

# **ANEXOS - MODELADO DE LOS PROCESOS DE GESTIÓN DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA DE LA COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE**



Universidad  
del Cauca

**SARA ISABEL ESCOBAR RODRIGUEZ**

**CRISTIAN CAMILO RIVERA MUÑOZ**

**Universidad del Cauca  
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones  
Departamento de Electrónica, Instrumentación y Control  
Popayán, Noviembre de 2013**

**ANEXOS - MODELADO DE LOS PROCESOS DE  
GESTIÓN DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA DE  
LA COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE**

**SARA ISABEL ESCOBAR RODRIGUEZ**

**CRISTIAN CAMILO RIVERA MUÑOZ**

Trabajo de Grado presentado a la Facultad de Ingeniería Electrónica  
y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca para la obtención  
del título de:

**Ingeniero en Automática Industrial**

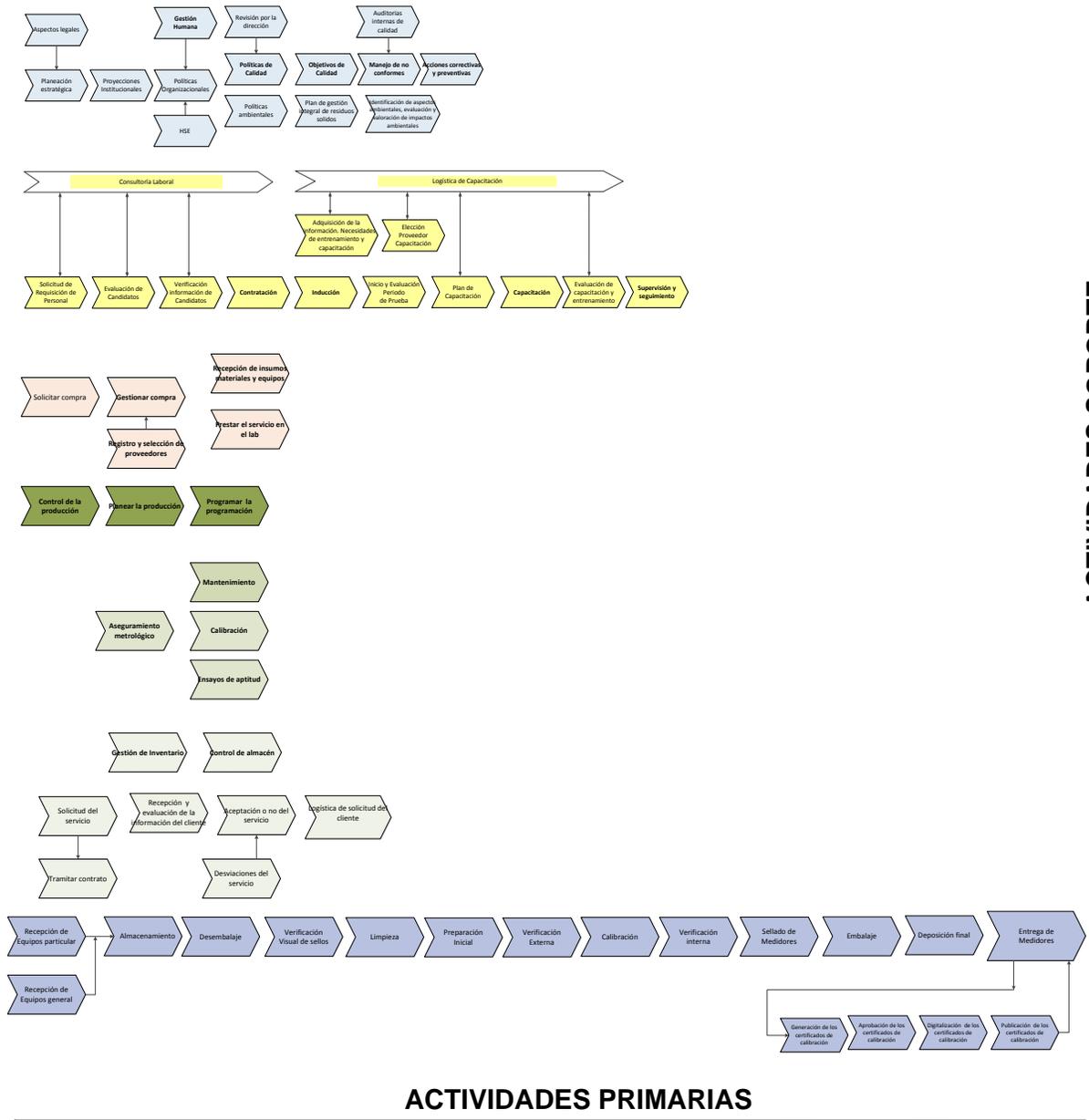
Director: Mg. Ermilso Diaz Benachí

Co Director: Phd. Oscar Amaury Rojas

**Universidad del Cauca  
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones  
Departamento de Electrónica, Instrumentación y Control  
Popayán, Noviembre de 2013**

## **Anexo A**

# **CADENA DE VALOR LABORATORIO DE METROLOGÍA DE CEO**



ACTIVIDADES SOPORTE

**ACTIVIDADES PRIMARIAS**

Figura A.1: Cadena de valor del Laboratorio de Metrología de CEO. Fuente propia

## **Anexo B**

# **GLOSARIO MODELOS**

**CEO:** Compañía Energética de Occidente

**SECR:** Sara Escobar, Cristian Rivera

**FR:Fr:** Formato

**CAD:** Centro de Administración Documental

**CGUNO:** Sistema de información de compras

**SGM:** Sistema de Gestión Metrológico

**NC:** No conformidad

**R&R:** Repetibilidad y Reproducibilidad

**SACG:** Orden de servicio sin anexo de condiciones generales

**CACG:** Orden de servicios con anexo de condiciones generales

**PI:** Política

**NTC:** Norma Técnica Colombiana

**RRHH:** Recursos humanos

**Inf:** Información

**HV:** Hoja de Vida de personas - modelo de nodo Cont/A11 o Hoja de Vida de equipos- modelo con nodo GAM/A32

**Res:** Resultados

**M C o V:** Mantenimiento, Calibración o Verificación interna y externa

**Sx:** Sistema

## Anexo C

# ACLARACIONES DE LOS MODELOS IDEF0

### Modelo con nodo: PGLMC/A0

- Requisición: representa la necesidad de algo.
- Persona capacitada: persona que está contratada, inducida y capacitada.
- Necesidad de compra de insumos: informes del nivel de inventario
- Necesidad de compra de un equipo genera un registro de novedades presentadas en los equipos
- Bien comprado: está conformado por equipos de las siguientes categorías
  - Equipo para ensayo y calibración
  - Instrumentos de medición
  - Equipos auxiliares
  - Equipo menor
  - Recursos computacionales

### Modelo con nodo: Cont/A11

- Las actividades de contratación donde el laboratorio no tiene participación son:
  - A113 Toma de decisiones

- A114 Proceso de verificación
- A115 Proceso de contratación
- A117 Retroalimentación proceso de selección

**Modelo con nodo: GInd/A12**

- La actividad de gestión de la inducción donde el laboratorio no tiene participación es: A121 Actualización de contenido

**Modelo con nodo: Ind/A122**

- La actividad de inducción donde el laboratorio no tiene participación es: A1222 Presentación de cargos y posibilidades

**Modelo con nodo: Co/A2**

- las actividades de compras que no son realizadas por el laboratorio son:
  - A21 Selección y registro de proveedores
  - A22 Solicitar compra

**Modelo con nodo: GC/A23**

- La actividad de gestionar compra donde el laboratorio no tiene participación es: A232 Gestionar compra

**Modelo con nodo: REO/A231**

- La actividad de recepcionar y evaluar ofertas donde el laboratorio no tiene participación es: A2311 Realizar invitación a proveedores y recepción de ofertas

**Modelo con nodo: RBA/A24**

Las actividades de recibir bien en almacén donde el laboratorio no tiene participación son:

- A241 Corroborar información y bien recibido
- A242 Ingresar materiales y equipos al sistema

**Modelo con nodo: GC/A4**

- Información a calidad: conformada por toda la información documentos correos etc. que se deben generar en las diferentes actividades que se realicen exclusivamente en el laboratorio relacionados con no conformidades presentadas o con algún incumplimiento de los requisitos según el sistema de gestión de la calidad implementado, la correspondiente información es: Fr. 734 Identificación del trabajo NC, incumplimiento con requisitos, eventos relacionados con las NC, información relacionada con la NC, situaciones particulares presentadas, correo presentado la inconsistencia presentada.
- Como resultado del manejo de NC se obtiene la siguiente información que va a la estación o actividad donde se identificó un NC: Acción inmediata a implementar, Fr.Solicitud de acciones correctivas, preventivas o de mejora, tratamiento adecuado, plan de acción, acción correctiva/preventiva o de mejora a implementar

# Anexo D

## ÍNDICE DE NODOS

A-0 Procesos de Gestión del laboratorio de metrología de CEO (Ver FiguraE.1).

- A0 Procesos de gestión del laboratorio de metrología de CEO (Ver FiguraE.2).
  - A1 Recursos humanos (Ver FiguraE.3).
  - A2 Compras(Ver FiguraE.4).
  - A3 Gestión de la producción (Ver FiguraE.5).
    - A31 Inventario (Ver FiguraE.6).
    - A32 Mantenimiento (Ver FiguraE.7).
    - A33 Control de la producción (Ver FiguraE.8).
  - A4 Gestión de la Calidad (Ver FiguraE.9).

## **Anexo E**

# **MODELOS IDEF0 DE LOS PROCESOS DE GESTIÓN DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA DE CEO**

En el modelado de los procesos de gestión del laboratorio de metrología de CEO se obtuvieron 22 diagramas IDEF0, pero por cláusulas de confidencialidad y protección de la información de la empresa solo se presentan 9 diagramas, los cuales corresponden a la descripción mas general de los procesos del caso de estudio.

