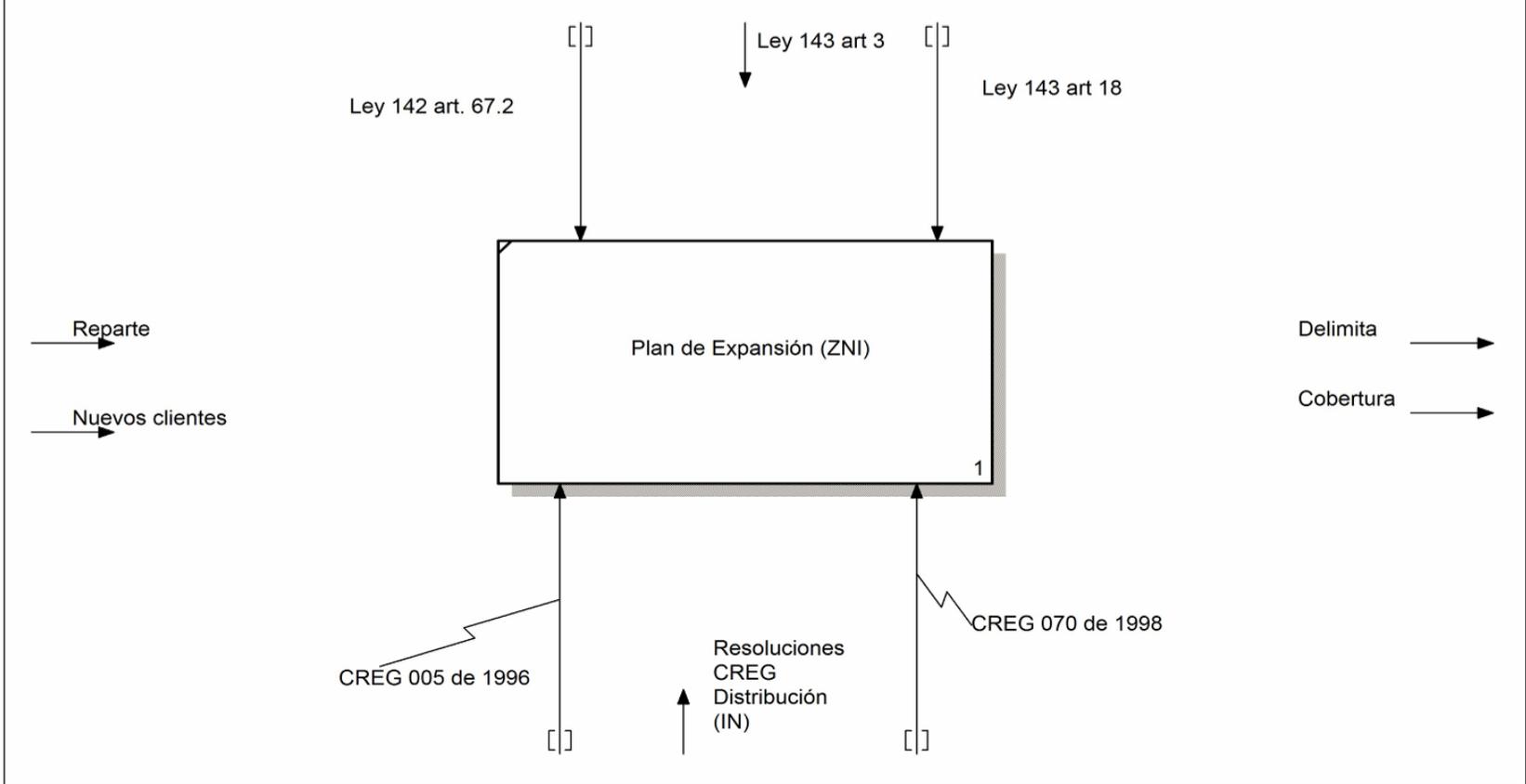
NODE: <b>MRM41</b>	TITLE: <b>Generación (IN)</b>	NUMBER: <b>ACTIVIDADES 040</b>	4
-----------------------	----------------------------------	-----------------------------------	---

USED AT: UIS	AUTHOR: Jorge A. Felizzola Cruz	DATE: 31/01/2007	WORKING	READER	DATE	CONTEXT:  MRM4
	PROJECT: Monitorización del Mercado de Electricidad	REV: 09/02/2007	DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		RECOMMENDED			
			PUBLICATION			



