

**MODELO DE INTEGRACIÓN DE PROCESOS BASADO EN EL CONCEPTO DE
INGENIERÍA CONCURRENTE, PARA UN CASO DE ESTUDIO**



**CRISTIAN FERNANDO RIVAS JARAMILLO
MAURICIO JAVIER URRUTIA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL
INGENIERÍA EN AUTOMÁTICA INDUSTRIAL
POPAYÁN, NOVIEMBRE DEL 2008**

**MODELO DE INTEGRACIÓN DE PROCESOS BASADO EN EL CONCEPTO DE
INGENIERÍA CONCURRENTE, PARA UN CASO DE ESTUDIO**



**CRISTIAN FERNANDO RIVAS JARAMILLO
MAURICIO JAVIER URRUTIA**

**Monografía presentada como requisito parcial para optar por el título de
Ingenieros en Automática Industrial**

**Director
MSC. ÁLVARO RENE RESTREPO GARCÉS**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL
INGENIERÍA EN AUTOMÁTICA INDUSTRIAL
POPAYÁN, NOVIEMBRE DEL 2008**

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Popayán, Noviembre de 2008

DEDICATORIA

A Dios a nuestros padres y a todas las personas que ayudaron a desarrollar este trabajo de grado.

CRISTIAN FERNANDO RIVAS

MAURICIO JAVIER URRUTIA

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	11
1. DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS DE INGENIERÍA CONCURRENTE Y LA NORMA ISA S95 EN EL CONTEXTO DE DESARROLLO DEL PRODUCTO	14
1.1 INGENIERÍA CONCURRENTE (IC)	14
1.1.1 Definición.....	14
1.1.2 Ámbitos para abordar en la implantación de IC.	16
1.1.3 Técnicas y métodos de soporte a la Ingeniería Concurrente.	17
1.1.3.1 Técnicas en CIM propuestas en IC:	19
1.1.3.2 Modelo CIM de Siemens:	20
1.1.3.3 Métodos de diseño en el marco de la ingeniería concurrente:	21
1.2 HERRAMIENTA IDEF0 PARA EL MODELADO DE ACTIVIDADES Y FLUJOS DE INFORMACIÓN	22
1.2.1 Origen de IDEF0.....	22
1.2.2 Definición de IDEF0.....	23
1.2.3 Modelado en IDEF0.....	23
1.2.3.1 Diagrama de contexto (top-level).....	24
1.2.3.2 Diagrama hijo (filial).	24
1.2.3.3 Diagrama Padre (parental).	24
1.2.3.4 Reglas de sintaxis de los diagramas.	25
1.2.3.5 Reglas de numeración de los nodos.	26
1.2.3.6 Semántica de las cajas y de las flechas.	26
1.2.3.7 Configuración de los diagramas.	27
1.2.3.8 Flechas tipo túnel.....	28
1.3 CASOS DE APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA CONCURRENTE	29
1.3.1 Ingeniería Concurrente en el diseño de moldes de inyección.....	30
1.3.2 Propuesta de una metodología para el mejoramiento del proceso de diseño y desarrollo de nuevos productos en la empresa cementos del valle S.A.	31
1.3.3 Modelado del proceso de desarrollo de productos (PDP) en empresas del sector metalmecánico de Barranquilla en la perspectiva de la Ingeniería Concurrente	32
1.4 ESTÁNDAR ISA-95.....	33
1.4.1 Estructura del estándar ISA S95	33
1.4.1.1 Primera parte, modelos y terminología.....	34
1.4.1.2 Intercambio de información entre el nivel de negocios y nivel de manufactura.....	36
1.4.1.3 Conceptos teóricos adicionales importantes para el proyecto.	37

2. ANÁLISIS TÉCNICO DE LOS PROCESOS DE INFORMACIÓN PARA EL CICLO DE DESARROLLO DEL PRODUCTO EN LA EMPRESA PLÁSTICOS RAMOS LTDA.....	40
2.1 HARDWARE Y SOFTWARE UTILIZADO EN LOS DEPARTAMENTOS DE LA EMPRESA CASO DE ESTUDIO	40
2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS PARA LAS DIFERENTES ETAPAS DEL DESARROLLO DE PRODUCTOS EN LA EMPRESA CASO DE ESTUDIO	42
2.2.1 Descripción detallada de los flujos de información en los procesos para las diferentes etapas del desarrollo de productos.....	47
2.2.2 Etapa de producción en el ciclo de vida del producto.	51
2.3 ESTADO ACTUAL DE LA EMPRESA CASO DE ESTUDIO FRENTE A LA NORMA ISA S95 Y LOS COMPONENTES QUE SE ABORDAN EN IC	522
2.3.1 Estado actual frente a la norma ISA S95.	52
2.3.2. Estado actual frente a los componentes abordados en IC.....	53
3. RELACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA NORMA ISA S95 CON EL MARCO DE REFERENCIA DE INGENIERÍA CONCURRENTE. APLICABLES AL CASO DE ESTUDIO	55
3.1 RELACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA NORMA ISA 95 CON EL MARCO DE REFERENCIA DE IC, DESDE EL CAMPO DE ACCIÓN DE LAS TÉCNICAS EN CIM ..	57
3.1.1 Análisis de las Técnicas en CIM propuestas en IC.	57
3.1.1.1 Técnicas en CIM propuestas en IC, que se contemplan en el modelo CIM de Siemens.....	57
3.1.1.2 Técnicas en CIM propuestas en IC, que no se contemplan en el modelo CIM de Siemens.	58
3.1.1.3 Uso de las Técnicas en CIM propuestas en IC, en los ámbitos funcionales del modelo CIM de Siemens.....	58
3.1.2 Relación de las funciones y subfunciones de los ámbitos funcionales del modelo CIM de Siemens con las funciones y subfunciones de la norma ISA S95 referenciadas a las etapas del CVP.	60
3.1.3 Correlación del uso de las Técnicas en CIM propuestas por IC en las funciones de la norma ISA S95.	71
3.2 RELACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA NORMA ISA 95 CON EL MARCO DE REFERENCIA DE IC, DESDE EL CAMPO DE ACCIÓN DE LOS MÉTODOS DE DISEÑO EN LA IC	73
3.3 SELECCIÓN DE LAS FUNCIONES Y FLUJOS DE INFORMACIÓN DE LA NORMA ISA 95 APLICABLES A CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO	75
3.3.1 Análisis de las funciones propuestas por la norma ISA S95 seleccionadas para las etapas del CVP bajo el enfoque de IC.....	79

3.3.2 Subfunciones de la norma ISA S95 que pueden hacer uso del programa ACSSI, en la empresa caso de estudio.....	85
4. DESARROLLO DEL MODELO BAJO EL ENFOQUE DE AUTOMATIZACIÓN E INTEGRACIÓN DE LOS PROCESOS, PARA LA EMPRESA PLÁSTICOS RAMOS LTDA. COMO CASO DE ESTUDIO	87
4.1 MODELADO DE LA INFORMACIÓN.....	89
4.2 DIAGRAMA PADRE	89
4.2.1 Diagrama hijo, elaborar productos plásticos:	90
4.2.1.1 Diagrama hijo de la actividad diseñar producto y molde:	92
4.2.1.2 Diagrama hijo de la actividad elaborar molde y producto:.....	93
4.2.1.2.1 Diagrama hijo de la actividad planificar fabricación de molde y producto.....	95
4.2.1.2.2 Diagrama hijo de la actividad comprar materia prima	96
4.2.1.2.3 Diagrama hijo de la actividad elaborar molde:.....	97
4.2.1.2.4 Diagrama hijo de la actividad fabricar producto.....	98
4.2.1.2.4.1 Diagrama hijo de la actividad efectuar operaciones de calidad..	99
4.2.1.3 Diagrama hijo de la actividad programar embalaje	100
4.2.1.4 Diagrama hijo de la actividad comercializar producto	101
4.2.1.5 Diagrama hijo de la actividad recolectar información del uso del producto	1023
4.2.2 Flujos de información establecidos en el modelado.....	103
5. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN.....	107
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	112
REFERENCIAS.....	116

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Etapas del ciclo de vida del producto.....	15
Figura 2. Técnicas cim propuestas en IC.....	18
Figura 3. Métodos de diseño en Ingeniería Concurrente	18
Figura 4. Ámbitos funcionales del modelo CIM de siemens.....	21
Figura 5. Descomposición de los diagramas padre	25
Figura 6. Conexión en las cajas de las entradas, controles, salidas y mecanismos.....	27
Figura 7. Diagramación de las actividades.....	28
Figura 8 ejemplo de flechas tipo túnel.....	29
Figura 9. Entorno de la base de datos STEP	31
Figura 10. Jerarquía funcional.....	34
Figura 12. Categorías de intercambio de información.....	37
Figura 14. Descripción detallada para la etapa de producción de productos plásticos.....	52
Figura 15. Diagrama de flujo para establecer la relación de los componentes de la norma ISA S95 con el marco de referencia de IC	56
Figura 16. Información del producto y proceso para el ciclo de desarrollo del producto .	80
Figura 17. Simultaneidad de las subfunciones de la norma ISA S95.....	81
Figura 18. Subfunciones de la norma ISA S95 que utilizan el programa accsi en la empresa caso de estudio	86
Figura 19. Diagrama padre A-0.....	90
Figura 20. Diagrama hijo, elaborar productos plásticos	91
Figura 21. Diagrama hijo de la actividad diseñar producto y molde.....	92
Figura 22. Diagrama hijo de la actividad elaborar molde y producto	94
Figura 23. Diagrama hijo de la actividad planificar fabricación de molde y de producto....	95
Figura 24. Diagrama hijo de la actividad comprar materia prima	96
Figura 25. Diagrama hijo de la actividad elaborar molde	97
Figura 26. Diagrama hijo de la actividad fabricar producto	98
Figura 27. Diagrama hijo de la actividad efectuar operaciones de calidad	99
Figura 28. Diagrama hijo de la actividad programar embalaje	100
Figura 29. Diagrama hijo de la actividad comercializar producto	101

Figura 30. Diagrama hijo de la actividad recolectar información del uso del producto 102