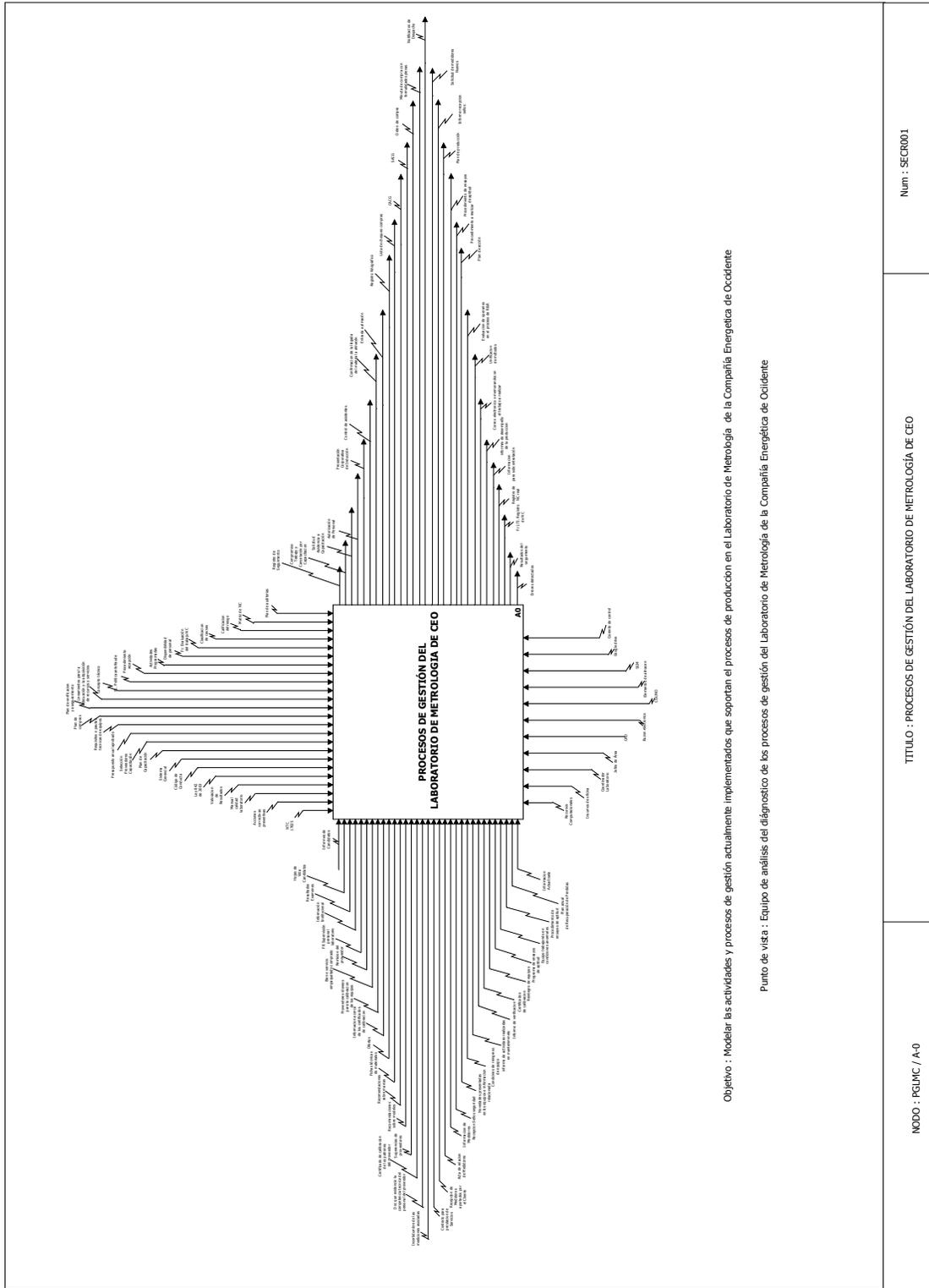


Figura E.1 : Modelo del proceso de gestión del laboratorio de metrología de CEO



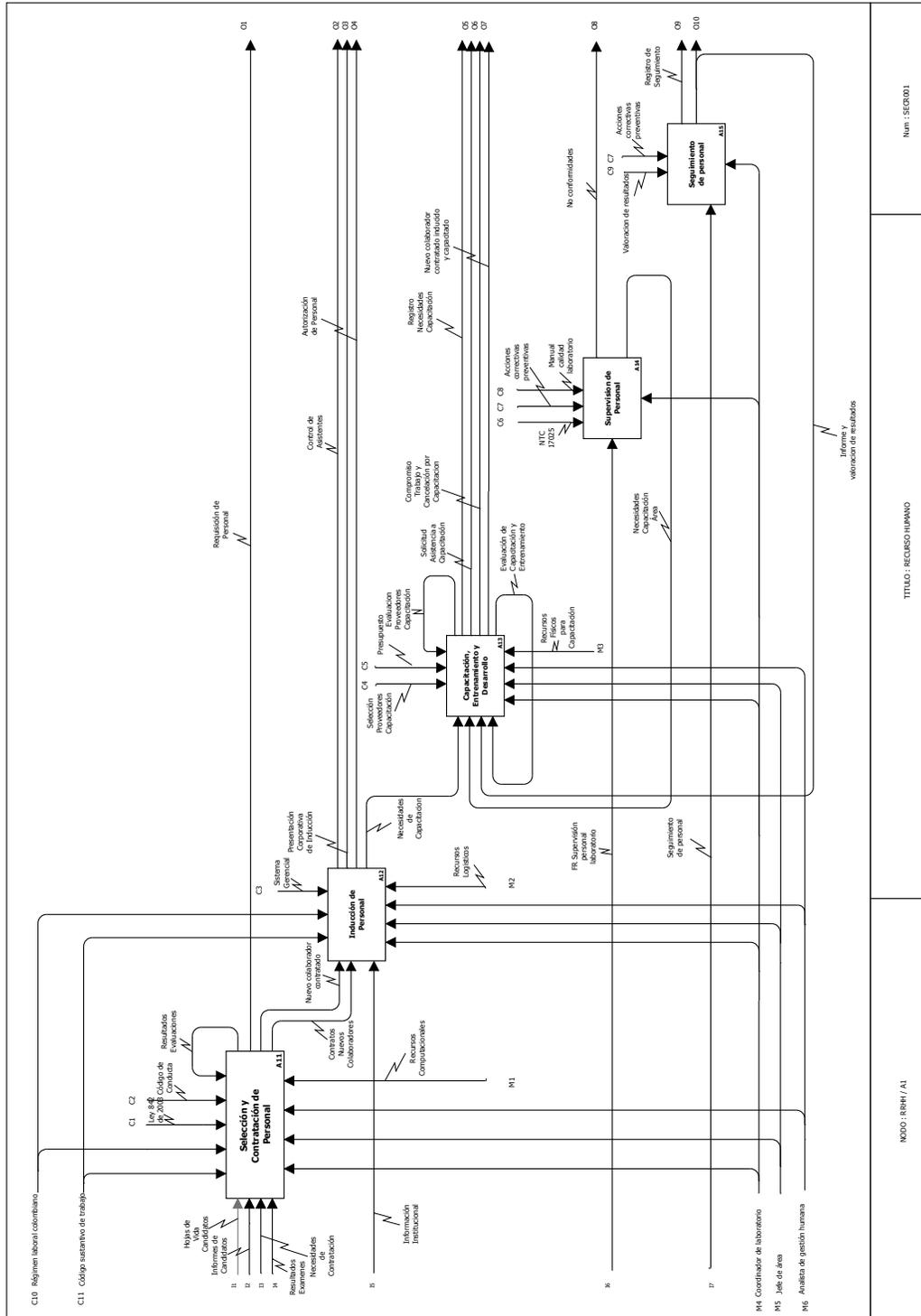


Figura E.3: Modelo del procedimiento RRHH del laboratorio de metrología de CEO



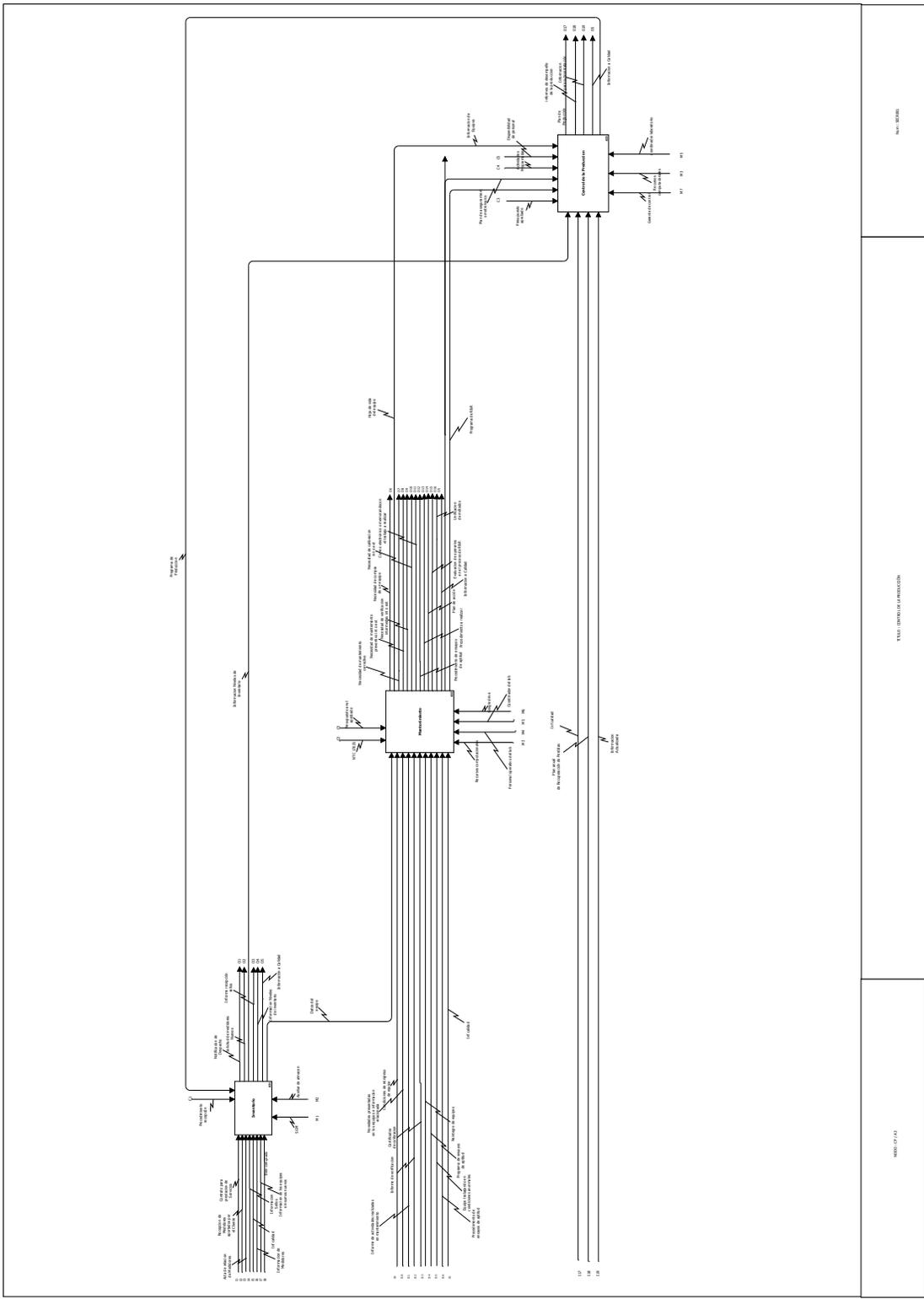
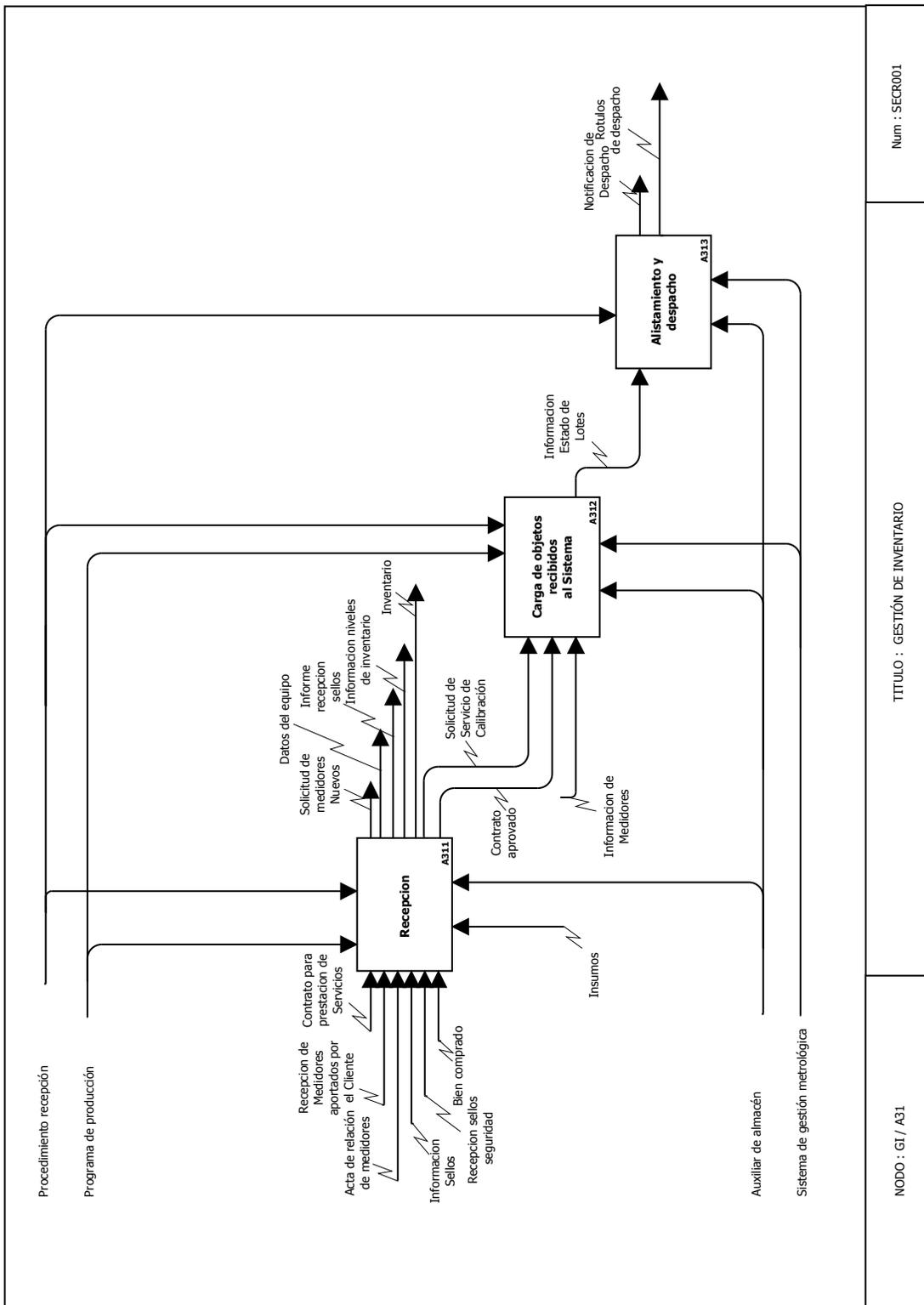