NODE: <b>MRM42</b>	TITLE: <b>Transmisión (IN)</b>	NUMBER: <b>ACTIVIDADES 044</b>
		4

USED AT: UIS	AUTHOR: Jorge A. Felizzola Cruz	DATE: 31/01/2007	WORKING	READER	DATE	CONTEXT: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> MRM4
	PROJECT: Monitorización del Mercado de Electricidad	REV: 09/02/2007	DRAFT			
	NOTES: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		RECOMMENDED			
			PUBLICATION			



NODE: <b>MRM43</b>	TITLE: <b>Distribución (IN)</b>	NUMBER: <b>ACTIVIDADES 034</b>	4
-----------------------	------------------------------------	-----------------------------------	---

## Anexo B. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESOLUCIONES CREG

En el presente anexo se muestran un breve análisis sobre las 899 resoluciones analizadas comprendidas desde el periodo 1 enero de 1995 a 31 de diciembre de 2005. Las resoluciones expedidas por la comisión de regulación de energía y gas (CREG) son las relacionadas única y exclusivamente con el sector eléctrico.

Las resoluciones fueron obtenidas de la base documental, utilizando los filtros de la búsqueda avanzada en <https://www.superservicios.gov.co/basedoc/> y organizadas en un libro de Excel® como se muestra en la Tabla B- 1.

A cada año se le creó una hoja de Excel®, para un total de once (11) hojas que conforman todo el libro de resoluciones ( desde 1995 hasta 2005 inclusive). La herramienta utilizada es la de filtros dinámicos de Excel®, los cuales permiten clasificar las resoluciones bien sea por su carácter (administrativo, general o particular) o por la unidad de negocio que afecta (generación, transmisión, distribución y comercialización), recordando que una resolución puede afectar a una o más unidades de negocio.

**Tabla B- 1 Formato de la ficha de Excel® por año y carácter.**

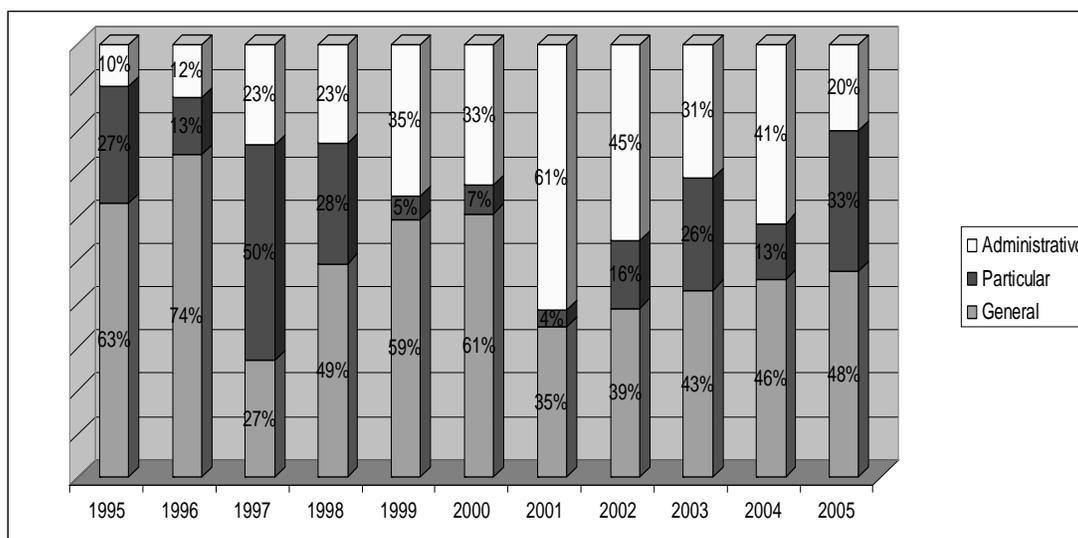
Item	Res. CREG	Resumen	Vigencia	Carácter	Unidad De Negocio	Temas
1	053 de 2001	Interconexión Eléctrica S.A. remitió a la CREG el trámite del recurso de apelación...		Administrativo	No relevante.	No relevante.
2	029 de 2000	Se pone en conocimiento cambios en la normatividad sobre el Cargo por Capacidad.	Vigente	General	Generación	Cargo por capacidad.
3	073 de 2003	Se aprueban los cargos por uso del Sistema de Distribución que opera Ruitoque S. A. ESP	Vigente	Particular	Distribución	Cargos por uso.
4	092 de 2004	se establecen los ingresos regulados por concepto de los servicios	Vigente	General	Generación Transmisión Comercialización	Pagos

