

# **Modelado de los Procesos Operativos y Flujos de Información en el Laboratorio de Metrología de la Compañía Energética de Occidente - CEO**



Monografía

**Diana Marcela Navia Ortega  
Diego Montoya Giraldo**

Director: Ing. Ermilso Díaz Benachi.  
Co-Director: PhD. Oscar Amaury Rojas A.

*Universidad del Cauca*

**Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones  
Departamento de Electrónica, Instrumentación y Control  
Ingeniería en Automática Industrial  
Popayán, Mayo de 2014**

## DEDICATORIA

*A Dios, por ser nuestro padre y confidente, por regalarnos cada maravilloso día para cumplir cada una de nuestras metas, además de su infinita bondad y amor.*

*A nuestros padres, por hacer todo en la vida para que pudiéramos lograr este sueño, por motivarnos y darnos la mano cuando sentíamos que el camino se terminaba, a ustedes por siempre nuestro amor y agradecimiento.*

*A nuestros hermanos, por habernos apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, la motivación constante que nos ha permitido ser personas de bien, pero más que nada, por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y que nos infundieron siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.*

*A nuestros amigos, por siempre estar listos para brindarnos toda su ayuda, porque sin el equipo que formamos no hubiéramos logrado esta meta y por su amistad sincera.*

*A nuestros maestros, porque en este andar por la vida, influyeron con sus lecciones y experiencias en formarnos como buenos profesionales y prepararnos para los retos que pone la vida, a todos y cada uno de ellos nuestro respeto y agradecimiento.*

*Y a todas las personas que de forma desinteresada nos ayudaron a culminar nuestra carrera profesional.*

*“Intenta no volverte un hombre de éxito si no volverte un hombre de valor”.*  
Albert Einstein

## TABLA DE CONTENIDO

Capítulo 1. MARCO TEÓRICO .....	9
1.1. Integración empresarial .....	9
1.1.1. Integración e Ingeniería Empresarial.....	9
1.2. Gestión de la Información .....	10
1.2.1. Concepto de Información.....	10
1.2.2. Sistema de Información .....	11
1.2.3. Flujos de Información .....	12
1.3. Procesos de negocio .....	13
Capítulo 2. MODELADO EMPRESARIAL.....	16
2.1. Cadena de valor .....	16
2.1.1. Cadena de valor para manufactura de Porter .....	16
2.2. Modelado Empresarial.....	20
2.2.1. Tipos de modelado empresarial .....	21
2.2.1.1. Modelado estructural.....	22
2.2.1.2. Modelado dinámico.....	22
2.3. Herramientas de modelado.....	23
2.3.1. IDEFØ .....	23
2.3.3. BPMN.....	24
2.3.4. IDEF 3 .....	25
2.3.5. RAD.....	25
2.3.6. Diagrama GANTT.....	26
2.3.7. Redes de Petri.....	26
2.3.7.2. Redes de Petri de Workflow.....	27
Capítulo 3. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA DE CEO .....	28
3.1. Caso de estudio.....	28
3.1.1. Laboratorio de metrología de CEO .....	28
3.2. Recolección de la Información .....	29
3.2.1. Información primaria .....	29
3.2.3. Proceso de recolección de información en el laboratorio .....	32

*“Intenta no volverte un hombre de éxito si no volverte un hombre de valor”.*  
Albert Einstein

3.3.	Cadena de valor del laboratorio de metrología de CEO .....	35
3.4.	Estaciones de trabajo en el proceso de calibración del laboratorio de CEO .....	38
3.4.1.	Almacén, recepción y despacho .....	38
3.4.2.	Verificación externa y alistamiento inicial .....	40
3.4.3.	Calibración .....	40
3.4.4.	Verificación interna o sellado .....	41
3.4.5.	Emisión de certificados de calibración .....	41
3.5.	Información generada en cada estación de trabajo.....	41
3.5.1.	Almacén, recepción y despacho .....	41
3.5.2.	Verificación externa y Alistamiento inicial .....	42
3.5.3.	Calibración .....	43
3.5.4.	Verificación Interna o Sellado .....	44
3.5.5.	Emisión de certificados de Calibración .....	44
3.5.6.	Cliente .....	44
3.6.	Medios bajo los cuales se establece el intercambio de información.....	45
3.6.1.	Sistema de gestión metrológica CEC For20 .....	45
3.6.2.	Correos Electrónicos .....	46
3.6.3.	Excel .....	46
3.6.4.	Open Smartflex.....	46
3.6.5.	Imecaltres .....	46
3.6.6.	Imereportes .....	46
3.6.7.	Formato Registro de Calibración .....	47
3.6.8.	CEC For 17 .....	47
3.6.9.	Trabajos no conformes del laboratorio de CEO .....	47
Capítulo 4.	MODELADO DE LOS PROCESOS OPERATIVOS DEL LABORATORIO DE METROLOGIA DE CEO. ....	48
4.1.	Selección de las herramientas de modelado.....	48
4.1.1.	Evaluación de criterios y elección de herramientas de modelado .....	50
4.2.	Modelado estructural de los procesos operativos del laboratorio de metrología de CEO	51
4.2.2.	Modelado estructural de los procesos operativos del laboratorio de metrología de CEO	58
4.2.3.	Contenido de datos de la información intercambiada.....	61

*“Intenta no volverte un hombre de éxito si no volverte un hombre de valor”.*  
*Albert Einstein*

4.3.	Modelado dinámico de los procesos operativos del laboratorio de metrología de CEO	64
4.3.2.	Modelado dinámico de los procesos operativos del laboratorio de metrología de CEO	68
4.3.3.	Definición de roles y actores.....	72
Capítulo 5.	CONCLUSIONES .....	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		77
Anexo A.	MODELOS ESTRUCTURALES LABORATORIO DE METROLOGÍA CEO ..	81
Anexo B.	MODELOS DINAMICOS LABORATORIO DE METROLOGÍA CEO .....	90

### LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 3.1. Formato clasificación de información. ....</i>	33
<i>Tabla 3.2. Formato de recopilación de información.....</i>	35
<i>Tabla 3.3. Información generada por almacén, recepción y despacho.....</i>	42
<i>Tabla 3.4. Información generada por verificación externa o alistamiento inicial .....</i>	43
<i>Tabla 3.5. Información generada por calibración .....</i>	43
<i>Tabla 3.6. Información generada por verificación interna o sellado.....</i>	44
<i>Tabla 3.7. Información generada por Emisión de certificados de calibración .....</i>	44
<i>Tabla 3.8. Información generada por el cliente .....</i>	45
<i>Tabla 4.1. Características herramientas de modelado. ....</i>	48
<i>Tabla 4.2. Características herramientas de modelado. ....</i>	50
<i>Tabla B.1. Abreviaciones modelado dinámico.....</i>	90

### LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 2.1. Cadena de valor.....</i>	17
<i>Figura 2.2. Cadena de valor aplicada a servicios.....</i>	19
<i>Figura 2.3. Componentes de los modelos.....</i>	21
<i>Figura 3.1. Formato entrevistas .....</i>	34
<i>Figura 3.2. Cadena de valor adaptada manufactura y servicios.....</i>	36
<i>Figura 3.3. Cadena de valor laboratorio de metrología CEO.....</i>	36
<i>Figura 3.4. Actividades cadena de valor laboratorio de metrología CEO.....</i>	39
<i>Figura 4.1. Representación de una actividad .....</i>	51
<i>Figura 4.2. Diagrama A-0 y sus componentes .....</i>	54
<i>Figura 4.3. Ilustración DRE.....</i>	56

“Intenta no volverte un hombre de éxito si no volverte un hombre de valor”.  
Albert Einstein

Figura 4.4. Operación en cadena.....	57
Figura 4.5. Ilustración Feedback.....	58
Figura 4.6. A-0 Laboratorio de metrología CEO.....	59
Figura 4.7. A0 Laboratorio de metrología CEO.....	60
Figura 4.8. A5 Proceso Emisión de certificados laboratorio de metrología CEO.....	61
Figura 4.9. Flujos De Información (a).....	62
Figura 4.10. Información Visual.....	64
Figura 4.11. Enrutamiento secuencial.....	65
Figura 4.12. Enrutamiento paralelo.....	65
Figura 4.13. Enrutamiento condicional.....	66
Figura 4.14. Enrutamiento condicional explícito.....	66
Figura 4.15. Bloques de construcción para WorkFlow.....	67
Figura 4.16. Enrutamiento iterativo.....	67
Figura 4.17. Enrutamiento iterativo.....	68
Figura 4.17. WF-Net del proceso en el laboratorio de metrología de CEO.....	70
Figura 4.18. WF-Net de emisión de certificados en el laboratorio de metrología de CEO.....	71
Figura 4.19. WF-Net de generación de certificados en el laboratorio de metrología de CEO.....	71
Figura 4.20. Relación modelado estructural y dinámico.....	72
Figura 4.21. Roles y actores en los procesos operativos del Laboratorio de Metrología CEO.....	73
Figura A.1. Índice de nodos.....	81
Figura A.2. A-0 Procesos operativos laboratorio metrología CEO.....	82
Figura A.3. A0 Proceso calibración.....	83
Figura A.4. A1 Recepción.....	84
Figura A.5. A2 Verificación externa y alistamiento inicial.....	85
Figura A.6. A3 Calibración.....	86
Figura A.7. A4 Verificación interna y sellado.....	87
Figura A.8. A5 Emisión de certificados.....	88
Figura A.9. A6 Despacho.....	89
Figura B.1. Procesos operativos laboratorio metrología CEO.....	92
Figura B.2. Proceso recepción.....	92
Figura B.3. Proceso verificación externa y alistamiento inicial.....	92
Figura B.4. Proceso calibración.....	93
Figura B.5. Proceso verificación interna y sellado.....	93
Figura B.6. Proceso emisión de certificados.....	93
Figura B.7. Proceso despacho.....	94

“Intenta no volverte un hombre de éxito si no volverte un hombre de valor”.  
Albert Einstein

## INTRODUCCIÓN

La gran cantidad de datos generados en los procesos empresariales es demasiado extensa, lo que dificulta su intercambio; esto provoca ciertos inconvenientes, sino se cuenta con un mecanismo adecuado en que los datos fluyan de forma rápida, segura y eficiente a través de toda la organización [1]. El adecuado uso de la información para la toma de decisiones, mejora aspectos como la atención de los clientes, reduce papeleo y actividades en las oficinas, elimina tareas manuales, reduce labores tediosas, tiempo y recursos; por esta razón, es importante tener herramientas que ayuden a mejorar los procesos de intercambio de información. Dichas herramientas deben estar integradas en todos los niveles de la empresa, de no ser así, se tiene la desventaja de no aprovechar eficientemente esa información, lo que trae consigo retrasos en los informes y reportes, pérdida de la datos, lentitud en las respuestas entre otras dificultades.

Actualmente, la falta de integración de las funciones empresariales, se convierte en una debilidad, generándose las llamadas “islas de información” [2], que corresponden a la presencia de componentes tecnológicos software, hardware y a esfuerzos del talento humano de la empresa, que impiden un flujo de información coherente y continuo entre los departamentos. Las empresas que buscan estar a la vanguardia tecnológica deben utilizar las herramientas existentes en el mercado, para así poder hacer una mejor utilización de sus recursos y evitar redundar en datos que retardan los procesos de integración, debido a que la gerencia y el personal operacional requieren tener en tiempo real la información detallada de todos los elementos que afectan el proceso y así tener un mejor control de la efectividad y eficacia de sus procesos y productos, lo cual, define los márgenes de ganancia y razón de ser de una empresa.

Ciertamente, en los sistemas de manejo de información es requerida cada vez con más frecuencia, la utilización de datos que se encuentran en diversos sitios y en diferentes formas [3]. Antes de cualquier implementación, es importante la construcción de modelos que permitan tener una aproximación para el análisis de los procesos que se están desarrollando en la organización y de esta forma poder documentar, validar, y proponer estrategias de mejoramiento en el desarrollo de las actividades asociadas al negocio, pues son los modelos quienes ayudan a evidenciar de qué manera afectan los cambios en la estructura organizacional existente y qué recomendaciones se pueden hacer para el mejoramiento de los procesos.

La integración de los sistemas de información, representa un desafío continuo para las empresas modernas, en este sentido surge la necesidad de modelar todas las interacciones que se presentan entre los procesos de una organización, permitiendo dirigir esfuerzos que generen un impacto en la gestión de la empresa, para potenciar la capacidad del talento humano y proyectar con un análisis detallado la adquisición de los componentes software y hardware necesarios, como sistema de soporte de toma de decisiones y/o como sistemas de almacenamiento de información vital en la empresa.

*“Intenta no volverte un hombre de éxito si no volverte un hombre de valor”.*  
*Albert Einstein*

El presente trabajo busca contribuir al fortalecimiento del Laboratorio de Metrología de La COMPAÑÍA ENERGETICA DE OCCIDENTE S.A.S. E.S.P., que es una organización dedicada a proveer servicios de calibraciones 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 [4]; a través del modelado de sus procesos de negocio, siendo necesario definir el alcance y objetivo de este, el cual para este proyecto es el modelado de sus procesos operativos que complementado con otro trabajo de grado enfocado a los procesos de gestión componen un trabajo final de diagnóstico de los procesos de negocio del laboratorio, que no se evidencia como resultado porque no hace parte del alcance de este proyecto.

Para dar cumplimiento a este objetivo se requieren inicialmente el reconocimiento del proceso mediante el estudio de la documentación suministrada por la empresa y posteriormente una investigación conceptual de las herramientas existentes para adquisición y modelado de dicha información. Así, el trabajo tiene su fundamento en el estudio de un gran número de conceptos para enmarcar el proyecto en la teoría de los procesos de negocio, siendo el primer paso el estudio de documentación proporcionada por el laboratorio como: normas técnicas colombianas concernientes al servicio prestado por el laboratorio, manuales, políticas y procedimientos, para tener una conceptualización global del funcionamiento de dichas organizaciones. La etapa siguiente es la documentación exhaustiva de diferentes técnicas y herramienta para la realización de modelos estructurales y dinámicos. Posterior a ello se examinaron trabajos de autores como Porter con el propósito de estructurar adecuadamente los procesos del estado actual del laboratorio para realizar su respectivo modelado y se consigna la forma de adquisición de la información del laboratorio y el análisis de la misma.

Una vez realizada la estructuración de los procesos que se identifican a partir del Sistema de Gestión de Calidad del laboratorio y aplicando la teoría de Cadena de Valor de Porter y la cadena de valor de servicios, se realiza una separación entre procesos productivos y de gestión, logrando delimitar el alcance del proyecto, el cual abarca únicamente los procesos productivos del laboratorio de metrología.

Por otro lado, debido al considerable número de herramientas hábiles para la ejecución del proyecto, es necesaria la evaluación de las mismas a partir del cumplimiento de diferentes criterios, obteniendo como resultado la elección de las técnicas de modelado apropiadas. Establecida la estructura de procesos para el laboratorio, con la elección de las técnicas y la recopilación de la información del laboratorio se da inicio al modelado de los procesos operativos, comenzando por el estructural a partir de IDEF0, del cual se define el contenido de datos de la información intercambiada entre los procesos de operación del laboratorio con el fin de que la compañía con este conocimiento genere modificaciones o propuestas convenientes del contenido de información de sus documentos; se finaliza con el modelado dinámico realizado con WF-Nets que además tiene la capacidad de definir el empleo de recursos para la ejecución de las tareas

*“Intenta no volverte un hombre de éxito si no volverte un hombre de valor”.*  
*Albert Einstein*

modeladas de donde es posible realizar una clasificación de actividades para la asignación de roles en lugar de recursos específicos a los modelos dinámicos que se obtienen.

Para la comprensión del desarrollo del presente trabajo de pregrado este documento se organiza en cinco capítulos, el primero de ellos muestra los conceptos teóricos básicos relacionados con el proyecto que facilitarán el entendimiento del proceso de investigación y sus resultados. En el segundo capítulo se realiza la identificación de herramientas de modelado creando un marco de referencia a partir del cual se seleccione la herramienta más adecuada para la realización del modelado de los procesos operativos del laboratorio de metrología de la empresa caso de estudio. En el tercer capítulo, se establece el proceso de adquisición y análisis de la información específica del laboratorio, producto del estudio y elección del método adecuado para la obtención de dicha información. En el cuarto capítulo, se encuentran los modelos estructurales y dinámicos de los flujos de información del laboratorio de metrología de la COMPAÑÍA ENERGÉTICA DE OCCIDENTE S.A.S. E.S.P. Finalmente, en el quinto capítulo, se presentan las conclusiones de este proyecto.

*“Intenta no volverte un hombre de éxito si no volverte un hombre de valor”.*  
*Albert Einstein*

## **Capítulo 1. MARCO TEÓRICO**

### **1.1. Integración empresarial**

La integración empresarial es un concepto que busca romper barreras organizacionales dentro de una empresa, para optimizar la sinergia (trabajo conjunto para lograr mayor efectividad) tanto a nivel interno como en su relación con otras empresas. Para ello, se recurre al modelado empresarial el cual permite exteriorizar el conocimiento de la empresa, agregando valor o compartiéndolo según la necesidad; consiste en crear modelos de la estructura, comportamiento y organización de la empresa [5] [6]. Así, la integración empresarial apunta a la importancia del buen manejo de la información, de tal manera que se provea correctamente, en la forma, lugar y momento apropiados.

La integración empresarial a nivel interno, abarca la integración horizontal y vertical. La primera, se refiere a la integración física de los equipos y lógica de los procesos, desde la etapa de demanda de un producto, pasando por la producción del mismo y finalizando en su envío. La segunda, se refiere a la integración entre los diferentes niveles administrativos en cuanto a la toma de decisiones, de tal manera que se den flujos de información de tipo “órdenes”, hacia abajo, y “reportes”, hacia arriba [6].

La integración inter-empresarial requiere que cada empresa tenga modelado sus procesos, debido a que estos, de forma parcial o total, estarán interactuando con los de otras empresas [6]. En un proceso de integración empresarial es primordial encontrar la mejor forma de abordar la complejidad de la empresa, identificando los elementos fundamentales que permitirán el modelado de la misma [6].

#### **1.1.1. Integración e Ingeniería Empresarial**

Es un enfoque global e integral que consiste en “la definición, análisis, rediseño e integración de procesos de negocios, procesos de datos y conocimiento, aplicaciones de software y sistemas de información dentro de una empresa con el objetivo de mejorar el rendimiento global de la empresa” [7]. Este enfoque se centra en la integración empresarial desde una perspectiva global que contempla:

- La integración de los procesos de negocios de la empresa mediante su coordinación, comunicación y cooperación.
- La integración de sistemas a través de redes de computadoras y protocolos.
- La integración de aplicaciones a través de middleware.

Este enfoque de integración está orientado a las empresas de manufactura o producción discreta. [8]

## **1.2. Gestión de la Información**

Para Ponjuán [9] la gestión de la información es el proceso mediante el cual se obtienen, despliegan o utilizan recursos básicos de tipo económicos, físicos, humanos y materiales, para manejar información dentro y para la sociedad a la que sirve. Tiene como elemento básico la gestión del ciclo de vida de este recurso y ocurre en cualquier organización. Es propia también de unidades especializadas que manejan este recurso en forma intensiva, llamadas unidades de información. La gestión de la información se compone de la comprensión de algunos conceptos adicionales descritos a continuación:

### **1.2.1. Concepto de Información**

En ocasiones se utilizan indistintamente los términos *datos* e *información*; sin embargo, su significado es diferente. Datos son símbolos no aleatorios que representan valores de atributos o sucesos. Así pues, los datos son hechos, acontecimientos y transacciones que se han ido almacenando en un código convenido. Los datos son hechos obtenidos mediante la lectura, la observación, el cálculo, la medición, etc. Por ejemplo, en una organización se puede llamar *datos* a las cantidades y otros detalles de una factura o cheque, o detalles del pago de la nómina, etc. Los datos se obtienen automáticamente, producto de alguna rutina, tales como la producción de facturas o procesos de medición.

La información es un conjunto de datos transformados de manera que contribuye a reducir la incertidumbre del futuro y, por tanto, ayuda a la toma de decisiones de índole gerencial y operacional. Así pues, la información son datos que han sido interpretados y comprendidos por el receptor del mensaje. La relación entre los datos y la información es equivalente a la que existe entre la materia prima y el producto acabado. Una información será significativa en cuanto sea útil como materia prima para una decisión determinada.

Una persona, empresa o una organización completa, está continuamente captando una serie de datos, parte de los cuales no tienen valor alguno para ella, pero en cambio existen otros datos que sirven para conocer mejor el entorno que le rodea y conocerse mejor. Estos datos, que constituyen la información, le van a permitir tomar decisiones más acertadas. Por ello, la información a tiempo y en la cantidad precisa es un factor clave para mejorar el desempeño de la organización. [10].

En las empresas, los directivos toman decisiones, preparan planes y controlan las actividades utilizando la información que pueden obtener, ya sea de fuentes formales o por medio de canales informales, tales como conversaciones cara a cara, llamadas telefónicas, contactos sociales, etc. Los directivos afrontan un entorno que se caracteriza por una creciente complejidad e incertidumbre debido a la alta variación del mercado. En estas circunstancias, y en teoría, el directivo debería ser capaz de tomar decisiones basadas en la información correcta de lo que pasa en su empresa. Así, la mayoría de decisiones son tomadas sin disponer de un conocimiento absoluto, ya sea porque la información no está disponible o porque supondría un coste muy elevado el adquirirla. A

pesar de la dificultad para obtener la información, los directivos necesitan información relevante con base a la cual realicen sus funciones de planificación, control y toma de decisiones [10].

### **1.2.2. Sistema de Información**

Todo sistema se puede dividir en subsistemas; una empresa se comporta como un sistema de forma que es posible fragmentar sus partes en subsistemas. Según la literatura de teoría de la organización, se puede dividir la empresa en los siguientes sistemas: comercial, financiero, de operaciones, de personal, y de información [10].

El sistema de información se relaciona con el resto de sistemas y con el entorno, debe servir para captar la información que se necesite y ponerla, con las transformaciones necesarias, en poder de aquellos miembros de la empresa que la requieran, bien sea para la toma de decisiones, para el control estratégico, o para la puesta en práctica de las decisiones adoptadas. De ahí que el desempeño de un directivo dependa de su habilidad para explotar las capacidades de los sistemas de información para obtener unos resultados empresariales positivos [10].

Los sistemas de información engloban: equipos y programas informáticos, telecomunicaciones, bases de datos, recursos humanos y procedimientos. Son desarrollados en las empresas para ayudar en el desempeño de las tareas que en ellas se realizan. Así, por ejemplo, es posible encontrar un sistema de registros médicos en un hospital, un sistema de registros criminales en las comisarías, un sistema de pago de nóminas en todas las empresas, sistemas de inventarios en los supermercados, sistemas de automatización de oficinas, etc. [10].

Según el autor de sistemas de información Luis E. Ledezma [11], los sistemas de información, en general, tienen las siguientes características:

- Entre más especializado sea el sistema, menos capaz es de adaptarse a circunstancias diferentes.
- Cuanto mayor sea el sistema, mayor es el número de recursos que deben dedicarse a su mantenimiento diario.
- Los sistemas siempre forman parte de sistemas mayores y siempre pueden dividirse en sistemas menores.
- Los sistemas crecen.

Dado lo anterior, es fácil observar la importancia y relevancia que tiene un sistema de información dentro de una organización [11].

Para tener una mejor comprensión de los sistemas de información están las siguientes definiciones textuales: Andreu, Ricart y Valor [12] en su libro Estrategia y sistemas de información definen un sistema de información como *“El conjunto formal de procesos que*

*operando sobre una colección de datos estructurada de acuerdo con las necesidades de una empresa, recopila, elabora y distribuye la información necesaria para la operación de dicha empresa y para las actividades de dirección y control correspondientes, apoyando, al menos en parte, los procesos de toma de decisiones necesarios para desempeñar las funciones de negocio de la empresa de acuerdo con su estrategia".* Mientras Enrique Ledezma [11] lo define como *"Conjunto de funciones o procedimientos interrelacionados que forman un todo, es decir, obtiene, procesa, almacena y distribuye información (datos manipulados) para apoyar la toma de decisiones y el control en una organización. Igualmente apoya la coordinación, análisis de problemas y visualización de aspectos complejos".* Otra definición es la de Langefors [13] quien dice que *"Es un sistema que reúne, almacena, procesa y distribuye conjuntos de información entre los diferentes elementos que configuran una organización, y entre la organización misma y su entorno".*

### **1.2.3. Flujos de Información**

La información se constituye en elemento natural de los ambientes organizacionales, ya que toda acción tiene su origen en la información, que, a su vez, da lugar a nueva información. Las organizaciones tienen diferentes ambientes informacionales, constituidos por flujos de información que cruzan todas las actividades, tareas, toma de decisiones, es decir, la acción del individuo en el contexto laboral [14].

Los ambientes organizacionales se relacionan directamente con los niveles jerárquicos existentes en una organización y que por otra parte, afectan tanto en el origen, como el mantenimiento y la eliminación de los flujos de información, cuya dinámica cruza todos los sectores de la organización. Se entiende como ambiente organizacional las áreas de interacción entre las personas, tecnologías e información orientados a los objetivos de la empresa, es decir, los espacios de acción responsables de la dinámica organizacional diaria. Los ambientes informacionales son por lo tanto, resultado de entornos organizacionales, cuyo objetivo es la información [14].

En una organización hay algunos ambientes informacionales resultantes de los entornos organizacionales. Inicialmente, es importante destacar al menos tres niveles básicos de la organización: el nivel estratégico, táctico y operativo. En cada uno de los niveles organizacionales se desarrollan ambientes organizacionales propios. Por lo tanto, los ambientes informacionales se han relacionado con los saberes y labores de cada uno de estos niveles. Se puede mencionar, por ejemplo, que en el nivel estratégico, hay un ambiente centrado en la elaboración de políticas, planes y planificaciones, en la toma de decisiones estratégicas y el establecimiento de estrategias a medio y largo plazo. En este ambiente organizacional, el ambiente informacional está directamente relacionado con esos conocimientos y tareas; por tanto, la información que ofrece esta dinámica ahí existente se relaciona con las actividades desarrolladas. En este contexto, la información estratégica de prospección y vigilancia del mercado y de la competencia, aquella volcada a la innovación tecnológica, o la centrada en la relación con el cliente y la que apoya el proceso de toma de decisiones, son fundamentales [14].

En el nivel táctico, se da un ambiente organizacional orientado a la creación de programas de acción, el desarrollo de normas de procedimientos, el establecimiento de cronogramas de actividades, el control de calidad, el seguimiento de los gastos y costes de producción, la toma de decisiones gerenciales, y el análisis de cuestiones jurídicas, entre otros. En este contexto organizacional, el ambiente informacional también se relaciona directamente con el conocimiento y labores. Así, la información se constituye en insumo para la ejecución de las actividades, tareas y la toma de decisiones a corto y medio plazo. En este contexto, la información tecnológica, financiera, jurídica, comercial, la orientada a las ventas y otras son esenciales para garantizar la eficacia de las actividades desarrolladas [14].

Del mismo modo, a nivel operacional hay un ambiente organizacional relacionado con la ejecución de actividades y tareas, cuyo énfasis está volcado al control y mantenimiento de maquinaria y equipamientos, a la aplicación de las normas y especificaciones, al uso de manuales de procedimientos, al cumplimiento de los cronogramas de producción, entre otros. En este contexto organizacional, el ambiente informacional nuevamente está directamente relacionado con el conocimiento y las actividades, de esta forma, la información se constituye como base sobre la que se llevarán a cabo las tareas propiamente dichas [14].

Los flujos de información se constituyen en elemento fundamental de los ambientes informacionales, por lo que no hay ambiente de información sin que haya flujos de información, y viceversa. Los flujos informacionales son reflejos naturales de los ambientes a los que pertenecen tanto en relación al contenido como en relación a la forma. En este sentido, se destaca que el entorno organizacional requiere, naturalmente, un ambiente informacional, cuyos flujos de información cambian contenidos integrados por los saberes y labores de aquel ambiente. Sin duda, otros contenidos informacionales pueden cruzar uno o más flujos de información de los diferentes ambientes, sin embargo esto no constituye una práctica; esto lo menciona Davenport y Short en el artículo *La nueva ingeniería industrial: Tecnología de la Información y el rediseño de procesos de negocio* [14]. Partiendo de esto es posible decir que la información debe ser relevante al nivel en que se opera, es decir, ser personalizado para que dentro de un ambiente integrado sea transparente al usuario haciendo que se generen mejores decisiones, por lo cual se hace necesario realizar un modelado para tener un mejor sistema de información y por ende una mejor toma de decisiones.

### **1.3. Procesos de negocio**

La definición de proceso de negocio varía según el autor y la época en la que se encuentra, debido a la tecnología empresarial predominante, donde el principal enfoque siempre han sido los diferentes aspectos de la producción.