Figura E.5: Modelo del procedimiento Control de la Producción de metrología de CEO



Num : SECR001

TITULO : GESTIÓN DE INVENTARIO

NODO : G1 / A31

Figura E.6: Modelo de la actividad Inventario del laboratorio de metrología de CEO

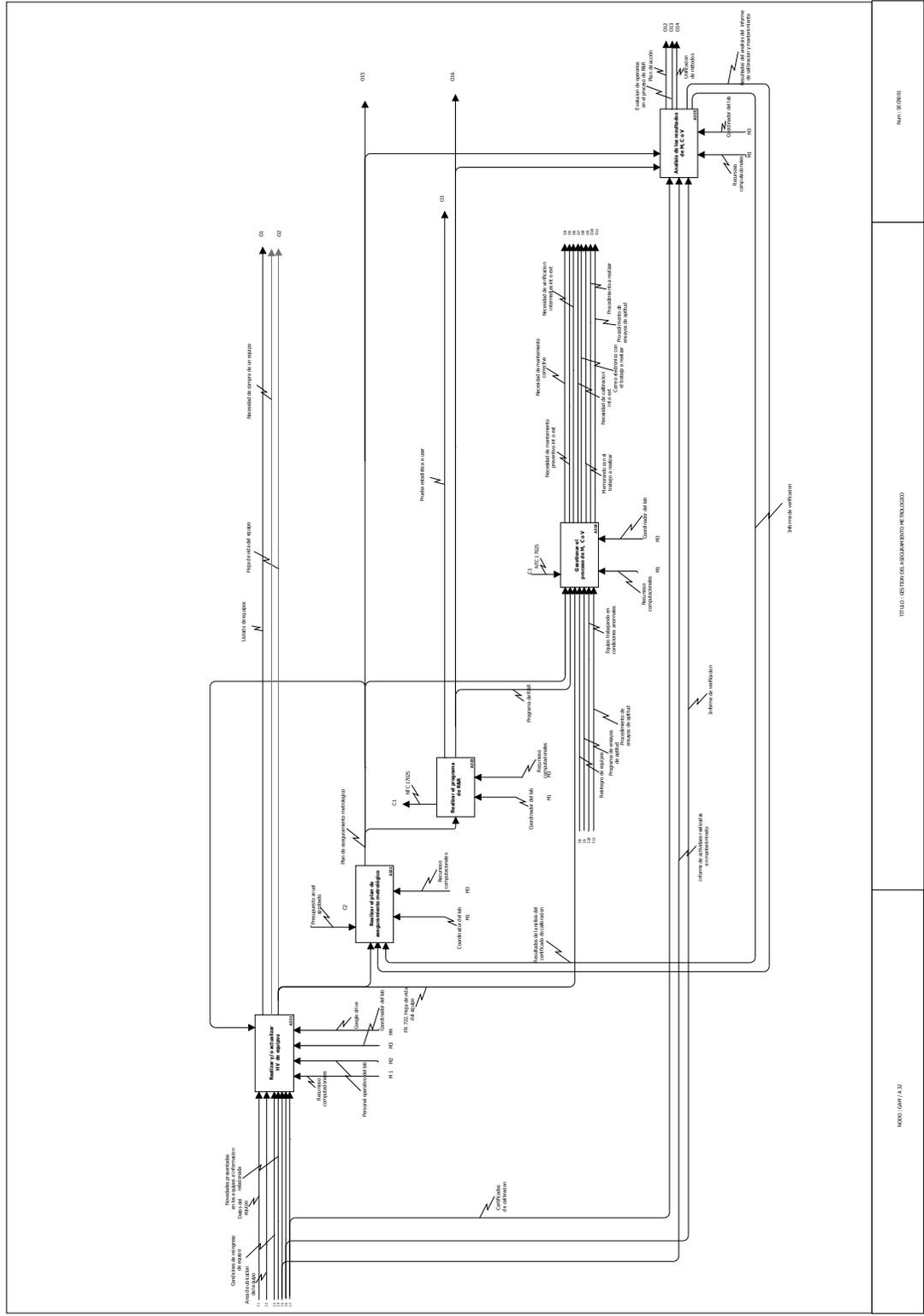
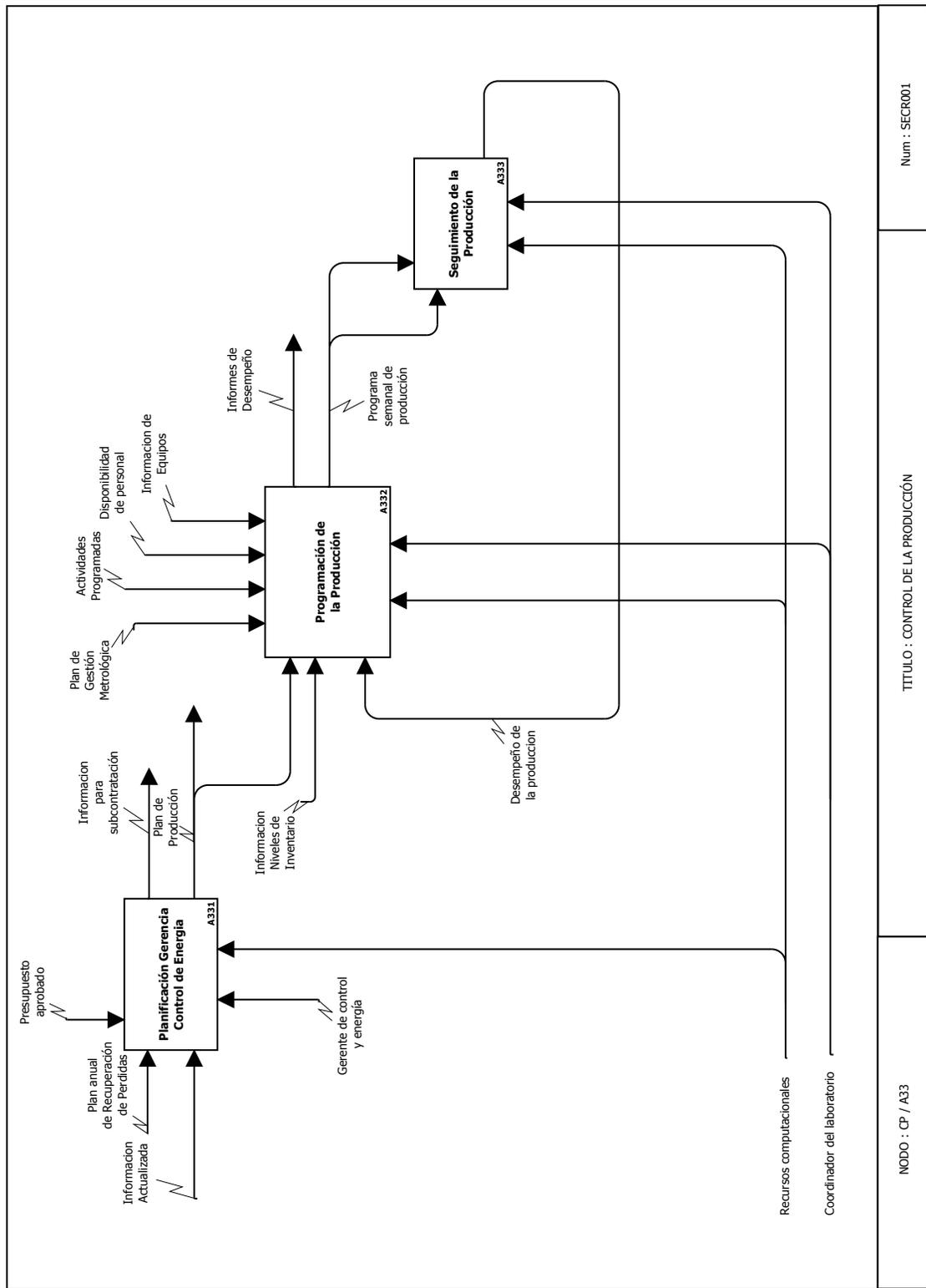


Figura E.7: Modelo de la actividad de Mantenimiento del laboratorio de metrología de CEO

<p>MODELO UML / V.3.0</p>	<p>TÍTULO: GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO METROLÓGICO</p>	<p>Autores: DEBERN</p>
---------------------------	--	------------------------



Num : SECR001

TITULO : CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

NODO : CP / A33

Figura E.8: Modelo de la actividad Control de la Producción del laboratorio de metrología de CEO



## **Anexo F**

# **MODELOS WFNets DE LOS PROCESOS DE GESTIÓN DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA DE CEO**

Los modelos obtenidos en la etapa de modelado dinámico, están desarrollados para alcanzar el máximo detalle posible en las tareas mas importantes desarrolladas dentro del laboratorio de Metrología de CEO. Se obtuvieron un total de 34 modelos con asignación de roles en las tareas realizadas por el personal del laboratorio, pero al igual que los modelos IDEF0 se presentan 7 diagramas WFNets por el debido cumplimiento de las clausas de confidencialidad y protección de la información de la empresa, los cuales corresponden a la descripción mas general de los procesos del caso de estudio.