Figura 31. Etapas de implementación del proyecto 107

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Descripción general de las etapas del CVP	15
Tabla 2. Estructura del estándar ISA S95	33
Tabla 3. Tecnologías empleadas en la empresa.....	41
Tabla 4. Descripción de los procesos desarrollados en los departamentos de la empresa	43
Tabla 5. Procesos generales en los departamentos y zonas de la empresa	48
Tabla 6. Flujos de información entre los diferentes procesos	50
Tabla 7. Comparación entre el enfoque de IC y la empresa caso de estudio.....	54
Tabla 8. Relación de funciones cim con funciones ISA S95 para la etapa de concepción y diseño en el CVP	61
Tabla 9. Relación de funciones CIM con funciones ISA S95 para la etapa de producción en el CVP	63
Tabla 10. Relación de funciones cim con funciones ISA S95 para la etapa de comercialización y ventas en el CVP	70
Tabla 11. Correlación del uso de las técnicas en cim en las funciones ISA S95	72
Tabla 12. Métodos de diseño en el marco de referencia de IC para las etapas del ciclo de vida del producto	74
Tabla 13. Funciones de la norma ISA S95 para las etapas del ciclo de vida del producto	75
Tabla 14. Flujos de información generadas para las subfunciones en las etapas del CVP	77
Tabla 15. Flujos de información establecidos en el modelado, que se usan en un solo nivel	104
Tabla 16. Flujos de información establecidos en el modelado. Interacción entre niveles	105
Tabla 17. Indicadores para la ejecución del proyecto	109
Tabla 18. Descripción detallada de las etapas para implementación del proyecto.....	109

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los mercados de todo el mundo se caracterizan cada vez más por su elevado dinamismo y globalización. El incremento de esta competencia obliga a las empresas que deseen sobrevivir a mejorar constantemente su nivel de competitividad con el objetivo de conseguir una plena satisfacción de las necesidades y expectativas de los clientes de una manera tan eficiente y rentable como sea posible. Las economías industrializadas sólo podrán competir con estos condicionantes apostando de forma clara por la innovación en producto y proceso [1]. Para ello, el enfoque de la Ingeniería Concurrente (IC) desempeña un papel importante; este enfoque postula que todos los actores que intervienen en las fases del ciclo de vida de un producto (CVP) colaboren y realicen su trabajo simultáneamente, asegurando que las condiciones estructurales, funcionales, de fabricación, mantenimiento, etc. se consideren en las etapas iniciales de análisis. De este modo se consigue disminuir el tiempo de salida al mercado y un mayor control de los recursos y costes durante los diferentes estados de desarrollo [2].

Por otro lado, en las industrias de procesos, se están logrando mejoras importantes de eficiencia al integrar los sistemas de fabricación con aplicaciones comerciales tales como procesamiento de productos, entrada de pedidos y programación. A medida que las compañías encuentran más razones para integrar los datos de los procesos de fabricación con el resto de la empresa, es necesario hacer uso de estándares industriales. El estándar internacional desarrollado por la ISA (Instrumentación, Systems and Automation Society), provee los modelos y terminologías para la definición de interfaces entre el sistema de negocios y el sistema de control de manufactura, buscando una fácil integración de las operaciones durante todo el ciclo de producción sin tener en cuenta el grado de automatización actual del proceso [3]. Este estándar ha tenido

gran acogida a nivel mundial como una referencia para la integración de sistemas de manufactura por lo que la integración de la información de todas las áreas de la empresa tiene tanta importancia para la rentabilidad de ésta como el propio proceso de producción; por lo tanto, en la actualidad el objetivo de las empresas es lograr la integración total de la información en toda la pirámide jerárquica de automatización, involucrando en esto la adquisición, control, gestión y manipulación de la información que va desde los niveles bajos del proceso hasta el nivel de gestión. Igualmente, se debe buscar integrar la información en todas las etapas del ciclo de vida del producto. Es decir que la información generada en las diferentes etapas del ciclo de vida se deba entregar rápidamente, en el lugar y momento apropiado y bajo el formato exacto a través de toda la empresa. Sin embargo, la integración empresarial y la coordinación de procesos industriales permanecen como áreas desafiantes, debido a que exigen un profundo conocimiento de la empresa y de todas las actividades, tanto productivas como administrativas, que en ella se llevan a cabo. Y es aquí donde se resalta la importancia de aplicar la norma ISA S95 y la filosofía de trabajo de IC, la cual debe contribuir en la integración y manejo eficiente de la información.

Si bien es cierto que la implementación de la norma ISA S95 y los métodos de trabajo bajo la filosofía de Ingeniería Concurrente han mostrado excelentes resultados en la mejora de desarrollo del producto en muchas compañías en diferentes países y sectores [4], han sido pocos los trabajos desarrollados a nivel nacional y regional encaminados hacia la automatización e integración de la información donde se considere la Ingeniería Concurrente como una filosofía de trabajo potencialmente efectiva para el control e integración de la información en el ciclo de desarrollo del producto.

El presente proyecto se enfoca en el modelamiento de flujos de información para un caso de estudio, tomando como referencia el enfoque de Ingeniería Concurrente. Este documento está conformado por cinco capítulos en los cuales

se muestran los resultados del trabajo desarrollado. El primer capítulo corresponde a una recopilación teórica sobre conceptos importantes tanto de Ingeniería Concurrente como de la norma ISA S95; el segundo capítulo corresponde al diagnóstico sobre los procesos de información para el ciclo de desarrollo del producto en la empresa caso de estudio; en el tercer capítulo se relacionan los componentes de la norma ISA S95 con el marco de referencia de IC que sean aplicables al caso de estudio; en el cuarto capítulo se presenta el modelado de la información; para ello se hace uso de la metodología de IDEF0, la cual permite modelar procesos al nivel de detalle que se requiera. Para hacer este modelado de información se utiliza la herramienta software denominada iGrafx IDEF0. Finalmente en el quinto capítulo se presenta una propuesta de implementación del proyecto desarrollado para la empresa caso de estudio.

1. DESCRIPCIÓN DE LAS TÉCNICAS DE INGENIERÍA CONCURRENTE Y LA NORMA ISA S95 EN EL CONTEXTO DE DESARROLLO DEL PRODUCTO

El desarrollo de nuevos productos es una actividad esencial para la supervivencia y competitividad de una empresa. Existen diferentes estrategias de mejora del proceso de desarrollo de nuevos productos, pero la mayor parte de ellas pasan por potenciar el papel del diseño y la disminución de la duración del ciclo de desarrollo del producto [5], siendo éstas las que desempeñan un papel importante en la ingeniería concurrente (IC).

En este capítulo se presentan las características de la IC, las Técnicas usadas en CIM y los métodos de diseño¹ que se proponen en la IC; igualmente, se presentan algunos casos de aplicación de este enfoque de trabajo y los aspectos más relevantes de la norma ISA S95 que contribuyen en el modelado de flujos de información para un caso de estudio.

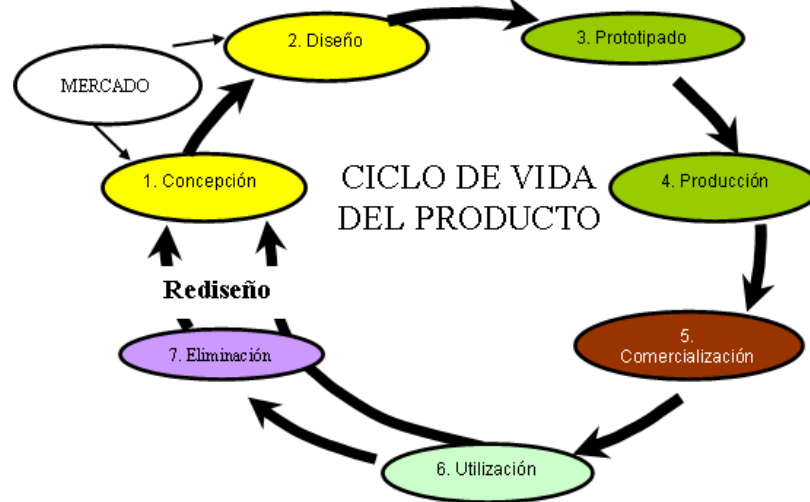
1.1 INGENIERÍA CONCURRENTE (IC)

1.1.1 Definición. La IC, conocida también como Ingeniería Simultánea o Ingeniería colaborativa, postula que todos los actores que intervienen en el proyecto de un producto (desde la idea inicial hasta el desarrollo final) y en el resto de fases de su ciclo de vida (ver Figura 1) colaboren y realicen su trabajo simultáneamente, asegurando que las condiciones estructurales, funcionales, de fabricación, mantenimiento, etc. se consideren en las etapas iniciales de análisis [2]. Por consiguiente, la IC involucra el trabajo coordinado y simultáneo de los diversos departamentos de la empresa, los cuales corresponden a: Marketing, Ingeniería del Producto, Ingeniería del Proceso, Producción, Calidad, Ventas, Mantenimiento, Costos, etc. [6].

¹ Los métodos de diseño corresponden a una serie de pasos sucesivos para convertir los requerimientos del cliente en especificaciones técnicas de diseño, para introducir en las primeras etapas de diseño las propiedades exigidas por los diferentes factores influyentes sobre el ciclo de vida, etc.

Como se ha especificado, la IC considera todo el Ciclo de Vida del Producto (CVP) [2]; la Figura 1 muestra todas las etapas del CVP, empezando por la concepción y el diseño hasta la etapa de eliminación del producto. Estas etapas se diferencian con una notación de colores, el cual será utilizado en capítulos posteriores.

Figura 1. Etapas del ciclo de vida del producto



FUENTE: elaboración propia. Mayo 2008

Se observa en la Figura 1 que existe un ciclo cerrado, en el cual la información sobre el uso y nivel de aceptación del producto es muy importante para efectuar tareas de rediseño. Igualmente en la etapa de eliminación del producto se deben efectuar tareas de rediseño, con el fin de mejorar el producto existente o redefinirlo; de esta manera se obtiene un ciclo cerrado para la vida útil de un producto. En la tabla 1 se presenta de manera general la descripción de cada una de estas etapas.