Davenport y Short [15], definen los procesos de negocio como *“un conjunto de tareas relacionadas lógicamente dentro de un espacio y tiempo definido, que se realizan para*

*lograr un resultado del proceso de negocio para un cliente en particular*”. Mientras que Saven [16] en su artículo Modelado de proceso de negocios: revisión y estructura lo define como *“la combinación de un conjunto de actividades dentro de una empresa con una estructura que describe su orden lógico y la dependencia que tiene como objetivo producir un resultado deseado”*. Quien también menciona que el modelado de procesos de negocios proporciona una comprensión global de las actividades de una organización, y a su vez una empresa puede ser analizada e integrada a través de sus procesos de negocio, de ahí la importancia del correcto modelado de los mismos [16]. Como es evidente los autores enfatizan el concepto en las actividades del proceso las cuales relacionan el resultado del proceso de negocio con un solicitante o cliente del producto.

Para realizar estas actividades, las empresas identifican cargos, los cuales son ocupados y desarrollados por personas. Los cargos se estructuran por funcionalidad y por jerarquía, formando una estructura organizacional. Hoy se recomienda estudiar las empresas más que desde el punto de vista funcional, analizarlas bajo la perspectiva de los procesos, ya que al producirse un suceso, las acciones que se deben desarrollar están adscritas a más de una función y por lo mismo se ve como es la integración que se debe producir entre ellas y la interrelación que deben tener los sistemas informáticos que las apoyen [17].

Cuando se analiza la empresa desde el punto de vista de los procesos, lo que prima es el cliente y es al que la empresa se debe (en algunos casos se habla de cliente Interno, refiriéndose a que el cliente del proceso es otra unidad de la misma empresa). [17].

Es importante resaltar que toda actividad que forma parte de un proceso de negocio, ocupa tiempo, incurrir en un costo y entregar un producto o servicio de calidad. Una actividad que forma parte de un proceso, tiene implícita el concepto sistémico, que consiste en una entrada, un proceso y una salida, que a la vez está relacionada con otras con las cuales interactúa, formando así un conjunto de partes interrelacionadas. [17].

La actividad significa un trabajo que se debe realizar según la organización de los recursos disponibles y las normas o reglas definidas para dicho trabajo, cuando se recibe una entrada para generar una salida. La entrada proviene de una acción que la precede y la salida se entrega a la acción que prosigue a aquella que ya realizó el trabajo. Al analizar un proceso, se estudian todas las actividades que lo conforman y el flujo operacional del mismo. De ese modo se comprende y se pueden introducir mejoras, si fuere el caso. El análisis consiste en estudiar la secuencia de un objeto que requiere ser tratado, en los aspectos de Entrada, Proceso (actividad / acción) y Salida. [17].

Para mejorar e innovar el proceso en estudio, el análisis se debe centrar en seis variables, cuyo objetivo a lograr para cada una de ellas, es:

- Flujo: simplificarlo, de modo que no haya redundancia de trabajo, demoras, pasadas por un mismo lugar, etc.
- Costo: minimizar el número de personas que participan y racionalizar el uso de los recursos que intervienen

- Tiempo: reducirlo, que tienda a tiempo real o bien lo antes que sea posible (la salida debe estar disponible en el momento que se requiera)
- Calidad: mejorarla de modo de conseguir el 100% de lo indicado en las normas correspondientes
- Espacio: desde el punto de vista de la información, reducir el espacio que media entre una estación de trabajo y otra, de modo que en vez que viaje el medio que lo contiene, se haga viajar sólo los datos que son propios de esa entrada o salida.
- Servicio: satisfacer a plenitud al cliente que recibe la salida de una acción, de modo de lograr su fidelización. [17].

Los procesos de negocios, para comprenderlos, estudiarlos y mejorarlos, se pueden expresar en dos formas:

- Narrativa: Se explica qué cosas se deben hacer, cómo se hacen, en qué momento con qué secuencia, a objeto de lograr el objetivo a cumplir para ese suceso específico.
- Diagrama de flujo: Es un dibujo (diagrama) donde se representa a través de símbolos conocidos, los entes (unidades) que participan, las acciones que se desarrollan en cada uno de ellos, la relación que hay entre una actividad y otra desde el punto de vista de la precedencia (flujo), los datos que se deben recabar en cada actividad y la información que se genera a través de un proceso. [17]

## Capítulo 2. MODELADO EMPRESARIAL

### 2.1. Cadena de valor

Michael Porter propuso la cadena de valor como una poderosa herramienta de análisis para la planeación estratégica de los negocios, básicamente, facilitando la identificación de ventajas competitivas en el seno de la organización [18]. El concepto que respalda a la herramienta es que toda organización puede analizarse en virtud de la contribución de valor que genera cada una de sus actividades principales, así como el que emerge de las interrelaciones entre ellas.

Teniendo en cuenta que la cadena de valor de Porter esta modelada para el sector de manufactura, se hace necesario obtener la cadena de valor para servicios propuesta en el artículo Marketing de Servicios: Reinterpretando la Cadena de Valor [18], donde se resalta el valor aportado por cada una de sus actividades con el producto final. Para una definición más clara sobre la cadena de valor para servicios se realiza la definición de los conceptos de valor y servicios.

- **Valor:** percepción del cliente sobre un conjunto de beneficios tangibles o intangibles, que satisfacen las necesidades del cliente oportuna, eficaz y eficientemente, siendo el valor subjetivo al cliente.
- **Servicio:** conjunto de actividades que buscan responder a las necesidades de un cliente, desarrolladas con la idea de fijar una expectativa en el resultado de éstas. Considerado también como el equivalente no material de un bien.

#### 2.1.1. Cadena de valor para manufactura de Porter

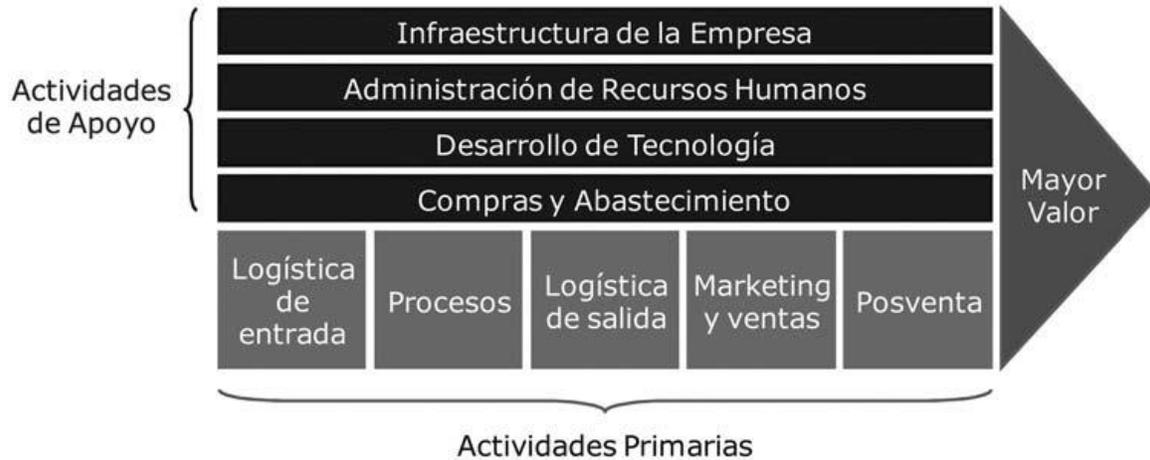
La cadena de valor está compuesta por actividades o eslabones de valor divididos en primarios y de apoyo, como se muestra en la figura 1.1, a continuación una descripción general de los eslabones de esta cadena de valor:

Los **eslabones primarios** involucran a aquellas actividades comprometidas con la transformación de materias primas e insumos en un producto terminado, así como los esfuerzos llevados a cabo para su puesta en el mercado y comercialización, sin dejar de lado los eventuales servicios de posventa que puedan considerarse, estos son:

- **Logística de entrada:** Recopilación de datos, recepción, almacenamiento manipuleo de materias primas, materiales e insumos.
- **Procesos:** Transformación de materias primas, materiales e insumos en el producto final.
- **Logística de salida:** Depósitos, procesamiento de pedidos, documentación, informes y despacho de productos terminados.

- **Marketing y ventas:** Actividades de impulsión, publicidad, fuerza de ventas, promoción, etc. y desarrollo de propuestas comerciales.
- **Posventa:** Asistencia técnica, mantenimiento, garantías.

**Figura 2.1. Cadena de valor**



**Fuente:** *Marketing de servicios: reinterpretando la cadena de valor* [18].

Los **eslabones de apoyo**, son aquellos que sientan las bases para que los eslabones primarios puedan desarrollarse en todo su potencial.

- **Infraestructura de la empresa:** Planificación, contabilidad, finanzas, gestión de inversiones.
- **Administración de recursos humanos:** Incorporación de talentos, capacitación, motivación, compensaciones.
- **Desarrollo de tecnología:** Diseño de productos y procesos, investigación de materiales, control, investigación de mercado, gestión de tecnología.
- **Compras y abastecimiento:** Adquisición de materiales, insumos, materias primas, espacios publicitarios, servicios de salud y otros [18].

### 2.1.2. Cadena de valor en servicios

La figura 1.2, muestra la cadena de valor aplicada a servicios. Los cambios más importantes que sufre la herramienta en su adaptación para su aplicación en empresas de servicios, radican en la organización de los eslabones primarios, los cuales aparecen absolutamente redefinidos y al mismo tiempo mostrando una clasificación adicional en lo que respecta a sus posibilidades de control.

Los eslabones de apoyo, son modificados en relación a su propuesta original, detentan la función de contribuir al montaje del escenario en el cual tendrá lugar la prestación del servicio, velando por el establecimiento de las mejores condiciones posibles.

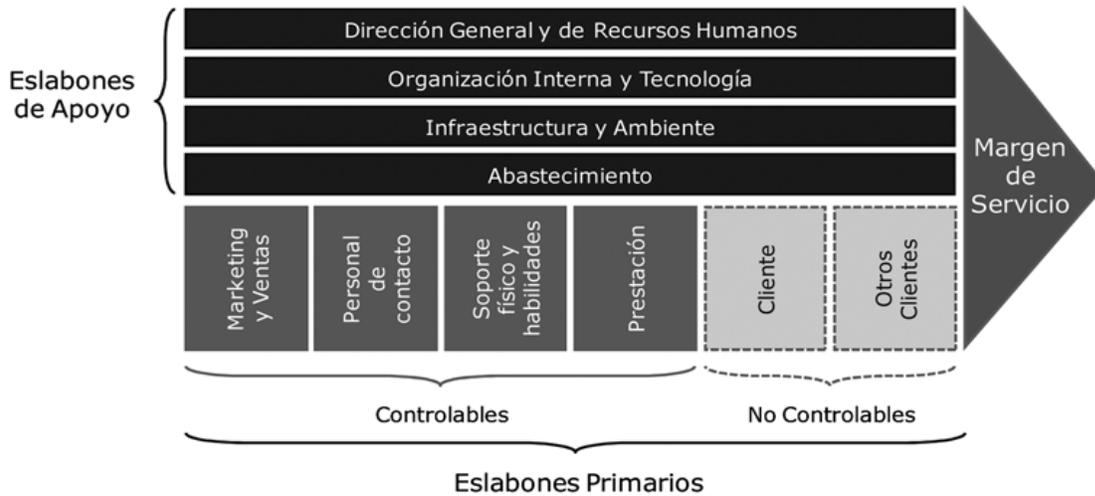
### 2.1.2.1. *Eslabones primarios*

- **Marketing y ventas:** conserva su vinculación a tareas de impulsión, como la publicidad, fuerza de ventas, promoción, etc. y desarrollo de propuestas comerciales, pero ubicadas ahora como punto de origen de la prestación.
- **Personal de contacto:** es el portador de buena parte de la prestación y en muchos casos generador directo de la percepción que el mercado logra acerca de la oferta de la empresa.
- **Soporte físico y habilidades:** bien podrían ser contemplados como eslabones distintos de esta nueva cadena de valor de servicios, pero se hizo así para restar complejidad al modelo. Se entiende por soporte físico a todos aquellos elementos que en mayor o menor medida toman parte en la prestación; en un banco las boletas de depósito, tarjetas de crédito y débito, formularios, etc.

En la era del conocimiento y la información, las habilidades y competencias alcanzadas por el equipo de trabajo en todo lo inherente a la prestación, se convierten en variables inevitables para la generación de ventajas competitivas sostenibles.

- **Prestación:** la prestación debe ajustarse todas las veces que resulte pertinente, manteniéndola siempre atenta a la evolución de los cambiantes deseos y necesidades del público que se atiende. Ser capaz de ofrecer un prestación diferencial, un servicio superador, una experiencia de mayor valor, dependerá fundamentalmente de disponer siempre del concepto que mejor responda a los requerimientos vigentes.
- **Clientes:** así como el personal de contacto, los clientes constituyen la otra variable humana que interviene y condiciona la calidad del servicio que se presta. Así, cada nuevo cliente sujeto de la prestación tiene en sus manos la posibilidad de contribuir o no a la calidad que él mismo termina percibiendo.
- **Otros clientes:** se debe pensar también que existen modelos de prestación de servicios, en los cuales, se da la convivencia de varios clientes en el mismo momento y lugar, ya se trate de una sala de espera, el hall de un hotel, la fila en un banco, etc., motivo por el cual, aparece aquí otro eslabón cuya función incide también directamente en la calidad de la prestación del servicio.

**Figura 2.2. Cadena de valor aplicada a servicios.**



**Fuente: Marketing de Servicios: Reinterpretando la Cadena de Valor [18].**

### 2.1.2.2. Eslabones de apoyo

Como fueron presentados anteriormente, los eslabones de apoyo desempeñan una función importante de contribuir al montaje del escenario en el cual tendrá lugar la prestación del servicio, cuidando el establecimiento de las mejores condiciones posibles.

- **Dirección general y de recursos humanos:** el cliente es la razón del negocio y es tarea de la Dirección General, en forma conjunta a la gestión del factor humano, contribuir a sentar los pilares de una cultura de servicio motivada en dirección a una visión comprendida, compartida y comprometida.
- **Organización interna y tecnología:** involucra la departamentalización de la empresa y el ordenamiento de sus funciones con la intención de facilitar la prestación del servicio, así como los procesos, investigación de mercado y desarrollo de nuevos conceptos, superadores y de mayor valor.
- **Infraestructura y ambiente:** la infraestructura y ambiente se refiere al espacio físico, en el cual, tiene lugar la prestación o bien donde suceden algunos de los momentos de verdad entre la organización y el cliente.
- **Abastecimiento:** optimizar la gestión de abastecimiento la cadena de valor en servicios en pos de lograr ventajas competitivas, significa estar atentos y en condiciones de brindar siempre la mejor respuesta disponible a los requerimientos de los demás eslabones para su eficiente y eficaz operatividad.
- **Margen de servicio:** el margen de servicio es el emergente y la razón de todos los eslabones, así como de la totalidad de las conversaciones que entre ellos deban tener lugar. El margen de servicio es el porqué de esta herramienta. Es la sumatoria de las ventajas competitivas conseguidas por cada uno de los eslabones. El margen de servicio es la resultante, es lo que el cliente percibe, lo que el cliente experimenta [18].

## 2.2. Modelado Empresarial

Para definir la infraestructura informática de una empresa es esencial conocer la empresa en todos sus aspectos; incluyendo sus fines, procesos, actores, estructura organizativa, marco legal, etc. Es sólo a partir de este conocimiento que se pueden establecer las necesidades de información de la empresa y su infraestructura informática.

Normalmente, se espera que los gerentes de una empresa posean un amplio conocimiento de todos estos aspectos. Sin embargo, en la mayoría de empresas en las que se ha aplicado el enfoque Automatización e Integración Empresarial, se ha encontrado que no todos los gerentes coinciden en su conocimiento de la empresa, que el conocimiento no está documentado o simplemente no se encuentra lo suficientemente actualizado para servir de base en el diseño de la infraestructura de información que requiere la empresa. [8] De ahí la importancia de los modelos, debido a que estos son una representación externa y una parte explícita de la realidad, que se pueden utilizar para comprender, modificar, gestionar y controlar parte de esa realidad [19].

Modelar la organización ayuda a representar los flujos, tendencias, características implícitas, y los procesos de seguimiento individual. El modelado es una técnica para representar y comprender la estructura y el comportamiento organizacional, el análisis de procesos de negocio, así como apoyar la reingeniería de los procesos.

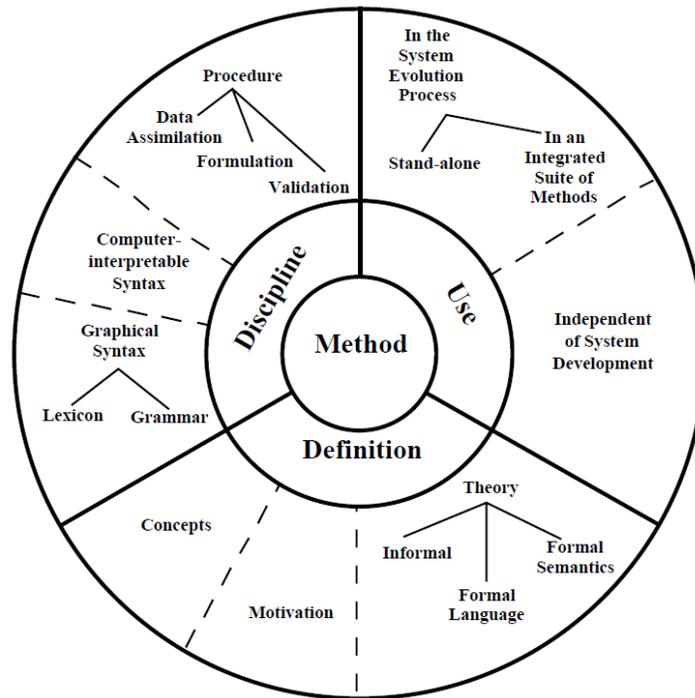
Actualmente hay varias herramientas disponibles para realizar el modelado de un sistema, estas son capaces de modelar muchos aspectos diferentes de un sistema en varios niveles de detalle, [19] estas se pueden clasificar como:

- **Métodos formales:** Estos son métodos que tienen una base formal y numerosas implementaciones de software de estos métodos. [19]
- **Métodos descriptivos:** Estos son métodos que tienen poca o ninguna base formal y son principalmente las implementaciones de software. [19]

Según los autores del artículo Herramientas para Modelado y Simulación de Procesos [19], un método puede ser pensado como un procedimiento para hacer algo, se puede decir formalmente que consta de tres componentes, definición, disciplina y uso, como se observa en la figura 2.3.

En la definición del método se establece la caracterización de las motivaciones básicas de los métodos, conceptos y usos. El componente definición se desarrolla a través de métodos que crean principios. El componente disciplina incluye la sintaxis del método y el procedimiento por el cual se aplica el método. El componente de uso caracteriza a la manera de aplicar el método en diferentes situaciones [19].

**Figura 2.3. Componentes de los modelos.**



**Fuente: Herramientas para el modelado y simulación de procesos [19].**

### 2.2.1. Tipos de modelado empresarial

Los tipos de modelado empresarial dependen del enfoque que se busque, algunos modelados empresariales son más adecuados en función de una finalidad específica, como el caso de la clasificación de los modelos empresariales como activos y pasivos que se centran en el nivel de permitir y facilitar los cambios; un modelo pasivo no permite cambios, mientras el activo sí.

Otra clasificación es de acuerdo al propósito del modelo, teniendo en cuenta esto, las técnicas de modelado de procesos pueden ser utilizadas ya sea para desarrollar software que soporta los procesos o para analizar los procesos mismos, en ambos casos se requiere un modelo para describir el proceso, ya sea como una captura de datos o un ejercicio de presentación, lo que ayuda a entender el proceso; en otras ocasiones se necesitan modelos para tomar decisiones sobre el diseño o en el desarrollo (cambios, mejoras o rediseño) de procesos.

El objetivo en este caso es el desarrollo de procesos de negocio adecuados, por lo que el propósito de estos modelos es el análisis del proceso, sin embargo, para la ejecución de un proceso podrían ser necesarias algunas decisiones que aseguren su correcto funcionamiento, de ahí la necesidad de algunos modelos de proceso para controlar y supervisar los mismos, así como para dar información adecuada a fin de apoyar esas decisiones.

Teniendo en cuenta el proceso de desarrollo de software, que soporta los procesos de negocio, los modelos actualizables son esenciales para la programación, por lo tanto, los usos o fines de los modelos de procesos de negocio pueden ser divididos en cuatro categorías principales, estas son:

- Modelos descriptivos para el aprendizaje.
- Modelos descriptivos y analíticos de apoyo a las decisiones para el desarrollo de procesos y el diseño.
- Modelos actualizables o analíticos de apoyo a las decisiones durante la ejecución del proceso, y el control
- Modelos de apoyo a la promulgación Informática. [16]

Existe otra clasificación, el modelado estructural y dinámico, los cuales se diferencian por: el tipo de información y conocimiento que proporciona cada uno y las herramientas o técnicas que se utilicen para su implementación, haciendo que estos dos se complementen y se obtenga un resultado que cubre un gran número de características apreciables y requeridas para un modelado adecuado, razón por la cual se optó para el desarrollo del presente proyecto y se explica a continuación:

#### **2.2.1.1. Modelado estructural**

Los modelos estructurales o estáticos generalmente retratan a las posibles trayectorias de flujo de objetos a través de un sistema. Esta información es muy útil para determinar qué elementos participan en el proceso y las funciones realizadas por el sistema [20]. Los modelos estáticos representan estructuras que no proporcionan el factor tiempo. Esto incluye el modelado de estructuras organizativas, de las compañías de información como formas o el modelado de las relaciones entre los objetos de negocio [21].

#### **2.2.1.2. Modelado dinámico**

Las Representaciones dinámicas de los sistemas intentan capturar y describir el comportamiento del sistema en el tiempo bajo diferentes condiciones de funcionamiento. Los modelos dinámicos se pueden utilizar de forma iterativa para estudiar el comportamiento del sistema bajo diferentes condiciones de operación [20]. Además, ofrecen el análisis de los escenarios de procesos alternativos a través de la simulación, proporcionando métricas de procesos cuantitativos tales como el costo, el tiempo de ciclo, el servicio y la utilización de recursos. Estas métricas son la base para la evaluación de alternativas y selección del escenario más prometedor para la aplicación. [22]

Todos los tipos de modelos que representan un flujo de proceso (como accionados por eventos, cadenas de proceso o diagramas de cadena de valor) son tipos de modelos dinámicos. [21].

### 2.3. Herramientas de modelado

Existe una gran cantidad de herramientas útiles para el modelado, sin embargo es necesario hacer un reconocimiento de las mismas para identificar sus características y seleccionar la más adecuada de acuerdo al objetivo de modelado del presente trabajo, entre ellas encontramos:

#### 2.3.1. IDEFØ

IDEFØ es una técnica de modelado para representar de manera estructurada y jerárquica las actividades que conforman un sistema o empresa y los objetos o datos que soportan la interacción de esas actividades. Este modelado consiste en una serie de diagramas jerárquicos junto con unos textos y referencias cruzadas entre ambos que se representan mediante unos rectángulos o cajas y una serie de flechas. Uno de los aspectos más importantes del IDEFØ es que como concepto de modelación va introduciendo gradualmente más niveles de detalle a través de la estructura del modelo [23].

De esta manera, la comunicación se produce dando al lector un tema bien definido con una cantidad de información detallada disponible para profundizar en el modelo, con tal grado de abstracción, que permita el análisis del sistema para la re-estructuración y re ingeniería.

#### 2.3.2. UML

UML es ante todo un lenguaje, que proporciona un vocabulario y unas reglas para permitir una comunicación centrada en la representación gráfica de un sistema, indicando cómo crear y leer los modelos.

Uno de los objetivos de este modelado es que sea independiente del lenguaje de implementación, de tal forma que los diseños realizados con UML se puedan implementar en cualquier lenguaje que soporte las posibilidades de UML. Además aporta las siguientes ventajas:

- Mayor rigor en la especificación.
- Permite realizar una verificación y validación del modelo realizado. [24].

Las funciones de UML son:

- **Visualizar:** permite expresar de una forma gráfica un sistema de forma que otro lo puede entender.
- **Especificar:** permite especificar cuáles son las características de un sistema antes de su construcción.

- **Construir:** A partir de los modelos especificados se pueden construir los sistemas diseñados.
- **Documentar:** Los propios elementos gráficos sirven como documentación del sistema desarrollado que pueden servir para su futura revisión.

Aunque UML está pensado para modelar sistemas complejos con gran cantidad de software, el lenguaje es lo suficientemente expresivo como para modelar sistemas que no son informáticos, como flujos de trabajo (*WorkFlow*) en una empresa, diseño de la estructura de una organización y por supuesto, en el diseño de hardware [24], además ofrece una amplia variedad de diagramas para visualizar el sistema desde varias perspectivas; incluye diagramas para información sobre el estado del sistema (diagrama de clases, diagrama de componentes, diagrama de despliegue), para vistas funcionales (diagrama de casos de uso, diagrama de actividades), y para vistas dinámicas (diagrama de secuencia, diagrama de colaboración). [24]

### 2.3.3. BPMN

La interoperabilidad de los procesos de negocio a nivel humano, más que el nivel del motor de software, puede ser resuelta con la estandarización del Business Process Modeling Notation (BPMN). Esta herramienta proporciona varios diagramas, que están diseñados para su uso por las personas que diseñan y gestionan los procesos de negocio, también suministran una asignación a un lenguaje de ejecución de los sistemas BPM, por lo tanto, provee un mecanismo de visualización estándar para los procesos de negocio definidos en un lenguaje de procesos empresariales de ejecución optimizado [25].

BPMN proporciona a las empresas la capacidad de comprensión de sus procesos de negocio internos en una notación gráfica y da a las organizaciones la capacidad de comunicar estos procedimientos de una manera estándar. En la actualidad, hay un gran número de herramientas y metodologías de modelado de procesos. Dado que los individuos se mueven de una empresa a otra y que las empresas se fusionan y divergen, lo más probable es que se requieren analistas de negocio para entender múltiples representaciones de procesos, potencialmente comerciales con diferentes representaciones de un mismo proceso. Por lo tanto, una notación gráfica estándar facilitará la comprensión de las colaboraciones de rendimiento y las transacciones comerciales dentro y entre las organizaciones [25].

BPMN ofrece una notación y modelo para los procesos de negocio y de un formato que puede ser utilizado para el intercambio de las definiciones de procesos BPMN entre distintas herramientas. El objetivo de la especificación es permitir la portabilidad de las definiciones de proceso, de modo que los usuarios puedan tomar las definiciones de procesos creados en el entorno de un solo proveedor y usarlos en el medio ambiente de otro proveedor [25]. Está restringido a soportar sólo los conceptos de modelado que son aplicables a los procesos de negocio. Esto significa que otros tipos de modelos realizados

por organizaciones están fuera del alcance. Los siguientes aspectos que están fuera del alcance de esta especificación:

- Definición de los modelos de organización y recursos
- Modelado de averías funcionales
- Los modelos de datos y de información
- Modelado de la estrategia
- Modelos de reglas de negocios

#### **2.3.4. IDEF 3**

IDEF3 es un método utilizado para capturar aspectos del comportamiento de un proceso, permite diferentes puntos de vista de cómo funcionan las cosas dentro de una organización. De los expertos de dominio, las descripciones son capturadas en que se muestran las relaciones de precedencia y de causalidad entre las actividades y eventos del proceso. IDEF3 consta de dos modos de modelado: la Descripción de Flujo de Proceso (PFD), que describe cómo funcionan realmente las cosas en la organización, y el Objeto de Estado Descripción de Transición (OSTD), que resume las transiciones permitidas de un objeto en un proceso particular. Es adecuado para modelar ambos procesos, simples y complejos debido a su capacidad de descomposición.

La notación básica del método IDEF3 consiste en una serie de cajas cuadradas y rectangulares, unidas por círculos y arcos. Cada icono es una forma de elaboración, que contiene una descripción, una etiqueta de referencia, etc., y un detalle de los objetos relacionados, hechos y restricciones que actúan sobre él, la herramienta se utiliza en varias áreas como Business Process Engineering (BPE) y Reingeniería (BPR), definición de procesos de software y mejora, e incluso en el desarrollo de software y mantenimiento [16].

#### **2.3.5. RAD**

Role Activity Diagrams (RAD) se basa en una vista gráfica del proceso, desde la perspectiva de los roles individuales, centrándose en la responsabilidad de las funciones y las interacciones entre ellos. Los roles son notaciones abstractas de conducta que describen un comportamiento deseado dentro de la organización. A menudo son las funciones de la organización. También se incluyen los sistemas de software, clientes y proveedores.

RAD proporcionan una perspectiva diferente del proceso y son particularmente útiles en el apoyo de la comunicación, además son fáciles e intuitivos para leer y entender la presentación de una visión detallada del proceso y permitir actividades en paralelo [16].