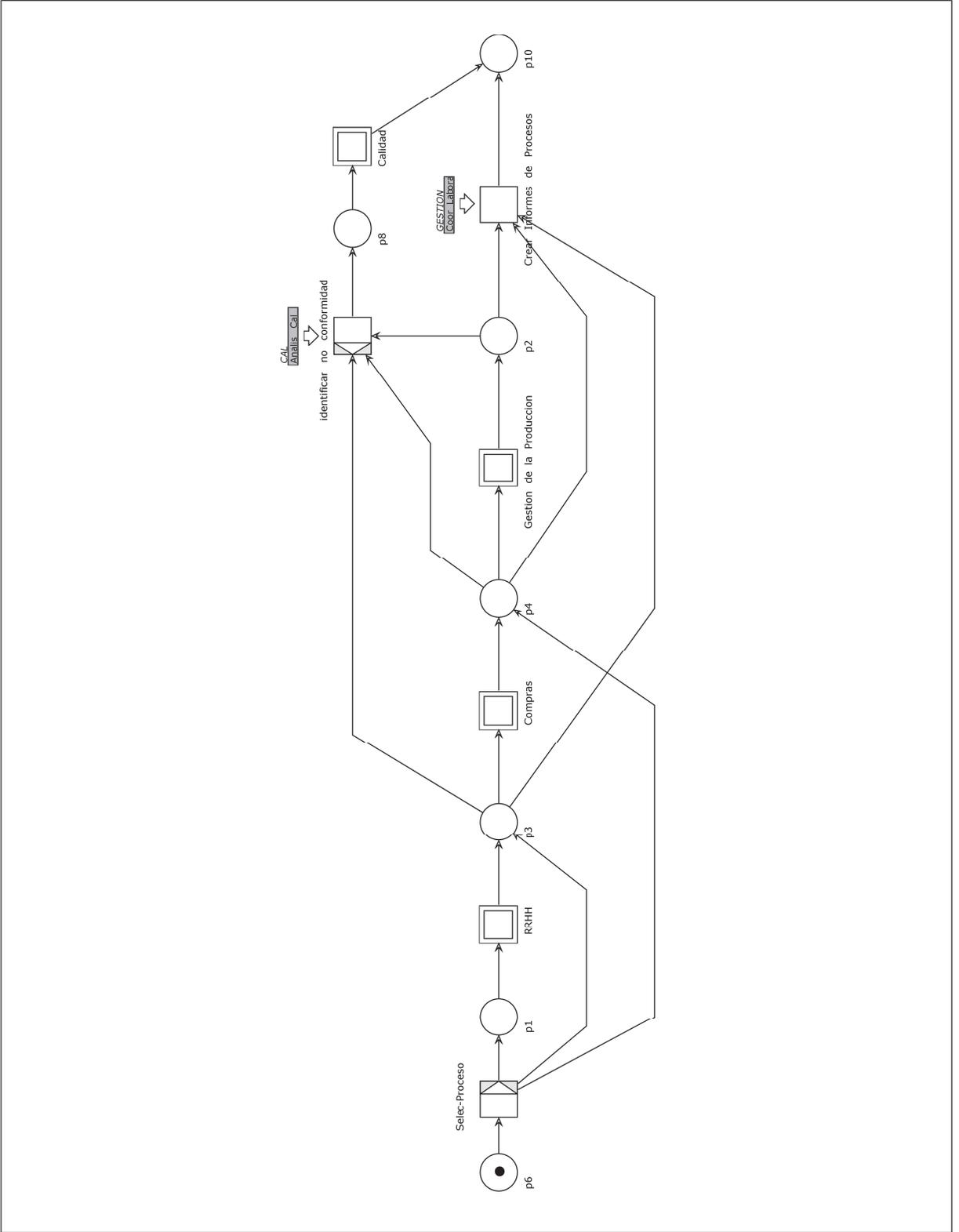


Figura F.1: Procesos del Laboratorio en WFNets. Fuente propia

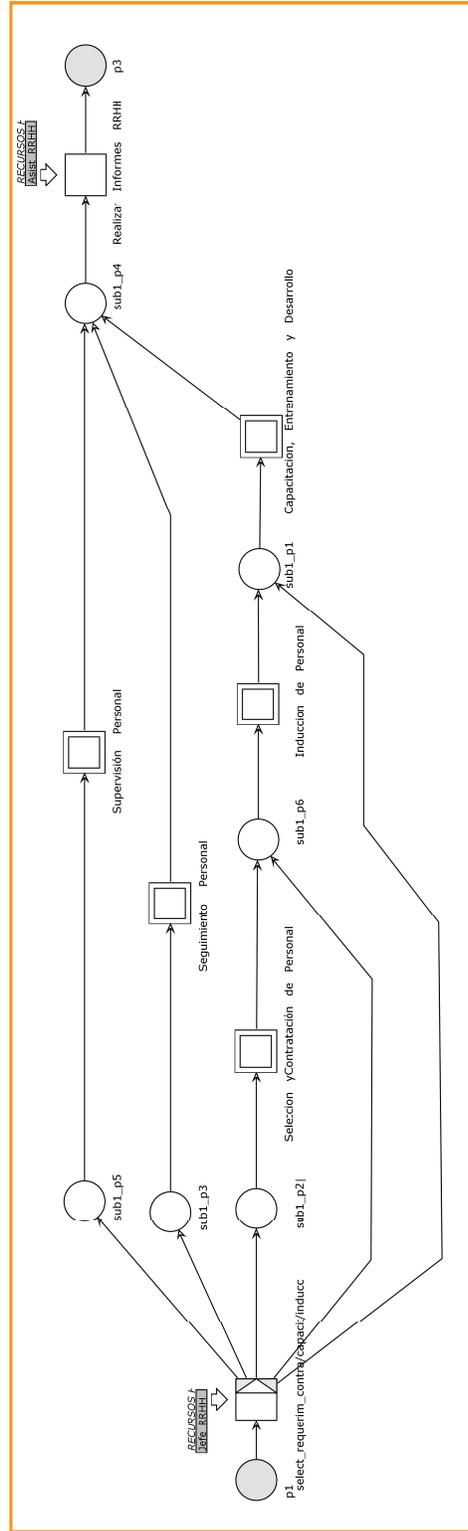


Figura F.2: RRHH: Proceso General

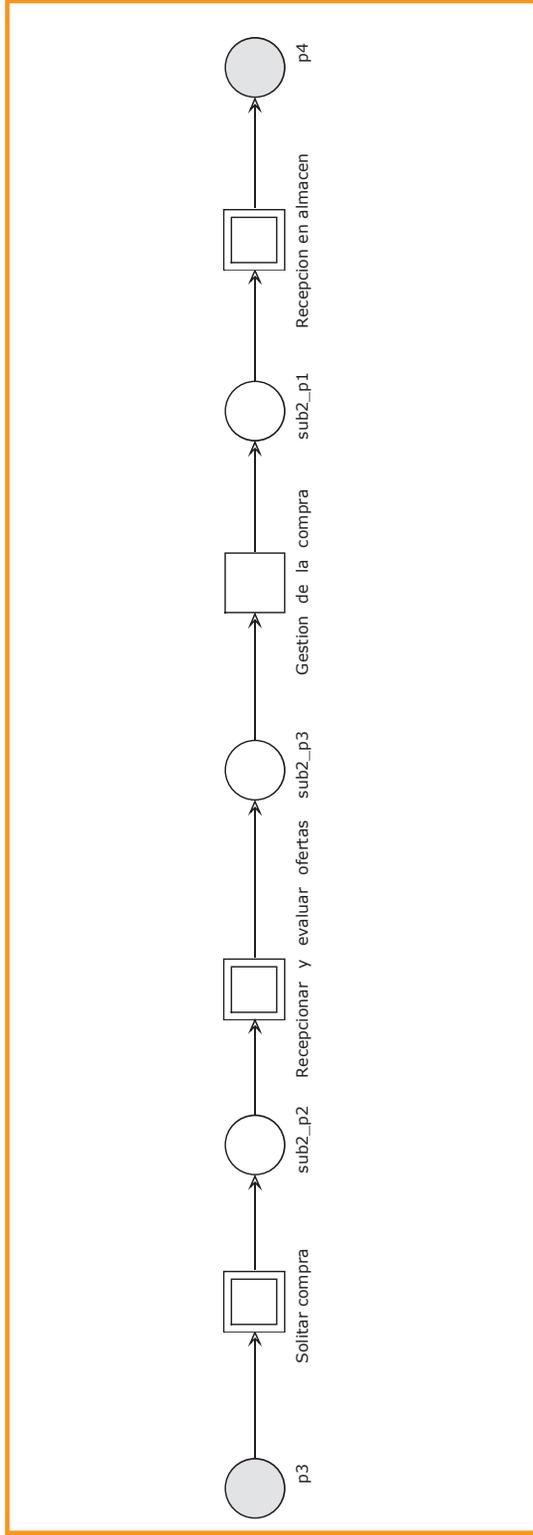


Figura F.3: Proceso General de Compras

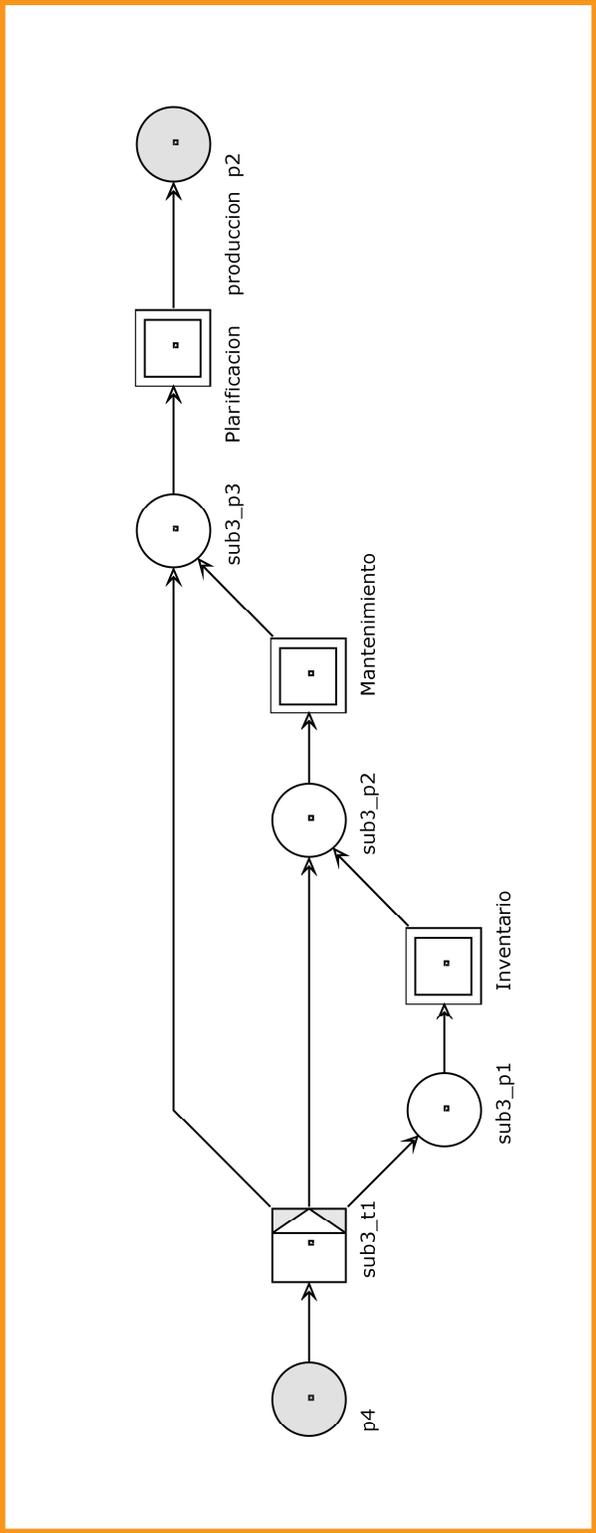


Figura F.4: Proceso General de Gestión de la Producción

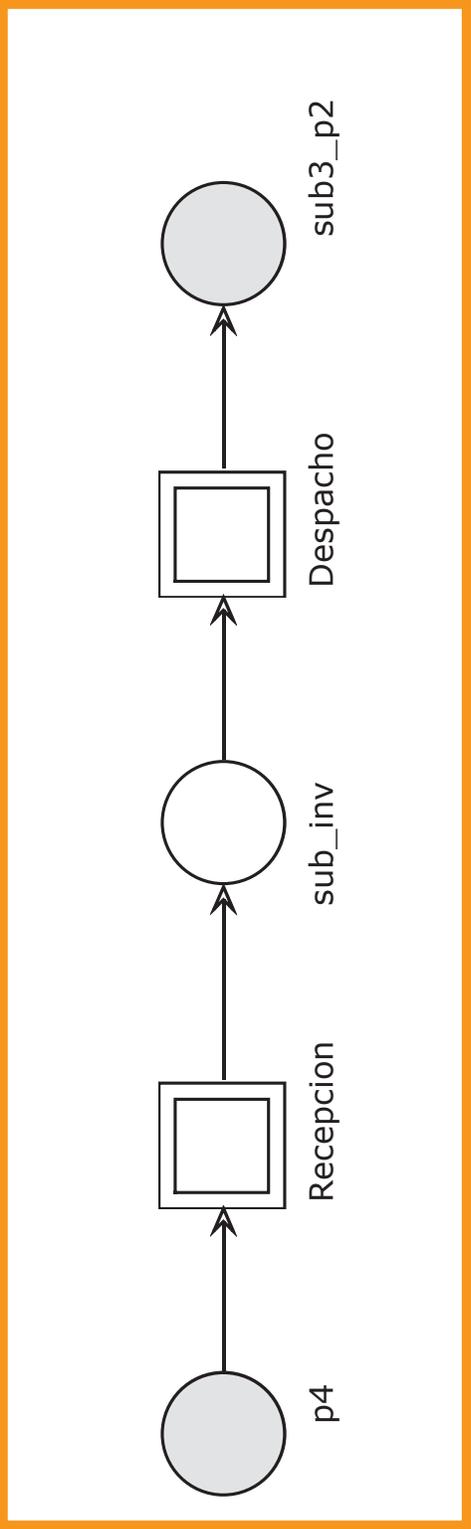


Figura F.5: Gestión de la Producción:Inventario

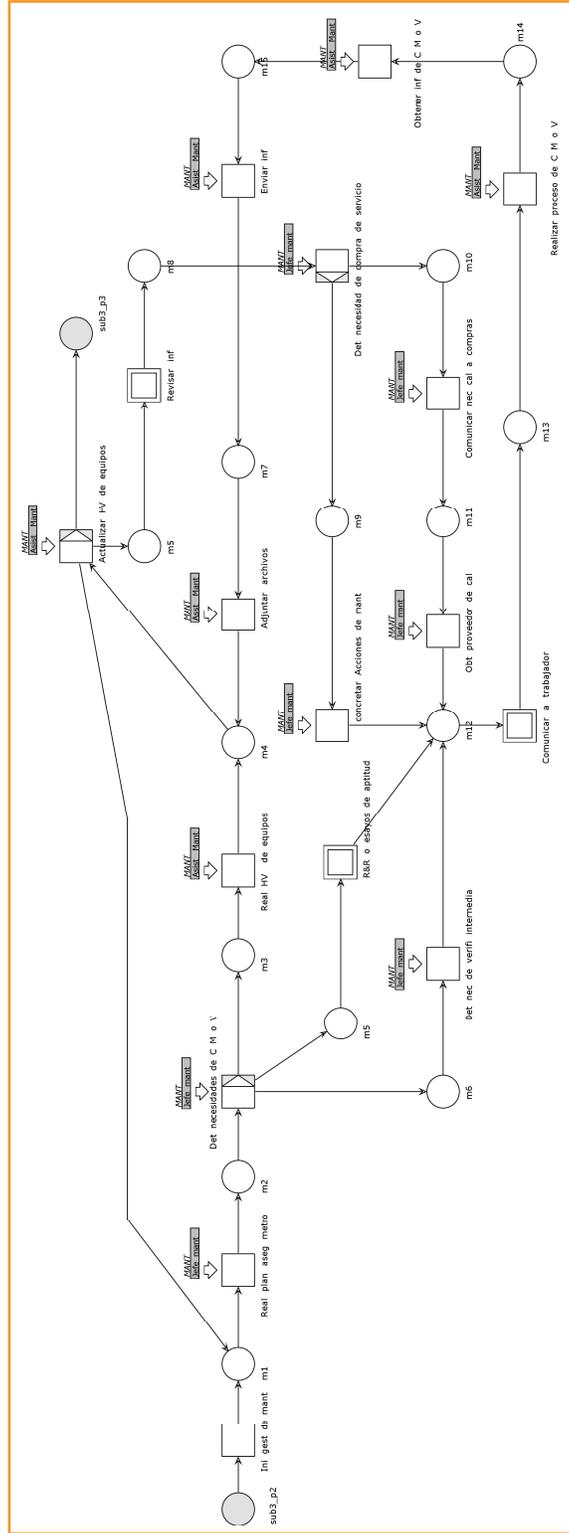


Figura F.6: Gestión de la Producción: Mantenimiento

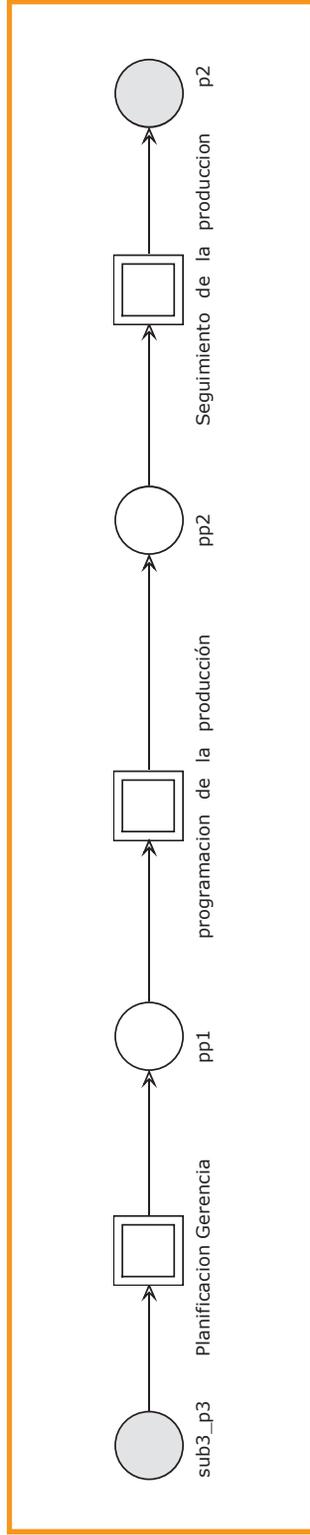


Figura F.7: Gestión de la Producción:Control de la Producción

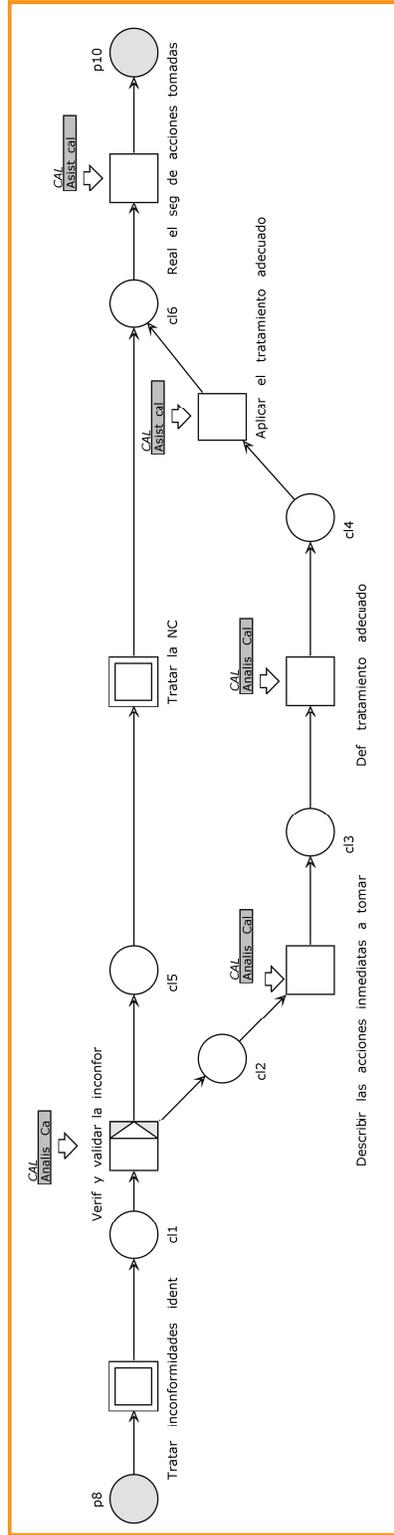


Figura F.8: Proceso General de Calidad

## **Anexo G**

# **FLUJOS DE INFORMACIÓN ENTRE LOS MODELOS DE ACTIVIDADES DE CALIDAD, MANTENIMIENTO, INVENTARIO Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN**

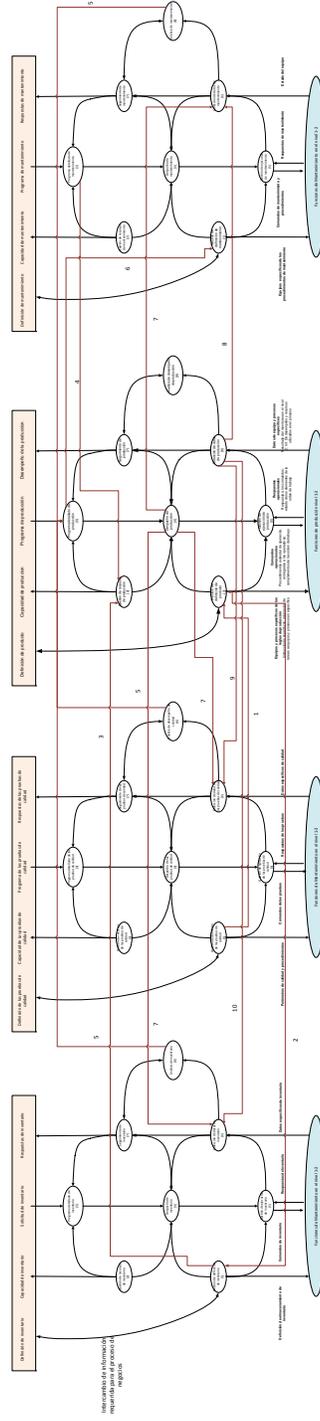


Figura G.1: FLUJOS DE INFORMACIÓN ENTRE LOS MODELOS DE ACTIVIDADES DE CALIDAD, MANTENIMIENTO, INVENTARIO Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

## **Anexo H**

# **ARTICULO DE DIVULGACIÓN: MODELADO DE LOS PROCESOS DE GESTIÓN DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA DE CEO**

# Modelado de los Procesos de Gestión del Laboratorio de Metrología de CEO

S. I. Escobar

C. C. Rivera

Electrónica, Instrumentación y Control  
Universidad del Cauca  
Popayán, Cauca

Electrónica, Instrumentación y Control  
Universidad del Cauca  
Popayán, Cauca

## Abstract

*El modelado de procesos de Negocio constituye en una etapa importante del desarrollo de sistemas de información para las empresas que buscan la integración empresarial y la eficiencia de las operaciones que realizan como parte de su actividad de valor. En este artículo se aborda el modelado estructural a través de la técnica de modelado IDEF0 y la creación de modelos de comportamiento dinámico a partir de WorkFlow Nets, de los procesos de gestión para el Laboratorio de Metrología de la Compañía Energética de Occidente como base para la realización de diagnósticos y actividades de re ingeniería a futuro.*