Tabla 1. Descripción general de las etapas del CVP

ETAPAS DE CICLO DE VIDA	DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS
Concepción	Esta etapa se caracteriza por la búsqueda de ideas innovadoras para el diseño de nuevos productos.
Diseño	Una vez concebida la idea se diseña el producto y lograr suplir las necesidades que lo originan.
Prototipado	La etapa de prototipado consiste en el desarrollo del prototipo del producto; este prototipo es necesario para mostrarlo al mercado y conocer las opiniones del cliente.

Producción	Esta etapa consiste en desarrollar el producto final que será entregado al cliente; en esta etapa intervienen diferentes procesos, entre otros se nombra como ejemplo, el proceso de control de la calidad del producto, etc.
Comercialización	Es la etapa donde el producto es lanzado al mercado.
Utilización	La etapa de utilización es donde el producto es usado por el cliente.
Eliminación	En la etapa de eliminación, el producto culmina su vida útil y nuevamente se deben generar ideas de rediseño, por ejemplo, para mejorar el producto existente

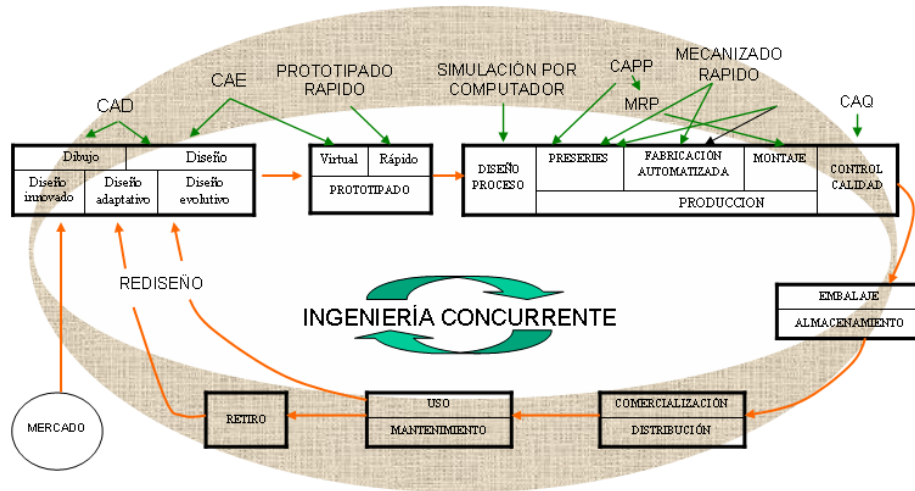
Fuente: elaboración propia.

1.1.2 Ámbitos para abordar en la implantación de IC. Para conseguir una implantación con éxito y conseguir un entorno de Ingeniería Concurrente competitivo existen cinco ámbitos a abordar [5]:

- La modelización de los procesos. Técnica que ayuda a analizar y a mostrar cómo la información fluye y se transforma a lo largo de un conjunto de actividades relacionadas con todas las etapas del Ciclo de Vida del Producto.
- La arquitectura de los sistemas de información. Es necesario que el compartir datos libremente entre aplicaciones, usuarios y organizaciones sea una realidad, donde las distintas aplicaciones actúen de forma integrada y cooperativa.
- La creación de equipos de trabajo multidisciplinares, con unos objetivos claros y una comunicación efectiva entre sus miembros.
- La utilización de metodologías formales de diseño. Entre las distintas teorías o metodologías para el trabajo en equipo o para la mejora del diseño existen algunas que son bastante importantes en la Ingeniería Concurrente, las cuales son comentadas más adelante.
- La utilización de herramientas asistidas por el ordenador: la adquisición y/o desarrollo de programas para ingeniería, diseño y la gestión de sus procesos; la adquisición y/o desarrollo de programas para la comunicación e información entre diferentes ordenadores, programas y localizaciones, junto a las herramientas de integración. La Ingeniería Concurrente supone la integración de todos los medios de la empresa necesarios para el desarrollo del producto, incluyendo el personal, las herramientas, los recursos y la información.

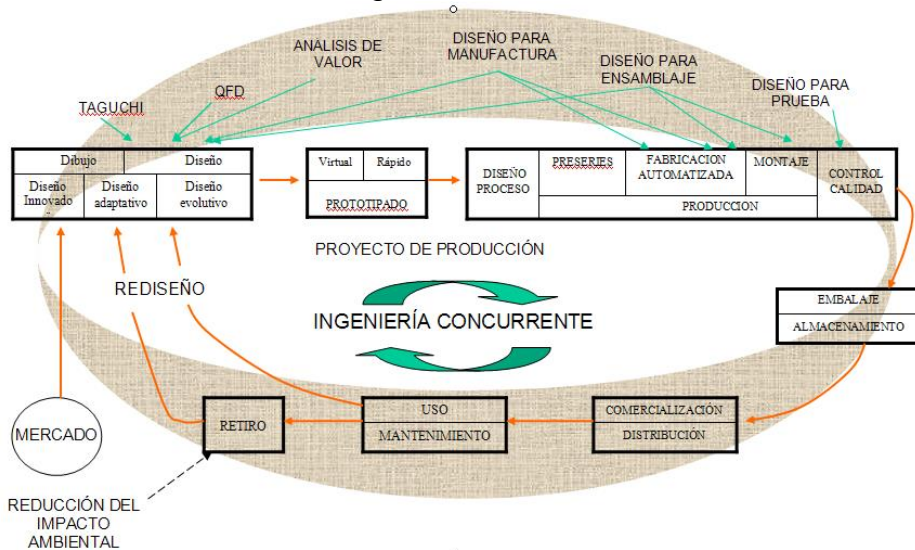
1.1.3 Técnicas y métodos de soporte a la Ingeniería Concurrente. La IC propone la utilización de metodologías formales de diseño y de herramientas asistidas por computador; estas herramientas se sustentan sobre una base de datos centralizada, una fuente de información única, un protocolo de comunicaciones y una red para la transmisión de los datos. Por otra parte, el uso de metodologías formales de diseño permiten convertir los requerimientos del cliente en especificaciones técnicas de diseño, para introducir en las primeras etapas del diseño las propiedades exigidas por los diferentes factores influyentes sobre el ciclo de vida, para evaluar las alternativas de solución, para insensibilizar (robustecer) el proceso productivo frente a los factores no controlables, etc. [2]. La Figura 2 y la Figura 3 relacionan las herramientas asistidas por computador (Técnicas usadas en CIM) y los métodos de diseño, con todas las etapas del ciclo de vida del producto respectivamente.

Figura 2. Técnicas CIM propuestas en IC



Fuente: CAPUZ RIZO, Salvador. Introducción al proyecto de producción. Ingeniería Concurrente para el diseño del producto. México D.F. Grupo editor Alfa omega. 2001. 14p.

Figura 3. Métodos de Diseño en Ingeniería Concurrente



Fuente: CAPUZ RIZO, Salvador. Introducción al proyecto de producción. Ingeniería Concurrente para el diseño del producto. México D.F. Grupo editor Alfa omega. 2001.17p.

Se observa en la Figura 3 que los métodos de diseño se utilizan en la primera etapa del Ciclo de Vida del Producto, es decir, en la etapa de diseño, y los resultados de aplicar estos métodos inciden en las demás etapas; por ejemplo, los resultados de hacer un buen diseño para manufactura en el cual se deben analizar

las formas más eficientes de producir el producto repercuten en la fabricación del producto como tal.

La técnica en CIM de Prototipado Rápido representa un complemento importante para la etapa de diseño, puesto que mediante esta técnica se pueden obtener prototipos del producto, los cuales son generados mediante programas de diseño asistidos por computador (CAD). Entre las muchas ventajas de generar productos prototipos se resalta el hecho de que al producto prototipo se le pueden descubrir fallos de diseño lo antes posible, permitiendo de esta manera mejorar la calidad y las características del producto.

1.1.3.1 Técnicas en CIM propuestas en IC: tradicionalmente los sistemas clásicos de fabricación tienen altos rendimientos para las grandes series, pero productividades muy bajas y elevados costes para los lotes pequeños. Por tanto, es necesario replantear los métodos y tecnologías de fabricación, definiendo un nuevo sistema que conjugue un alto nivel de productividad, amplio espectro de fabricación y permita reducir los costes. La respuesta tecnológica a esta necesidad la constituyen los sistemas CIM [2].

Un sistema CIM (Computer Integrated Manufacturing) es un enfoque de la fabricación que emplea la tecnología informática para mejorar el rendimiento del sistema productivo a través del procesado y verificación de la información en todas las fases de fabricación. Esta definición del CIM abarca todas las funciones operacionales y de procesos de información de la fábrica, desde la recepción de pedidos, el diseño, la producción y finalmente la expedición de productos [2].

Las técnicas en la Manufactura Integradas por Computador que se pueden utilizar en las diferentes etapas del CVP bajo el enfoque de Ingeniería Concurrente (IC) se enlistan a continuación. En el ANEXO A se explican en detalle cada una de ellas.