Con el modelado cuidadoso, RAD podría definir los grados de autonomía dentro de la empresa y también pueden demostrar cómo los procesos interactúan, incluso se puede

utilizar para describir cómo los sistemas de software interactúan. RAD son, de hecho, diagramas objeto de transición de estado, se utilizan en los modelos orientados a objetos, describen como un objeto de función cambia el estado como resultado de las acciones e interacciones que se producen.

Las desventajas son que la técnica excluye explícitamente los objetos de negocio, que son manipulados por el proceso, como máquinas o productos. El proceso se presenta como una secuencia de actividades no permite una descomposición del proceso, y por lo tanto se hace difícil una visión general [16].

### **2.3.6. Diagrama GANTT**

Un diagrama de Gantt es una matriz que muestra en el eje vertical todas las tareas o actividades que se deben realizar en un proceso, cada fila contiene una identificación única de actividad, que por lo general consiste en un número y un nombre, el eje horizontal está encabezado por las columnas que indican la duración estimada de la actividad, el nivel de habilidad necesario para realizarla, así como el nombre de la persona asignada, seguido de una columna para cada período de duración del proyecto. Cada período puede ser expresado en horas, días, semanas, meses, y otras unidades de tiempo, en algunos casos puede ser necesario para etiquetar las columnas período como período de 1, período de 2, y así sucesivamente. Los diagramas de Gantt se relacionan una lista de actividades a una escala de tiempo, por lo que podrían ser usados para representar gráficamente un proceso y el control de su situación actual de desempeño, aunque su uso para analizar un proceso es limitado. Son representaciones gráficas muy simples pero que no muestran las dependencias claras entre las actividades [16].

### **2.3.7. Redes de Petri**

*Las Redes de Petri* son una herramienta de modelado que permite el estudio de sistemas mediante una representación matemática del mismo. El análisis de la red de Petri puede entonces, revelar información importante acerca de la estructura y el comportamiento dinámico del sistema modelado. Esta información puede ser utilizada para evaluar el sistema modelado y sugerir mejoras o cambios. Por lo tanto, el desarrollo de una teoría de redes de Petri se basa en la aplicación de redes de Petri en el modelado y diseño de sistemas. Las redes de Petri son diseñadas específicamente para modelar sistemas concurrentes que interactúan con componentes.

#### **2.3.7.1. Concepto de Workflow**

Un Workflow es el estudio de los aspectos operacionales de una actividad de trabajo, cómo se estructuran, sincronizan y se realizan las tareas, cuál es su orden correlativo,

cómo fluye la información que soporta las tareas y cómo se le hace seguimiento al cumplimiento de las tareas. La tecnología WorkFlow se encarga de guiar y controlar de forma automática a todos los componentes de un proceso: personas, tareas, documentos, normas y ordenadores, gracias a la ejecución de un software instalado en una red y cuyo orden de ejecución lo controla una representación automatizada del proceso. Por consiguiente, se puede especificar un WorkFlow como un conjunto de métodos y tecnologías que ofrece las facilidades para modelar y gestionar, los diversos procesos que ocurren dentro de una empresa [26].

Cuando se especifica un sistema de WorkFlow, generalmente se identifican y utilizan definiciones de los distintos elementos que se pueden encontrar dentro de dicho sistema. Entre estos se encuentran las tareas como el conjunto de acciones o actividades manejadas o una sola unidad, las personas o usuarios quienes realizan las tareas en un orden definido, los roles que definen las distintas competencias potenciales que existen en el sistema, las rutas que especifican la secuencia de pasos a seguir por los documentos o información dentro de un sistema de WorkFlow. De igual forma, las reglas de transición que corresponden a reglas lógicas para determinar la navegación del documento dentro del sistema, también los datos que corresponden a los documentos, por ejemplo, archivos, imágenes, registros de la base de datos y otros utilizados como información para llevar a cabo el trabajo. De esta manera, los eventos que son considerados interrupciones que contienen información tienen un origen y uno o más destinatarios; por tanto, los plazos o deadlines corresponden a los tiempos que se le asignan a los eventos y las políticas corresponden a la manera formal de expresar sentencias de cómo serán manejados ciertos procesos [26].

### **2.3.7.2. *Redes de Petri de Workflow***

Una red de Petri que modela un proceso de WorkFlow se denomina red de WorkFlow (WF-net). Una red de WorkFlow tiene un estado inicial de entrada y un estado final de salida. Un “token” en el estado inicial representa un caso que debe ser ejecutado. Un “token” en el estado final representa un caso que ha sido ejecutado. En una red de WorkFlow cada actividad (transición) y condición (estado) debe contribuir al procesamiento de los casos, cada transición y estado debe estar en el camino desde el estado inicial al estado final.

### **Capítulo 3. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DEL LABORATORIO DE METROLOGÍA DE CEO**

La recopilación de información del laboratorio cuenta con un procedimiento compuesto de tres pasos que son: definición del caso de estudio, recolección de la información y aplicación de cadena de valor; esto con el fin de obtener la información necesaria y organizada de forma adecuada para proceder a la elección de herramientas de modelado y finalmente realizar el modelado de la misma. Además de la cadena de valor, con esta recopilación se obtienen las estaciones de trabajo del laboratorio, la información generada en cada estación de trabajo y las herramientas de intercambio de información. A continuación una descripción completa de este procedimiento.

#### **3.1. Caso de estudio**

La metrología está involucrada en muchas áreas del diario vivir, aunque para muchas personas esto no sea perceptible, se hace realmente relevante cuando el proceso de medición es vital en algún tipo de transacción comercial, en aplicaciones militares, en el campo de la salud, en la producción de medicinas o de alimentos, y muy especialmente, en la realización de pruebas de calidad, etc. Sin la metrología, sería imposible verificar la calidad de los productos o de los procesos, definida en la normativa internacional [17]. De ahí la importancia de esta y de los estudios que se realizan alrededor de ella. Algunos de estos estudios son relacionados con el diseño de laboratorios que presten el servicio de calibración de equipos de medición y cumplan con los requisitos para ser acreditados internacionalmente [18]. Otros describen los requisitos que debe cumplir un laboratorio para poder ser acreditado [19], el estado actual de la metrología en diferentes países y los entes internacionales que los rigen [20].

##### **3.1.1. Laboratorio de metrología de CEO**

El Laboratorio de Metrología de La COMPAÑÍA ENERGETICA DE OCCIDENTE S.A.S. E.S.P., es una organización dedicada a proveer servicios de calibración a medidores de energía, pertenece a la gerencia de control y energía, específicamente a la jefatura de innovación y desarrollo de la compañía. Actualmente se encuentra 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<sup>1</sup> [4]; razón por la cual el presente proyecto busca contribuir al fortalecimiento del laboratorio a través del modelado de sus procesos de negocio, puntualmente sus procesos operativos; que complementado con otro trabajo de grado enfocado a los procesos de gestión componen un trabajo final de diagnóstico de los procesos de negocio del laboratorio, que no se evidencia como resultado porque no hace parte del alcance de este proyecto.

## **3.2. Recolección de la Información**

Para realizar el modelado es indispensable realizar un proceso de recolección de datos en forma planificada y teniendo objetivos claros sobre el nivel y profundidad de la información a recolectar. Por lo cual es necesario conocer las técnicas de recopilación de información existentes y cual se adapta mejor al proyecto.

Teniendo en cuenta las necesidades de información, se pueden realizar tres actividades estrechamente relacionadas entre sí: la primera se refiere a la selección de los instrumentos de medición y/o técnicas de recolección de información; la segunda con la aplicación de estos instrumentos y la tercera concierne a la preparación o codificación de la información obtenida en busca de facilitar su análisis [27].

Con esto se puede establecer los tipos de información que existen y los instrumentos de recolección que tienen.

### **3.2.1. Información primaria**

La información primaria es aquella que el investigador recoge directamente a través de un contacto inmediato con su objeto de análisis [27]. Este tipo de información cuenta con diferentes instrumentos de recolección como el cuestionario, la encuesta, fichaje, el test, la observación y la entrevista. Para el presente trabajo se implementaron la entrevista y la observación, la primera por sus cualidades de flexibilidad que permite capturar un amplio espectro de temas y la interacción entre el entrevistador y el entrevistado. Y la observación con el fin de garantizar que la información adquirida mediante la entrevista coincida con el procedimiento realizado en el proceso a modelar. A continuación se describen estas dos técnicas.

#### **3.2.1.1. La entrevista**

La entrevista con fines de investigación puede ser entendida como la conversación que sostienen dos personas, celebrada por iniciativa del entrevistador con la finalidad específica de obtener alguna información importante para la indagación que realiza.

La entrevista es, entonces, un acto de interacción personal, espontáneo o inducido, libre o forzado, entre dos personas (entrevistador y entrevistado) entre las cuales se efectúa un intercambio de información cruzada a través de la cual el entrevistador transmite interés, motivación y confianza y el entrevistado devuelve a cambio información personal en forma de descripción, interpretación o evaluación [27].

<sup>1</sup> Norma Técnica Colombiana NTC-ISO/IEC 17025 - Requisitos Generales Para La Competencia De Los Laboratorios De Ensayo Y Calibración. Bases para implementar los sistemas de calidad en laboratorios de ensayo y calibración. La norma contiene requisitos para regular el sistema de calidad del laboratorio y requerimientos de competencia técnica para los diferentes tipos de pruebas y/o calibraciones que el laboratorio realiza [4].

La entrevista es un reporte verbal de una persona con el fin de obtener información primaria acerca de su conducta o acerca de experiencias a las cuales aquella ha estado expuesta, está compuesta básicamente por preguntas, que son estímulos verbales que producen o generan imágenes en el interrogado, quien produce una respuesta o un conjunto de respuestas [27].

- **Cómo formular las preguntas**

Si se trata de una entrevista no estructurada, las preguntas serán planteadas dentro del contexto general de una conversación. En una entrevista estructurada, la formulación de las preguntas tendrá un carácter más metódico, pero en ambos casos las preguntas deben ser estandarizadas tanto como sea posible, para permitir la comparabilidad de la información recogida. Por otra parte, deben ser formuladas de modo tal que cada una tenga exactamente el mismo valor psicológico para todos los interlocutores. Yolanda Gallardo y Adonay Moreno en [27] hacen las siguientes recomendaciones en lo que se refiere al modo de formular las preguntas:

Usar el cuestionario de manera informal. El encuestador no tiene que dar la impresión de que la entrevista es un examen o interrogatorio. Por ello en sus palabras y en sus gestos debe impedir todo aquello que implique crítica, sorpresa, aprobación o desaprobación, tanto en las preguntas formuladas como ante las contestaciones del entrevistado.

Si bien el encuestador debe tener en la mano la pauta o cuestionario y echarle una ojeada antes de hacer cada pregunta, éstas han de ser formuladas en tono de voz natural y de conversación, evitando en todo lo posible el tono de “lectura” o de “interrogatorio”; por otra parte, la mayor atención estará centrada sobre el interrogado y no sobre el cuestionario [27].

### **3.2.1.2. La observación**

La observación científica, según Abraham Kaplanen [28]“es búsqueda deliberada, llevada con cuidado y premeditación, en contraste con las percepciones casuales, y en gran parte pasivas, de la vida cotidiana”. Según sean los medios utilizados para la sistematización de lo observado, el grado de participación del observador, el número de observadores y el lugar donde se realiza, la observación adopta diferentes modalidades:

- Según los medios utilizados:
  - Observación no estructurada.
  - Observación estructurada.
- Según el papel o modo de la participación del observador:
  - Observación no participante.
  - Observación participante.

- Auto observación.
- Según el número de observadores:
  - Observación individual.
  - Observación en equipo.
- Según el lugar donde se realiza:
  - Observación efectuada en la vida real (trabajo de campo).
  - Observación etnográfica.
  - Observación efectuada en el laboratorio [2].

La observación puede ser: participante y estructurada.

- **La observación participante:** La observación de cada día se hace en primer lugar, al azar, es decir, se pone atención a ciertas cosas pero no a otras, se observa por simple curiosidad, o con ciertos propósitos. En otras palabras, un mismo acontecimiento, como la toma de datos de los resultados en la calibración puede dar origen a observaciones similares para personas que lo observan o, por el contrario, a observaciones completamente diferentes.
- **La observación estructurada:** En la observación estructurada existe una menor libertad de escogencia respecto a los hechos que constituyen el contenido de la observación, pues el investigador sabe de antemano qué aspectos son relevantes y cuáles no, para sus propósitos investigativos.

Tal es el caso del investigador que realiza experimentos en el laboratorio. Primero, plantea una hipótesis sobre la relación entre dos fenómenos. Segundo, decide de antemano qué hechos confirmarán la hipótesis y qué hechos la refutarán o rechazarán. Tercero, observa cuidadosamente ambos tipos de hechos, destacando otros fenómenos que se presenten durante el experimento [2].

### 3.2.2. Información secundaria

Es aquella que el investigador recoge a partir de investigaciones ya hechas por otros investigadores con propósitos diferentes.

En general, es mejor obtener los datos estadísticos de las fuentes primarias que de las secundarias. En primer lugar, los datos en las fuentes primarias tienden a ser más completos que los de las fuentes secundarias. En segundo lugar, en una fuente primaria, los datos estadísticos frecuentemente se encuentran suplementados a aquellas informaciones pertinentes, como por ejemplo los métodos de recopilación de dichos datos y los cambios efectuados en las definiciones. Esta información suplementaria, que ayuda considerablemente en la valoración e interpretación de los datos, a menudo se encuentra condensada o aun enteramente omitida cuando los datos se vuelven a publicar en fuentes

secundarias. Finalmente, existe siempre la posibilidad de que errores no contenidos en la fuente primaria sean introducidos en las fuentes secundarias debido a equivocaciones personales y tipográficas cometidas al transcribir los datos.

Las fuentes secundarias frecuentemente resultan convenientes, porque acumulan datos dispensados en cierto número de fuentes primarias; por ejemplo, el Anuario de Estadística, que contiene datos recopilados de una gran variedad de fuentes primarias de origen gubernamental y no gubernamental. Cuando se requieren datos de varias de estas fuentes primarias para analizar un problema dado, puede ser más conveniente obtenerlos de un simple volumen tal como el Anuario de Estadística, que a partir de fuentes primarias individuales. Por otra parte, las fuentes secundarias, pueden también usarse para localizar rápidamente las fuentes primarias de los datos deseados. [27]

Para el presente trabajo se obtuvo información secundaria de normas, procesos, procedimientos, instructivos, manuales, registros y formatos, suministrados por el laboratorio, con los cuales se realizó un marco de referencia general del funcionamiento del laboratorio para estructurar las entrevistas y abordar de forma adecuada cada una de ellas, las cuales constituyen entonces nuestra información primaria.

### **3.2.3. Proceso de recolección de información en el laboratorio**

Con el objetivo de tener éxito en la recolección de la información y teniendo en cuenta el tipo de información, las técnicas de recolección de información y la disposición del laboratorio de metrología de CEO, se realizó un proceso compuesto de dos actividades: Lectura, análisis y clasificación de documentación suministrada por el Laboratorio Y Entrevistas y observación del proceso productivo del Laboratorio, descritas a continuación.

#### **3.2.3.1. Lectura, análisis y clasificación de documentación suministrada por el laboratorio**

Este proceso corresponde a la lectura, análisis y clasificación de documentación entregada por parte del laboratorio entre los cuales se encuentran: normas<sup>2</sup>, procesos, procedimientos, instructivos, manuales, registros y formatos, siendo estos documentos la base para conocer la estructura, dinámica y funcionamiento del laboratorio.

<sup>2</sup> NTC 5019 - Selección de Equipos para Medición de Energía Eléctrica. [29], NTC-ISO/IEC 17025 - Requisitos Generales Para La Competencia De Los Laboratorios De Ensayo Y Calibración [4]. NTC - 4856 Verificación Inicial y Posterior De Medidores De Energía Eléctrica [30], NTC 5226 - Equipos de Medición de Energía Eléctrica (C.A). Requisitos Generales, Ensayos y Condiciones de Ensayo [31]. NTC 2288 - Equipos de Medición de Energía Eléctrica (C.A.). Requisitos Particulares. Medidores Electromecánicos de Energía Activa (clases 0,5, 1 y 2) [32]. NTC 2149 - Control De Recepción Para Medidores De Energía Activa Clase 2 [33].

Luego de la lectura y análisis de todos los documentos, la información obtenida fue clasificada y organizada en tablas con características puntuales que permitieran una mejor comprensión de la misma (ver tabla 3.1.), Además de la información organizada, con este proceso se establecieron los cargos del laboratorio vitales para la ejecución de las entrevistas, estos son: coordinador del laboratorio, gestor de calidad, auxiliar de laboratorio, técnico de laboratorio, auxiliar administrativo, asistente administrativo.

**Tabla 3.1. Formato clasificación de información.**

<b>PROCEDIMIENTO DE VERIFICACIÓN DE MEDIDORES</b>		
LIMPIEZA MEDIDORES	Eliminar exceso de polvo	
ALISTAMIENTO INICIAL	Cadena custodia	Determina y registra el estado de la cadena custodia
		Registrar información en el sistema
	Tapa bloque de terminales	Retirar tapa del bloque de terminales
		Almacenar tapa del bloque de terminales
	Limpieza	
	Datos del medidor	identifica y registra en el sistema los datos que contiene la placa de características del medidor

### **3.2.3.2. Entrevistas y observación del proceso productivo del laboratorio**

Partiendo del conocimiento previo de toda la documentación, se planteó como trabajo complementario realizar entrevistas para obtener mayor información del proceso debido a que estas permiten tener información de primera mano, además de resolver dudas o formular preguntas que no se hayan incluido en las planteadas con anterioridad.

Por tanto, se planteó un esquema de preguntas generales y otras específicas de acuerdo a cada proceso para realizar las entrevistas a los empleados sobre las actividades realizadas por ellos. Posterior a esto se definieron las personas a entrevistar y el respectivo tiempo a usar para ello de forma que fuera el suficiente y afectara lo menos posible el proceso de producción; los entrevistados se eligieron teniendo en cuenta las personas con mayor conocimiento y manejo del proceso ejecutado por ellos, con el fin de que su aporte fuese el más completo y confiable. En total se realizaron 8 entrevistas, 5 correspondientes a cada estación de trabajo que cubren los 6 procesos del laboratorio y 3 extras realizadas a auxiliares de proceso, cada una fue ejecutada de manera personal e independiente (por cargos) usando como herramienta de registro grabaciones de audio. Además, se realizó la observación del proceso en el laboratorio simultáneamente con las entrevistas para garantizar la fidelidad de la información dada por los operarios respecto

al procedimiento realizado por los mismos; en la figura 3.1 se presenta un modelo de entrevistas el cual fue aplicado a los operarios del área de verificación externa.

**Figura 3.1. Formato entrevistas**

PROYECTO LABORATORIO METROLOGÍA COMPAÑIA ENERGÉTICA DE  
OCCIDENTE - UNICAUCA

Formato entrevista personal

**Preguntas Generales**

Nombre: \_\_\_\_\_

Cargo: \_\_\_\_\_

Proceso: \_\_\_\_\_

Descripción general del proceso

¿Qué documentos utiliza para realizar sus tareas?

¿Cuáles son los recursos que utiliza en el proceso?

**Preguntas Específicas**

¿Qué información requiere de Alistamiento inicial?

¿Qué información envía a calibración?

¿Qué información envía a otras áreas?

¿Qué información requiere de otras áreas?

¿Cuáles son las actividades que realiza en el proceso de verificación inicial?

¿Cuál es la actividad que retrasa más el proceso?

¿Cuáles son los problemas más frecuentes en el proceso?

¿Qué deficiencias tienen las herramientas que utiliza?

¿Qué sucede con los medidores no conformes?

¿Qué actividades se realizan con medidores nuevos?

¿Qué actividades se realizan con medidores usados?

**Fuente: Propia**

La información obtenida de las entrevistas se recopiló en formatos que fueron estructurados por el orden de la ejecución de las actividades, donde se enfatiza la recepción y envío de información y objetos con su respectivo proveedor y cliente, además de los recursos necesarios para realizar la función. La tabla 3.2. Muestra el formato utilizado para la recopilación de información con parte de los datos obtenidos del auxiliar administrativo, por cláusulas de confidencialidad no es posible mostrar para este trabajo la información completa contenida en el formato. Además de esta información, se obtuvo un aporte importante de esta actividad al establecer las herramientas de intercambio de información entre los procesos, las cuales no están mencionadas en la documentación formal del laboratorio y que serán mencionadas más adelante.

**Tabla 3.2. Formato de recopilación de información**

Cargo	Actividades	Información que envía	Cliente	Información que recibe	proveedor	Recursos
Auxiliar administrativo	Hacer registro de salida y entrada de los equipos.	Ordenes Almacén	Verificación Externa	Certificado de calibración de medidores	Aprobación	CEC For 20
	Verificar información contratistas.	Medidores	Verificación externa	Servicio Requerido	Cliente	PC
Observaciones:						

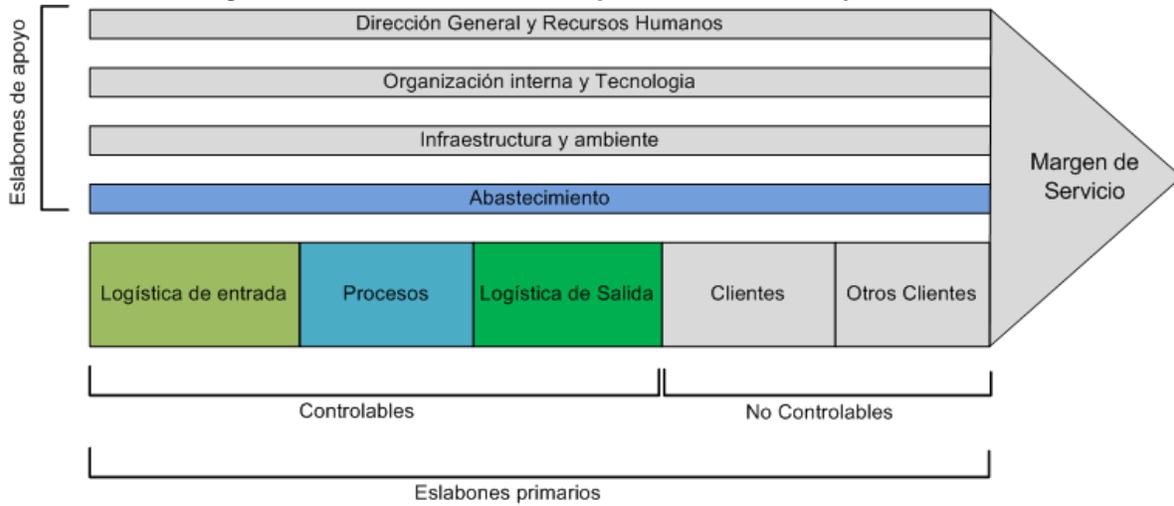
### 3.3. Cadena de valor del laboratorio de metrología de CEO

Una vez realizado el proceso de documentación en el laboratorio de metrología de CEO, se procedió a definir e identificar diferentes procesos de negocio, que interactúan entre ellos para cumplir con los objetivos del laboratorio y que se diferencian de los procesos de gestión, a través del desarrollo de la cadena de valor adoptada para el laboratorio, permitiendo de esta forma limitar los procesos a modelar para el presente caso de estudio.

Con la cadena de valor se realizó el primer acercamiento al proceso de la empresa caso de estudio debido a que esta permite una visualización más comprensible de la información del laboratorio. Teniendo en cuenta que los procesos desarrollados por el laboratorio culminan en la prestación de un servicio, se buscó la integración de las actividades y/o atributos de dos cadenas de valor de tal forma que satisfaga las necesidades y represente el comportamiento y la naturaleza del laboratorio, de esta forma los eslabones primarios de logística de entrada, procesos y logística de salida se tomaron de la cadena de valor para manufactura de Porter y los demás eslabones pertenecen a la cadena de valor de servicios. El resultado obtenido es la cadena de valor que se muestra a en la figura 3.2., la cual se obtuvo en conjunto con otro trabajo de grado que realizó el modelado de los procesos de gestión del laboratorio. Para realizar la cadena de valor se tuvo en cuenta que el laboratorio de metrología presta el servicio de calibración de medidores de energía eléctrica y tiene un proceso productivo que tiene como producto final el certificado de calibración<sup>3</sup>. Por esta razón se toman los modelos de cadena de valor para manufactura y para servicios.

<sup>3</sup> **Certificado de calibración:** El certificado de calibración o el reporte de medición son la evidencia del resultado de la calibración o de la medición y deben contener la suficiente información (el resultado completo de la medición incluyendo la incertidumbre expandida, así como las condiciones imperantes durante la calibración o medición, la evidencia de trazabilidad, la descripción e identificación del patrón utilizado, la fecha de vencimiento de la calibración, etc.), para poder reproducir el proceso de calibración o medición llevado a cabo. [4]

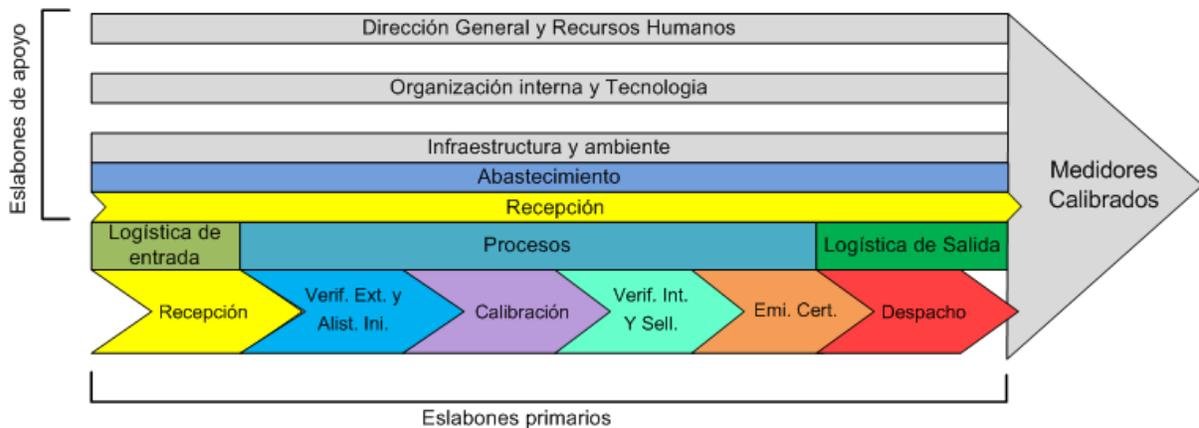
**Figura 3.2. Cadena de valor adaptada manufactura y servicios**



**Fuente: Propia**

Para obtener la cadena de valor del laboratorio aplicada a los procesos operativos, se tomaron los eslabones de abastecimiento, logística de entrada, procesos y logística de salida de la cadena de valor adaptada anteriormente (ver figura 3.2.), los demás están fuera del alcance de este proyecto. A cada uno de los eslabones seleccionados se le asignaron los procesos del laboratorio que le corresponden, obteniéndose como resultado la cadena de la figura 3.3.; los eslabones de abastecimiento y logística de entrada tienen actividades de los procesos de recepción, en el eslabón de procesos están los procesos de verificación externa y alistamiento inicial, calibración, verificación interna y sellado, y emisión de certificados, finalmente el eslabón de logística de salida tiene las actividades del proceso de despacho.

**Figura 3.3. Cadena de valor laboratorio de metrología CEO.**



**Fuente: Propia**

A continuación se explican cada uno de los procesos del caso de estudio desarrollados en el laboratorio, correspondientes al proceso de producción. Los procesos de estudio son:

- 1) Recepción:** se encarga de la etapa inicial en el laboratorio, que es la recepción de los medidores, para esto se tienen las siguientes actividades:
  - Solicitud de servicio.
  - Recepción de medidores.
  - Desembalaje de medidores.
  - Almacenamiento.
  - Orden de trabajo Almacén.
  
- 2) Verificación externa:** realiza la inspección de los elementos externos de los medidores.
  - Limpieza de Medidores.
  - Alistamiento Inicial.
  - Verificación Externa.
  - Registro fotográfico.
  
- 3) Calibración:** los procesos relacionados con la calibración y ensayos de los medidores de energía eléctrica activa y reactiva, tipo inducción y estáticos, que se desarrollan en el Laboratorio de Calibración de Medidores de Energía de CEO, pueden ser los siguientes ensayos:
  - Condiciones de referencia.
  - Ensayo de propiedades dieléctricas.
  - Pre calentamiento.
  - Ensayo de funcionamiento sin carga.
  - Ensayo de arranque.
  - Ensayos de exactitud.
  - Ensayos de verificación de constante.
  
- 4) Verificación interna:** en este proceso se revisan los componentes internos que pueden comprometer la calidad del servicio, este cuenta con las siguientes etapas.
  - Verificación interna.
  - Registro fotográfico.
  - Sellado de medidores.
  