El modelado de procesos de negocio es el corazón del diseño organizacional y el desarrollo de sistemas de información, que según su aplicación varía entre el soporte para re-ingeniería, simulación y desarrollo de sistemas de automatización[3], por esto existen muchas técnicas de modelado, unas más aptas que otras según el objetivo propuesto. Para llegar al modelado de procesos de negocio es necesario el desarrollo de una serie de pasos que inician definiendo el alcance y el objetivo de modelado, el cual en este proyecto es el diagnóstico <sup>1</sup> de los procesos de gestión del laboratorio de metrología de la Compañía Energética de Occidente, para luego obtener los modelos que sean la base de conocimiento para el diagnóstico respectivo

## 1 Introducción

Factores como la alta competitividad de las empresas por satisfacer las necesidades de sus clientes, cambios en su entorno organizacional y la globalización de mercados, hacen que las empresas busquen nuevas estrategias para aumentar su desempeño y crear una verdadera ventaja competitiva, a través de análisis, re diseño, integración de procesos de negocio [1] e información intercambiada como recurso diferenciador de gran valor para las empresas. Una de las metodologías por las que una organización puede mejorar la efectividad de su negocio es la gestión, a través de una visión centrada en procesos e integración de funciones que permitan controlar y modificar flujos de trabajo. Para que directivos o gerentes puedan llegar a esas medidas es necesario obtener todo el conocimiento de la organización como su dinámica, estructura, flujos de información, contenido de datos de información intercambiada entre otros, lo cual se logra implementando modelos que abstraen la realidad de la empresa, que puedan soportar procesos de toma de decisiones [2].