Técnicas en la fabricación Integradas por Computador

- Diseño Asistido por Computador (CAD).
- Ingeniería Asistida por Computador (CAE).
- Rapid Prototyping (Prototipado Rápido).
- Rapid Tooling (Mecanizado Rápido).
- Simulación por Computador (SC).
- Planificación de Procesos Asistida por Computador (CAPP).
- Plan de Requerimientos de Materiales (MRP).
- Fabricación Asistida por Computador (CAM)
- Control de Calidad Asistido por Computador (CAQ)

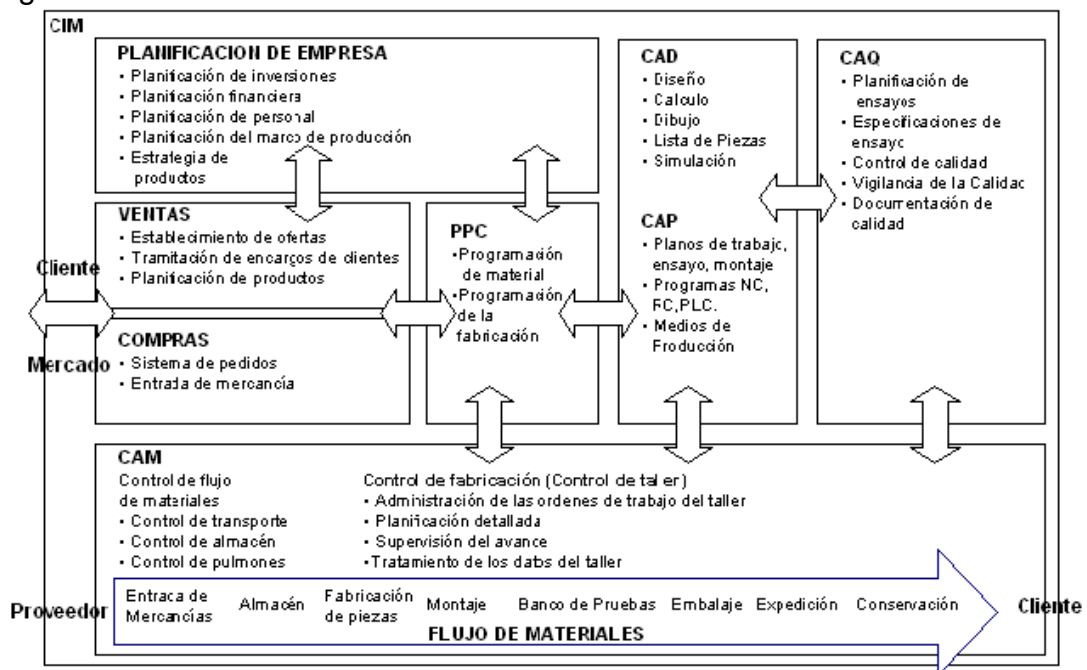
1.1.3.2 Modelo CIM de Siemens: este modelo es amplio en cuanto a la concepción de todas las posibles estructuras funcionales que pueda tener una organización, independiente de su tamaño, capacidad o tipo de producto. Incluye las relaciones de la organización con su entorno [7].

De este modelo se tienen como características principales las siguientes [8]:

- Identifica un conjunto de funciones principales de un ambiente CIM: CAD, CAM, CAP, PPC, CAQ, etc., a las que es preciso integrar
- Distingue el ambiente CIM del ambiente CAO (“Computer-Aided Organization”), donde se tratan aspectos meramente administrativos, integrándolos
- Modela la interacción entre CIM y CAO
- Introduce los conceptos de integración vertical y horizontal de información
- Plantea el concepto de logística de la información: “Es necesario contar con la información correcta, en cantidad y calidad adecuada a las necesidades , en el momento preciso y en el lugar adecuado”

Ámbitos funcionales del modelo CIM de Siemens: este modelo proyecta la empresa automatizada a partir de relaciones específicas entre todos los ámbitos, desde la manufactura hasta la administración de la empresa, lo que evita la duplicidad de funciones y la inexistencia de responsabilidades y relaciones vitales para la empresa. La forma en que ellos se interrelacionan se presenta en la Figura 4 [9].

Figura 4. Ámbitos Funcionales del modelo CIM de Siemens



Fuente: KBAUMGARTNER, Horst; KNISCHEWSKI, Klaus; WIEDING, Harald. CIM Consideraciones básicas. Siemens Aktiengesellschaft & Marcombo, Barcelona, 1991

1.1.3.3 Métodos de diseño en el marco de la ingeniería concurrente: los métodos de diseño que se proponen en la Ingeniería Concurrente son [2]: despliegue de la función de Calidad (QFD), Análisis Funcional, Análisis del valor, Técnicas de Taguchi y Diseño para la X-bilidad; donde X-bilidad corresponde a:

- Fabricabilidad y ensamblabilidad (DFM&A).
- Control del coste (DFC, Design for cost).
- Mantenibilidad.

- Fiabilidad (DFRe, Design for Reliability).
- Seguridad (DFS, design for safety).
- Refabricabilidad (DFRm).

En el ANEXO B se explican brevemente cada uno de estos métodos de diseño.

1.2 HERRAMIENTA IDEF0 PARA EL MODELADO DE ACTIVIDADES Y FLUJOS DE INFORMACIÓN

En vista de que la norma ISA S95 no establece metodologías que permitan modelar acciones o actividades de un sistema de manera integral para todas las etapas del CVP, es preciso hacer uso de metodologías que faciliten este proceso. En este sentido se han explorado y analizado algunas opciones, por ejemplo establecer el modelado mediante Diagramas de Flujo, mediante el modelado de sistemas orientado a objetos (UML) y la metodología IDF0. Del resultado de esta comparación se concluye que las dos primeras no son metodologías adecuadas para modelar actividades desde la perspectiva de IC, donde se establezca la simultaneidad de ejecución de funciones, sin embargo IDEF0 garantiza la modelización bajo el enfoque de IC. A continuación se presentan las generalidades de esta metodología.

1.2.1 Origen de IDEF0. En la década de los 70 la fuerza aérea de los EE.UU. desarrolló un programa para la fabricación integrada asistida por computador (Integrated Computer Aided Manufacturing, ICAM). El objetivo de este programa era identificar las necesidades de mejoras en las técnicas y análisis de la comunicación para el personal involucrado en la producción. El resultado del proyecto ICAM es una serie de técnicas conocidas como IDEF (Integrated Definition Methods). Algunas de estas técnicas son: IDEF0 (utilizado para la representación de actividades o procesos), IDEF1 (utilizado como modelo de

representación y estructuración de la información), IDEF2 (utilizado para representar modelos que varían con el tiempo). La técnica de IDEF0 es ampliamente utilizada en varios sectores como el industrial, el comercial, entre otros. Debido a su gran aceptación para la modelización de actividades presentes en un sistema, en Diciembre de 1993 el Instituto Nacional de Estándares y tecnología (NITS)² define y publica la técnica de IDEF0 como un estándar para el modelamiento de funciones.

1.2.2 Definición de IDEF0. La traducción literal de las siglas IDEF0 es Integration Definition for Function Modeling (Definición de la integración para la modelización de las funciones). IDEF0 consiste en una serie de normas que definen la metodología para la representación de funciones modelizadas. Uno de los aspectos de IDEF0 más importantes es que como concepto de modelización va introduciendo gradualmente más y más niveles de detalle a través de la estructura del modelo. 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 [10].

1.2.3 Modelado en IDEF0. El diagrama gráfico es el principal componente de un modelo IDEF0. Las funciones que representan las cajas de estos diagramas pueden ser divididas o descompuestas en diagramas de más detalle hasta que se haya descrito el 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

² El Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NITS) pertenece al Departamento de Comercio de los Estados Unidos. La misión de este instituto es promover la innovación y la competencia industrial mediante avances en metrología, normas y tecnología de forma que mejoren la estabilidad económica y la calidad de vida. Este instituto esta directamente involucrado con el desarrollo y pruebas de normas hechos por el sector privado y por agencias de gobierno.

diagrama le siguen una serie de diagramas hijos (filiales) que van a proporcionar más detalle sobre el tema [10].

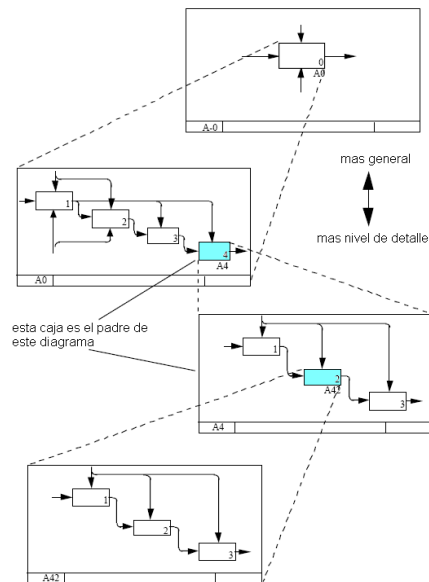
1.2.3.1 Diagrama de contexto (top-level). Todo modelo debe tener un diagrama de contexto top-level en el que se representa el tema del modelo con una caja única con sus correspondientes flechas. A este diagrama se le denomina diagrama A-0 (a menos cero) [10].

1.2.3.2 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 [10].

1.2.3.3 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 [10].

La Figura 5 muestra la estructura de descomposición de los diagramas padre; igualmente se muestra cómo debe incluirse la numeración para cada una de las cajas.

Figura 5. Descomposición de los diagramas Padre



Fuente: NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. Integration definition for function modeling (IDEF0), 1993.16p. (Public Law 100-235)

1.2.3.4 Reglas de sintaxis de los diagramas. Las reglas generales para construir un diagrama se especifican a continuación:

- 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 sólo una caja.
- El número de caja de la caja única del diagrama de contexto A-0 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.
- Las flechas deben dibujarse con trazos horizontales y verticales, nunca diagonales.
- Una caja puede tener cero o más flechas de input.

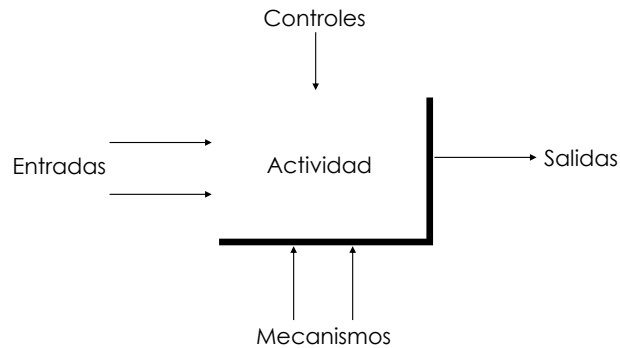
1.2.3.5 Reglas de numeración de los nodos. A continuación se especifican algunas reglas importantes para la numeración:

- 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,...
- Los diagramas hijos de un nivel inferior serán numerados como A11, A12, ..., A61, A66... y así sucesivamente.

1.2.3.6 Semántica de las cajas y de las flechas. El nombre de la caja siempre debe ser un verbo o una frase verbal que sea descriptiva de la función que la caja representa. Las flechas que entran en la caja por su izquierda son los inputs. Los inputs son transformadas o consumidas por la función para producir los outputs.

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 outputs correctos. Las flechas que salen de la caja por su parte derecha son los outputs. Los outputs son datos u objetos producidos por la función. Las flechas conectadas a la parte inferior de la caja representan los mecanismos. Los mecanismos identifican algunos de los medios o recursos que apoyan la ejecución de la función. La Figura 6 muestra la conexión de estas flechas en las cajas.