- 5) Emisión de certificados de calibración:** se encarga de la generación de los certificados de calibración de todos los medidores procesados por el laboratorio.
  - Generación
  - Aprobación
  - Digitalización
  - Publicación

- 6) Despacho:** esta es el proceso final en el laboratorio y cuenta con dos etapas.
- Embalaje.
  - Disposición final.

En la Figura 3.4 se encuentran las actividades que componen los procesos del laboratorio, cada actividad está relacionada con los mismos colores del proceso al que pertenece de la figura 3.3. Por ejemplo el color amarillo corresponde a los procesos de recepción y este cuenta con actividades como solicitud de servicio recepción, desembalaje de medidores, almacenamiento y orden de trabajo. Con esto se tiene el primer acercamiento a los procesos con los que cuenta el laboratorio de metrología.

### **3.4. Estaciones de trabajo en el proceso de calibración del laboratorio de CEO**

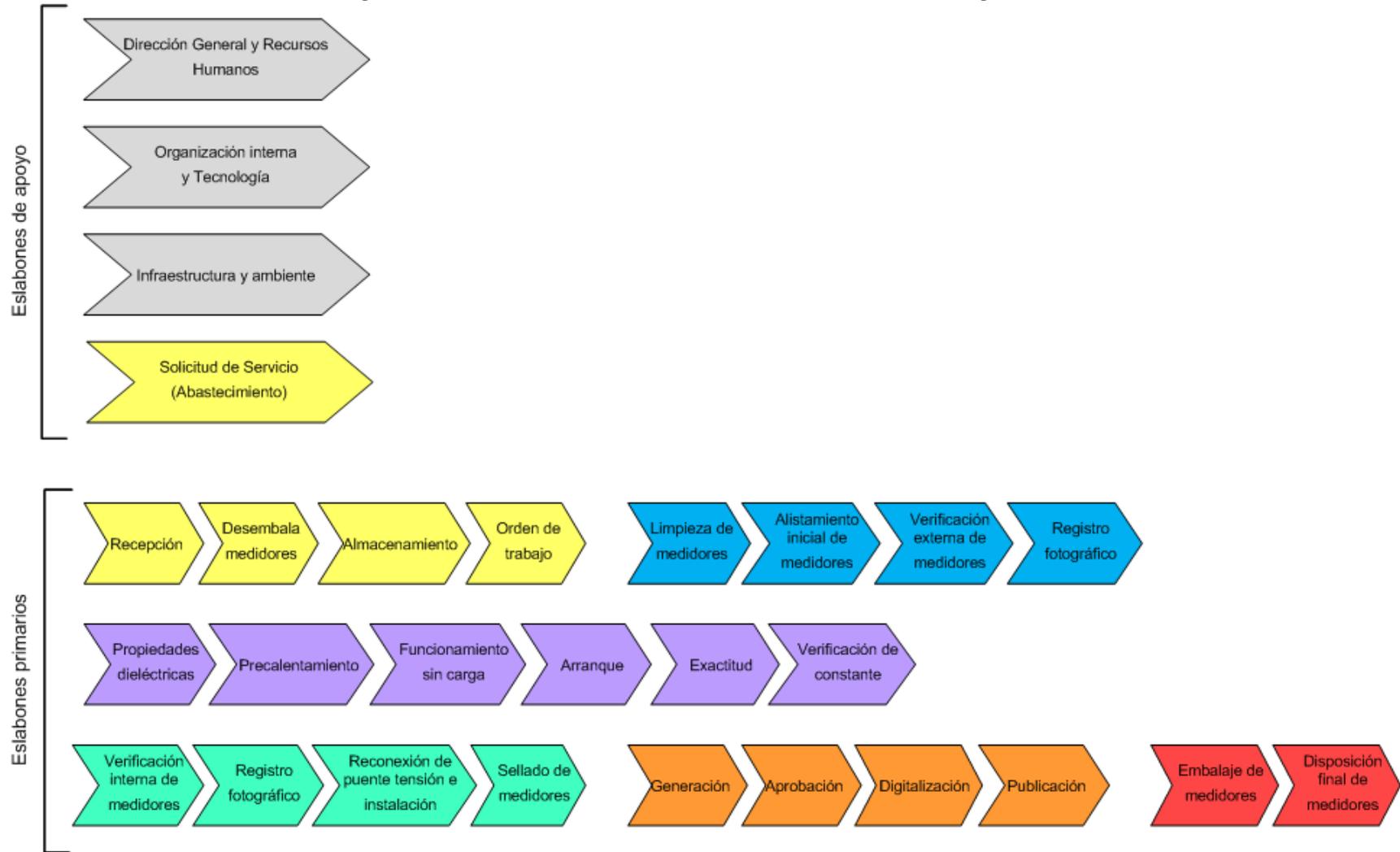
Mediante la aplicación de la cadena de valor al presente caso de estudio fue posible establecer las diferentes estaciones de trabajo que componen el proceso operativo del laboratorio de metrología de CEO y que constan de actividades anteriormente mencionadas, a continuación se realiza una descripción de cada estación de trabajo que sirve como base para el modelado del procesos operativos.

#### **3.4.1. Almacén, recepción y despacho**

Esta estación de trabajo es la encargada de dos procedimientos: recepción y despacho; realiza la etapa de recepción de medidores para ejecución de pruebas de calibración, provenientes del Almacén General de la Compañía o de clientes externos y establece los lineamientos a seguir en la revisión, modificación o no aceptación de las solicitudes de servicios realizadas por los clientes y el despacho de los medidores calibrados conformes y no conformes al Almacén General de la Compañía.

Se aplica a medidores nuevos y usados de energía eléctrica que son aceptados para calibración por parte del laboratorio y que se encuentran dentro del alcance de medición; estos ingresan al laboratorio bajo las condiciones indicadas en la Norma Técnica Colombiana NTC 4856:2006 [30], que aplica desde el momento en que los equipos son recibidos, hasta la valoración según las condiciones de la norma de referencia.

**Figura 3.4. Actividades cadena de valor laboratorio de metrología CEO.**



Fuente: Propia

### **3.4.2. Verificación externa y alistamiento inicial**

La segunda estación de trabajo en el proceso de calibración es la verificación externa de los medidores, se establece por la necesidad de verificar el estado de los diferentes elementos que conforman el medidor incluyendo los elementos de seguridad existentes, como los sellos de seguridad, bolsa custodia. La verificación externa de los medidores que ingresen al laboratorio, bajo las condiciones indicadas en la Norma Técnica Colombiana NTC 4856:2006 [30], aplica desde el momento en que los equipos son recibidos hasta la valoración según las condiciones de la norma de referencia.

La verificación se realiza previa a la calibración y después del alistamiento inicial. Consiste en tomar medidores, ubicarlos en la mesa de trabajo definida para tal actividad, luego se realiza la verificación de la condición técnica de componentes externos, la verificación visual de datos y por último se deja registro de todo lo evidenciado garantizando así la integridad del personal y la protección de los equipos.

El alistamiento inicial consiste en la apertura de la bolsa custodia y el ingreso al sistema, de la información de identificación del medidor. Para el caso de los medidores nuevos solo se aplica el alistamiento inicial y para medidores usados se procede luego a la verificación externa.

### **3.4.3. Calibración**

Esta estación de trabajo realiza la etapa de calibración la cual aplica para medidores electromecánicos y estáticos. Antes de iniciar las calibraciones, los medidores deben ser revisados visualmente, para garantizar que no existe algún riesgo que pueda afectar la integridad de las personas, de los equipos y el buen funcionamiento del medidor.

Para la calibración de medidores usados y nuevos con la Norma Técnica Colombiana NTC 4856 [30], los ensayos y puntos de prueba a realizar pueden ser acordados con el cliente según sus requerimientos, disposiciones legales y normatividad vigente.

Los resultados de cada ensayo son registrados en el Sistema de gestión de la medida. En caso de no ser posible aplicar los contenidos de este procedimiento por parte del laboratorio, por circunstancias tales como el daño o no disponibilidad del equipo a utilizar, y se genere riesgo de incumplir con los compromisos de calibración de los medidores objeto de prueba dentro del alcance, se debe proceder al proceso de subcontratación externa de la calibración de los medidores por parte de un laboratorio acreditado para tal fin, tan pronto como se tenga conocimiento de la imposibilidad de ejecutar el procedimiento.

#### **3.4.4. Verificación interna o sellado**

La estación de verificación interna o sellado realiza las actividades verificación interna, registro fotográfico y sellado de la etapa de verificación interna de medidores; para el caso de los medidores usados actualmente se realiza la verificación interna y el registro fotográfico y para medidores nuevos se realiza el sellado. Actualmente el sellado no se realiza a medidores nuevos debido a que el cliente es la misma compañía.

La verificación interna de los medidores que ingresan al laboratorio se realiza bajo las condiciones indicadas en la Norma Técnica Colombiana NTC 4856:2006 [30], que aplica desde el momento en que los equipos son recibidos hasta la valoración según las condiciones de la norma de referencia.

#### **3.4.5. Emisión de certificados de calibración**

Esta estación de trabajo se encarga de la emisión de certificados de calibración, cuenta con varios procesos que documentan los resultados obtenidos de cada una de las etapas del proceso de calibración de los medidores nuevos y usados, estos procesos son: la generación de los certificados que controla la información de todos los procesos realizados al medidor, la aprobación donde se verifica que la información consolidada por el calibrador coincida con la información plasmada en el certificado, la digitalización que almacena la información para garantizar su protección y la trazabilidad dentro del proceso, finalmente la publicación que divulga la información del medidor procesado a su respectivo cliente y que sirve para posteriores consultas.

### **3.5. Información generada en cada estación de trabajo**

Cada estación de trabajo genera y recibe información y materiales de las demás estaciones, la identificación de esta información permite la realización de los modelos y la identificación de los roles y actores que intervienen en cada una de estas. A continuación se muestra el intercambio de información entre las estaciones de trabajo.

#### **3.5.1. Almacén, recepción y despacho**

Almacén, recepción y despacho es la estación de trabajo encargada del inicio y cierre de operaciones del proceso de calibración del laboratorio; cuenta con flujos de información hacia diferentes áreas, en la tabla 3.3., se encuentra consignada la información generada y el lugar de destino.

**Tabla 3.3. Información generada por almacén, recepción y despacho**

<b>Información</b>	<b>Estación de destino</b>
Condiciones de recepción de equipos	Cliente
Guía de remisión (observaciones)	Cliente
Ordenes almacén	Verificación externa
Inventario medidores	Contratistas
Información contratistas	Contratistas
Solicitud a laboratorios externos para calibración	Otros
Base de datos medidores nuevos	Contratistas
Certificados digitales	Operativa
Registro de salida y entrada de los equipos del laboratorio	Emisión de certificados
Acta de entrega de medidores	Cliente
Acta de aceptación o rechazo	Cliente
Medidores	Verificación externa
Bolsas de custodia	Despacho
Registro entrega de equipos	Cliente
Certificado de calibración de medidores	Cliente
Medidores	Cliente

Además de la información generada por esta estación de trabajo también se acuerda otra información entre el cliente y al auxiliar administrativo como las condiciones y requisitos de trabajo, el alcance de los servicios a contratar, el tiempo de respuesta del proceso final, entre otros. Igualmente son necesarios los documentos de referencia y los registros de calidad.

Al momento de realizar el despacho se confirma la dirección del cliente, fecha de despacho, horario de atención, se detalla la cantidad de cajas o huacales y los equipos enviados.

### **3.5.2. Verificación externa y Alistamiento inicial**

Continuando con las estaciones de trabajo, la información generada por verificación externa y alistamiento inicial se encuentra registrada en la tabla 3.4.

**Tabla 3.4. Información generada por verificación externa o alistamiento inicial**

<b>Información</b>	<b>Estación de destino</b>
Tapa bloque de terminales	Verificación interna o sellado
Datos del medidor	Calibración, verificación externa o sellado y Emisión de certificados
Verificación externa	Calibración, verificación externa o sellado y Emisión de certificados
Información placa de características.	Calibración, verificación externa o sellado y Emisión de certificados
Observaciones	Calibración, verificación interna o sellado y Emisión de certificados
Información sellos	Calibración, verificación interna o sellado y Emisión de certificados
Indicador de no conformidad y elementos extraños	Calibración, verificación interna o sellado y Emisión de certificados
Correos de notificación	Emisión de certificados
Medidores	Calibración o verificación interna

Para esta estación también son necesarios documentos de referencia y registros de calidad.

### 3.5.3. Calibración

La estación de trabajo de calibración genera información hacia las demás estaciones, la cual se encuentra en la tabla 3.5.

**Tabla 3.5. Información generada por calibración**

<b>Información</b>	<b>Estación de destino</b>
Interpolación de datos	Verificación interna o sellado y Emisión de certificados
Condiciones ambientales	Verificación interna o sellado y Emisión de certificados
Tabla de verificación interna	Verificación interna o sellado
Información de tanda	Verificación interna o sellado
Indicador de no conformidad	Verificación interna o sellado
Resultado de calibración	Verificación interna o sellado y Emisión de certificados
Observaciones	Verificación interna o sellado y Emisión de certificados
Correos de notificación	Emisión de certificados
Medidores	Verificación interna o sellado

Los documentos de referencia y los registros de calidad son necesarios para las actividades realizadas en esta estación de trabajo.

### 3.5.4. Verificación Interna o Sellado

La estación de verificación interna o sellado tiene como salida información y materiales, los cuales se dirigen a otras estaciones, estos se encuentran documentados en la tabla 3.6.

**Tabla 3.6. Información generada por verificación interna o sellado**

<b>Información</b>	<b>Estación de destino</b>
Formato de verificación interna	Emisión de certificados
Información de los sellos	Gestor de calidad
Sellos dañados	Gestor de calidad
Correos de notificación	Emisión de certificados
Medidores	Almacén, recepción y despacho

Los documentos referencia y los registros de calidad se usan como soporte para ampliar o completar la comprensión de los procesos realizados en esta estación.

### 3.5.5. Emisión de certificados de Calibración

La información generada por la estación de Emisión de certificados de calibración se encuentra en la tabla 3.7.

**Tabla 3.7. Información generada por Emisión de certificados de calibración**

<b>Información</b>	<b>Estación de destino</b>
Certificado de calibración de medidores	Almacén, recepción y despacho
Informe de errores	Verificación externa, calibración, verificación interna o sellado

Además, son necesarios algunos documentos de referencia y registros de calidad que amplían la comprensión del proceso.

### 3.5.6. Cliente

De parte del cliente también es necesaria información para poder empezar el proceso en el laboratorio, esta información se encuentra consignada en la tabla 3.8.

**Tabla 3.8. Información generada por el cliente**

<b>Información</b>	<b>Estación de destino</b>
Servicio requerido	Almacén recepción y despacho
Cantidad de los equipos	Almacén recepción y despacho
Características o condiciones especiales	Almacén recepción y despacho
Método de calibración	Almacén recepción y despacho
Requerimiento de entrega de equipos	Almacén recepción y despacho
Disposición final de algunos elementos adicionales	Almacén recepción y despacho
Forma de pago	Almacén recepción y despacho
Solicitud de servicio	Almacén recepción y despacho
Guía de remisión	Almacén recepción y despacho
Formato de rótulos de medidores	Almacén recepción y despacho
Medidores	Almacén recepción y despacho

### **3.6. Medios bajo los cuales se establece el intercambio de información**

Características como la pertinencia de los datos, estandarización de la información, calidad y fiabilidad de la información y medios de trasmisión del contenido de datos de la información intercambiada define en cierta medida el flujo de información y la interacción entre las funciones en los procesos de una organización.

Por ello se hace necesario un análisis de los medios de intercambio de información entre cada una de las estaciones de trabajo que conforman el proceso de calibración de medidores en el laboratorio de metrología de CEO.

A continuación se realiza una descripción y respectivo análisis de cada una de las herramientas y medios utilizados para el intercambio de información en el laboratorio de calibración, descrita de acuerdo a cada estación de trabajo que evidencia la trazabilidad de la información, estas son:

#### **3.6.1. Sistema de gestión metrológica CEC For20**

Es una herramienta creada para la ejecución y conexión de la información generada en el proceso de calibración en cada una de las estaciones de trabajo, donde cada operario tiene acceso a una parte específica de acuerdo a su cargo y procedimiento a realizar; por ejemplo en verificación externa se realiza el ingreso de características de los medidores. Esta herramienta presenta algunos problemas al no diferenciar los errores que se producen en verificación externa y alistamiento inicial.

### **3.6.2. Correos Electrónicos**

Es una herramienta que conecta todo el laboratorio, su función principal es la comunicación interna del laboratorio ya sea para información general a todo el personal o específica de un procedimiento a otro. Además también conecta las áreas de recepción y despacho con los clientes.

Puede presentar deficiencias cuando no se garantiza un buen servicio de la red y la comunicación debe ser hacerse de forma manual impidiendo conservar soportes de la trazabilidad de los procesos.

### **3.6.3. Excel**

Esta herramienta sirve de apoyo en el proceso de calibración, se usa para el manejo de tablas de datos, gráficos, bases de datos, etc.; ayudando a mejorar el manejo de la información generada y almacenada, siendo de gran utilidad en cada una de las estaciones de trabajo en que es usada, algunas de las actividades realizadas con esta herramienta son la verificación de información proveniente de los contratistas y el manejo de inventario de medidores nuevos y usados. Esta herramienta presenta dificultades al no estar conectada con el sistema de gestión metrológica, haciendo que la información sea exportada manualmente, lo que genera mayores tiempos de trabajo y la posible pérdida o alteración de la información suministrada.

### **3.6.4. Open Smartflex**

Esta herramienta es una plataforma basada en un enfoque BOSS (Business and Operations Support Systems), usada para medidores nuevos, donde se crean los números de series y se modifica el estado de los medidores para que los contratistas verifiquen la información antes de realizar la instalación en campo de los mismos.

### **3.6.5. Imecaltes**

Es una herramienta específica del proceso de calibración que se usa para generar y guardar los resultados de las pruebas de calibración.

### **3.6.6. Imereportes**

Herramienta que almacena la información generada del procedimiento de calibración y que es usada para la emisión de certificado de calibración de todos los medidores procesados.

### **3.6.7. Formato Registro de Calibración**

Es un formato físico usado para consignar los resultados de las pruebas de calibración con el propósito de llevar un control y soporte para actualizar la información en CEC For 20.

### **3.6.8. CEC For 17**

Herramienta digital de control interno para el manejo de sellos específicamente para medidores nuevos.

### **3.6.9. Trabajos no conformes del laboratorio de CEO**

Formato digital creado específicamente para el reporte de inconsistencias o trabajos no conformes del laboratorio, todos los operarios tienen acceso a ella para reportar de forma inmediata algún acontecimiento considerado trabajo no conforme, el objetivo de esta herramienta es tener un control e identificar las actividades que generan trabajos no conformes, para dar solución a las mismas y evitar que se repitan en la ejecución del proceso de calibración del laboratorio.

El conocimiento de las estaciones de trabajo y la información intercambiada entre cada una de estas es de vital consideración en la comunicación del laboratorio, por ello la importancia de las herramientas de intercambio de dicha información, las cuales deben estar integradas en todo el proceso para garantizar el adecuado flujo de la información, lo cual hace necesario identificarlas y conocer el estado actual de funcionamiento de las mismas para realizar aportes más puntuales en el laboratorio.

## **Capítulo 4. MODELADO DE LOS PROCESOS OPERATIVOS DEL LABORATORIO DE METROLOGIA DE CEO.**

El modelado de los procesos operativos se compone de tres pasos, inicialmente la elección de herramientas para modelar, luego el modelado estructural que además aporta el contenido de datos de la información intercambiada y finalmente el modelado dinámico del cual se obtiene adicionalmente la definición de roles y actores de los procesos de negocio, esto con el fin de obtener un modelado adecuado y completo del Laboratorio de Metrología de CEO.

### **4.1. Selección de las herramientas de modelado**

Las herramientas de modelado descritas en el capítulo dos evidencian las numerosas opciones que se tienen para realizar el modelado de procesos de negocio; con el conocimiento de sus características es posible identificar que difieren en su alcance y capacidad de representación. Además no existe una solución definitiva o una herramienta universal que cumpla con todas las características requeridas en un modelado. El objetivo de la selección no es encontrar la herramienta definitiva, pero si la más adecuada para las necesidades de modelado del caso de estudio.

Teniendo en cuenta que los modelos de procesos de negocio pueden ser usados para realizar diagnósticos sobre el estado actual de la organización, soportar la toma de decisiones en pro de la mejora de la misma, realizar ingeniería y/o reingeniería de procesos, diseño y desarrollo de sistemas de información; el propósito con que se realice el modelado influye significativamente en los requisitos o características que debe cumplir el modelado.

Basados en los requerimientos correspondientes a los objetivos de modelado más comunes de Curtis [30] que se pueden observar en la tabla 4.1., y en el estudio de las características más relevantes de las herramientas de modelado según la meta de modelado, se definieron criterios de selección, los cuales se describen más adelante.

**Tabla 4.1. Características herramientas de modelado.**

<b>Metas y objetivos de modelado</b>	<b>Requerimiento de técnicas de modelado</b>
Soporte al entendimiento humano y a la comunicación	Comprensibilidad y comunicabilidad.
Soporte a la mejora de procesos	Reusabilidad, medición, comparabilidad, selección de soporte tecnológico e incorporación, soporte de evolución de procesos.
Soporte a la gestión de procesos	Razonamiento, pronóstico, medición, monitoreo, gestión y coordinación.
Soporte al desarrollo de procesos	Integración con ambientes de desarrollo, soporte para proceso de documentación, reusabilidad.
Soporte a la ejecución de procesos	Automatización de las tareas de procesos, automatización de las medidas de desempeño.

Realizando un análisis de cada uno de los requerimientos de técnicas de modelado de las metas y objetivos de modelado de Curtis [30] que se encuentran en la tabla 4.1., junto con las características más relevantes de cada herramienta, se determinaron los siguientes criterios para la selección de las herramientas de modelado:

- Soporte al entendimiento humano:
  - **Estandarización (1):** Define estrictamente el lenguaje gráfico utilizado en el proceso de modelado. Las fases de análisis y los símbolos gráficos hacen que el proceso de modelado sea estándar y conciso.
  - **Representación (2):** Representación gráfica sencilla e intuitiva, fácil de entender.
  - **Soporte para documentación (3):** este criterio se refiere a la capacidad de consignar la información relevante de los modelos formulados, en formatos para la transmisión de la información y almacenamiento de la misma.
  
- Soporte a mejora de procesos:
  - **Expresividad (4):** capacidad de modelar la complejidad de los procesos de negocio tanto en su comportamiento, como en asignación de recursos, determinación de roles, ejecución de actividades paralelas y disyuntas, entre otras.
  - **Información (5):** Permite representar la interacción entre los procesos mediante flujos de información.
  
- Soporte a la gestión de procesos:
  - **Roles (6):** Permite representación de los roles que intervienen en el proceso.
  - **Jerarquía (7):** Permite realizar modelos jerárquicos con los cuales se puede analizar un proceso global, los subprocesos y las actividades.
  - **Explicitación de los recursos (8):** 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.
  
- Soporte al desarrollo de procesos:
  - **Evolución (9):** Permite ver la evolución del proceso en el tiempo.
  - **Software (10):** Existen diferentes software para realizar el modelado con la herramienta.
  
- Soporte a la ejecución de procesos:
  - **Secuencia (11):** Modela la activación de tareas después de la ejecución de un trabajo anterior, en el mismo proceso.

#### 4.1.1. Evaluación de criterios y elección de herramientas de modelado

Partiendo de la definición de los criterios de evaluación de las herramientas de modelado y el conocimiento de las características de estas se establece la Tabla 4.2., que describe una lista de chequeo del cumplimiento en mayor o menor grado los criterios por cada una de las herramientas, teniendo así:

La “X” representa el cumplimiento en mayor grado de un criterio por parte de una de las herramientas, la ausencia de “X”, es decir, el espacio en blanco representa un cumplimiento en menor grado o nulo de un criterio por parte de una de las herramientas.

**Tabla 4.2. Características herramientas de modelado.**

Herramienta	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
<b>Modelado dinámico</b>											
<b>WF-Net</b>	X	X	X	X		X	X		X	X	X
<b>UML</b>	X		X	X		X	X	X	X	X	X
<b>RAD</b>		X		X		X				X	
<b>IDEF 3</b>	X	X		X			X	X		X	X
<b>Modelado estructural</b>											
<b>BPMN</b>	X	X								X	X
<b>IDEF 0</b>	X	X	X		X		X	X		X	
<b>UML</b>	X		X	X		X	X	X	X	X	X
<b>D. GANTT</b>		X		X					X	X	X

La Tabla 4.2., muestra de forma resumida las ventajas que tiene cada uno de los lenguajes de modelado tanto estructurales como dinámicos y permite descartar de forma rápida las herramientas que cumplen con menos criterios de selección. Con esto quedan WF-Net y UML para modelado dinámico e IDEF0 y UML para modelado estructural. Teniendo en cuenta que los criterios más relevantes para este proyecto son representación (2), información (5) y roles (6) se concluye el proceso de selección de las herramientas, debido a que UML no cumple con dos de estos criterios mientras IDEF0 y WF-Net cumplen con los tres al complementarse. Por tanto las herramientas seleccionadas para el modelado de los procesos operativos en el Laboratorio de Metrología de CEO son IDEF0 para modelado estructural y WF-Net para modelado dinámico. Además WF-Net tiene ventajas como la capacidad de analizar los procesos de negocios por medio de simulación, validación y verificación de los modelos [34]. También, tanto IDEF0 como WF-Net tienen un lenguaje simple pero preciso, permitiendo una vista estratégica de un proceso, facilitando el análisis para la identificación de áreas o procesos de mejora y se complementan para realizar el modelado dinámico y el modelado estructural, entre otras. A continuación se describen con mayor profundidad cada una de ellas.

## 4.2. Modelado estructural de los procesos operativos del laboratorio de metrología de CEO

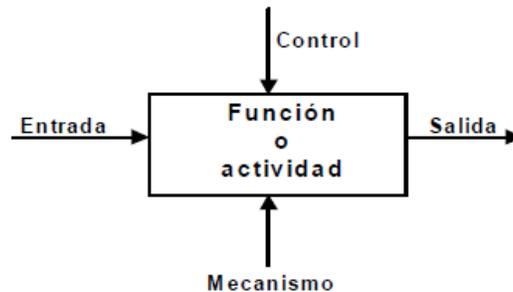
Teniendo toda la información de laboratorio recopilada y organizada se procedió a realizar el modelado de los procesos operativos, los cuales se dividen en modelado estructural y dinámico, estos permiten identificar diferentes características del proceso. A continuación se describen con más detalle las herramientas seleccionadas y el modelado realizado con ellas.

### 4.2.1. Técnica de modelado estructural seleccionada: IDEFØ

#### 4.2.1.1. Diagramación y componentes del IDEFØ

El modelado del IDEFØ se lo diagrama a través de cajas y flechas, donde cada caja contiene una función o actividad y cada flecha indica un control, un mecanismo, una entrada o una salida de la actividad como se muestra en la figura 4.1.

**Figura 4.1. Representación de una actividad**



**Fuente:** Proyecto para la mejora de la logística del proceso de distribución de equipos celulares de una empresa de telefonía celular a nivel nacional, utilizando el modelado IDEFØ y la técnica de transformación empresarial, Abril de 2013 [23].

- **Cajas:** el nombre de la caja siempre debe ser un verbo o una frase verbal que sea descriptiva de la función que la caja representa. La forma de la caja siempre debe ser rectangular con las esquinas rectas formando ángulos de 90° y del suficiente tamaño para albergar el nombre de la función.
- **Flechas:** las flechas siempre deben contener segmentos rectos que formen ángulos de 90°, no se permiten trazos oblicuos.

Las flechas que entran en la caja por su izquierda son las entradas y éstas son transformadas o consumidas por la función para producir las salidas. Las flechas que entran en la caja por su parte superior son los controles. Los controles especifican las condiciones requeridas por la función para producir salidas

correctas. Las flechas que salen de la caja por su parte derecha son las salidas y éstas son datos u objetos producidos por la función.

Las flechas conectadas a la parte inferior de la caja representan los mecanismos. Las flechas en dirección hacia arriba identifican algunos de los medios que apoyan la ejecución de la función. Las flechas de mecanismo que salen de la caja hacia abajo son flechas de llamada, estas posibilitan compartir detalles entre modelos o entre partes del mismo modelo. La caja que es llamada ofrece detalles para la caja "llamante", la caja que está llamando desde donde sale la flecha [23].