## 2 Trabajos Previos

Para el modelado de procesos de negocio se pueden encontrar numerosos trabajos enfocados a las herramientas de modelado como [4], en el se presentan modelos de IDEF0 que representan las operaciones de una empresa del sector eléctrico para optimizar atención al clientes cuando se generan interrupciones del suministro de energía a partir del re diseño de procesos. En [5] se realizan modelos en IDEF0 para una empresa del sector publico, con el fin de mejorar el proceso de cobros, identificando actividades criticas a partir de los modelos como base de información. Se realiza en [6] un análisis del estado actual del proceso de distribución de equipos celulares donde se implementan modelos estructurales que sirven como base de conocimiento para la y priorización de problemas y desperdicios del sistema; en este se presentan los modelos como resumen de la información que se maneja y

---

<sup>1</sup>El diagnóstico no se obtendrá como resultado de este proyecto por políticas de confidencialidad y protección de la información propia de la empresa caso de estudio

como se transforma, mas no como herramienta para presentar soluciones a los errores identificados.

En el área de modelado dinámico, se han realizado trabajos como [experiencias operativas] en el cual se desarrollan modelos de comportamiento sobre el tratamiento de experiencias operativas en el sector industrial, a partir de la creación de roles para la ejecución de las tareas, mostrando la dinámica e interacción entre ellas para la culminación de un caso. Trabajos como [7] se dedican al manejo de las WFNETs y al uso de las redes de petri dentro de las notaciones de Workflow, como herramienta de modelado y base de información para implementar los WFMS como elementos de modelado, seguimiento y simulación para procesos

### 3 Procesos de Negocio

El concepto de procesos de negocio es variante y está sujeto al autor y la tecnología empresarial predominante de la época histórica por las cuales han pasado los procesos de negocio. Siguiendo autores como Jacobs, Biederlo [8], Michael Hammer y James Champy [9], Davenport [10], se define un proceso de negocio como: Un conjunto de actividades relacionadas entre sí de forma lógica y ordenada dentro de sus limitantes tiempo y espacio, las actividades transforman entradas en salidas consumidas por clientes y son desempeñadas en coordinación, en un ambiente organizacional y/o técnico a través del uso de recursos, además trabajan en conjunto con el objetivo de cumplir una meta de negocio [11].

#### 3.1 Clasificación de Procesos de Negocio

Se puede realizar una clasificación a partir de la evaluación de aspectos como grado de automatización, grado de interacción con otros procesos de negocio, grado de repetición, grado de estructuración [11] y según su ubicación dentro de los niveles de la empresa. Este último tipo de clasificación que es el de interés en el proyecto desarrollado se encuentra la influencia de diferentes autores tal como se muestra en la figura 1. La definición entregada por Porter a través del modelado de procesos por medio de la aplicación de la cadena de valor fue la elegida como la más adecuada en su aplicación para el caso de estudio del presente trabajo la cual consiste en la clasificación de las actividades de negocio como actividades primarias y actividades de soporte que son interpretadas como procesos [12].

Child <i>et al.</i> y el estándar CIMOSA	Davenport	Armistead & Machin	Garvin	Porter
<b>Procesos operativos</b> *Obtener orden *Entrega de productos *Cumplimiento de ordenes *Soporte de productos <b>Procesos de gestión</b> *Grupo de dirección *Formulación de estrategias *Negocios directos <b>Procesos de soporte</b> *Soporte IS *Soporte HS *Soporte de finanzas	<b>Procesos operacionales</b> <b>*Procesos de desarrollo de productos y servicios</b> -Investigación, ingeniería y diseño -Manufactura -Logística <b>*Procesos frente al consumidor</b> -Marketing -Ventas y gestión de ordenes -Procesos de servicios <b>Procesos de gestión</b> *Formulación de estrategias *Planeación y presupuesto *Medidas de desempeño y reporte *Locación de recursos *Gestión de recursos humanos *Infraestructura *Comunicación con actores	<b>Procesos operacionales</b> <b>Procesos administrativos</b> <b>Configuración de dirección</b> <b>Procesos de soporte</b>	<b>Organizacional</b> <b>*Procesos de trabajo</b> -Operacionales -Administrativos <b>*Procesos de comportamiento</b> -Toma de decisión -Comunicación -Aprendizaje <b>*Procesos de cambio</b> -Creación -Crecimiento -Transformación -Declive <b>Administrativo</b> -Configuración de dirección -Negociación y venta -Monitoreo y control	<b>Actividades primarias</b> *Logística de entrada *Logística de salida *Operaciones *Marketing y ventas *Servicios <b>Actividades de soporte</b> * Adquisición *Desarrollo tecnológico *Recursos humanos *Infraestructura de la empresa

Figure 1: Clasificación de los procesos de negocios según diferentes autores

### 4 Modelado de Procesos de Negocio

El objetivo del modelado de procesos de negocios es presentar un alto contenido de información que permita representar la estructura, organización y comportamiento de un negocio, de manera simple o interorganizada, permitiendo la realización de análisis sobre su comportamiento, desarrollo de actividades de reingeniería y optimización de los mismos [13].

#### 4.1 Tipos de Modelado

##### 4.1.1 Modelado Estructural

Los modelos estructurales entregan una visión estática de un sistema dinámico, mostrando las interacciones y posibles flujos de información con otros objetos a través del sistema sin la capacidad de establecer una variación en el tiempo o evolución del mismo, además determina que recursos y elementos son necesarios y/o usados durante la ejecución del proceso [14]. Entre las herramientas de modelado estructural se encuentran los modelos de objetos, modelos de clases que son vistas de UML y modelos IDEF0.

##### 4.1.2 Modelado Dinámico

Los modelos dinámicos representan y describen el comportamiento de un sistema y su respuesta a través

del tiempo en diferentes condiciones y/o estados de funcionamiento [14], además permite analizar, verificar y validar las condiciones de operación, bloqueo y seguridad de los procesos de negocio [15]. Las herramientas de modelado dinámico más populares se encuentran las Redes de Petri, redes de Workflow, IDEF3, diagramas de secuencia, diagramas de colaboración que son vistas de UML y diagramas de estado [16].

## 4.2 Criterios de Selección de las Técnicas de Modelado

La selección de la técnica de modelado se realiza a partir de la evaluación del cumplimiento no de ciertos criterios definidos a partir de dos tipos de requerimientos:

- Requerimientos de Técnicas de Modelado Según la Meta de Modelado presentado en el artículo [17]
- Requerimientos Futuros para el Sector Industrial presentados en el artículo [18]

Realizando un análisis de cada uno de los requerimientos de técnicas de modelado según la meta de modelado junto con los requerimientos futuros para el sector industrial a partir de su concepto teórico y campo de aplicación, se determinaron los siguientes criterios para las técnicas de modelado:

**Criterio 1:** Capacidad de integración . La capacidad de soportar la unión de diferentes procesos, como el intercambio y transmisión de datos y/o información entre personas, departamentos, organizaciones, servicios y sistemas de información.

**Criterio 2:** Cooperación. Interacción de forma cooperativa entre los elementos de la herramienta de modelado, aportando ayuda por medio del trabajo en conjunto.

**Criterio 3:** Explicitación de los recursos (personas, software, hardware). Expone de forma clara el uso de los recursos dentro de los procesos de negocio modelados y su respectivo estado, la representación de roles y asignación de tareas.

**Criterio 4:** Reconfiguración. La agilidad de adaptación a cambios en los modelos respecto a la rapidez, facilidad y viabilidad.

**Criterio 5:** Usabilidad de la herramienta . Grado de facilidad con que se usa e implementa la herramienta para la generación de modelos de forma clara y eficaz.

**Criterio 6:** Expresividad. Capacidad de modelar la complejidad de los procesos de negocio tanto en su comportamiento, como en asignación de recursos, roles, ejecución de actividades paralelas y disyuntas, entre otras.

**Criterio 7:** Interoperabilidad. Habilidad de intercambiar información entre distintas herramientas software sobre los modelos obtenidos, con el fin de que se pueda utilizar, entender y manipular los datos, conocimiento e información intercambiados en varias plataformas.

**Criterio 8:** Comprensibilidad y comunicatividad del modelo. Hace referencia a la capacidad de realizar modelos que permitan la transmisión de la información de valor para los usuarios a través de las notaciones gráficas de los modelos sin importar que sean o no expertos en el tema de modelado.

**Criterio 9:** Reusabilidad Es la capacidad de obtener modelos capaces de extenderse o no tener cambios significativos ante cambios en los procesos de negocio.

**Criterio 10:** Soporte Tecnológico El soporte tecnológico trata de la capacidad de la implementación, control, modificación, monitoreo y gestión de los modelos obtenidos sobre plataformas software.

**Criterio 11:** Aporte en la automatización de procesos Implica la capacidad de obtener modelos que sirvan como base de información, toma de decisiones e implementación de mejoras en los procesos, para aumentar el rendimiento del sistema sobre el cual se aplican.

**Criterio 12:** Herramientas de Simulación Es la existencia de aplicaciones o herramientas software que permitan la simulación y monitoreo del sistema en ambientes controlados y obtener todos los posibles estados que puede tomar el sistema comprobando que este correctamente en desarrollo.

**Criterio 13:** Soporte para documentación Este criterio se refiere a la capacidad de consignar información relevante a los modelos creados en formatos para transmisión de información y almacenamiento de la misma (XML o formatos similares).

## 5 Resultados

### 5.1 Elección Herramienta de Modelado

A partir de la definición de los criterios de evaluación de las técnicas de modelado, se realizó una lista de chequeo correspondiente a la Tabla 1, donde a partir de esta se definió como las técnicas de modelado más adecuadas para el modelado estructural IDEF0 y para el modelado dinámico Workflow Nets.

CRITERIOS	IDEF0	UML	BPMN	WF-RdP	IDEF3
1. Capacidad de Integración	X	X	X	X	X
2. Cooperación	X	X	X	X	X
3. Explicitación	X	X	X	X	X
4. Capacidad de Reconfiguración				X	
5. Usabilidad	X		X	X	X
6. Expresividad	X	X	X	X	X
7. Interoperabilidad			X	X	X
8. Comprensibilidad y comunicatividad del modelo	X		X	X	X
9. Reusabilidad		X	X	X	
10. Soporte Tecnológico				X	
11. Aporte en automatización de procesos	X		X	X	X
12. Herramientas de Simulación	X	X		X	
13. Soporte para Documentación		X	X	X	X

Table 1: Lista de chequeo.

#### 5.1.1 IDEF0

IDEF0 es un lenguaje de modelado e integración basado en SADT el cual comprende de una notación gráfica y una clara metodología para la realización de modelos. Una de sus principales ventajas es la de poder ser aplicado a procesos con cualquier grado de automatización, permitiendo ser usado como herramienta para la definición de requerimientos y funciones en sus primeras etapas, para luego dar soporte en la implementación de los sistemas informáticos con sus respectivas características y funcionalidades. También para etapas más avanzadas y modelos con alto grado de abstracción, permite el análisis del sistema para la re estructuración y re ingeniería [19].

**La notación gráfica de IDEF0**, consiste en dos elementos básicos (VER Figura 2):

**Caja:** Representa una descripción de lo que ocurre en una determinada función. Cada caja debe tener un nombre que debe ser un verbo activo y un número dentro de los límites gráficos de la misma.