Item	Res. CREG	Resumen	Vigencia	Carácter	Unidad De Negocio	Temas
		prestados por el CND, el ASIC y el LAC para el año 2005			Distribución	

La organización planteada de esta forma, permitió el conteo sistemático de las resoluciones CREG por año, las cuales arrojaron las siguientes estadísticas:

**Tabla B- 2 Número de resoluciones CREG por año y carácter**

Año	1995	1996	1997	1998	1999	2000
<b>Carácter</b>						
General	26	67	43	41	44	56
Particular	11	12	79	23	4	6
Administrativo	4	11	37	19	26	30
	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	
General	35	25	35	21	19	
Particular	4	10	21	6	13	
Administrativo	62	29	25	19	8	



**Figura B- I.Histograma de resoluciones CREG por año y carácter**

De la anterior figura se puede interpretar lo siguiente: 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

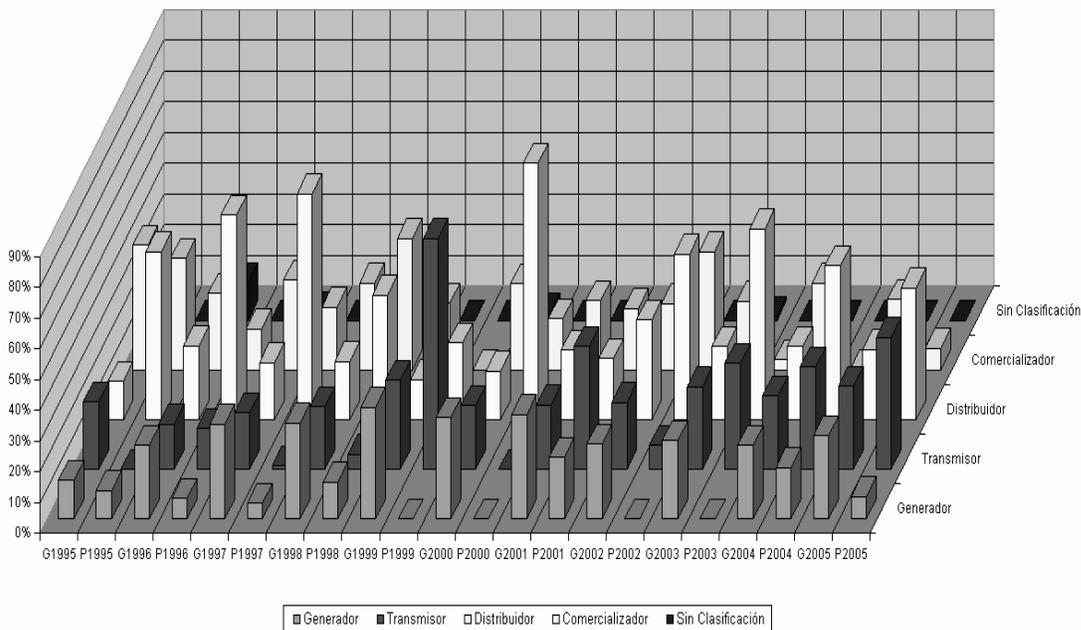
funcionamiento del “nuevo mercado” (período de transición), no se discriminaba entre empresas o entre agentes.

En el año 1997 se observa que el 50% de las resoluciones expedidas es de carácter particular, esto se da debido a los resultados de los estudios de viabilidad (plan de reestructuración) para los operadores de redes (una resolución por cada operador), además de establecer los cargos por uso del nuevo período tarifario.

Otro período interesante, y que se puede considerar atípico, son los años 2001 y 2002, 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. Caso similar ocurre en el año 2004, en el cual se presentaron un gran porcentaje (41%) de recursos de reposición y apelación a la CREG.

Haciendo de lado estos “atípicos”, se puede decir 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.

### CLASIFICACIÓN RESOLUCIONES CREG



**Figura B- 2. Histograma de resoluciones CREG por año y por agente sin considerar las administrativas.**

Debido a que el ente regulador debe evitar favorecer a un grupo particular de empresas (particularizar la regulación haciendo muchas excepciones), e interferir en la libre competencia donde sea posible.