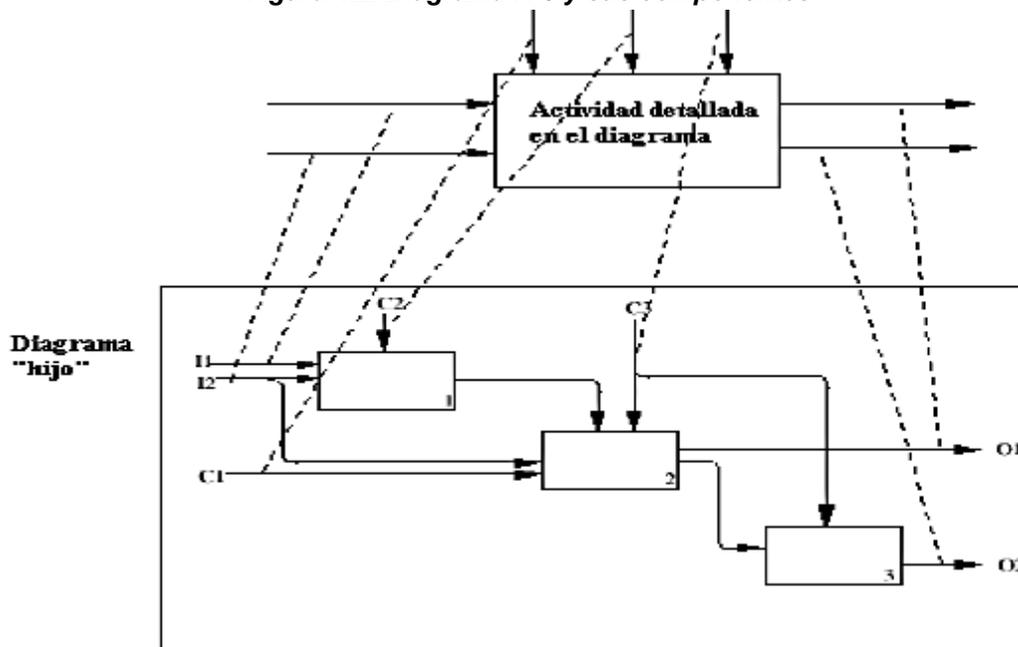
#### **4.2.1.2. Conceptos básicos del IDEFØ.**

- **Diagrama A-0:** diagrama de contexto de IDEFØ de una sola caja, que contiene la función de alto nivel (Top-Level) que va a ser modelada, junto con sus inputs, outputs, controles y mecanismos, ver figura 4.2.
- **Etiqueta de flecha:** nombre que especifica el significado de una flecha.
- **Segmento de flecha:** segmento de línea que empieza o termina en una caja, una rama o una línea sin final conectado.
- **Flecha de límite:** flecha con un extremo no conectado a ninguna caja o diagrama.
- **Nombre de caja:** verbo o frase verbal ubicada en el interior de una caja IDEFØ para describir la función modelada.
- **Número de caja:** el número que va desde 0 a 6 que se sitúa dentro de la esquina inferior derecha de una caja IDEFØ para identificar dicha caja en un diagrama.
- **Rama:** flecha ramificada en dos o más partes que describe el mismo objeto o dato.
- **Número C:** número creado cronológicamente que se usa para identificar inequívocamente un diagrama y para trazar su historia. Puede ser usado como expresión de referencia de detalle para especificar una versión concreta del diagrama.
- **Flecha de llamada:** tipo de flecha de mecanismo que permite compartir detalles entre modelos o dentro de un modelo uniéndolos.
- **Caja hijo (filial):** caja de un diagrama hijo (filial).
- **Diagrama child:** diagrama que detalla un diagrama padre (parental).
- **Diagrama contexto:** diagrama que presenta el contexto de un modelo cuyo número de nodo es A-n (n mayor o igual a cero). El diagrama de una caja A-0 es un diagrama de contexto requerido; los diagramas con número de nodos A-1, A-2,... son diagramas de contexto opcionales.
- **Flecha de control:** tipo de flecha que expresa control de IDEFØ, es decir, aquellas condiciones requeridas para producir un output correcto. Los datos u objetos modelados como controles pueden ser transformados por la función creando así un output. Las flechas de control se suelen asociar con la parte superior de una caja IDEFØ.
- **Ejemplos desde el punto de vista del gestor del sistema:** políticas, manuales de calidad, presupuestos y procedimientos.

- **Descomposición:** división de una función de modelado en las funciones que la componen.
- **Expresión de referencia de detalle (DRE o ERD):** expresión escrita bajo la esquina inferior derecha de una caja IDEFØ para mostrar que está detallada y para indicar qué diagrama la detalla.
- **Diagrama:** unidad de un modelo IDEFØ que presenta los detalles de una caja.
- **Número de nodo de diagrama:** la parte del nodo de referencia del diagrama que corresponde con el número de nodo de su caja padre (parental).
- **Bifurcación:** cruce en el que un segmento IDEFØ se divide en dos o más segmentos.
- **Función:** actividad, proceso o transformación (modelada por una caja IDEFØ) identificada por un verbo o frase verbal que describe que debe ser cumplido.
- **Nombre de función:** igual que el nombre de caja.
- **Glosario:** lista de definiciones para palabras claves, frases y acrónimos usados conjuntamente con un modelo o nodo IDEFØ como un todo.
- **Código ICOM:** acrónimo para input, control, output, mechanism. Código que asocia las flechas sin final de un diagrama hijo (filial) con las flechas de su diagrama padre (parental); también usado para propósitos de referencia.
- **Modelo IDEFØ:** descripción gráfica de un sistema o contenido que se desarrolla con un propósito concreto y con un punto de vista determinado. El conjunto de uno o más diagramas IDEFØ describe las funciones del área de un sistema o sujeto con gráficos, textos y glosario.
- **Flecha de input:** tipo de flecha que expresa un input o entrada, el dato u objeto que es transformado por la función en un output o salida. Las flechas de input se ubican en la parte izquierda de la caja. Desde el punto de vista del gestor los inputs pueden ser necesidades, requisitos, estados, etc. y desde puntos de vista más concretos pueden ser documentos tales como facturas, albaranes, etc.
- **Interfaz:** la conexión entre dos o más componentes de modelos con el propósito de pasar datos u objetos de uno a otro.
- **Flecha de mecanismo:** tipo de flechas de IDEFØ que representan mecanismos, es decir, aquello que se necesita para desarrollar una función. Las flechas de mecanismo se sitúan en la parte baja de la caja IDEFØ. Desde el punto de vista del gestor los mecanismos muestran las interrelaciones con otros procesos, los recursos externos necesarios para el proceso, etc. Estos comprenderán personal no adscrito al proceso que se está representando, sistemas de información, asesores externos.
- **Nodo:** caja desde la que se originan cajas hijas; caja padre (parental).
- **Flecha de output:** tipo de flecha que expresa un output IDEFØ, es decir, el dato u objeto producido por una función. Las flechas de output están asociadas a la parte derecha de una caja IDEFØ, desde el punto de vista del gestor pueden ser satisfacciones, etc.
- **Caja padre (parental):** caja que es detallada por una diagrama hijo (filial).
- **Diagrama padre (parental):** diagrama que contiene una caja padre (parental).

- **Título:** verbo o frase verbal que describe la función general representada en un diagrama IDEFØ; el título de un diagrama hijo (filial) corresponde al nombre de su caja padre (parental) [23].

**Figura 4.2. Diagrama A-0 y sus componentes**



**Fuente:** Proyecto para la mejora de la logística del proceso de distribución de equipos celulares de una empresa de telefonía celular a nivel nacional, utilizando el modelado IDEFØ y la técnica de transformación empresarial, Abril de 2013 [23].

#### 4.2.1.3. Normas de representación

El diagrama gráfico es el principal componente de un modelo IDEFØ. Las funciones que representan las cajas de estos diagramas pueden ser divididas o descompuestas en diagramas de más detalle hasta que se haya descrito al nivel necesario para lograr los objetivos concretos del proyecto representado.

El diagrama de alto nivel del modelo, (top-level) proporciona una descripción más general o abstracta del tema representado en el modelo. A este diagrama le siguen una serie de diagramas hijos (filiales) que van a proporcionar más detalles sobre el tema.

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

Dado que una sola caja representa todo el tema, el nombre que lo describe es muy general. Lo mismo ocurre con las flechas de interfaces dado que representan el conjunto de relaciones externas del tema. El diagrama A-0 también establece el objetivo del modelo así como su orientación.

El diagrama A-0 también presenta breves reseñas especificando el punto de vista y el propósito del modelo. El punto de vista determina qué puede ser visto en el modelo del contexto y sobre qué perspectiva.

La declaración del objetivo expresa el motivo de creación del modelo y determina la estructura del modelo.

- **Diagrama hijo (filial):** La función representada en el diagrama top-level puede descomponerse en distintos diagramas hijos (filiales) de menor nivel. Asimismo, esas subfunciones pueden ser descompuestas en nuevos diagramas hijos de menor nivel. En un diagrama pueden descomponerse todas las funciones, algunas, o ninguna de ellas. Cada diagrama hijo contiene cajas hijas y flechas que proporcionan un detalle adicional sobre la caja padre.
- **Diagrama padre (parental):** Un diagrama padre es aquel que contiene una o más cajas padre. Cada diagrama ordinario (que no sea el diagrama contexto) es también a su vez un diagrama hijo dado que por definición detalla una caja padre.

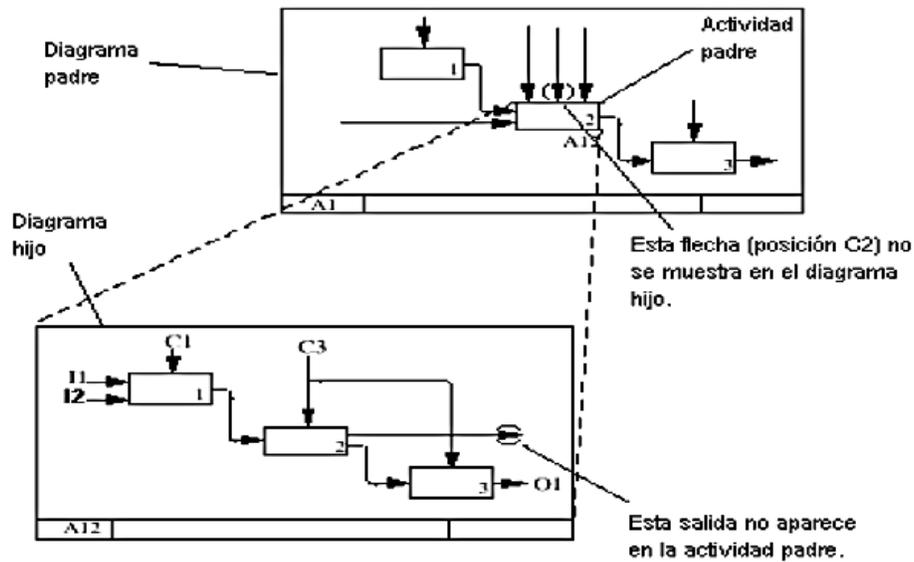
La expresión de la referencia de detalle DRE (Detail Reference Expression) indica que una caja padre tiene una caja hija que la detalla, ver figura 4.3.

La DRE es un código corto escrito debajo de la esquina inferior derecha de la caja del diagrama que está siendo detallado (el padre).

La DRE puede tener una de las siguientes formas:

- Un número cronológico creado llamado Número-C que identifica inequívocamente una versión concreta del diagrama hijo.
- Un número de página del diagrama hijo en el documento publicado en el que aparece el modelo.
- El número de nodo que referencia el diagrama hijo. Si hay distintas versiones del diagrama hijo, una versión particular no podrá ser especificada.
- El número de nota del modelo cuyo texto especifica las condiciones para la selección de una versión hijo particular.

**Figura 4.3. Ilustración DRE**



Fuente: proyecto para la mejora de 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 de transformación empresarial, Abril de 2013 [23].

#### 4.2.1.4. Reglas de sintaxis de los diagramas

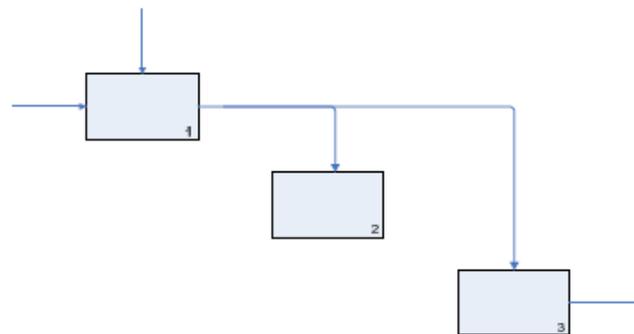
- Los diagramas contexto deben tener números de nodo A-n, donde n es igual o mayor a cero.
- El modelo debe contener un diagrama de contexto A-0 que contenga solo una caja.
- El número de caja de la caja única del diagrama de contexto AO debe ser 0.
- Un diagrama que no sea el de contexto debe tener entre tres y seis cajas.
- Cada caja de un diagrama que no sea de contexto debe numerarse en su esquina inferior derecha desde 1 hasta 6.
- Cada caja que ha sido detallada, debe tener la expresión de la referencia detallada de su diagrama hijo escrito bajo la esquina inferior derecha de la caja.
- Las flechas deben dibujarse con trazos horizontales y verticales, nunca diagonales.
- Cada caja debe tener un mínimo de una flecha de control y una flecha de output.
- Una caja puede tener cero o más flechas de input.
- Una caja puede tener cero o más flechas de no llamada de mecanismo.
- Una caja puede tener 0 ó 1 flechas de llamada.

- Las flechas de límite con final abierto que representan el mismo dato u objeto deben conectarse mediante flechas ramificadas a todas las zonas afectadas a menos que esto haga que el diagrama sea incomprensible.

#### 4.2.1.5. Reglas de Numeración de los Nodos

- El diagrama de contexto de alto nivel (top-level) siempre se numera A-0
  - Otros diagramas de contexto de niveles superiores no requeridos se numeran como A-n siendo n mayor a cero.
  - Los diagramas hijos (filiales) de primer orden se numeran como A1, A2,...An.
  - Los diagramas hijos de un nivel inferior serán numerados como A11, A12,..., A61..., A66 y así sucesivamente.
- **Activación de una caja:** Una caja puede activar varias partes de su función bajo distintas circunstancias, usando distintas combinaciones de sus inputs y controles, y produciendo distintos outputs. Estas distintas actuaciones se llaman activaciones de la caja.
  - **Operaciones en Cadena:** Algunas funciones en un modelo pueden ser desarrolladas en cadena si las condiciones necesarias se han satisfecho. El output de una caja puede proveer algunos o todos de los datos y objetos necesarios para la activación de una o varias cajas. Cuando el output de una caja proporciona algunos o todos los inputs, controles o mecanismos necesarios para otra caja, la activación de la caja última dependerá del desarrollo secuencial. Sin embargo, distintas activaciones de la misma caja con distintos requisitos pueden operar en cadena. Una vez que el dato u objeto ha sido provisto, las funciones 2 y 3 pueden operar en cadena como se observa en la figura 4.4 [23].

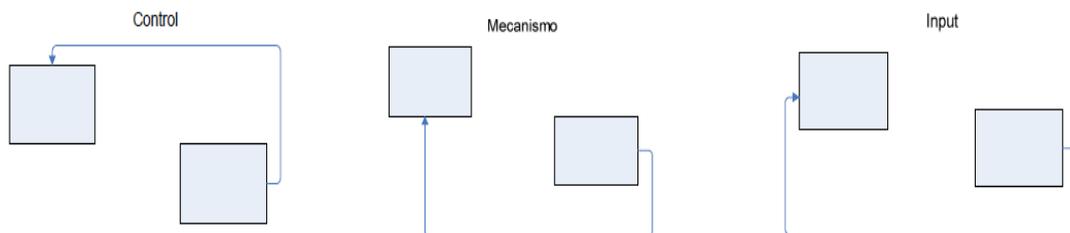
**Figura 4.4. Operación en cadena**



**Fuente: Proyecto para la mejora de 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 de transformación empresarial, Abril de 2013 [23].**

- **Feedback o retroalimentación:** En los modelos de IDEFØ se puede representar el feedback o retroalimentación de controles, inputs o mecanismos. Esto se produce cuando algunos de estos elementos vuelven a entrar en el proceso realimentándolo, ver figura 4.5. La forma de expresarlo son las siguientes:
  - Los controles de feedback se muestran con una flecha que sale hacia arriba y entra por la parte superior.
  - Los feedback de input se muestran con una flecha que sale hacia abajo y entra por la derecha.
  - Los mecanismos de feedback deben mostrarse con una flecha que sale hacia abajo y entra en la caja por abajo [23].

**Figura 4.5. Ilustración Feedback**

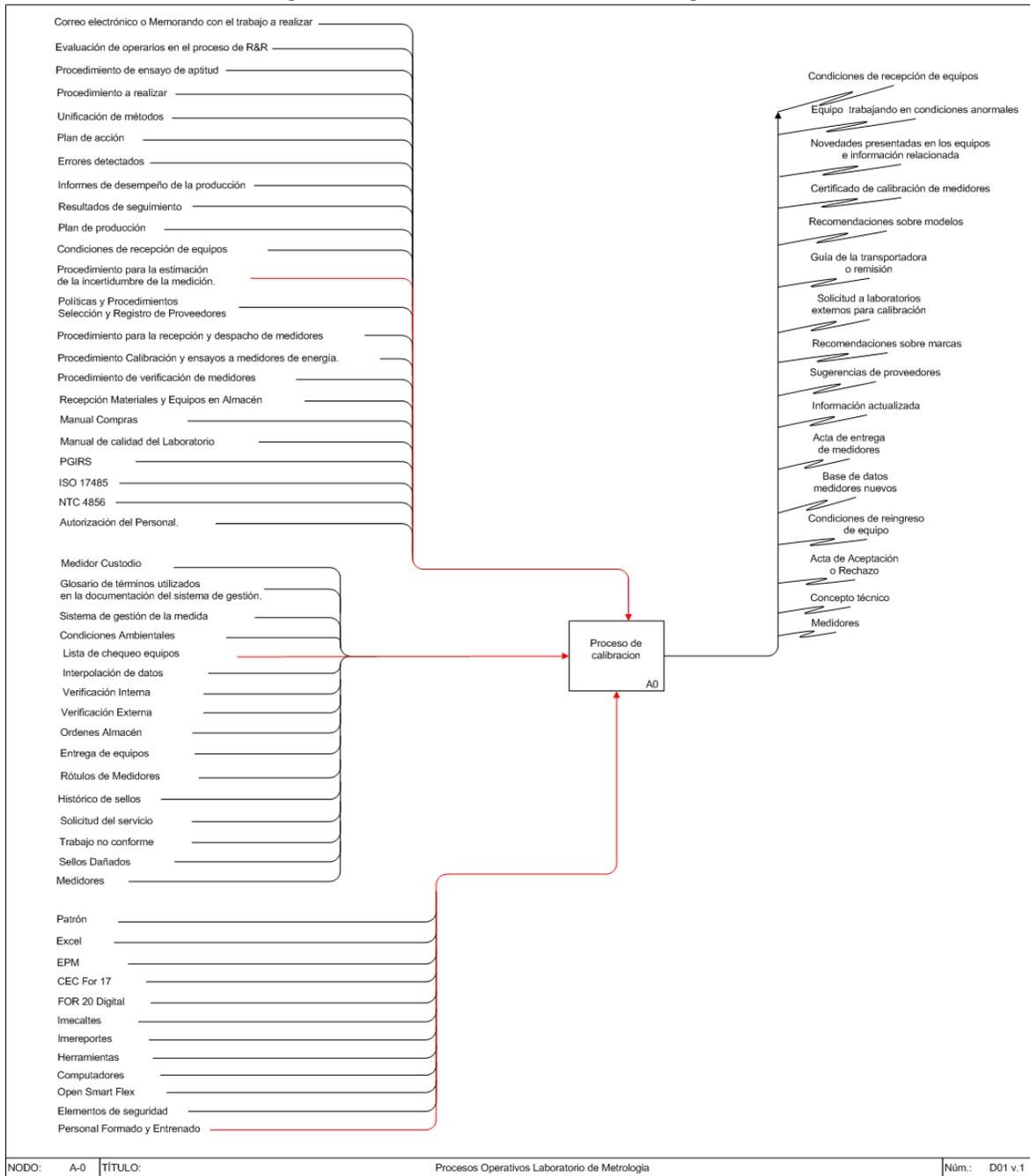


**Fuente:** Proyecto para la mejora de la logística del proceso de distribución de equipos celulares de una empresa de telefonía celular a nivel nacional, utilizando el modelado IDEFØ y la técnica de transformación empresarial, Abril de 2013 [23].

#### 4.2.2. Modelado estructural de los procesos operativos del laboratorio de metrología de CEO

Con la cadena de valor se realizó el primer acercamiento al laboratorio, con esto se identificaron las actividades que intervienen en el proceso de calibración, ahora después de la descripción completa de la herramienta IDEFØ con la cual se realiza el modelado estructural, se pretende ver de forma más clara los flujos de información que anteriormente se identificaron. Estos modelos estructurales permiten tener una vista global y detallada del proceso como se ve en la figura 4.6 la cual muestra el diagrama A-0 que es la vista general del proceso de calibración en el laboratorio, en este se observa la información de entrada, de salida, los mecanismos y los controles que intervienen en los procesos operativos del laboratorio de metrología CEO.

**Figura 4.6. A-0 Laboratorio de metrología CEO**

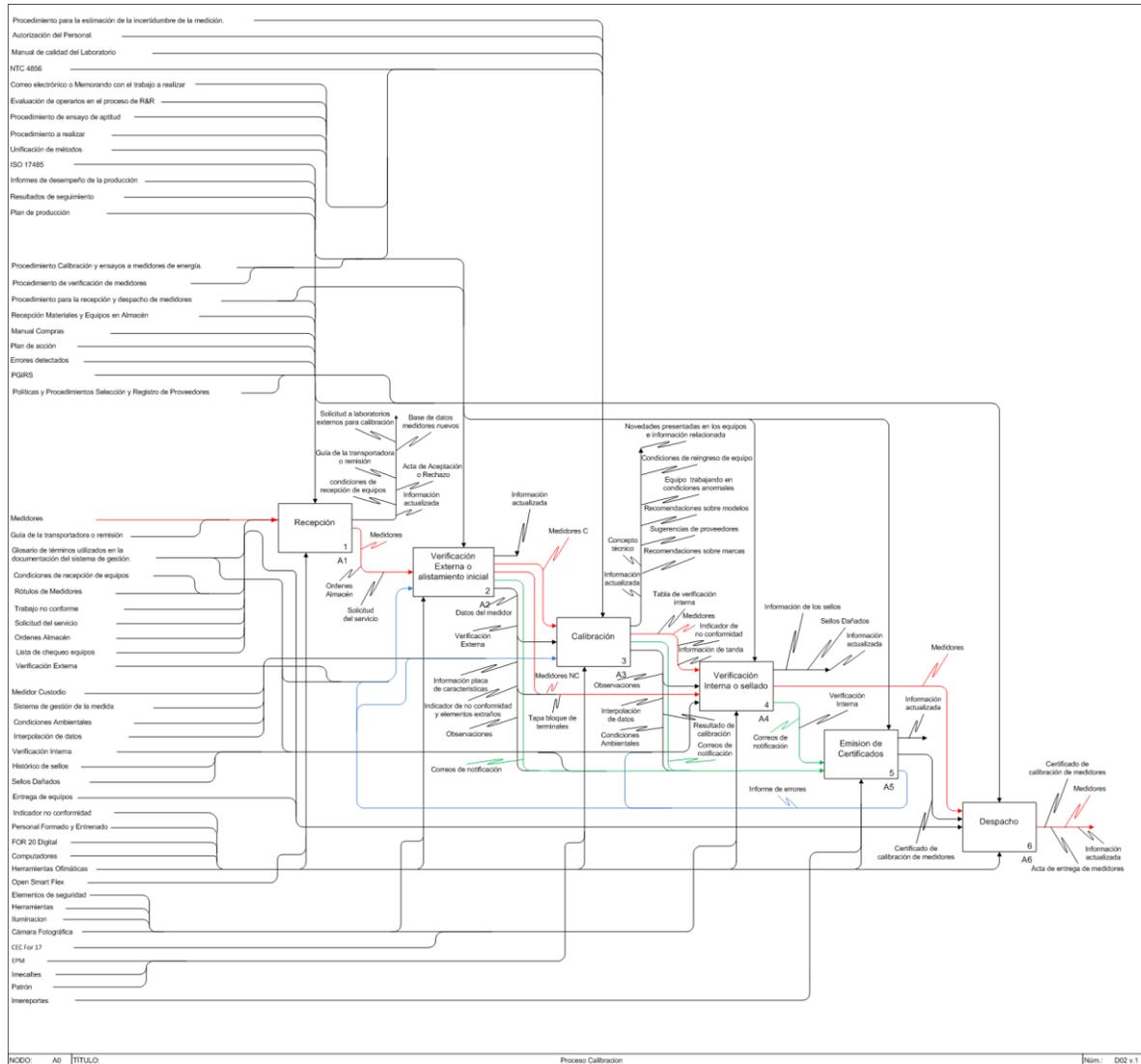


**Fuente: Propia**

En la caja procesos de calibración del diagrama A-0 (ver Figura 4.6.) ingresa diferente información y recursos que al pasar por los procesos que se realizan dentro de ella se producen diversas salidas, los procesos internos se pueden ver en el diagrama A0 de la figura 4.7. Haciendo una comparación de la información en el diagrama A-0 de la figura 4.6., y el diagrama A0 de la figura 4.7., se puede ver que hay relación en las entradas, las salidas, los controles y los mecanismos, por ejemplo las líneas rojas son el procedimiento para estimación de incertidumbre que es un control, la lista de chequeo que es una

entrada y el personal formado y entrenado que es un mecanismo los cuales se pueden ver en las dos figuras.

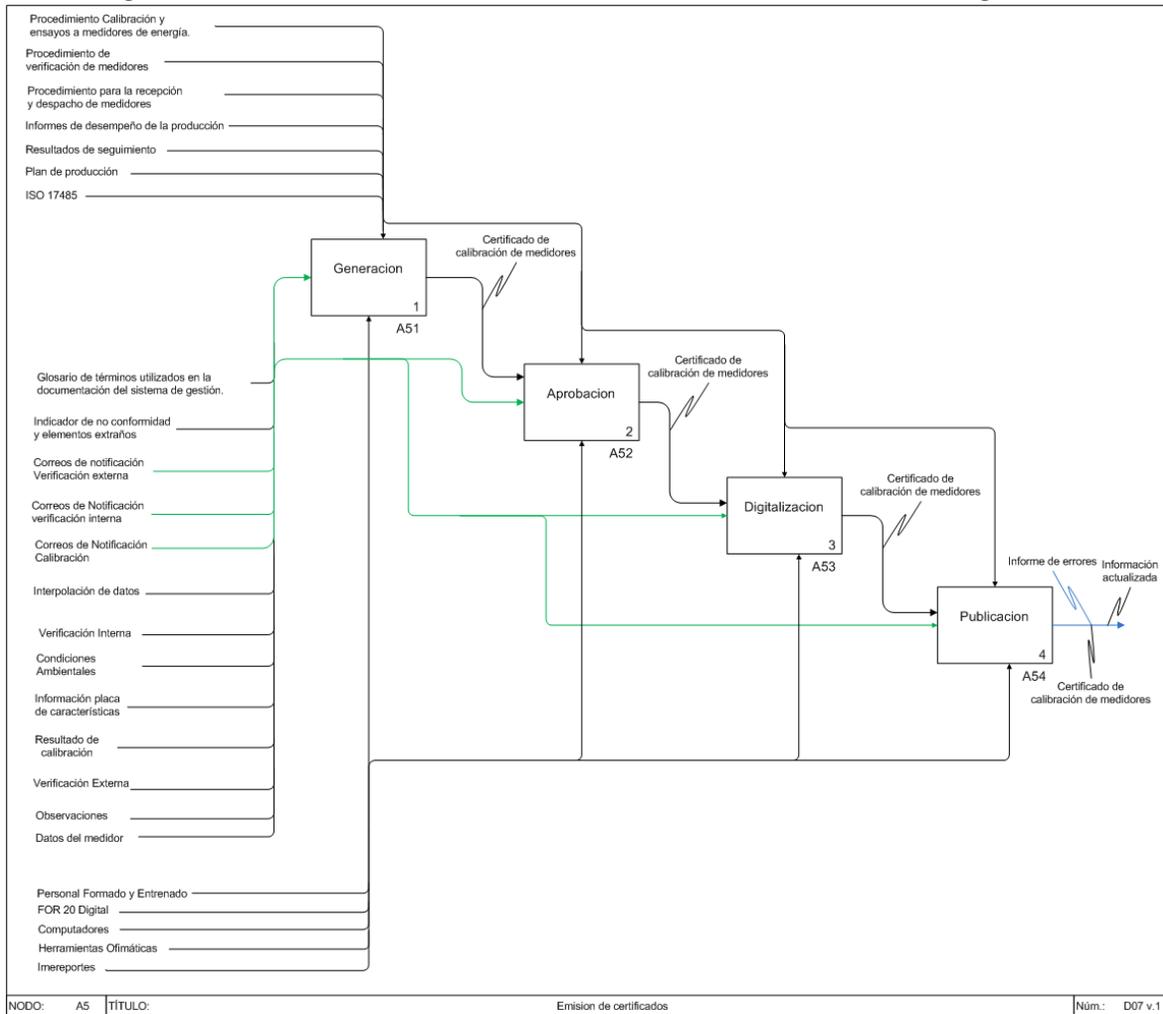
**Figura 4.7. A0 Laboratorio de metrología CEO**



**Fuente: Propia**

Igualmente se puede observar la relación de información de entrada a cada proceso del laboratorio con las actividades que se realizan en él; en el diagrama A5 de la figura 4.8., se ve la información que se utiliza en el proceso de emisión de certificados y las actividades que se realizan en él, además de los recursos necesarios para su funcionamiento. También se puede mirar la relación que tienen los flujos de información del proceso completo del diagrama A0 (ver figura 4.7.) con el proceso de emisión de certificados de la figura 4.8.; las líneas de color azul y verde representan los correos de notificación y el informe de errores, información que relaciona al diagrama padre con el diagrama hijo.