**Flecha:** una flecha tiene diferentes configuraciones de ramificaciones ya sea bifurcación

o unión, estas son etiquetadas con sustantivos o sintagmas nominales (datos u objetos) para expresar significados.

**Relación caja/flecha**, definición de roles (VER Figura 2):

- Las flechas que entran por el lado izquierdo de la caja son INPUTS. Son transformadas o consumidas por la función para realizar su actividad.
- Las flechas que entran por la parte superior de la caja son CONTROL, las cuales especifica las condiciones requeridas para que la función entregue las salidas de forma correcta.
- Las flechas que salen de la caja del lado derecho de la caja son OUTPUTS representadas en datos u objetos producidos por la función.
- Las flechas conectadas al lado inferior de la caja representan MECHANISM los cuales son los medios (recursos) que soportan la ejecución de la función.

**Diagramas IDEF0:** Compuesto por tres tipos de información el diagrama gráfico, texto y glosario donde el más importante es el diagrama gráfico ya que este contiene las cajas (funciones) definido por diagramas de nivel superior, diagramas hijos y diagramas padres.

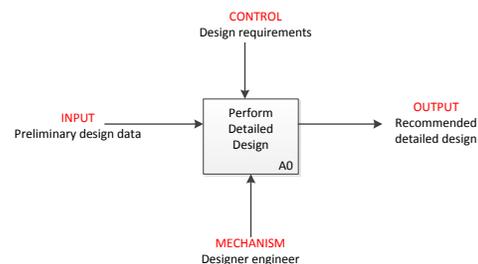


Figure 2: Posición de las flechas y roles

#### 5.1.2 Workflow Nets

Workflow Nets es una combinación de dos técnicas, las Redes de Petri y Workflow, para modelado de procesos. Donde Workflow es la automatización de un proceso de negocio, en su totalidad o en parte, durante el cual

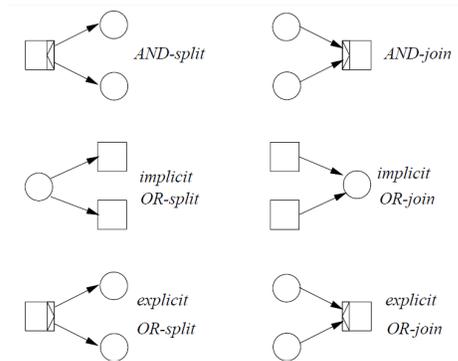


Figure 3: Bloques de construcción para enrutamiento

los documentos, información o tareas pasan de un participante a otro, de acuerdo a un conjunto de reglas de procedimiento según WMC [20] y Redes de Petri es una herramienta de modelado gráfica y matemática, que es extensible a un gran número de sistemas, con la cual se pueden representar los flujos de trabajo y la interacción entre distintos sistemas

#### Mapeo de Redes de petri a Workflow:

**Bloques de Contrucción de Workflow:** Los Bloques de construcción sirven para el modelamiento de estructuras de negocio como los enrutamientos secuenciales, condicionales, paralelos entre otros, o para estructuras de comportamiento como sincronización o exclusividad mutua. Los bloques de construcción de workflow corresponde a la Figura 3

**Triggering:** Los Triggering son condiciones externas que permiten la activación de una de las tareas que esté disponible para ejecución (VER Figura 4). Se tienen cuatro tipos de disparadores para el diseño de modelos de procesos de Negocio. El primero de los gatillos es el Automático, el cual se utiliza sobre tareas que no implican la acción humana. El de usuario es utilizado para representar que es el usuario del proceso el que decide cuando y cual de las tareas será activada. Los gatillos de Mensaje, representan la inserción de eventos externos a los procesos que son los que definen la activación de las tareas. El ultimo es el del tiempo que representa esperas necesarias para la ejecución de las tareas.

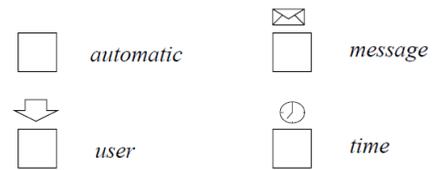


Figure 4: Tipos de Trigger utilizados en Workflow Nets

## 5.2 CASO DE ESTUDIO: Laboratorio de Metrología de la Compañía Energética de Occidente - CEO

El laboratorio de metrología <sup>2</sup> de CEO es una organización dedicada a proveer servicios de calibraciones<sup>3</sup> a medidores de energía, en búsqueda de la acreditación por la norma técnica colombiana NTC-ISO/IEC 17025 *Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayos y calibración* [21].

### 5.2.1 Procesos de Gestión de Caso de Estudio a Modelar

La identificación de los procesos de gestión y su diferenciación con los procesos de producción se realizó a través del desarrollo de la cadena de valor del laboratorio de metrología, la cual se estableció a partir de la cadena de valor para manufactura propuesta por Porter [22] y la cadena de valor para servicios definida en el artículo [23], se buscó la integración de las actividades y/o atributos de las dos cadenas de valor de tal forma que satisfaga las necesidades y represente el comportamiento y naturaleza de la organización caso de estudio. Se obtuvo la cadena de valor mostrada en la Figura 5 definiendo así los procesos a modelar:

- Recursos Humanos (RRHH)
- Compras
- Calidad

<sup>2</sup>La metrología está definida como la ciencia de la medición la cual cubre tres actividades importantes: La definición internacionalmente aceptada de medición, la realización de las unidades de medida por métodos científicos y el establecimiento de cadenas de trazabilidad, determinando y documentando el valor y exactitud de la medición junto con la difusión de este conocimiento

<sup>3</sup>Operación que bajo condiciones específicas, en una primera etapa establece una relación entre los valores de cantidad de incertidumbres de medición proporcionados por las normas de medición y las indicaciones con incertidumbres de medición asociadas, en una segunda etapa utiliza esta información para establecer una relación para la obtención de un resultado de la medición de una indicación.

- Gestión de la producción

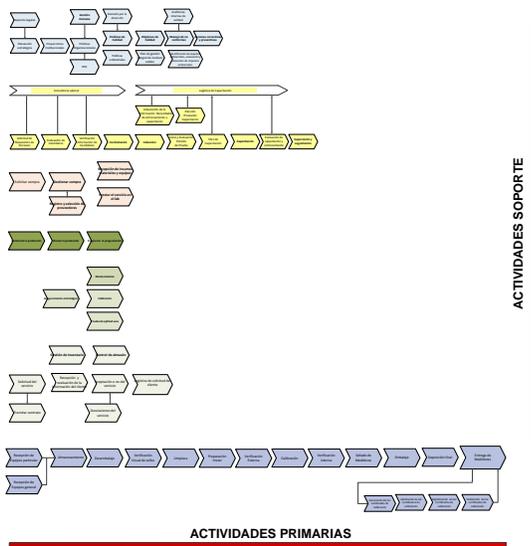


Figure 5: Modelos de los procesos de gestión del laboratorio de metrología de CEO

**Nota:** El modelado de las actividades primarias están fuera del alcance de este trabajo.

### 5.2.2 Modelos IDEF0 de los Procesos de Gestión del Laboratorio de Metrología de CEO

El desarrollo de los modelos IDEF0 para el caso de estudio dio como resultado 22 diagramas con un total de 68 cajas que describen cada uno de los procesos, procedimientos, actividades y tareas según corresponda su ubicación dentro de la jerarquía de los modelos.

**Modelo A-0, Procesos de Gestión del Laboratorio de Metrología de CEO:** El modelo de nivel más alto es el que se muestra en la Figura 6, donde el objeto de modelado es representado con una sola caja “top box”, con sus respectivas flechas o limitantes que representan las condiciones externas para el caso modelado.

**Modelo A0, Procesos de Gestión del Laboratorio de Metrología de CEO:** El modelo A0 contiene los flujos de información entre los procesos de gestión definidos en el ítem x. El modelo obtenido es el que se muestra en la Figura 7.

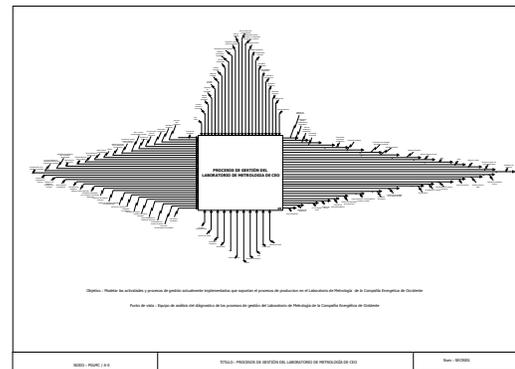


Figure 6: Procesos de gestión del laboratorio de metrología de CEO

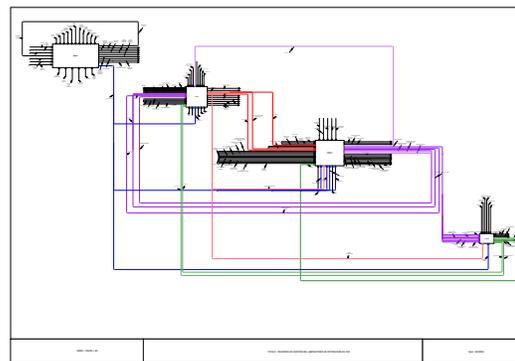


Figure 7: Procesos de gestión del laboratorio de metrología de CEO

**Modelo A1, Recursos Humanos (RRHH):** El proceso de RRHH inicia con la necesidades de contratación de personal de diferentes áreas de la compañía en este caso del laboratorio y la recepción de hojas de vida de las personas que cumplen con el perfil solicitado y puede finalizar con la inducción y capacitación de la persona contratada, la cual ya definida como personal del laboratorio iniciara procesos de supervisión y seguimiento por parte de la coordinación del laboratorio, el modelo de RRHH corresponde a la Figura 8

**Modelo A2, Compras:** El proceso de compras el cual se muestra en la Figura 9 inicia con la comunicación de una necesidad de compra de un bien o servicio por parte del laboratorio al área de compras de la compañía la cual se encargará de toda la gestión de la compra hasta su obtención

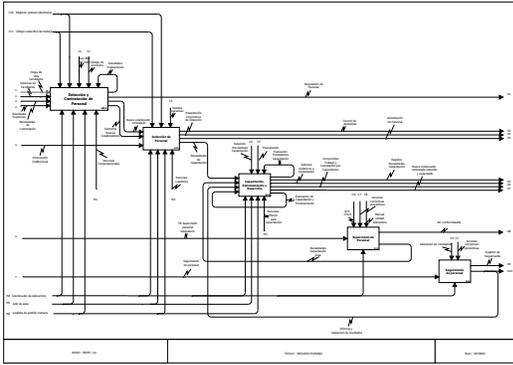


Figure 8: Procesos de RRHH del laboratorio de metrología de CEO

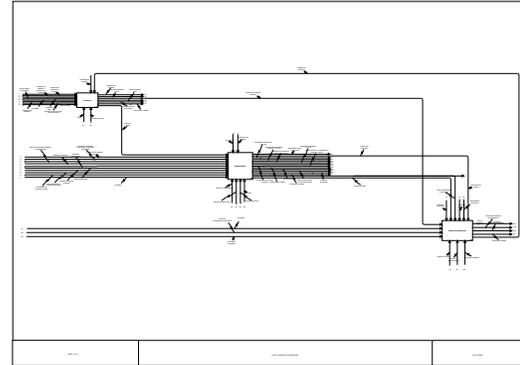


Figure 10: Procesos de Gestión de la Producción del laboratorio de metrología de CEO

y arribo del bien si es el caso al almacén general de la compañía

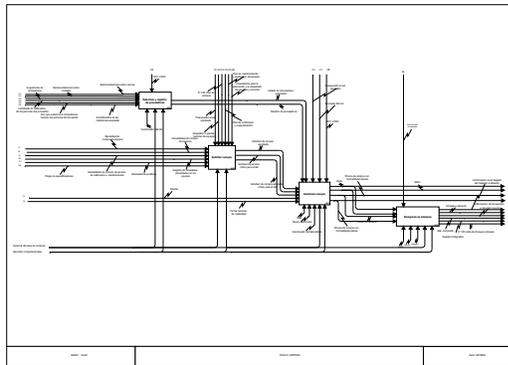


Figure 9: Procesos de Compras del laboratorio de metrología de CEO

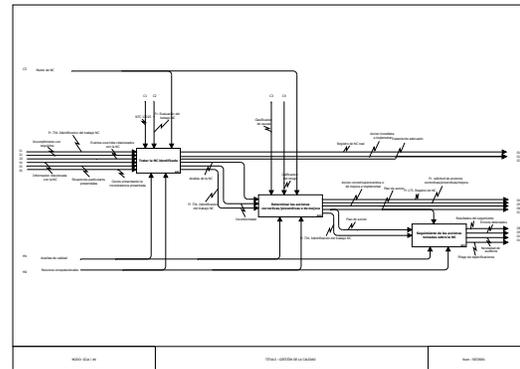


Figure 11: Procesos de Calidad del laboratorio de metrología de CEO

**Modelo A3, Gestión de la Producción:** Esta conformado por tres procedimientos inventario, aseguramiento metrológico y control de la producción que son internos y exclusivos del laboratorio se muestra en la Figura 10

**Modelo A4, Calidad:** El modelo de calidad que se puede ver en la Figura 11 es el proceso de calidad resultado del sistema de gestión de la calidad que se lleva a cabo en la laboratorio el cual se centra en el manejo de no conformes<sup>4</sup> que se pueden generar en cualquier proceso del laboratorio.