Figura 6. Conexión en las cajas de las entradas, controles, salidas y mecanismos

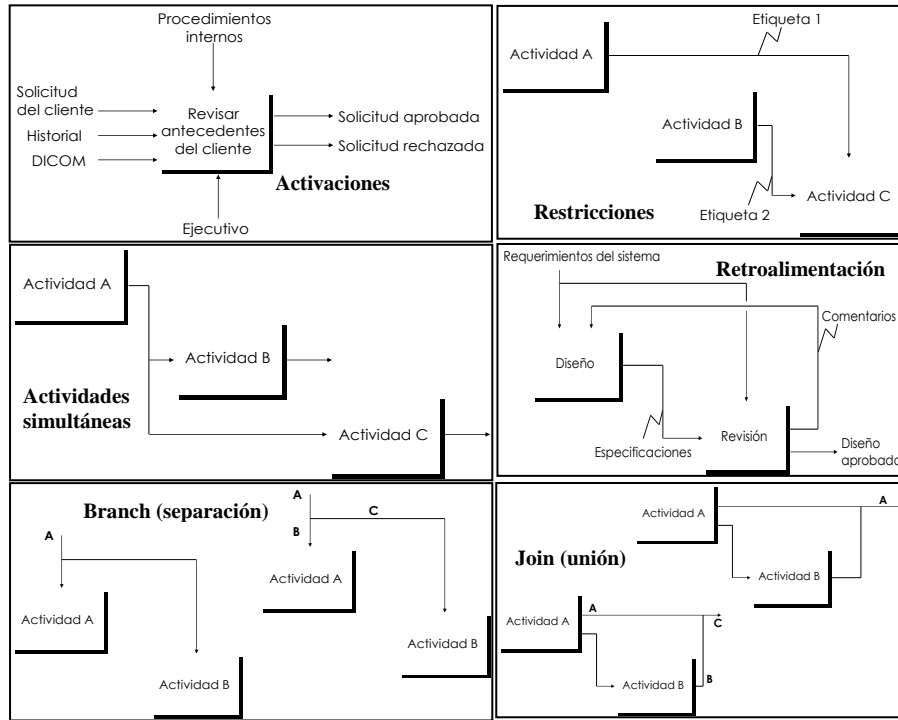


Fuente: NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. Integration definition for function modeling (IDEF0), 1993.11p. (Public Law 100-235)

1.2.3.7 Configuración de los diagramas. Los diagramas pueden configurarse o representarse de varias maneras; la Figura 7 muestra algunas de ellas:

- **Activaciones:** representan colecciones de actividades, usando diferentes combinaciones de entradas, controles y salidas; una caja desarrolla varias partes de su actividad.
- **Restricciones:** la ejecución de una actividad puede estar restringida a la información que se genere en otra actividad, es decir, que no se ejecuta mientras no se tenga la información necesaria para hacerlo.
- **Las actividades simultáneas:** la simultaneidad de las funciones se da si no existen restricciones. La información de una actividad puede ser necesaria para ejecutar simultáneamente dos o más actividades.
- **Retroalimentación:** la información de salida de una actividad puede ser necesaria para ejecutar una actividad precedente.
- **Branch (separación):** el flujo de información se divide en informaciones específicas.
- **Join (unión):** los flujos de información específicos se unen en un solo flujo de información más general.

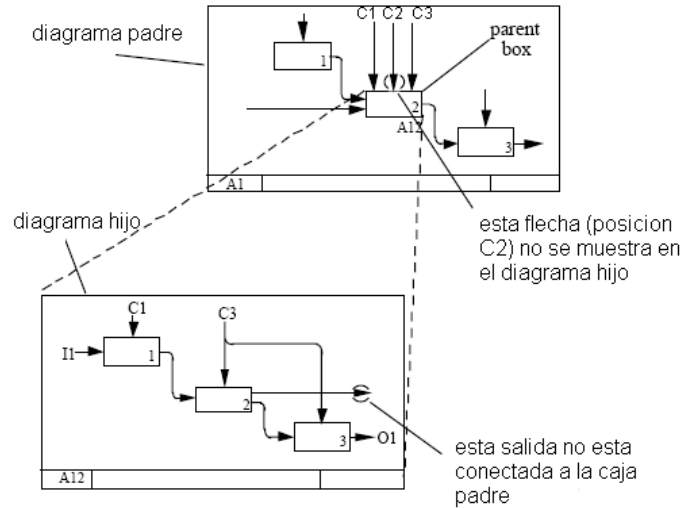
Figura 7. Diagramación de las actividades



Fuente: Elaboración Propia julio 2008

1.2.3.8 Flechas tipo túnel. Las flechas tipo túnel se usan para proporcionar información en un nivel específico de descomposición que no es necesario para la comprensión de otros niveles. La Figura 8 muestra un ejemplo de este tipo de flechas.

Figura 8 ejemplo de flechas tipo túnel



Fuente: NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. Integration definition for function modeling (IDEF0), 1993.16p. (Public Law 100-235)

La anterior Figura presenta un ejemplo de un diagrama en la cual existe una flecha tipo túnel; se observa en la Figura que en la caja padre (A12) están conectados los controles C1, C2 y C3, de los cuales el control C2 es relevante para esta caja padre, mas no para su diagrama hijo. Igual sucede para la salida tipo túnel que no se muestra en la caja padre, pero sí se muestra la salida O1.

1.3 CASOS DE APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA CONCURRENTE

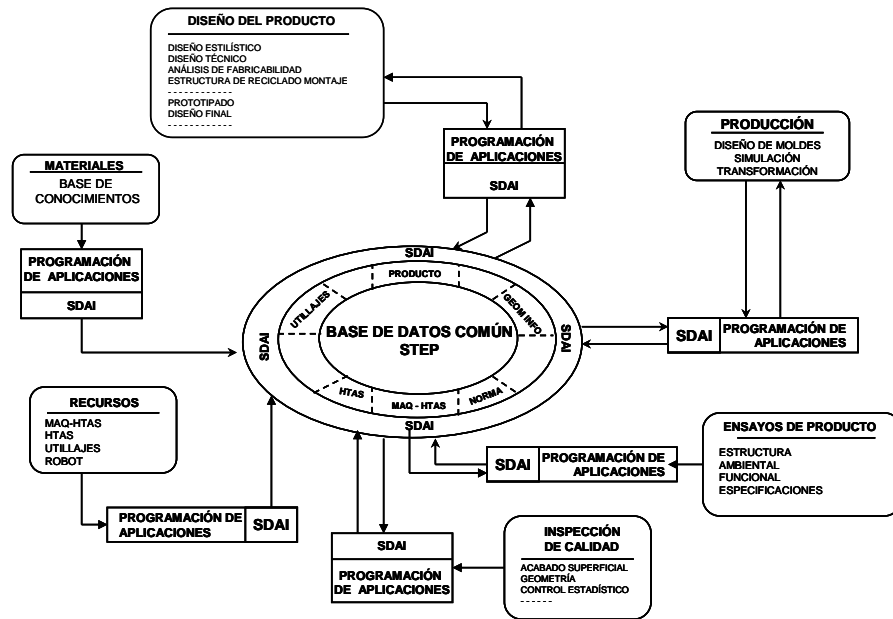
Los siguientes casos de aplicación, en los cuales se aborda el concepto de IC, corresponden a trabajos desarrollados en empresas colombianas. A continuación se presenta de manera general lo que se ha desarrollado para cada uno de los casos.

1.3.1 Ingeniería Concurrente en el diseño de moldes de inyección [11].

Teniendo en cuenta que uno de los aspectos claves en la aplicación de la IC es la aplicación del concepto de integración, se han estado realizando dos proyectos, el primero corresponde al “modelado e intercambio de información en el diseño y fabricación de moldes”; para ello, según la metodología de IDEF0, se ha desarrollado un modelo de actividades general, que refleja las interacciones, que establece el contexto y los agentes principales que intervienen en el proceso; y que permite identificar los flujos de información que se generan desde el diseño de pieza hasta la fabricación del molde. Y el segundo, “el proyecto IC3P”, que tiene por objetivo general la aplicación de la IC en la producción de piezas de plástico.

Como resultado de ambos proyectos, se está elaborado un modelo de información (utilizando la norma ISO 10303 – STEP) que define una estructura de datos que el modista intercambia con el resto de agentes presentes en el proceso de diseño y fabricación de un molde de inyección (ver Figura 9). Este modelo se implementa en una base de datos distribuida con el fin de que las diferentes aplicaciones puedan acceder a esta a través de una interfaz de acceso de datos neutra (SDAI – Standard Data Access Interface).

Figura 9. Entorno de la base de datos STEP



Fuente: RÍOS, José, VIZÁN, Antonio, MÁRQUEZ, Juan. Ingeniería Concurrente en el diseño de moldes de inyección [en línea]. Madrid España. Disponible en <http://www3.unileon.es/personal/wwdfqjbg/docs%20investigacion/cidim_99_IC3p.pdf >

1.3.2 Propuesta de una metodología para el mejoramiento del proceso de diseño y desarrollo de nuevos productos en la empresa cementos del valle S.A. [12]. En este proyecto se propone una metodología para el mejoramiento del proceso de diseño y desarrollo de nuevos productos en una empresa de cemento. Este proyecto se ha desarrollado en cuatro fases: descriptiva, analítica, investigativa y resolutive.

- La fase descriptiva cubre los aspectos relacionados con la empresa y el proceso actual de diseño y desarrollo de nuevos productos.
- La fase analítica se refiere a la evaluación del proceso de diseño y desarrollo de productos, que presenta falencias en cuanto a la integración de las diferentes áreas de la empresa, falta de una estructura definida, el establecimiento de metas para los proyectos y la planeación de actividades de seguimiento y asesoría a clientes, básicamente.

- La fase investigativa profundiza en algunas de las metodologías diferentes que existen en el medio, como son el QFD y la Ingeniería Concurrente.
- Finalmente la etapa resolutive muestra el diseño y estandarización de la propuesta

1.3.3 Modelado del proceso de desarrollo de productos (PDP) en empresas del sector metalmecánico de Barranquilla en la perspectiva de la Ingeniería Concurrente [13]. Las etapas realizadas en este trabajo son las siguientes:

Etapa 1: puesta en marcha del proyecto, fueron seleccionadas cinco (5) empresas manufactureras del sector metalmecánico de la ciudad, fijando como criterios de escogencia:

- PDP claramente definido al interior de la organización.
- Disposición para la ejecución de proyectos en equipos de trabajo, con el apoyo de la dirección.
- Utilización de tecnologías para el PDP.