**Figura 4.8. A5 Proceso Emisión de certificados laboratorio de metrología CEO**



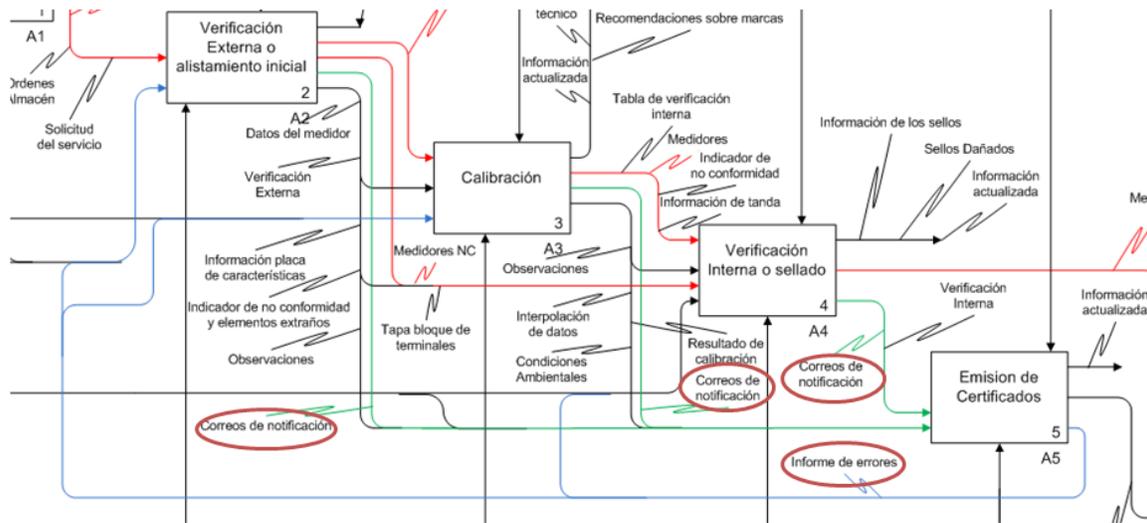
**Fuente: Propia**

Así mismo se puede realizar la relación con la demás información, lo que permitirá al laboratorio identificar si tiene información redundante o información que no se necesite en el proceso.

#### **4.2.3. Contenido de datos de la información intercambiada.**

Conocer la información que se necesita en cada etapa del proceso ayuda a identificar los datos más y menos relevantes en el proceso, definir estos datos intercambiados mejoran el tiempo de respuesta del proceso debido a que se evita redundar en información y se elimina información innecesaria. Ahora, con el modelado estructural de los procesos del laboratorio y con los flujos de información identificados es posible obtener el contenido de los datos que se van a intercambiar.

**Figura 4.9. Flujos De Información (a)**



**Fuente: Propia**

La figura 4.9., muestra algunos de los flujos de información que intervienen en el proceso de calibración, uno de ellos es el correo de notificación que llega desde el proceso de verificación externa o alistamiento inicial, calibración y verificación interna o sellado, hacia emisión de certificados, y como respuesta de emisión de certificados sale el informe de errores hacia los demás procesos. Con los flujos de información identificados se procedió a definir el contenido de datos que los componen. A continuación se presentan algunos de estos datos intercambiados entre las estaciones de trabajo.

#### **4.2.3.1. Correos de notificación**

Los correos de notificación se utilizan para documentar las no conformidades y aclaraciones correspondientes a cada proceso, la información relevante de estos correos es:

- No conformidad
- Datos del medidor
- Etapa del proceso
- Observaciones

#### **4.2.3.2. Datos del medidor**

Los datos del medidor ayudan a la separación de los medidores por sus características.

- Marca
- Modelo
- Tipo de medidor

- Voltaje
- Corriente máxima

#### **4.2.3.3. Información placa de características**

Estas son las características específicas de cada medidor.

- Lote
- Serie
- Revoluciones o pulsos por minuto

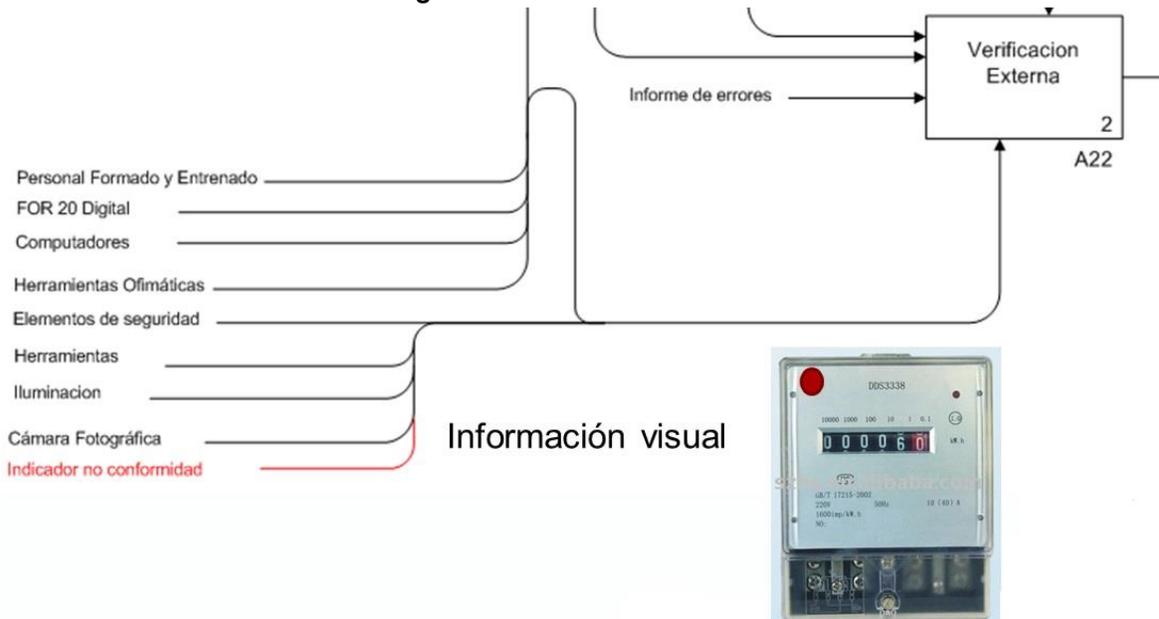
#### **4.2.3.4. Informe de errores**

Se genera cuando hay problemas en la generación de los certificados.

- Nombre de personal implicado
- Área de procedencia
- Tipo de error
- Tanda del medidor

Además, existen otros flujos de información que son de tipo visual como el indicador de no conformidad de medidores, este es un adhesivo pegado sobre los medidores que dependiendo de su ubicación se puede relacionar con una no conformidad de verificación interna o calibración que ayuda a la identificación de medidores que son o no aptos para seguir con el proceso, igualmente esta información se puede apreciar en el modelado estructural en la figura 4.10.

**Figura 4.10. Información Visual**



**Fuente: Propia**

Por motivos de confidencialidad con el laboratorio los demás datos intercambiados no se incluyen en este trabajo. Todos los modelados estructurales se encuentran en el anexo A.

### **4.3. Modelado dinámico de los procesos operativos del laboratorio de metrología de CEO**

#### **4.3.1. Técnica de modelado dinámico seleccionada: WorkFlow Nets**

Una red de Petri que modela una definición del proceso del WorkFlow se llama una red de WorkFlow (WF-Net). Una WF-Net satisface dos requisitos: en primera instancia, la WF-Net tiene un lugar de entrada ( $i$ ) que corresponde a un caso que requiere ser gestionado y un lugar de salida ( $o$ ) correspondiente a un caso que ya ha sido gestionado. Por tanto, cada una de las transiciones  $t$  de la red se debe situar en una trayectoria del lugar  $i$  al lugar  $o$ . En segunda instancia, el siguiente requisito corresponde a una relación fuerte si  $o$  está relacionado con  $i$  por medio de una transición adicional  $t^*$  (transición de realimentación).

**4.3.1.1. Definición de WF-Net:** una red de Petri  $PN = (P, T, F)$  es una WF-Net, si y solo si:

- PN tiene dos lugares especiales:  $i$  y  $o$ . El lugar  $i$  es un lugar fuente:  $\bullet i = \emptyset$  y el lugar  $o$  es un lugar de salida:  $o \bullet = \emptyset$

- Si se agrega una transición  $t^*$  a PN que conecte el lugar  $o$  con  $i$  (es decir,  $t^* = \{o\}$  y  $t^* = \{i\}$ ), entonces la red de Petri resultante es fuertemente relacionada.

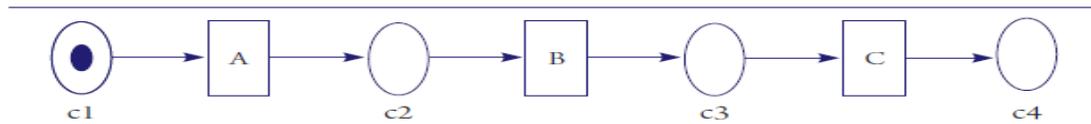
En las WF-Net los lugares en el conjunto P corresponden a las condiciones y las transiciones en el conjunto T corresponden a las tareas que conforman el caso del WorkFlow. Las marcas en una WF-Net se encargan de representar el estado del WorkFlow de un caso simple, en el cual el estado contiene la información de cada caso.

#### 4.3.1.2. Estructuras de enrutamiento de las WF-Net

La WorkFlow Management Coalition (WfMC) ha identificado y especificado las estructuras básicas de enrutamiento de WorkFlow, las cuales corresponden a enrutamiento secuencial, enrutamiento paralelo, enrutamiento condicional y enrutamiento iterativo.

El enrutamiento secuencial se utiliza para modelar sucesiones entre las tareas, conformando estructuras lineales como se muestra en la figura 4.11.

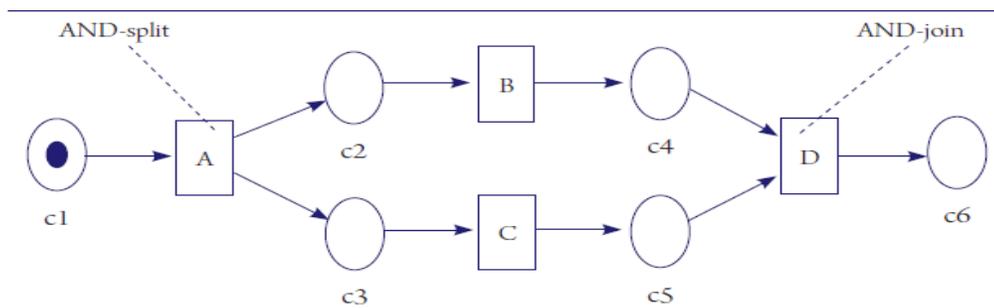
**Figura 4.11. Enrutamiento secuencial.**



**Fuente: Modelado dinámico del proceso de trazabilidad de producto con redes de Petri para WorkFlow (WF-Net) [26].**

El enrutamiento paralelo se utiliza en situaciones donde el orden de ejecución es menos estricto, en las cuales dos tareas deben ser ejecutadas pero la secuencia de la ejecución es arbitraria. Para modelar un enrutamiento paralelo se utilizan dos bloques de construcción: AND-split y el AND-join. En la figura 4.12., se muestra que ambos bloques de construcción pueden ser modelados como transiciones ordinarias.

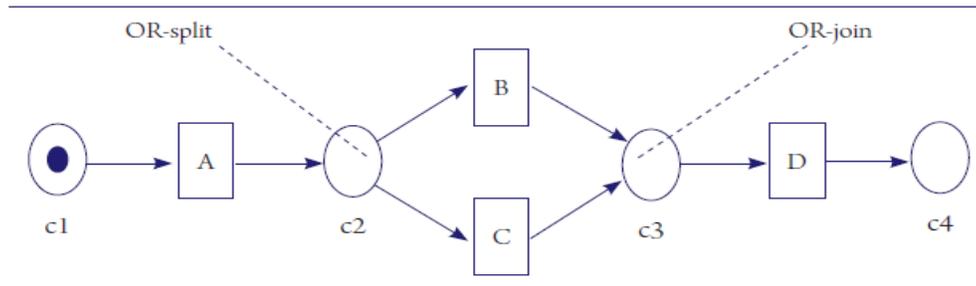
**Figura 4.12. Enrutamiento paralelo.**



**Fuente: Modelado dinámico del proceso de trazabilidad de producto con redes de Petri para WorkFlow (WF-Net) [26].**

El enrutamiento condicional se utiliza para permitir un enrutamiento que pueda variar entre los casos, el cual puede depender de los atributos del WorkFlow, así como del comportamiento y del estado de las unidades de producción. Para modelar estos sistemas excluyentes se utilizan los bloques de construcción OR-split y el OR-join, en los cuales un bloque OR-split puede ser modelado por un lugar con arcos de salida múltiples y un bloque OR-join es modelado por un lugar con múltiples arcos de entrada, tal como se muestra en la figura 4.13.

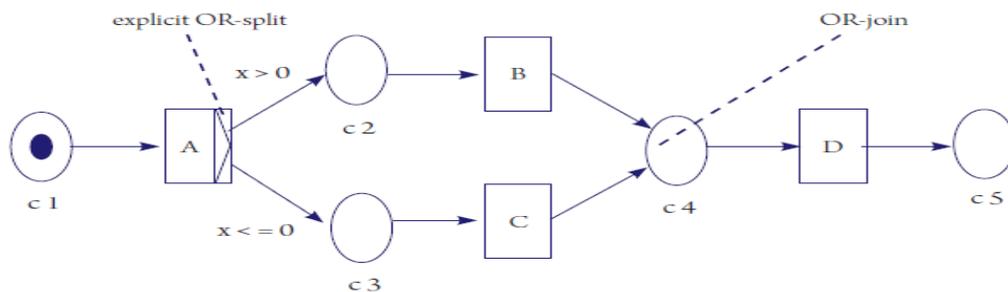
**Figura 4.13. Enrutamiento condicional.**



**Fuente: Modelado dinámico del proceso de trazabilidad de producto con redes de Petri para WorkFlow (WF-Net) [26].**

Sin embargo, usualmente la opción de selección entre las tareas excluyentes depende de los atributos del WorkFlow, siendo posible una segunda alternativa para un enrutamiento condicional. En la figura 4.14., la selección de las tareas B o C se realiza en el momento en que una de ellas se ejecuta, mientras que en la figura 4.13., la selección de la ruta se realiza en el momento exacto en el cual la tarea A se concluye.

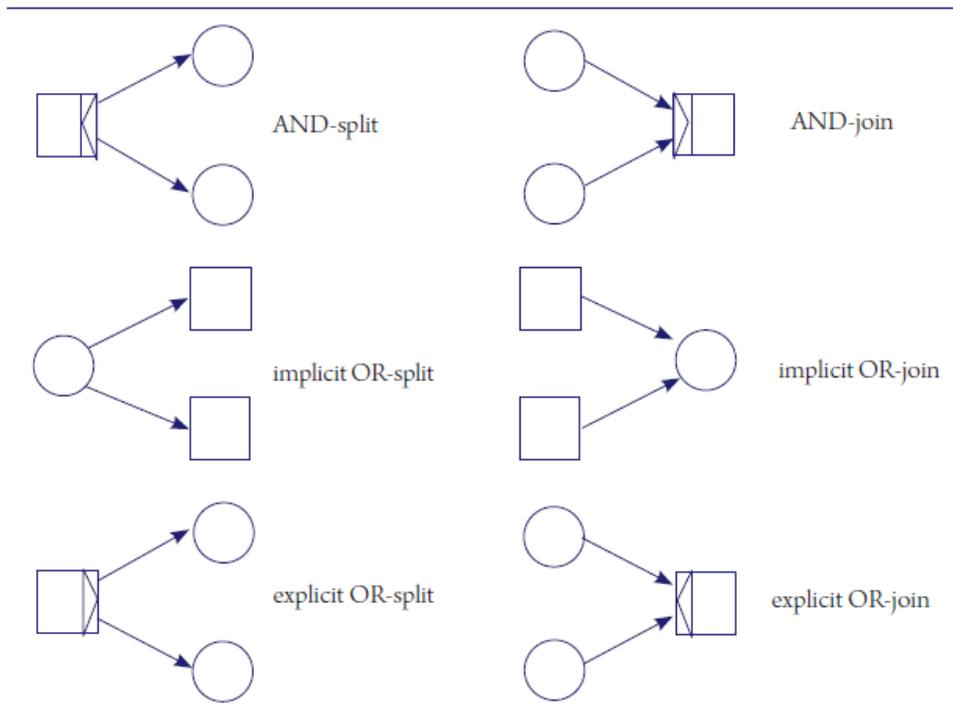
**Figura 4.14. Enrutamiento condicional explícito.**



**Fuente: Modelado dinámico del proceso de trazabilidad de producto con redes de Petri para WorkFlow (WF-Net) [26].**

La WfMC ha desarrollado una notación para cada una de las estructuras de enrutamiento explicadas anteriormente, las cuales son mostradas en la figura 4.15.

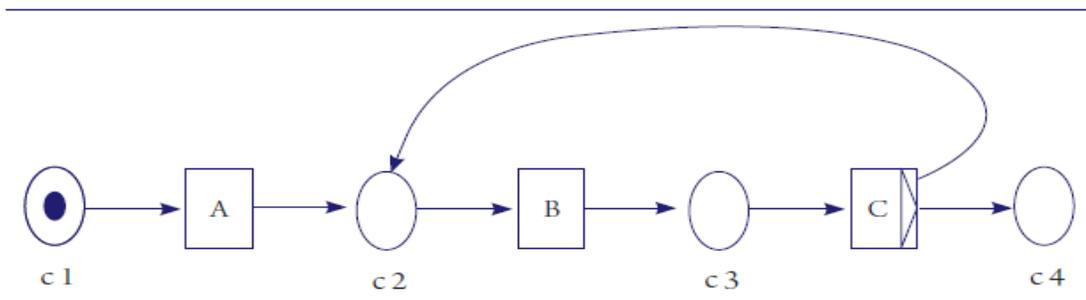
**Figura 4.15. Bloques de construcción para WorkFlow.**



**Fuente: Modelado dinámico del proceso de trazabilidad de producto con redes de Petri para WorkFlow (WF-Net) [26].**

Por su parte, el enrutamiento iterativo corresponde a la ejecución repetida de la misma tarea, por lo que se consigue modelar usando el bloque de construcción de una OR-split explícita como se muestra en la figura 4.16.

**Figura 4.16. Enrutamiento iterativo.**



**Fuente: Modelado dinámico del proceso de trazabilidad de producto con redes de Petri para WorkFlow (WF-Net) [26].**

### 4.3.1.3. Disparadores

Un disparador se define como una condición externa que conduce a la ejecución de una tarea habilitada. Para las WF-Net se han definido cuatro tipos de disparadores, los cuales se denominan: automático, de usuario, de mensaje y de tiempo.

En un disparador automático, una tarea se ejecuta en el mismo momento en que se habilita. En un disparador de usuario, una tarea se inicia por la intervención de un usuario que selecciona una instancia de una tarea habilitada para ser ejecutada. En un disparador de mensaje un evento externo determinado por un mensaje ejecuta una instancia de una tarea habilitada. En un disparador de tiempo una instancia de una tarea habilitada es accionado por el vencimiento de un intervalo de tiempo, es decir, la tarea se ejecuta en un momento predefinido.

De igual manera, la WFMC ha desarrollado una notación para realizar la definición del proceso del WorkFlow, por lo que se utilizan los símbolos mostrados en la figura 4.18, para denotar el tipo de disparador requerido [26].

**Figura 4.17. Enrutamiento iterativo.**



**Fuente: Modelado dinámico del proceso de trazabilidad de producto con redes de Petri para WorkFlow (WF-Net) [26].**

### 4.3.2. Modelado dinámico de los procesos operativos del laboratorio de metrología de CEO

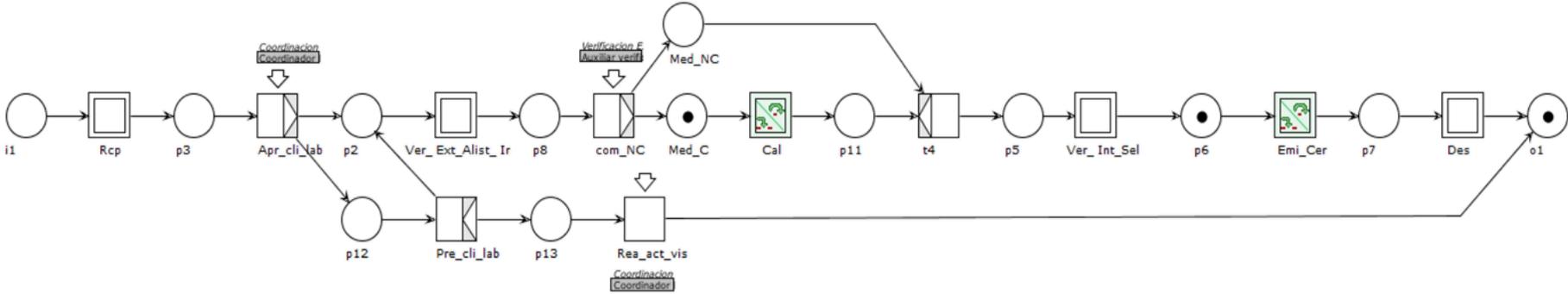
El modelado dinámico se realizó en WOPED (WorkFlow Petri Net Designer), programa de código abierto desarrollado bajo la licencia LGPL, es una herramienta de modelado sencilla de usar que permite realizar el modelado de Redes de Petri de WorkFlow [35], esta tiene las características necesarias requeridas en el presente proyecto.

Con los modelos IDEF0 se identificaron los flujos de información ahora WF-Net permite ver la evolución del proceso, los posibles “cuellos de botella” y las actividades que pueden detener el proceso. En la figura 4.17., se muestra el proceso general en el laboratorio y

como es la evolución con el tiempo, los círculos son las condiciones que permite identificar en qué estado está el proceso, los tokens activan los procesos y las actividades, por ejemplo el token en la condición Med\_C<sup>4</sup> (medidor conforme) y P6 activan el proceso de Cal (calibración) y Apr (aprobación) respectivamente, además indica que el proceso anterior a terminado, finalmente el token en o1 indica que ha culminado el proceso de calibración para uno o varios medidores.

<sup>4</sup> Las etiquetas utilizadas en el modelado dinámico se encuentran en el Anexo B.

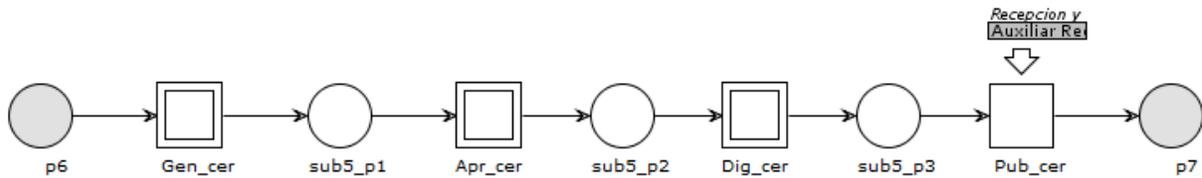
Figura 4.18. WF-Net del proceso en el laboratorio de metrología de CEO



Fuente: Propia

La jerarquía del modelado en WF-Net permite ver cada proceso como un conjunto de actividades y tareas, esta característica permite llegar hasta las tareas básicas de cada proceso y así desglosar el proceso completamente para analizar posibles mejoras actividad por actividad. En la figura 4.17., las cajas con doble cuadro son procesos que contienen actividades dentro de ellas, por ejemplo las actividades que se realizan en el proceso Emi\_cer (emisión de certificados) de la figura 4.17., están en el modelo de la figura 4.18.; cada actividad a su vez está dividida en tareas, la figura 4.19., muestra las tareas de la Gen\_Cer (generación de certificados).

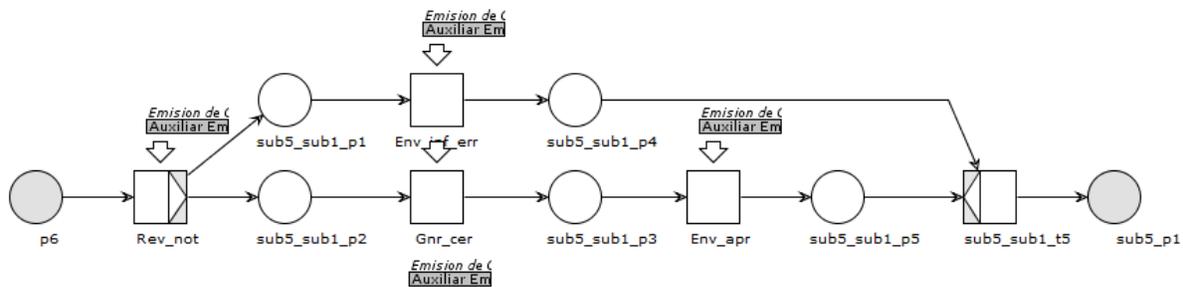
**Figura 4.19. WF-Net de emisión de certificados en el laboratorio de metrología de CEO.**



**Fuente: Propia**

En la figura 4.19., se ve uno de los actores que intervienen en el proceso de calibración, en este caso es el auxiliar de emisión, quien realiza tareas como revisar notificaciones (Rev\_not), que implica revisar los correos de notificación que llegan de las demás áreas informando algún error en el proceso.

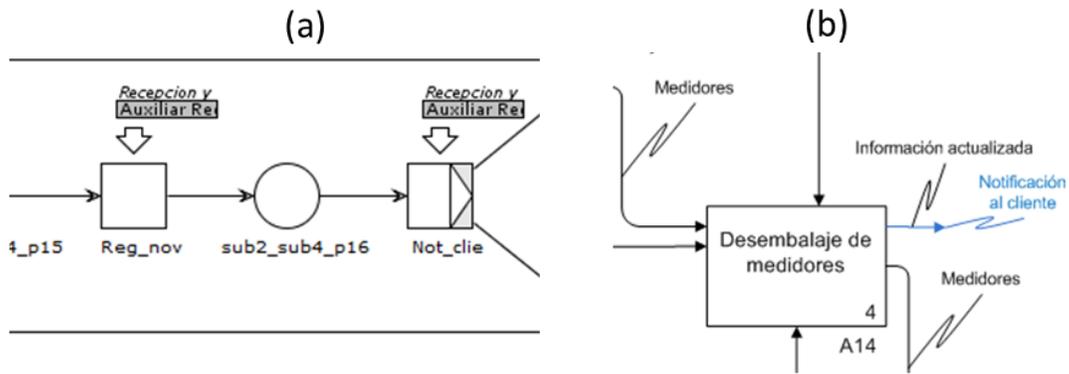
**Figura 4.20. WF-Net de generación de certificados en el laboratorio de metrología de CEO.**



**Fuente: Propia**

Con el modelado estructural se identifican más fácilmente los flujos de información de los procesos de calibración y con el modelado dinámico se puede ver como se generan estos flujos de información, en la figura 4.20., se observa esta relación. Adicionalmente en la figura 4.20. (a) se observa el actor auxiliar de recepción de información quien realiza la tarea Reg\_nov (registrar novedades), después de revisar si existe la novedad presentada con los medidores envía un notificación al cliente (Not\_clie), información que sale del proceso de desembalaje de medidores en la figura 4.20. (b).