Los procesos de estudio en este proyecto son amplios y llevan consigo cierto grado de complejidad, por

<sup>4</sup>Incumplimiento de un requisito

lo cual para obtener un conocimiento fiable y leal a la realidad es necesario profundizar y definir con mas detalle en cada uno de los modelos. De los modelos A1, A1, A2, A3 y A4 se tiene al menos dos grados de profundización que permiten ver el flujo de información interno de cada uno de los procesos y cuales son las actividades y/o tareas que son el cliente o proveedor final de las flechas limitantes de la caja padre A0.

### 5.2.3 Modelos WFNets de los Procesos de Gestión del Laboratorio de Metrología de CEO

La figura 12 es el resultado de modelar los procesos de gestión del laboratorio de Metrología de CEO, donde se muestra la unión de los procesos identificados a partir de la información obtenida representando el comportamiento general de todo el laboratorio a partir de todas las actividades que desarrollan.

Los círculos representan condiciones o estados en los que se encuentra el proceso en un determinado instante durante el modelo, los estados P3, P4 y P2, representan los estados de finalización de los procesos de RRHH, Compras y Gestión de la producción respectivamente. La aparición de “tokens” en estos estados indica que el proceso anterior ha sido completado, y el sistema esta listo para empezar a ejecutar otro de sus procesos. Estos procesos son modelados a través de cuadros, y representan las tareas que se ejecutan del sistema. En la figura 12 se presentan cuadros dobles, los cuales representan una estructura de subproceso en su interior, que debe ser ejecutada antes de dar por concluido el proceso.

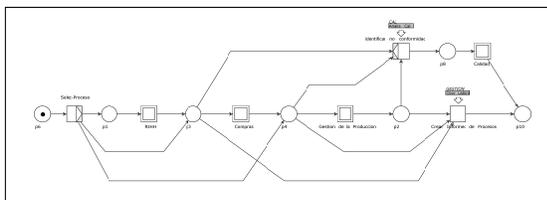


Figure 12: Procesos del Laboratorio en WFNETs

**Modelo WFNETs del proceso de RRHH:** La figura 13 muestra todos los procedimientos realizados que es posible identificar como pertenecientes a un proceso general de gestión de RRHH. Actividades como la de contratación o inducción de personal, son tenidas en cuenta para la modelación del proceso y obtener buenos modelos de comportamiento.

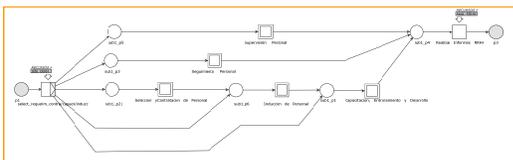


Figure 13: Proceso de RRHH en WFNETs

**Modelo WFNETs del proceso de Compras:** El modelo de compras mostrado en la figura 14, se muestran sus actividades de una manera secuencial. Para el proceso de compras la secuencialidad se debe a un estricto procedimiento formalizado y establecido en el laboratorio para la compra y adquisición tanto de insumos de oficina como para la producción, por lo que disminuye considerablemente la flexibilidad en la elección de las tareas o subprocesos a ejecutar.

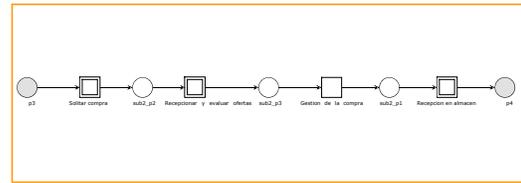


Figure 14: Proceso de Compras en WFNETs

**Modelo WFNETs proceso Gestión de la Producción:**

El proceso de Gestión de la producción que se muestra en la figura 15 esta compuesto por tres actividades inventario, mantenimiento y tareas asociadas a la creación de los programas de producción a lanzar a las diferentes estaciones de trabajo. Ya que es la unión de diversas actividades independientes y que no están unidas bajo un mismo procedimiento estricto, se presenta una alta flexibilidad en la la ejecución de cualquiera de ellas, aunque pueden existir casos para una ejecución secuencial.

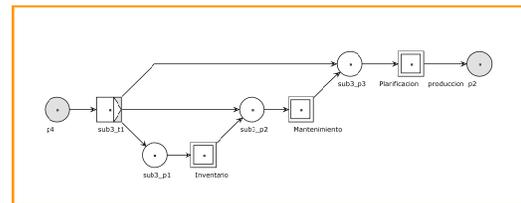


Figure 15: Proceso de Gestión de la Producción en WFNETs

**6 Conclusiones**

El modelado estructural y dinámico constituyen una parte fundamental para las bases de conocimiento en cualquier organización, la información que presenta el modelado estructural mostrando todas las relaciones existentes entre procesos a partir de los documentos y objetos que intercambian dan una visión global de la composición del sistema, recurso empleado para operación, procesos de mayor influencia y errores de duplicidad de procesos o de la información que se maneja. De otra manera el modelado dinámico representa las secuencias de operación que maneja el proceso y todas las posibilidades de procesamiento para la obtención de un bien o flujo de información.

El modelado de procesos de negocio es aplicable a todo tipo de organización, debido a que sin importar su estructura, están compuestas por grupos de recur-

sos, factores externos, entradas y suministros, que interactúan entre sí para la obtención de un resultado. Son las interacciones entre los elementos que la componen lo que convierte a la organización en un objeto susceptible de modelado.

Existe un gran número de técnicas de modelado dinámico y estructural, útiles para realizar abstracciones de cualquier tipo de sistema, con herramientas semánticas y sintácticas muy diferentes que permiten una buena adaptación del objetivo de modelado planteado y de las reglas o requisitos específicos que deban tener los modelos a crear. Sin importar el enfoque del objeto de modelado (producción, Gestión) se pueden encontrar diversas técnicas para alcanzar los objetivos de modelado.

Aunque en el estado del arte no se encuentran modelos dinámicos de grandes sistemas integrados, y es típico el modelado de pequeños casos para ver su evolución, con el presente trabajo se muestra que es posible la aproximación del comportamiento de toda una empresa o sistema a partir de un solo modelo, empleando las técnicas de WF Nets de alto nivel y en específico de estructura jerárquica, creando varios niveles hasta llegar al desarrollo de las tareas con un grado de detalle mayor

## References

- [1] S. H. Lim, N. Juster, and A. de Pennington, "Enterprise modelling and integration: a taxonomy of seven key aspects," *Computers in Industry*, vol. 34, no. 3, pp. 339 – 359, 1997.
- [2] C. Salgado, M. Peralta, L. Baigorria, M. Berón, D. Riesco, and G. Montejano, "Modelado de Procesos de Negocio : Evaluación y Comparación de Modelos y Lenguajes de Modelado Resumen Contexto Introducción Líneas de Investigación y Desarrollo," *XIII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, 2011.
- [3] A. K. Patankar and S. Adiga, "Enterprise integration modelling: a review of theory and practice," *Computer Integrated Manufacturing Systems*, vol. 8, pp. 21–34, Feb. 1995.
- [4] Miguel Ángel Álvarez Barahona, "REDESIGNO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE OPERACIONES PARA OPTIMIZAR LA ATENCIÓN DE CLIENTES DE ELIQUA?," tech. rep., 2008.
- [5] Hamilton Manuel Torres Gavilanes, *? Mejoramiento del Proceso de Gestión de Cobros de una Empresa Pública Usando el Modelo IDEF0 ( Integration Definition for Function Modeling ) y la Mejora Continua*. PhD thesis, 2009.
- [6] Y. M. Andrade, "La Logística Del Proceso De Distribución De Equipos Celulares De Una Empresa De Telefonía Celular A Nivel Nacional, Utilizando El Modelado Idef0 Y La Técnica," 2009.
- [7] W. M. P. Van Der Aalst, "the Application of Petri Nets To Workflow Management," *Journal of Circuits, Systems and Computers*, vol. 08, pp. 21–66, Feb. 1998.
- [8] A. Lindsay, D. Downs, and K. Lunn, "Business processes attempts to find a definition," *Information and Software Technology*, vol. 45, no. 15, pp. 1015 – 1019, 2003. `je:title;Special Issue on Modelling Organisational Processes;/ce:title;`
- [9] B. Hitpass, *BPM Business Process Management Fundamentos y Conceptos de Implementación*. Santiago de Chile: Ltda, BHH, 2012.
- [10] T. H. Davenport, *Process innovation reengineering work through information technology - T*. Boston, Massachusetts: Ernst & Young, 1993.
- [11] M. Weske, *Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures*. 1998.
- [12] E. C. AMICE, *CIMOSA: Open System Architecture for CIM*, vol. 1. Brussels: Springer 1989, 1989.
- [13] K. Kosanke, "Standardization in enterprise inter- and intraorganizational integration.," *Int. J. IT Standards and Standardization Res.*, vol. 3, no. 2, pp. 42–50, 2005.
- [14] L. Whitman, B. L. Huff, and A. Presley, "Structured models and dynamic systems analysis: The integration of the ideo/idef3 modeling methods and discrete event simulation.," in *Winter Simulation Conference*, pp. 518–524, 1997.
- [15] E. Chacón and O. Rojas, "MODELADO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN," 2002.
- [16] O. A. R. A, "Modelado de Sistemas Integrados de Producción," tech. rep., Universidad del Cauca, Popayan, Colombia, 2011.
- [17] G. M. Giaglis, "A taxonomy of business process modelling and information systems modelling techniques," 2001.

- [18] Rojas, Oscar, M. Urbano, Escobar, Sara, Y. Solano, and C. Rivera, “Análisis de los Estándares ISA-88 e ISA-95 para los Requerimientos Futuros de las Empresas de Manufactura,” 2012.
- [19] National Institute of Standards and Technology, *Integration Definition For Function Modeling (IDEF0)*, vol. IV. United States of America: Secretary of Commerce, 1993.
- [20] D. Hollingsworth, “Workflow management coalition - the workflow reference model,” tech. rep., Workflow Management Coalition, Jan. 1995.
- [21] N. Técnica, “COLOMBIANA NTC-ISO / IEC,” 2005.
- [22] R. M. Project, “The value chain,” 2001.
- [23] Elisante ole Gabriel, “Value Chain for Services,” *IMS International Journal*, 2006.