Etapa 2: introducción y visión de IC: esta etapa busca sensibilizar a los directivos de las empresas con respecto a la temática y beneficios que tiene involucrar la filosofía de Ingeniería Concurrente como política estratégica para el manejo del PDP y su impacto en la competitividad de la empresa.

Etapa 3: modelado del PDP en el sector metalmecánico: esta etapa se realiza haciendo uso de la terminología de IDEF0. Esta etapa está relacionada con el entendimiento del PDP en la empresa y la evaluación de su situación actual. La importancia de esta etapa radica en que se establece un modelo estándar del PDP, dado que no siempre se tiene claridad ni una idea unificada sobre este proceso, por lo cual se requiere tener un consenso sobre las actividades, responsabilidades y requerimientos de información y recursos.

La recolección de la información para caracterizar el estado actual del PDP en cada empresa participante se hizo a través de observación directa, visitas al proceso, entrevistas y encuestas dirigidas a los miembros del equipo actual para diseño y desarrollo de productos.

1.4 ESTÁNDAR ISA-95

El estándar ISA-95 desarrollado por el comité **ISA SP95**, provee modelos y terminologías para la definición de interfaces entre el sistema de negocios y el sistema de control de manufactura, con el objetivo de facilitar la integración de las operaciones durante todo el ciclo de producción sin tener en cuenta el grado de automatización del proceso. Describe las funciones relevantes del nivel de negocios y del nivel **MES**, y la información clave que se requiere compartir en esos dominios [3].

1.4.1 Estructura del estándar ISA S95: el estándar ISA S95 está conformado por seis partes, cuatro de las cuales ya están aprobadas. En la tabla 2, se especifican cada una de estas partes.

Tabla 2. Estructura del estándar ISA S95

Parte de la norma	Título	Descripción	Fecha de aprobación
Primera parte (S95.00.01)	Modelos y terminologías	Define modelos y terminologías estándar en cuanto a la definición de las interfaces entre los sistemas comerciales de una empresa y sus sistemas de control en la producción [14].	15 Julio 2000
Segunda parte (S95.00.02)	Estructuras y atributos de los datos	En conjunto con la Parte 1 define el contenido de la interfaz entre las funciones de control en la producción y otras funciones de la empresa [15].	17 Octubre 2001
Tercera parte (S95.00.03)	Modelos de actividad de administración de operaciones de manufactura	Define las actividades para desarrollos de la información en la producción que permiten una integración sistémica entre el nivel de empresa y el de control de la producción [16]	6 Junio 2005
Cuarta parte (S95.00.04)	Modelos de objeto y atributos de la administración de operaciones de manufactura	Provee los modelos de objetos y sus atributos de las actividades de la administración de operaciones de manufactura, los cuales describen más ampliamente las definiciones realizadas en la parte 3. Su objetivo es proporcionar la base para el diseño y la implementación de interfaces estándar dentro de la administración de operaciones de manufactura, dando soporte para lograr la interoperabilidad entre las funciones del nivel 3 [17].	En desarrollo
Quinta parte	Transacciones entre	Especifica la manera como debe realizarse el intercambio de la	10 Enero

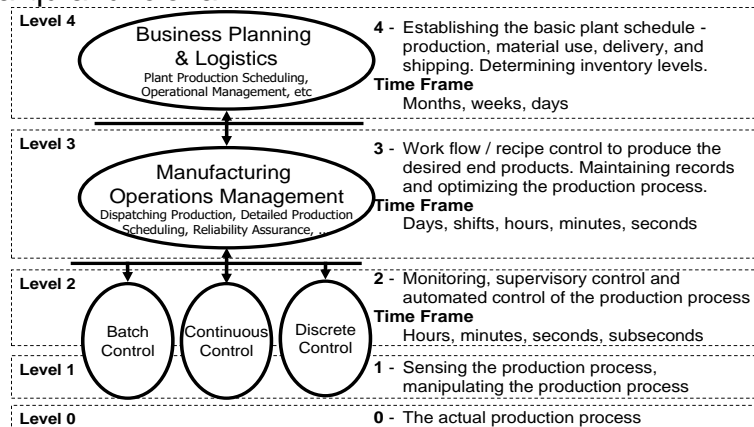
(S95.00.05)	sistemas de negocios y de manufactura	información definida en las partes 1 y 2 del estándar, teniendo en cuenta la forma en que ésta debe ser almacenada, recibida y transferida; estableciendo para ello la estructura del mensaje, más no el contenido [19].	2007
Sexta parte (S95.00.06)	Transacciones en la administración de operaciones de manufactura	establece la manera como deben ser realizada las transacciones dentro de la administración de operaciones de manufactura [19]	En desarrollo

Fuente: elaboración propia. Julio 2008

1.4.1.1 Primera parte, modelos y terminología: esta parte del estándar presenta varios modelos y terminología que son usados para realizar el intercambio de información entre los sistemas ERP y MES. A continuación se presentan los modelos que son de importancia para este proyecto:

Modelo jerárquico funcional: la Figura 10 describe los diferentes niveles del modelo jerárquico funcional, en donde se delimitan de manera general tres niveles principales, los cuales llevan a cabo funciones en un área de acción específica y según un tipo de responsabilidades establecidas; los niveles son: nivel de negocio, nivel de manufactura y nivel de proceso [14].

Figura 10. Jerarquía funcional



Fuente: The Instrumentation, Systems and Automation Society (ISA). ANSI/ISA-95. 00. 01-CDV02: Enterprise - Control System Integration Part 1 Models and Terminology. North Carolina, USA, 2000.

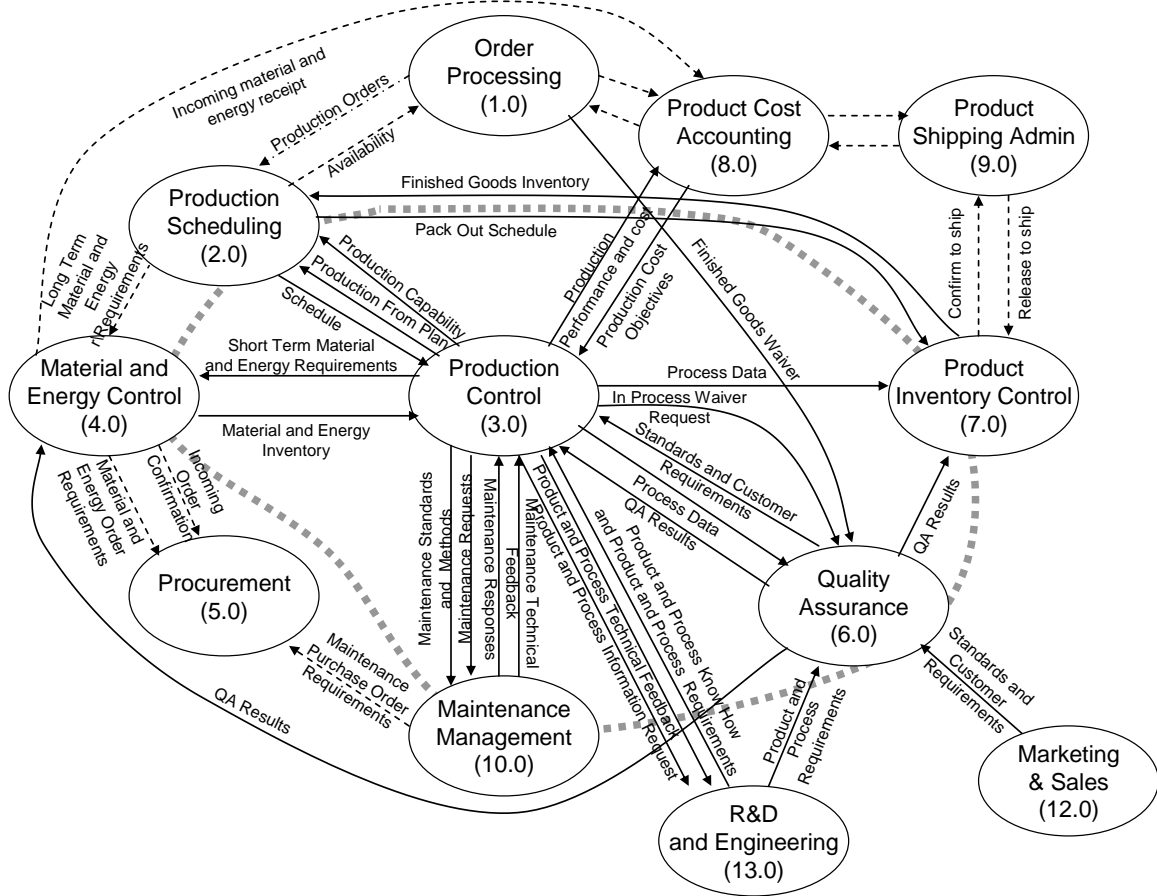
El sistema de negocios & logística es el nivel superior (nivel de negocio) dentro de la estructura de la empresa donde actúan los sistemas de información ERP que llevan a cabo la planeación de recursos empresariales.

El nivel de administración de operaciones de manufactura es el encargado de administrar los procesos productivos, las operaciones de mantenimiento, de calidad y operaciones relacionadas con inventarios, teniendo bajo su responsabilidad el coordinar la transformación de materias primas en productos terminados garantizando el cumplimiento de las políticas de producción de la empresa o de las necesidades del cliente. Dentro de este nivel operan los sistemas MES (***Manufacturing Execution System***), los cuales gestionan todos los recursos involucrados en los procesos de producción, como son materiales, equipos y personal.

Los niveles 2, 1 y 0 representan los procesos productivos y dentro de éstos se llevan a cabo tareas de supervisión, monitoreo y control de variables de proceso, incluyen todo lo necesario para transformar materias primas en producto terminado como: sensores, actuadores, sistemas de adquisición de datos y supervisión (**SCADAS**), Controladores lógicos programables (**PLC**), etc.