**Figura 4.21. Relación modelado estructural y dinámico.**



**Fuente: Propia**

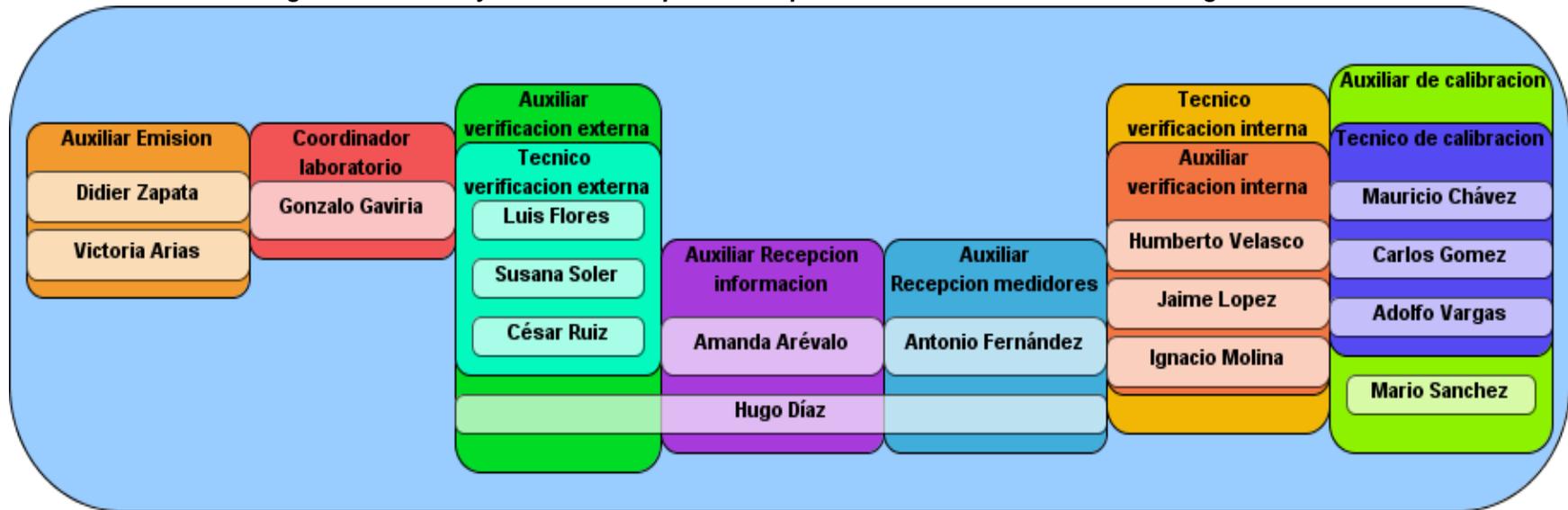
### 4.3.3. Definición de roles y actores

Cada rol define las distintas competencias potenciales que existen en un sistema. Se definen independientemente de las personas físicas a las cuales se les van a asignar dichos roles. Una persona puede tener más de un rol, siendo un rol un conjunto de características de un actor. En el caso de actores personas, un rol se puede referir a determinadas habilidades, responsabilidades o autoridad que ésta posea. [36]

Ahora bien, el recurso más importante que tiene la organización para el desarrollo de su actividad valor dentro del laboratorio son los trabajadores y aunque actualmente se cuenta con manuales y procedimientos para cada estación de trabajo, no se tienen definidos roles ni actividades correspondientes a estos. Una de las ventajas que brinda el modelado es ver el estado y funcionamiento de un sistema y la identificación del recurso necesario para el desarrollo de sus actividades y tareas, por ello la definición de los roles se basó en las actividades del modelado dinámico. Para cada una de las tareas los roles corresponden a un cargo directivo, encargado de las tareas y/o toma de decisiones más importantes para cada actividad, y un cargo de asistente que ejecuta la tareas de recopilación de información necesaria, redacción de actas y documentos y su archivo posterior. Los roles identificados para el laboratorio de metrología en el área de procesos operativos se muestran en la figura 4.21. Por ejemplo algunas de las actividades realizadas por el auxiliar de emisión son:

- Auxiliar de emisión de certificados:
  - Publicación de certificados
  - Revisar notificaciones
  - Enviar informe de errores
  - Generar certificado
  - Enviar a aprobación

Figura 4.22. Roles y actores en los procesos operativos del Laboratorio de Metrología CEO.



Fuente: Propia

Además, en los gráficos se ingresó el recurso disponible o vinculado actualmente al laboratorio (ver Figura 4.21) lo que permite visualizar que actores pueden desempeñar los mencionados roles y como sus actividades se ven inmersas entre varios de ellos. Por ejemplo en el rol *Auxiliar Recepción de Información* de color morado se tienen dos actores que pueden realizar este rol, además el actor Hugo Díaz puede realizar los roles de *Auxiliar de Verificación Externa* y *Auxiliar de Recepción de Medidores*. De esta forma es posible observar la flexibilidad que tiene cada una de las áreas del laboratorio para ciertas actividades, que permite identificar que recurso puede remplazar a otro ante eventos inesperados sin afectar el proceso.

También es posible determinar si el recurso se está manejando de forma adecuada, un ejemplo de esto es el rol de *Auxiliar de Verificación Externa*, este tiene la responsabilidad de hacer las tareas del alistamiento inicial, aquí se identifica si las funciones que está realizando le corresponden o no y se define si hay un exceso de responsabilidades o por el contrario un máximo aprovechamiento de las capacidades de los actores. La asignación de roles en lugar de recursos específicos permite al laboratorio tener modelos genéricos sobre como desempeñar sus actividades de tal forma que la ausencia de un recurso no limita el desempeño y realización de las tareas; es suficiente con seleccionar un recurso perteneciente al mismo rol o con características similares para desarrollar la tarea.

Esta técnica permite que en cualquier momento los roles especificados puedan reasignarse a otro colaborador sin alterar de forma significativa la estructura de los modelos.

Por otro lado los gráficos utilizados para la representación de los roles en laboratorio no representan una estructura jerárquica. El objetivo de los gráficos es mostrar el alcance de cada uno de los recursos dentro de los roles propuestos, sin implicar que los roles ubicados una posición más arriba posean un rango mayor respecto a los posicionados en las partes inferiores.

## Capítulo 5. CONCLUSIONES

1. El laboratorio de metrología de CEO presta un servicio de calibración de medidores, donde al ejecutar operaciones típicas de manufactura se genera un producto intangible que es el certificado de calibración, de este modo es necesario el estudio de los procesos que se presentan en manufactura y servicios por medio de la definiciones de la cadena de valor propuesta por Porter y la cadena de valor para servicios, obteniendo así una sola cadena de valor adaptada que abarque los procesos que se desarrollan en el caso de estudio, es decir, una nueva cadena de valor para el laboratorio.
2. Existe un gran número de herramientas de modelado dinámico y estructural, que se adaptan al objetivo y a las características requeridas en los modelos a crear, por tanto son útiles para modelar cualquier tipo de sistema, pero es preciso realizar una evaluación de criterios para seleccionar la que mejor se adapte y proporcione ventajas considerables en el modelado realizado. Es evidente que sin importar el enfoque del objeto de modelado es posible encontrar diversas técnicas para alcanzar el objetivo.
3. En el modelado de los procesos de negocio del laboratorio de metrología CEO se puede visualizar la situación actual en la que se encuentra este, además de la estructura y el comportamiento del sistema completo. Esto ayuda a tener una mejor perspectiva del proceso realizado dentro de la organización y de esta manera identificar las posibles mejoras en el proceso, dando un paso en pro de la integración de los procesos de negocio debido a que permiten la identificación de necesidades en cada área del proceso.
4. El modelado estructural contribuye a la identificación de los flujos de información en el laboratorio de metrología, los cuales ayudan en la toma de decisiones en el momento de realizar alguna modificación de los procesos realizados, porque permitieron la identificación del contenido de datos relevantes para el laboratorio.
5. El modelado dinámico con WF-Net contribuye a la definición de roles dentro de la organización porque en él se visualizan las actividades presentes en cada etapa del proceso y de esta manera es posible realizar la agrupación de ellas en un rol específico. Y a su vez la definición de los roles permite la separación de las tareas que debe cumplir cada actor, lo que brinda soporte para proponer planes de mejoramiento y facilita la incorporación de personal nuevo.
6. Los modelos estructurales y dinámicos realizados en el laboratorio muestran diferentes aspectos del proceso, mientras que el modelado estructural muestra que hace el laboratorio, el modelado dinámico muestra como lo hace, de esta manera se complementan para tener una visión más clara de las actividades que

se realizan en él. Así el modelado de los procesos del laboratorio de metrología puede ser usado para propuestas de mejoras en la organización como un sistema de gestión de información más eficiente, gracias a la identificación de los flujos de información con el modelado estructural y de procedimientos mal estructurados o inalcanzables con el modelado dinámico, favoreciendo la eliminación de información innecesaria o redundante en el proceso.

7. El proceso de recolección de información es importante para identificar información puntual, vital para la toma de decisiones, como el caso de las herramientas utilizadas en el intercambio de información del laboratorio, obtenida del proceso de entrevistas.
8. El contacto con empresas contribuye a que los estudiantes tengan una mejor comprensión del entorno laboral identificando las necesidades reales del sector productivo, además este contacto trae beneficios en diferentes ámbitos para el estudiante, la universidad y la empresa.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CORPSOLUTIONS, «La importancia de Business intelligence,» [En línea]. Available: [http://www.corp-solutions.com.ar/briefs/Business\\_Intelligence.pdf](http://www.corp-solutions.com.ar/briefs/Business_Intelligence.pdf). [Último acceso: Febrero 2014].
- [2] A. Vargas Sánchez, «Empresas cooperativas, ventaja competitiva y tecnologías de la información,» *CIRIEC-ESPAÑA*, nº 49, pp. 13-29, 2004.
- [3] J. López Plata, *Análisis e Implantación de un Sistema Integral de Gestión de Información de Plantas Eléctricas en la empresa ENELVEN Generadora*, Venezuela: Universidad de Los Andes, 2005.
- [4] ICONTEC, *NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC-ISO/IEC 17025 - Requisitos Generales Para La Competencia De Los Laboratorios De Ensayo Y Calibración*, 2005.
- [5] E. A. Chacón R., J. M. Velasco M. y O. A. Rojas Alvarado, «PRINCIPIOS DE UN AMETODOLOGIA PARA INTEGRACION EMPRESARIAL BAJO UN ENFOQUE HOLONICO,» *Memorias del XII latin american congress on Automation Control*, 2006.
- [6] O. A. Rojas Alvarado, «Revisión Bibliográfica de Workflow Nets (WF-Nets) en la Integración Empresarial».
- [7] S. H. Lim, N. Juster y A. de Pennington , «Enterprise modelling and integration: a taxonomy of seven key aspects,» *Computers in Industry*, vol. 34, nº 3, pp. 339-359, 1997.
- [8] J. A. Montilva C y E. Chacón R., «Enfoques de automatización e integración de sistemas heterogéneos en empresas de producción,» de *V Jornadas Científico Técnicas de la Facultad de Ingeniería. Universidad de Los Andes*, Mérida. Venezuela, , 18- 22 de Marzo, 2002..
- [9] G. Ponjuán Dante, *Gestión de la información en las organizaciones: principios, conceptos y aplicaciones*, Centro de Capacitación en Información, Universidad de Chile, 1998.
- [10] R. Lapiedra Alcamí, C. Devece Carañana y J. Guiral Herrando, *Introducción a la gestión de sistemas de información en la empresa*, Valencia: Publicacions de la Universitat Jaume I., 2011.
- [11] L. E. Ledezma Fuentes, «sistemas de informacion,» *Contribuciones del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares al avance de la Ciencia y la Tecnología en*

México, pp. 573-583, Edición Conmemorativa 2010.

- [12] R. Andreu, J. Ricart y J. Valor, *Estrategia y sistemas de información*, Madrid: McGraw-Hill, 1996.
- [13] B. Langefors, *Teoría de los sistemas de información*, Librería "El Ateneo", 1985.
- [14] M. L. Pomim Valentim, «Ambientes y Flujos de Información en Contextos Empresariales,» pp. 55-60, 2009.
- [15] T. H. Davenport y J. E. Short, «THE NEW INDUSTRIAL ENGINEERING: INFORMATION TECHNOLOGY AND BUSINESS PROCESS REDESIGN,» *Sloan Management Review*, vol. 31, nº 4, 1990.
- [16] R. S. Aguilar Saven, «Business process modelling: Review and framework,» *Int. J. Production Economics*, p. 129–149, 2004.
- [17] F. Di Biase De Lillo y A. Di Biase Friedmann , «IDEA DBF LTDA,» [En línea]. Available:  
<http://dbf.cl/Material%20Docente/Libro/Capitulo%2004%20Los%20procesos%20de%20negocio.pdf>. [Último acceso: Octubre 2013].
- [18] G. Alonso, «Marketing de Servicios: Reinterpretando la Cadena de Valor,» *Palermo Business Review*, nº 2, pp. 83-96, 2008.
- [19] P. S. Parangaba Ignacio, F. Trojan y J. L. Kovaleski, «Ferramentas para Modelagem e Simulação de Processos,» *II CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, Noviembre 2012.
- [20] L. Whitman, B. Huff y A. Presley, «STRUCTURED MODELS AND DYNAMIC SYSTEMS ANALYSIS: THE INTEGRATION OF THE IDEF0/IDEF3 MODELING METHODS AND DISCRETE EVENT SIMULATION,» *Proceedings of the 1997 Winter Simulation Conference ed. S. Andradóttir, K. J. Healy, D. H. Withers, and B. L. Nelson*, pp. 518-524.
- [21] A. Rosenberg, «SAP Community Network,» Diciembre 2009. [En línea]. Available:  
<http://wiki.scn.sap.com/wiki/display/ModHandbook/Dynamic+versus+Static+Modeling+Types>. [Último acceso: Enero 2014].
- [22] B. Kobu y A. Gunasekaran, «Modelling and analysis of business process reengineering,» *International Journal of Production Research*, vol. 40, nº 11, pp. 2521-2546, 2002.
- [23] C. X. SARABIA ACOSTA, J. C. ACOSTA SALAZAR y Y. P. MORENO ANDRADE, *Proyecto para la Mejora de la Logística del Proceso de Distribución de Equipos*

*Celulares de una Empresa de Telefonía Celular a nivel nacional, utilizando El Modelado IDEFØ Y La Técnica de Transformación Empresarial*, GUAYAQUIL - ECUADOR: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL, 2007.

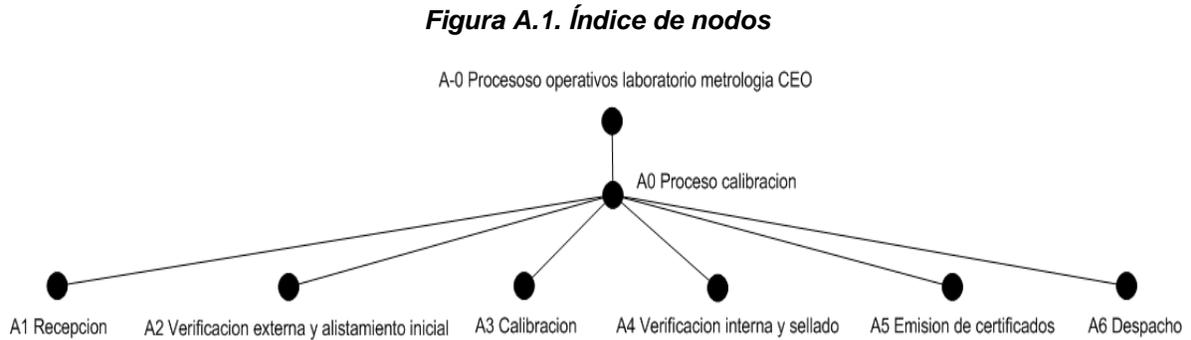
- [24] E. Hernández Orallo, «El Lenguaje Unificado de Modelado (UML),» [En línea]. Available: <http://www.disca.upv.es/enheror/pdf/ActaUML.PDF>. [Último acceso: Noviembre 2013].
- [25] Object Management Group, «Business Process Model and Notation (BPMN),» Agosto 2009. [En línea]. Available: <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0>. [Último acceso: Noviembre 2013].
- [26] Ó. A. Rojas Alvarado, Á. Gómez, L. Tumbajoy y J. M. Velasco, «Modelado dinámico del proceso de trazabilidad de producto con redes de Petri para WorkFlow (WF-Net),» *revista épsilon*, n<sup>o</sup> 19, pp. 117-144, 2012.
- [27] Y. GALLARDO DE PARADA y A. MORENO GARZÓN, «RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN,» de *APRENDER A INVESTIGAR*, Santa Fe de Bogotá, D.C., INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL FOMENTO DE LA EDUCACIÓN SUPERIOR, ICFES, 1999, pp. 25-96.
- [28] A. Kaplan, *The Conduct of Inquiry*, Transaction Publishers, 1973.
- [29] ICONTEC, *NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 5019 - Selección De Equipos Para Medición De Energía Eléctrica.*, 2007.
- [30] ICONTEC, *NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC - 4856 Verificación Inicial y Posterior De Medidores De Energía Eléctrica*, 2006.
- [31] ICONTEC, *NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 5226 - Equipos de Medición de Energía Eléctrica (C.A). Requisitos Generales, Ensayos y Condiciones de Ensayo*, 2003.
- [32] ICONTEC, *NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 2288 - Equipos de Medición de Energía Eléctrica (C.A). Requisitos Particulares. Medidores Electromecánicos de Energía Activa (clases 0,5, 1 y 2)*, 2003.
- [33] ICONTEC, *NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 2149 - Control De Recepción Para Medidores De Energía Activa Clase 2*, 1989.
- [34] K. Vergidis, A. Tiwari y B. Majeed, «Business Process Analysis and Optimization: Beyond Reengineering,» *IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS—PART C: APPLICATIONS AND REVIEWS*, 2008.
- [35] «WOPED,» [En línea]. Available: <http://www.woped.org/>. [Último acceso: 20 Agosto

2013].

- [36] S. Garrido, *Modelado de workflow con redes de petri coloreadas condicionales*, Mexico D.F.: Centro De Investigacion y Estudios Avanzados de Instituto Politecnico Nacional, 2005.

## Anexo A. MODELOS ESTRUCTURALES LABORATORIO DE METROLOGÍA CEO

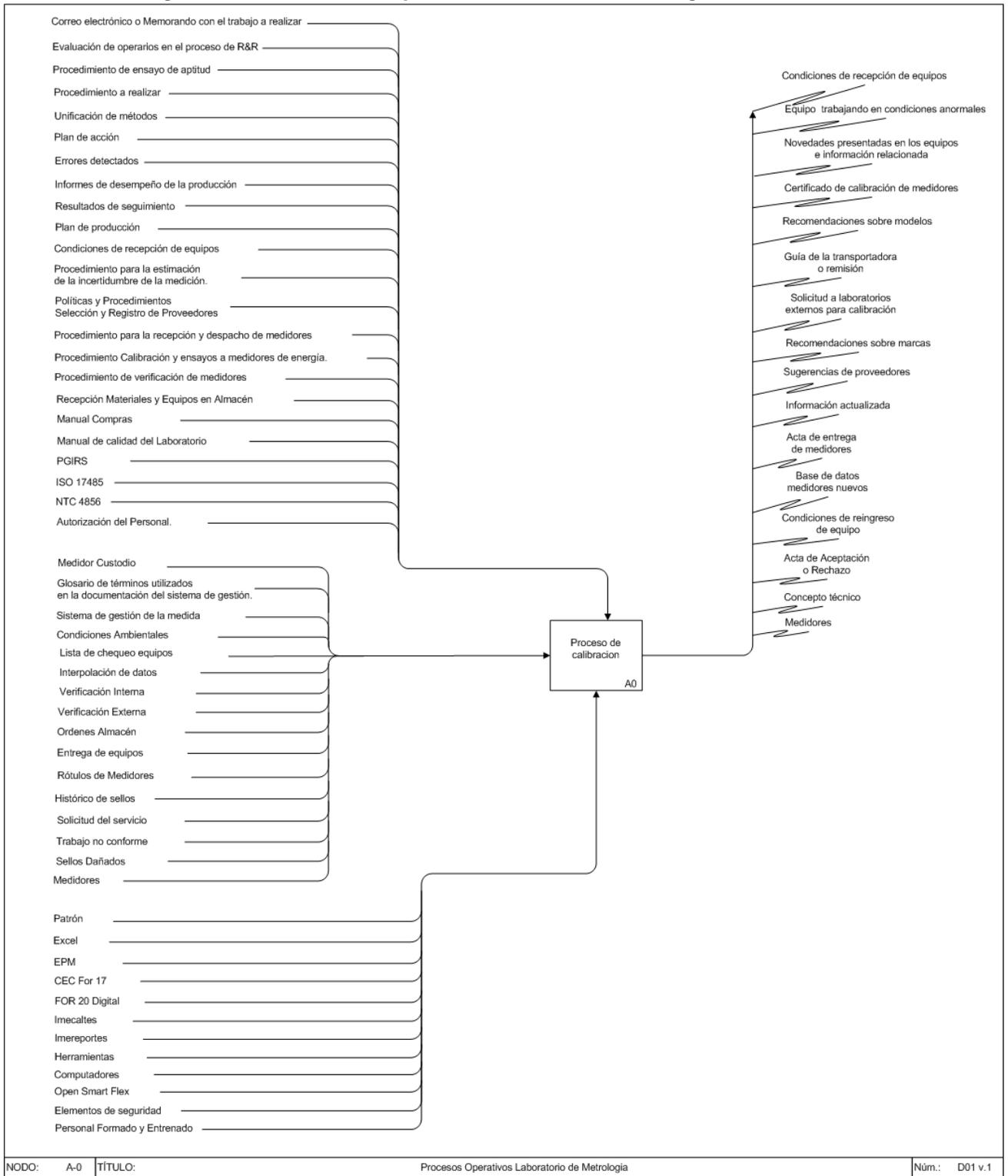
La herramienta IDEF0 permite realizar modelos jerárquicos, en la figura A.1 se representa la jerarquía de los modelos estructurales.



**Fuente: propia**

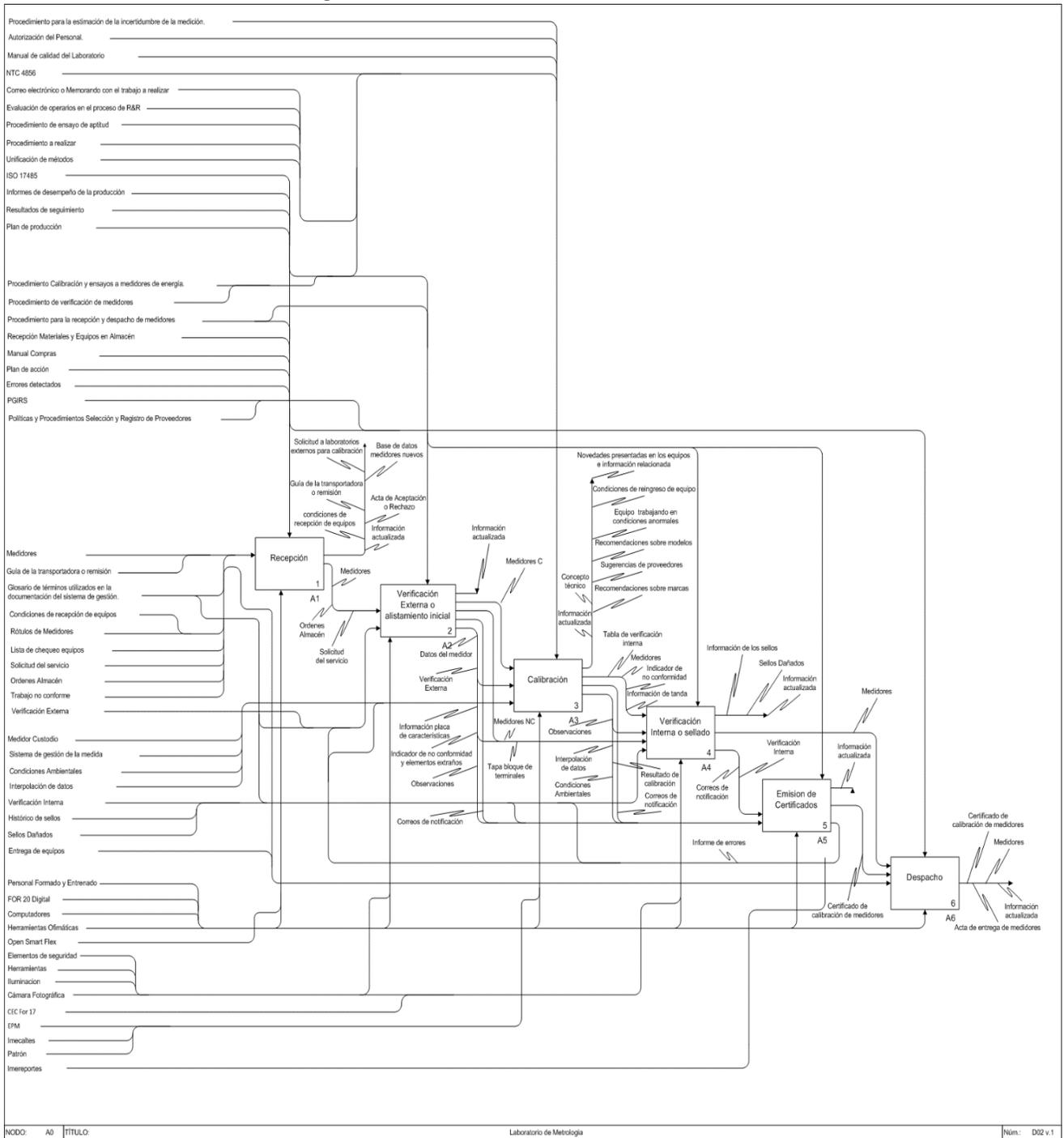
El modelado estructural de los procesos operativos del laboratorio de metrología CEO se muestra a continuación en las figuras A.2 a A.9 en los cuales se encuentran los flujos de información que se relacionan con cada proceso.

**Figura A.2. A-0 Procesos operativos laboratorio metrología CEO**



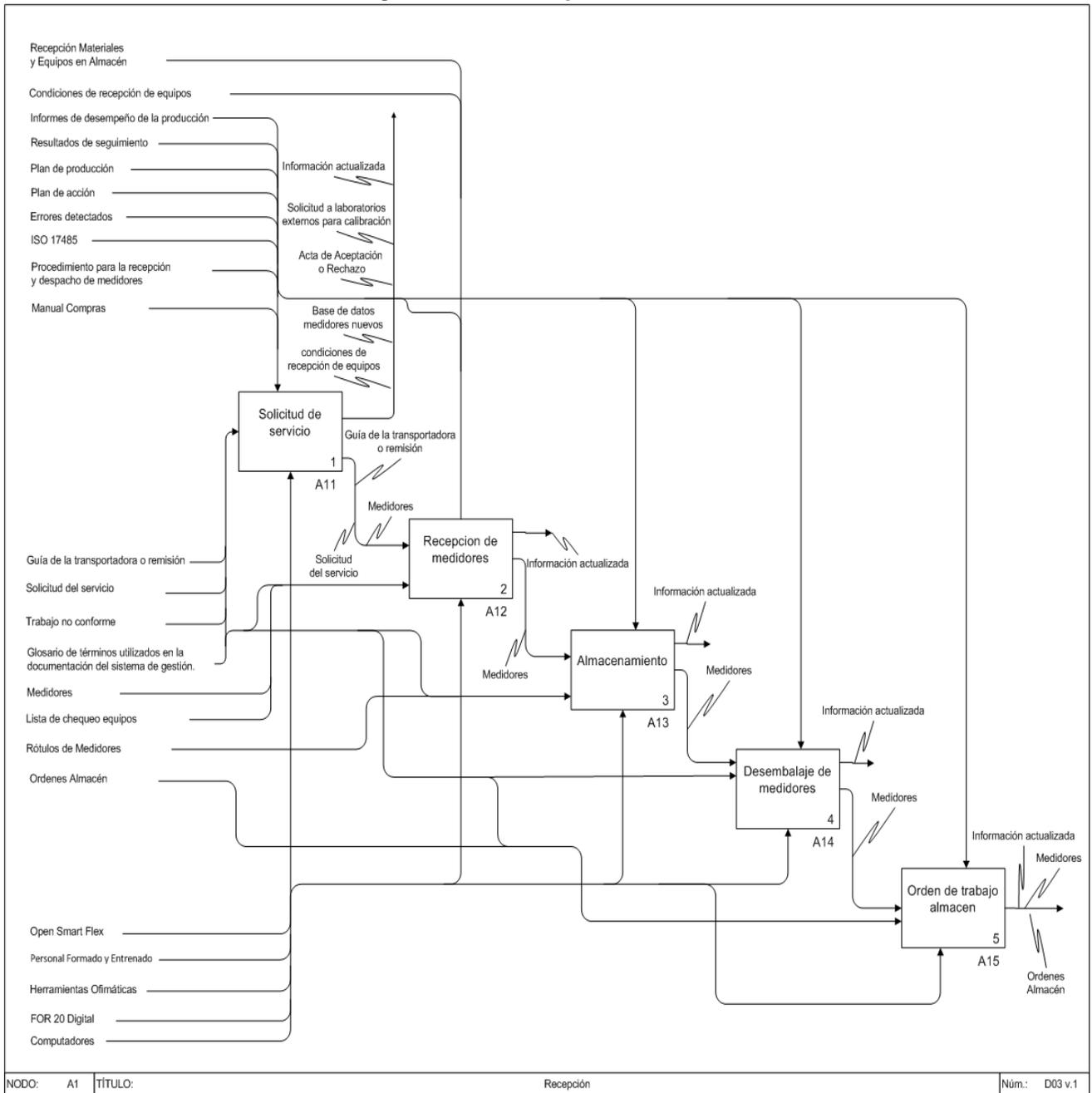
**Fuente: propia**

**Figura A.3. A0 Proceso calibración**



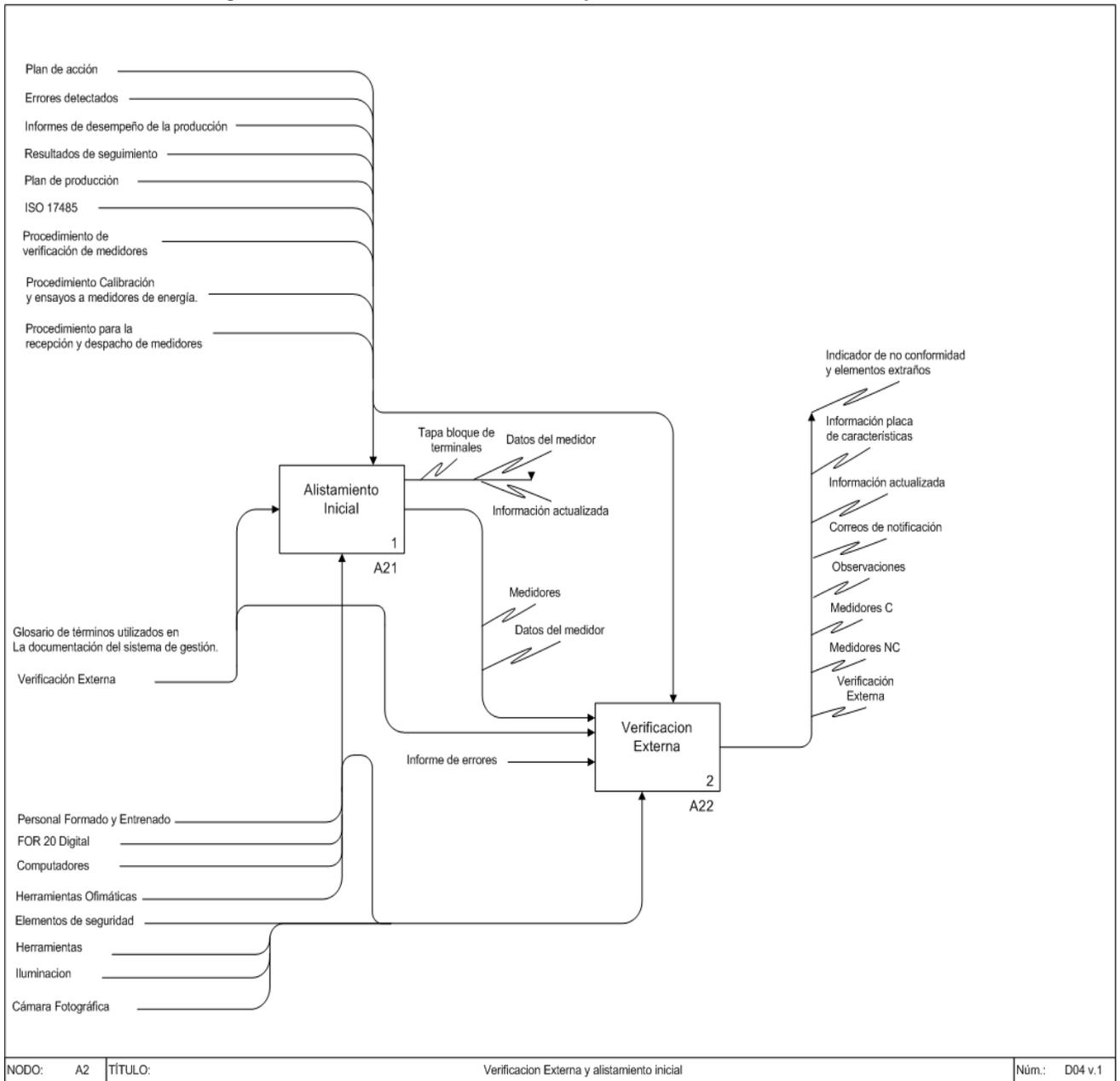
**Fuente: Propia**

**Figura A.4. A1 Recepción**



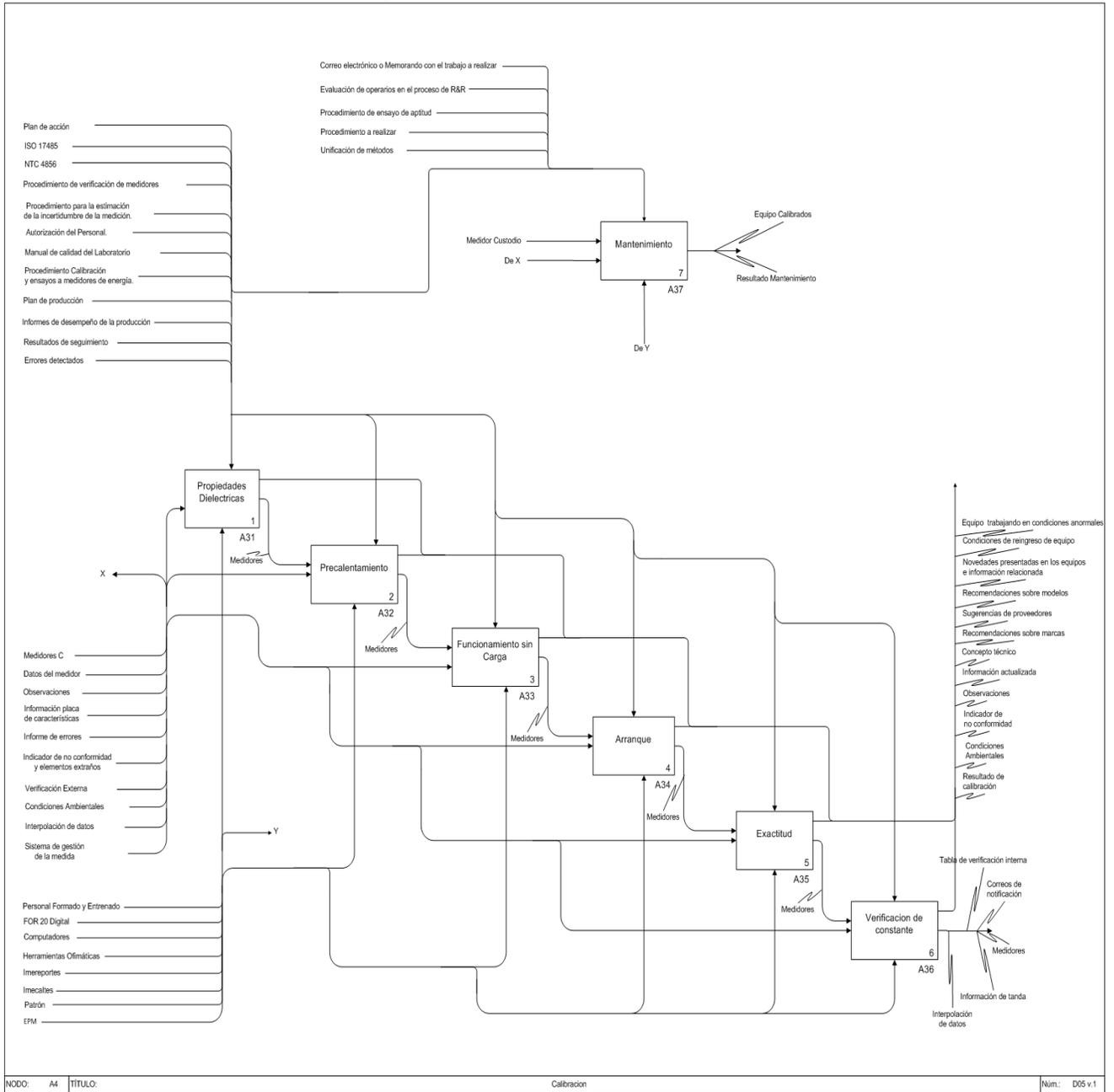
**Fuente: Propia**

**Figura A.5. A2 Verificación externa y alistamiento inicial**



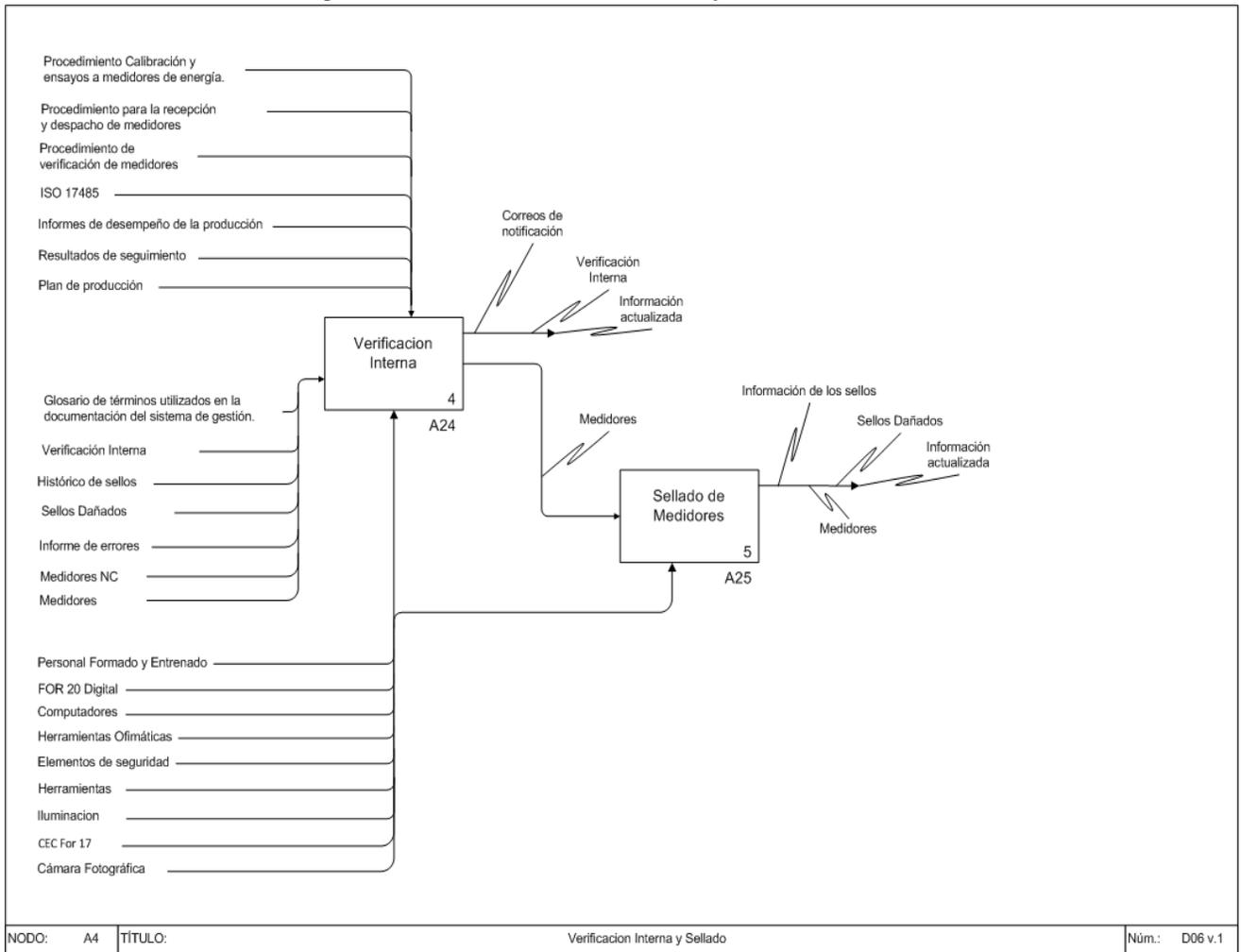
**Fuente: Propia**

**Figura A.6. A3 Calibración**



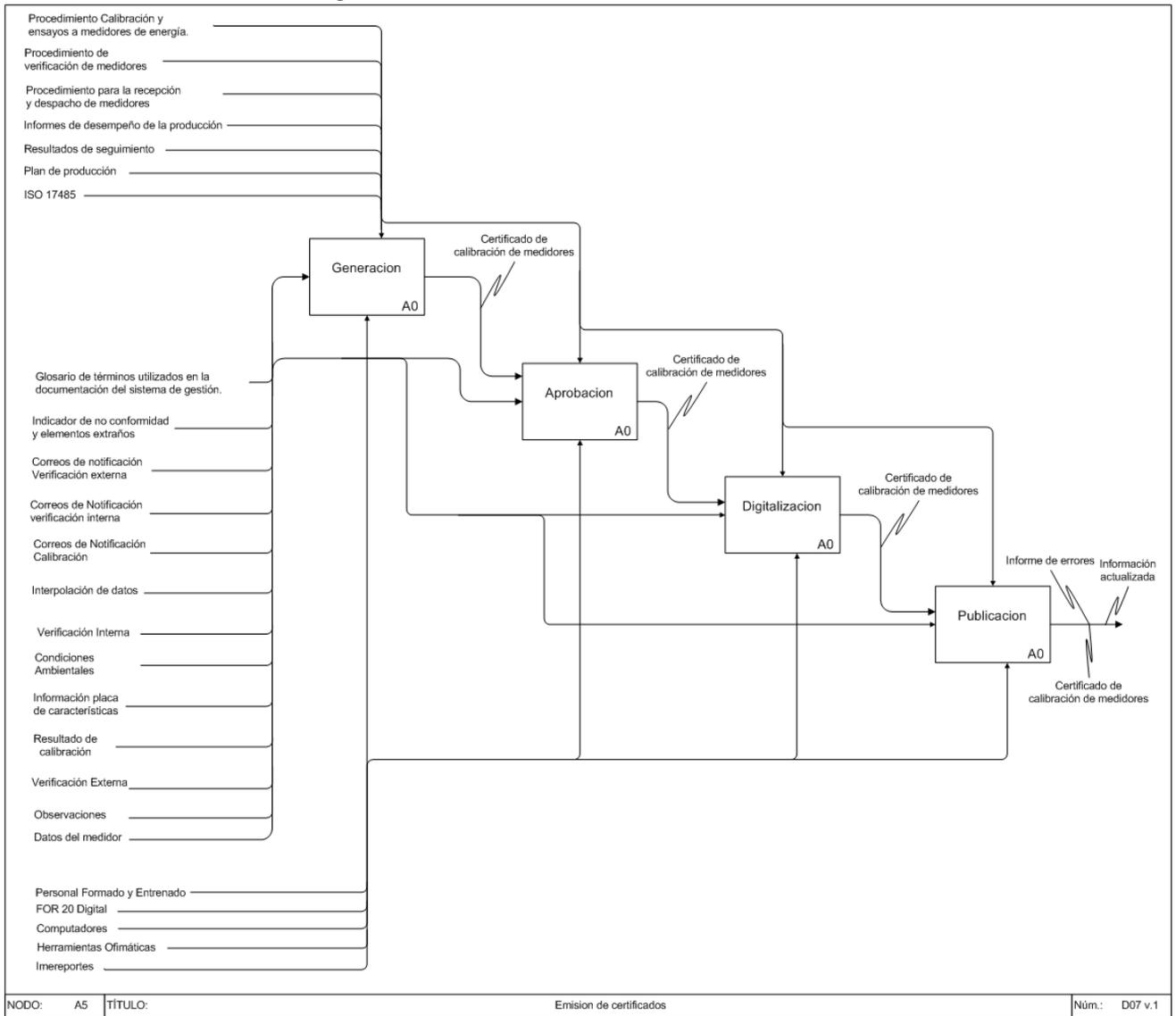
**Fuente: Propia**

**Figura A.7. A4 Verificación interna y sellado**



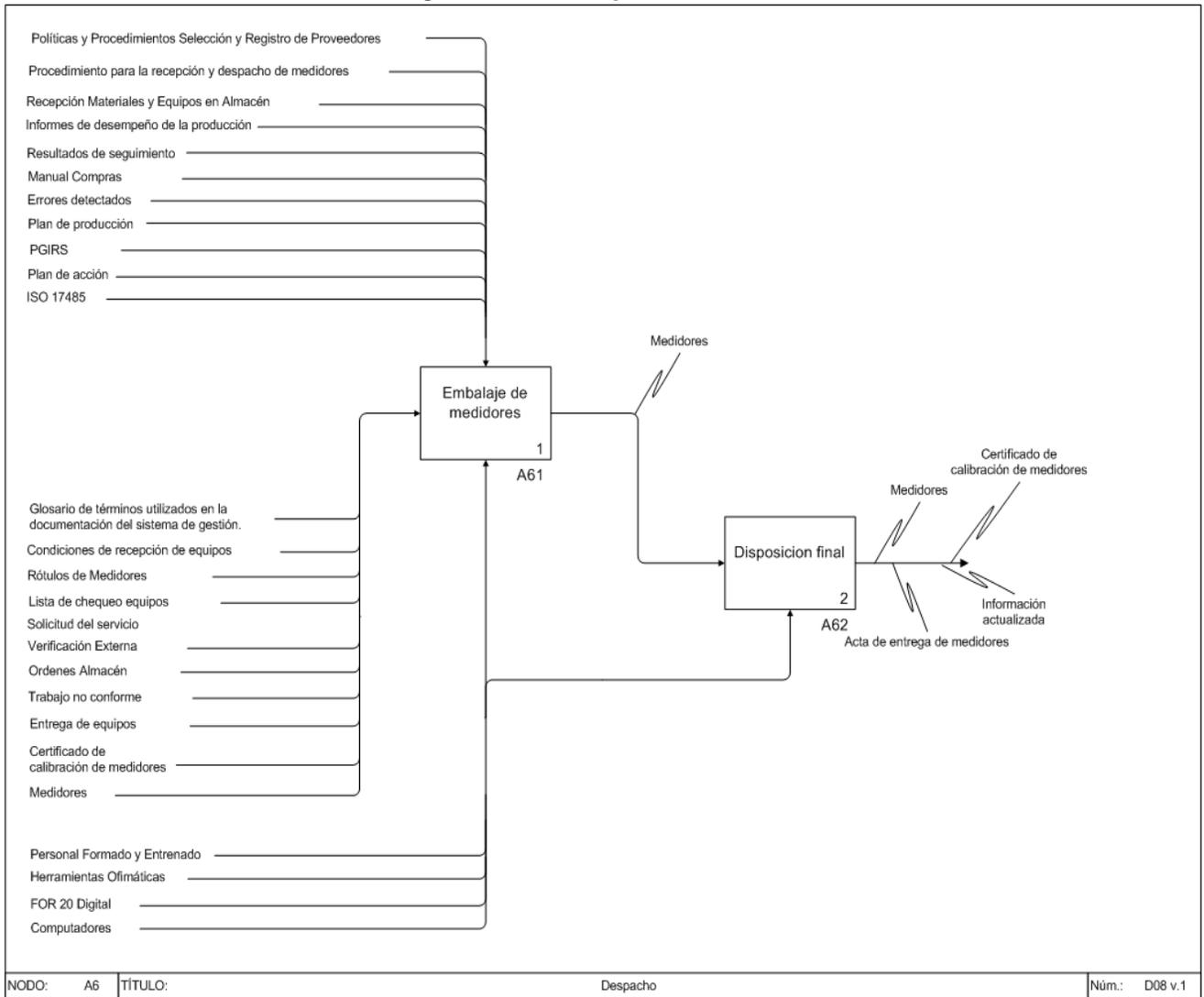
**Fuente: Propia**

**Figura A.8. A5 Emisión de certificados**



**Fuente: Propia**

**Figura A.9. A6 Despacho**



**Fuente: Propia**

## Anexo B. MODELOS DINAMICOS LABORATORIO DE METROLOGÍA CEO

La tabla B.1 contiene las abreviaciones o etiquetas de cada proceso y actividad utilizadas en el modelado dinámico de los procesos operativos del laboratorio de metrología CEO.

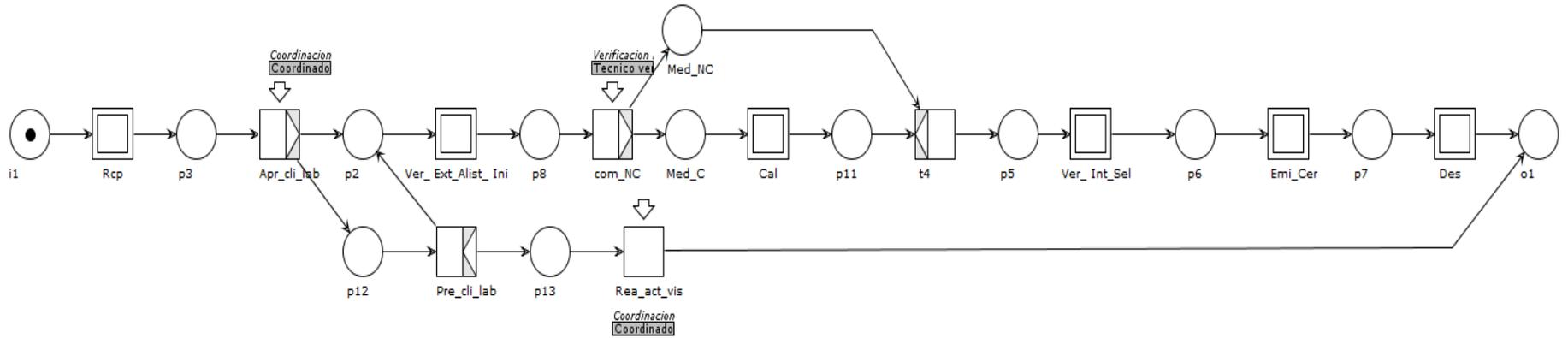
**Tabla B.1. Abreviaciones modelado dinámico**

<b>ACTIVIDAD O PROCESO</b>	<b>ETIQUETA</b>
Recepción	Rcp
Verificación externa y alistamiento inicial	Ver_ Ext_Alist_ Ini
Calibración	Cal
Verificación interna y sellado	Ver_ Int_Sel
Emisión de certificados	Emi_Cer
Despacho	Des
Comprobar no conformidad	Com_NC
Medidores no conformes	Med_NC
Medidores conformes	Med_C
Aprobación presencia del cliente en el laboratorio	Apr_cli_lab
Presencia del cliente en el laboratorio	Pre_cli_lab
Realizar un acta visita	Rea_act_vis
Solicitud de servicio	Sol_ser
Recepción de medidores	Rec_med
Almacenamiento	Alm
Orden de trabajo	Ord_tra
Desembalaje	Desm
Alistamiento inicial	Ali_ini
Verificación externa	Ver_ext

Montar medidores en mesa de precalentamiento	Mon_med_mes
Realizar ensayo Propiedades Dieléctricas	Rea_pro_die
Precalentar medidores	Pre_med
Montar medidores en EPM	Mon_med_EPM
Ingresar medidores al sistema	Ing_med_sis
Realizar ensayo de Funcionamiento sin carga	Rea_Fun_sin_car
Realizar ensayo de Arranque	Rea_Arr
Realizar ensayo de Exactitud	Rea_Exa
Realizar ensayo de Verificación de Constante	Rea_Ver_Con
Verificación Interna	Ver_Int
Sellado de Medidores	Sell_Med
Medidores nuevos	Med_us
Medidores usados	Med_nu
Verificar tipo de medidor	Ver_Med
Generación de certificados	Gen_cer
Aprobación de certificados	Apr_cer
Digitalización de certificados	Dig_cer
Publicación de certificados	Pub_cer
Embalaje de medidores	Emb_med
Disposición Final	Dis_Fin
Revisar notificaciones	Rev_not

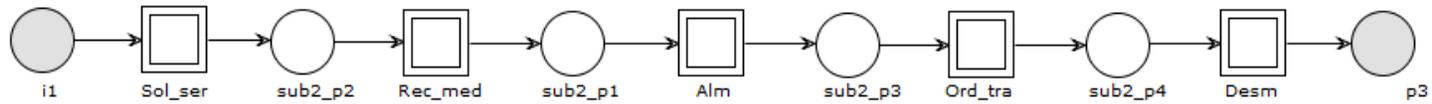
El modelado dinámico de los procesos operativos del laboratorio de metrología CEO se muestra en las siguientes imágenes, algunos de los modelados no se presentan en este anexo por motivos de confidencialidad. La figura B.1 muestra los procesos operativos del laboratorio, en las figuras B.2 a la B.7 están cada uno de los procesos involucrados en la calibración de los medidores desde la recepción hasta el despacho de los mismos.

**Figura B.1. Procesos operativos laboratorio metrología CEO**



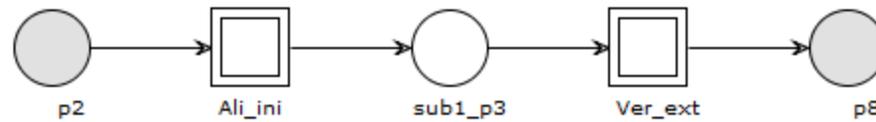
**Fuente: propia**

**Figura B.2. Proceso recepción**



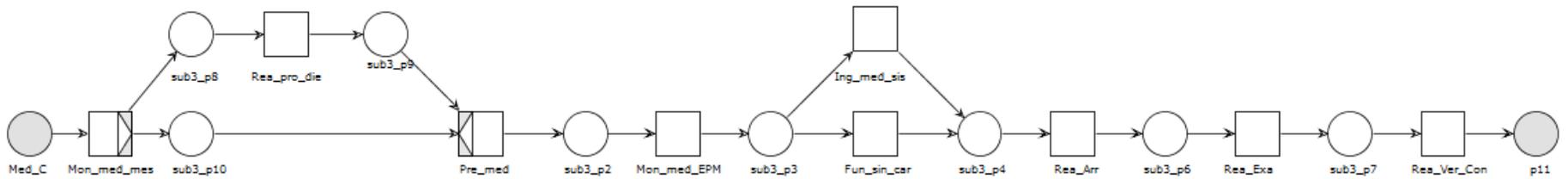
**Fuente: propia**

**Figura B.3. Proceso verificación externa y alistamiento inicial.**



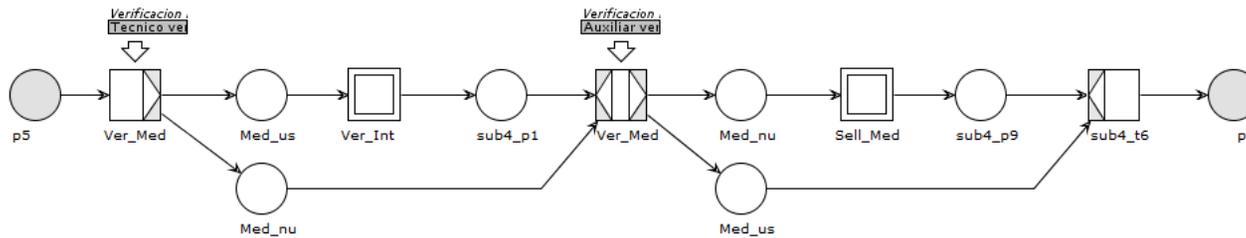
**Fuente: propia**

**Figura B.4. Proceso calibración**



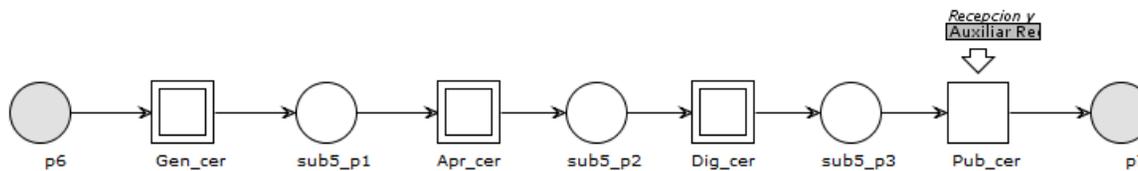
**Fuente: propia**

**Figura B.5. Proceso verificación interna y sellado**



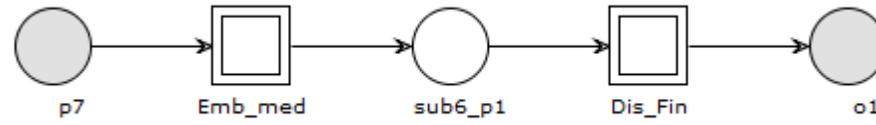
**Fuente: propia**

**Figura B.6. Proceso emisión de certificados**



**Fuente: propia**

**Figura B.7. Proceso despacho**



**Fuente: propia**