Modelo funcional empresa/control: en el modelo de flujo de datos funcional descrito en la Figura 11 se describen algunos de los flujos de datos y funciones que se encuentran dentro de las empresas de manufactura. La línea gruesa punteada es la interfaz entre los niveles 3 y 4. Las funciones que se encuentran en este límite pertenecen al dominio de empresa o al dominio de control dependiendo de las políticas de la empresa. Las líneas dibujadas en este modelo indican algunos flujos de información de importancia para los sistemas de control de manufactura [14].

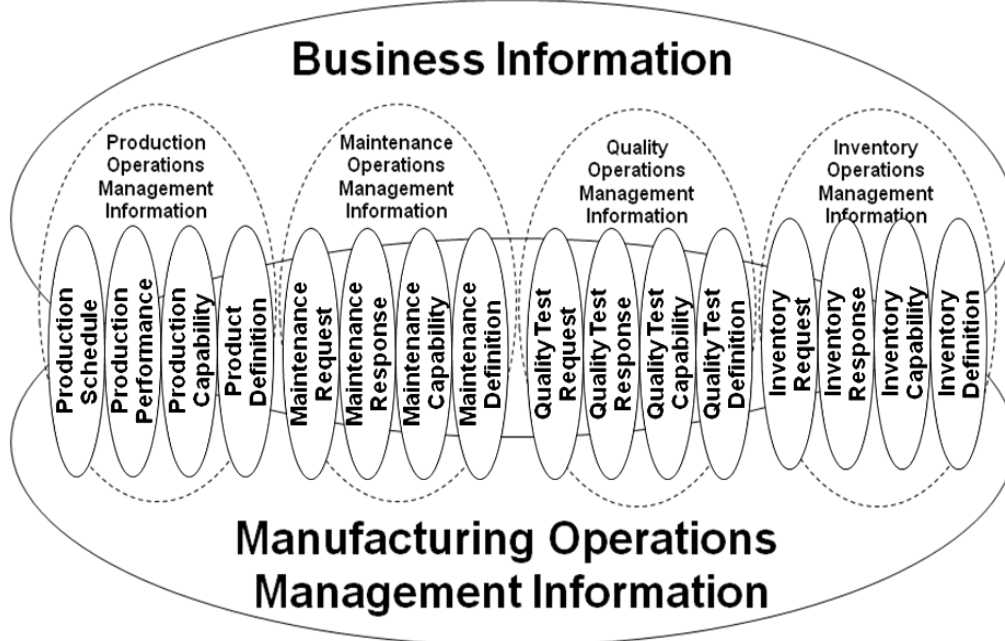
Figura 11. Modelo funcional empresa/control



FUENTE: The Instrumentation, Systems and Automation Society (ISA). ANSI/ISA-95. 00. 01-CDV02: Enterprise - Control System Integration Part 1 Models and Terminology. North Carolina, USA, 2008, ISA.

1.4.1.2 Intercambio de información entre el nivel de negocios y nivel de manufactura. Para la estandarización de los flujos de información entre los sistemas de manufactura y los sistemas de negocio, el estándar ISA-95 agrupa toda la información intercambiada en cuatro categorías: información de capacidad de trabajo, información de definición de trabajo, información de la programación de trabajo e información del desempeño de trabajo. Entre otras, la Figura 12 muestra las categorías de intercambio de información.

Figura 12. Categorías de intercambio de información



Fuente: The Instrumentation, Systems and Automation Society (ISA), ANSI/ISA—95.00.04— Draft, Enterprise Control System Integration Part 4: Object Models and Attributes of Manufacturing Operations Management, Draft 3, North Carolina, January 2005, ISA.

A continuación se explican brevemente estas categorías de intercambio de información:

- Información de Capacidad de trabajo: es la información relacionada con la disponibilidad de recursos, qué está disponible y qué se puede hacer con lo que está disponible.
- Información de Definición de trabajo: es el compendio de información que describe cómo realizar una operación de manufactura.
- Información de Programación de trabajo: es la información necesaria para saber qué se debe hacer y cuándo se debe hacer.
- Información de Desempeño de trabajo: es información acerca del trabajo que se ha realizado y los recursos que se han utilizado.

1.4.1.3 Conceptos teóricos adicionales importantes para el proyecto. En este proyecto se mencionan las siglas de MES, Middleware, y B2MML. A continuación se presentan brevemente los respectivos conceptos teóricos.

MES (Manufacturing Execution System): por sus siglas en ingles “*Sistemas de Ejecución de Manufactura*”, de acuerdo con la definición del instituto “Advanced Manufacturing Research (AMR) de Cambridge, EE.UU, la función de estos sistemas es la de: “observar un producto durante todo su recorrido desde la producción hasta llegar al cliente” [19].

XML (Extensible Markup Language): el lenguaje de marcado extensible es un conjunto de reglas que identifica cómo definir etiquetas (marcado de texto) para dividir un documento en partes y subpartes individuales. XML es un lenguaje de marcado igual que el HTML, pero se ha definido de forma que no está limitado a vocabulario, industria o uso en particular. El HTML es un lenguaje de marcado que esta orientado a la presentación; en cambio, el XML está orientado a la descripción del contenido de documentos [20].

B2MML (Business to Manufacturing Markup language): **B2MML** es una implementación en XML de la familia de estándar ANSI/ISA S95, conocido como IEC/ISO 62264. B2MML consiste en un conjunto de esquemas XML, escritos en el lenguaje de esquemas XML (XSD) del World Wide Web Consortium que implementa los modelos de objetos del estándar ISA S95. B2MML está diseñado para ser un formato de datos común para el enlace entre los ERP y el sistema de administración de la cadena de suministro con los sistemas de manufactura tales como los sistemas de control y los sistemas de ejecución de manufactura (MES) [21].

MIDDLEWARE: el **middleware** es un módulo intermedio que actúa como conductor entre sistemas permitiendo a cualquier usuario de sistemas de información comunicarse con varias fuentes de información que se encuentran conectadas por una red. Los *middleware* deben permitir conectar entre sí a una variedad de productos procedentes de diferentes proveedores. De esta forma se

puede separar la estrategia de sistemas de información de soluciones propietarias de un sólo proveedor. Los *middleware* son aplicaciones software utilizadas para garantizar una interfaz estándar y genérica a través del intercambio de documentos con el formato B2MML. [21].

UML: el lenguaje de modelado unificado (Unified Modeling Language), es un conjunto de herramientas, que permite modelar (analizar y diseñar) sistemas orientados a objetos.

2. ANÁLISIS TÉCNICO DE LOS PROCESOS DE INFORMACIÓN PARA EL CICLO DE DESARROLLO DEL PRODUCTO EN LA EMPRESA PLÁSTICOS RAMOS LTDA.

Plásticos Ramos Ltda. es una empresa dedicada a la producción y venta de artículos de plástico, tales como: envases, tapas, tapones y juguetería a nivel regional y nacional, ofreciendo variedad de referencias, ubicada en la ciudad de Cali. Su principal línea de producción se focaliza en el desarrollo de productos de envases genéricos para la pequeña y mediana industria del mercado nacional.

La empresa está conformada por los departamentos de: Gerencia, Ventas, Compras, de Diseño, de Mantenimiento (área de taller), de Producción y de Contabilidad. En estos departamentos se establecen diferentes flujos de información que se transmiten hacia otros departamentos. Este tipo de información se estudia en este capítulo, teniendo en cuenta el ciclo de desarrollo del producto. Igualmente se realiza un diagnóstico respecto del nivel tecnológico que posee la empresa en lo concerniente al proceso de producción y se establece una tabla comparativa de los componentes abordados en la IC y la situación actual de la empresa en el uso de los mismos.

2.1 HARDWARE Y SOFTWARE UTILIZADO EN LOS DEPARTAMENTOS DE LA EMPRESA CASO DE ESTUDIO

Uno de los aspectos importantes en el diagnóstico de una empresa es reconocer qué tipo de tecnologías se emplean en los diferentes procesos llevados a cabo por los departamentos de la empresa. En la tabla 3 se presentan los equipos, maquinaria y software utilizado en estos departamentos.

Tabla 3. Tecnologías empleadas en la empresa

Departamento de la empresa		Equipos y maquinarias	Software utilizado
Dpto. de Diseño		PC	Programa CAD – Solid Edge
Dpto. de P R O D U C I Ó N	Área de administración de Producción	PC	Programa Contable ACSSI (con acceso a los módulos de inventario, facturación cuenta corriente)
	Área de máquinas	1 sopladora manual 3 sopladoras automáticas 1 Inyectora semiautomática. 1 mezcladora. 1 chiller. 1 esmeril	-----
	Área de empaque de productos	2 selladoras.	
	Área de molinos (trituradora)	2 molinos. 1 compresor. 1 sierra.	
Dpto. de Mantenimiento (área de taller)		3 tornos. 2 taladros. 1 compresor. 2 prensas. 1 esmeril. 1 soldador.	-----
Dpto. de Ventas		PC	Programa Contable ACSSI (con acceso al modulo de inventarios y facturación)
Área de Almacén de MP		PC	Programa Contable ACSSI (con acceso al modulo de inventario)
Dpto. de Contabilidad		PC	Programa Contable ACSCI (con acceso al modulo de contabilidad)
Área de screen (No hace Parte del proceso de Producción)		1 flameadora. 1 reveladora. 2 máquinas para estampado.	-----

Fuente: elaboración propia. Mayo 2008

De la tabla anterior se deduce que el nivel tecnológico que posee la empresa en relación a la maquinaria y el software es muy bajo en comparación con otras empresas productoras de productos Plásticos.

Se observa en la tabla que algunos departamentos cuentan con computadores, los cuales están conectados a una red local que maneja la empresa; estos computadores tienen instalado el programa SW denominado ACSSI que está conformado por 4 módulos que son: módulo de contabilidad, módulo de inventarios, módulo de cuenta corriente y módulo de facturación. Estos módulos pueden ser accedidos por los departamentos dependiendo del nivel de accesibilidad que se le haya asignado a cada uno; por ejemplo, el departamento de contabilidad únicamente tiene acceso al modulo de contabilidad, el

departamento de ventas tiene acceso a los módulos de facturación y de inventarios, etc.

En relación a las máquinas sopladoras e inyectoras, sólo poseen indicadores tanto de presión como de temperatura y temporizadores previamente programados por el operario de la máquina para generar automáticamente el proceso de inyección o de soplado.

2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS PARA LAS DIFERENTES ETAPAS DEL DESARROLLO DE PRODUCTOS EN LA EMPRESA CASO DE ESTUDIO

Los departamentos de la empresa se comunican entre si e intercambian información importante con el propósito de generar productos plásticos. En estos departamentos se ejecutan diferentes procesos; sin embargo, en este apartado se consignan aquellos procesos que estén directamente relacionados con las etapas del ciclo de vida del producto; esta información se muestra en la Tabla 4, la cual está conformada por cuatro columnas; la primera columna de izquierda a derecha indica los departamentos presentes en la empresa; la segunda columna indica los procesos desarrollados en estos departamentos, los cuales corresponden a aquellos relacionados con las etapas del ciclo de vida del producto; la tercera columna presenta una descripción general del proceso desarrollado; la cuarta columna especifica los recursos necesarios para poder ejecutar el proceso, y, por último, la quinta columna describe las órdenes necesarias y los responsables que deben dar estas órdenes para ejecutar el proceso.

Tabla 4. Descripción de los procesos desarrollados en los departamentos de la empresa

DEPTO. DE LA EMPRESA	PROCESO DESARROLLADO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	RECURSOS (materiales, personal y equipos) UTILIZADOS PARA EJECUTAR EL PROCESO	DESCRIPCIÓN DE LA ORDEN NECESARIA PARA EJECUTAR EL PROCESO
DPTO. DISEÑO (etapa de concepción y diseño)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diseño de envases genéricos ▪ Diseño de envases para clientes específicos ▪ Diseño orientado al consumidor final 	El diseñador industrial es el encargado de diseñar los diferentes productos, para ello el área de mercadeo le entrega datos necesarios sobre las necesidades que se perciben en el mercado. La herramienta utilizada en la etapa de diseño es el QFD. Una vez terminado el diseño se entregan los planos del producto al coordinador de taller para realizar los moldes.	-----	-----
DPTO. DE MANTENIMIENTO (ÁREA DE TALLER)	Realización de moldes	La realización de los moldes se hace a través de varias etapas, las cuales corresponden a: -perforación del bloque de aluminio con el taladro -cepillado del bloque de aluminio en la fresadora - extracción del material del bloque en aras de obtener el molde del producto, esto se hace en el taladro.	Materiales: aluminio y acero Equipos: taladro, torno y fresadora Personal: -Coordinador de producción -Auxiliares de taller	El diseñador Industrial envía los planos con sus respectivas acotaciones al coordinador de taller, el cual define los materiales y equipos a utilizar. Posteriormente da la orden a los auxiliares para la elaboración de los moldes.
	Mantenimiento o máquinas	El mantenimiento (eléctrico y/o mecánico) de las máquinas es de carácter correctivo, es decir si existe un problema en alguna de las máquinas se hace la reparación correspondiente.	Equipos: Los equipos utilizados para el mantenimiento mecánico de las máquinas corresponden a: taladro, esmeril, prensa, etc., y la utilización de estos depende de la operación que se ejecute. Personal: auxiliares de taller	La orden de mantenimiento la da el coordinador de taller a los auxiliares, si es necesaria la compra de un repuesto en particular, el coordinador de taller genera la orden de compra y la da a conocer al departamento de compras para que se ejecute

Continuación tabla 4.

DEPTO. DE LA EMPRESA	PROCESO DESARROLLADO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	RECURSOS (materiales, personal y equipos) UTILIZADOS PARA EJECUTAR EL PROCESO	DESCRIPCIÓN DE LA ORDEN NECESARIA PARA EJECUTAR EL PROCESO
<p style="text-align: center;">DPTO. DE PRODUCCIÓN</p> <p style="text-align: center;">(Etapas De Prototipado Y etapa de producción)</p>	<p>Alimentación de Materia Prima a las tolvas de las máquinas inyectoras y sopladoras.</p>	<p>La alimentación de materia prima a las máquinas la realiza el almacenista de materia prima que esta pendiente y regula el suministro de los materiales y realiza la mezcla con los pigmentos dependiendo del color.</p>	<p>Equipos: Computador (ubicado en el almacén) pesa electrónica recipiente Personal: Almacenista de materia prima.</p>	<p>Las órdenes de alimentación de materia prima se hacen oralmente y las generan los operarios de las máquinas al almacenista. Una vez se alimenta la tolva con la cantidad pesada de materia prima, el almacenista registra el peso utilizado, en el SW denominado ACSSI el cual es manejado por la empresa.</p>
	<p>Producir piezas de plástico</p>	<p>Las piezas de plástico se obtienen haciendo operaciones de soplado o de inyección en las máquinas sopladoras e inyectoras respectivamente</p> <p>Nota: los primeros productos Plásticos se consideran como productos prototipo, si no alcanzan las expectativas del cliente se hace el respectivo rediseño del molde, si el producto sale con muchos defectos, se ajustan los parámetros de la máquina o del molde</p>	<p>Equipos: Máquina sopladora, máquina inyectora</p> <p>Material: Polietileno Pigmentos</p> <p>Personal: Operario de máquina sopladora Operario de máquina inyectora</p>	<p>La orden de producir piezas de plástico es generada por la secretaria de ventas y el gerente general, esta información es enviada al coordinador de producción, el cual está encargado de hacer un programa detallado de producción y dar las órdenes a los operarios de planta para que fabriquen el lote de productos solicitados.</p>
	<p>Tratamiento de productos defectuosos, rechazados y sobrantes de productos terminados</p>	<p>Los productos terminados contienen un sobrante denominado rebaba, éste es retirado por el operario de la máquina con cuchillas, los productos rechazados, los productos defectuosos y las rebabas se llevan a la molinera para triturarlo y reciclarlo, este tipo de material se usa para una clase de productos determinados.</p>	<p>Equipos: Cuchillas Molinera Computador</p> <p>Personal: El respectivo operario de la máquina (inyectora o sopladora)</p>	<p>El tratamiento de los productos defectuosos se hace a medida que el proceso transcurre, una vez terminado el proceso de reciclaje, el operario de máquina pesa y registra la cantidad de material reciclado en el programa ACSSI</p>

Continuación tabla 4.

DEPTO. DE LA EMPRESA	PROCESO DESARROLLADO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	RECURSOS (materiales, personal y equipos) UTILIZADOS PARA EJECUTAR EL PROCESO	DESCRIPCIÓN DE LA ORDEN NECESARIA PARA EJECUTAR EL PROCESO
DPTO. DE PRODUCCIÓN (Etapa De Protitipado Y etapa de producción)	Procesos de control de calidad	El control de calidad del producto la hace el operario de la máquina, este inspecciona los productos en el sitio de proceso, los productos defectuosos son almacenados en un recipiente para el posterior tratamiento. Otro control de calidad para los productos es realizado periódicamente por 2 operarias, el cual consiste en tomar muestras al lote de producción y hacerle diferentes pruebas al producto como por ejemplo pruebas de resistencia, y pruebas visuales del acabado superficial del producto.	Equipos: Computador Recipientes medianos (para depositar los productos defectuosos) Personal: Las pruebas de control de calidad son realizadas por el operario de máquina y por 2 operarias designadas especialmente para estas tareas.	El coordinador de producción genera la orden para hacer el control de calidad periódicamente, las operarias las realizan y entregan los resultados al coordinador de producción, éste a su vez ingresa los resultados en el programa manejado por la empresa (ACSSI)
	Conteo y almacenaje de productos terminados (Proceso en el área de almacén)	En el almacén se encuentra un operario el cual está encargado de realizar el conteo de productos, empacarlos en bolsas plásticas, depositarlos, registrarlos en la red de almacén para que se pueda verificar la disponibilidad de venta de estos productos y realizar la entrega por parte del mensajero que tiene la empresa.	Equipos: Una selladora de bolsas manual Computador (ubicado en el depósito de productos terminados) Material: bolsas plásticas Personal: Un operario de almacén	El operario de almacén informa al coordinador de producción la cantidad de productos almacenados para que esta información se registre en el programa ACSSI
DPTO. DE VENTAS (etapa De Comercialización)	Obtención clientes	La obtención de los clientes se hace de manera presencial o vía telefónica Los clientes especifican el producto a comprar de un catálogo, si no se encuentra se diseña el producto de acuerdo a las necesidades del cliente.	Equipos: Teléfono de la empresa y/o celular (si la comunicación no es presencial) Personal: Secretaria de ventas	La orden la genera el gerente general y la da a la secretaria de ventas
	Proceso compra de productos	Este proceso se hace de 3 formas: <ul style="list-style-type: none"> ▪ forma presencial en que cliente visita la empresa ▪ por teléfono ▪ por Internet (www.plastiramos.com) 	Equipos: Teléfono de la empresa y/o celular (si la comunicación no es presencial) Personal: Gerente general (para volumen de compra alto) Secretaria de ventas	-----

Continuación tabla 4.

DEPTO. DE LA EMPRESA	PROCESO DESARROLLADO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	RECURSOS (materiales, personal y equipos) UTILIZADOS PARA EJECUTAR EL PROCESO	DESCRIPCIÓN DE LA ORDEN NECESARIA PARA EJECUTAR EL PROCESO
DPTO. DE VENTAS (etapa De Comercialización)	Despachó del producto	Una vez generada la orden de compra del producto que se hace por medio de la comunicación entre la secretaria de ventas y el auxiliar de despacho se hace lo siguiente: si es una gran cantidad de productos, éstos son enviados por el mensajero que está encargado de transportar los productos, si el envío es hacia otra ciudad, el comprador estará encargado de comprar los fletes de envío de mercancías y los envía.	Personal: Secretaria de ventas Auxiliar de despacho Mensajero	La secretaria de ventas genera la orden de despacho de productos, al mensajero.
C O M P R A S	Compra de productos maquila	La empresa tiene convenio con otras empresas de plástico, entre ellas acuerdan la realización de productos con el fin de reducir costos de producción para un nuevo producto.	Personal: Gerente general	El gerente general decide si se desea comprar productos maquila o si se producen en la empresa.
	Compras de materias primas	La secretaria de ventas se comunica con los diferentes proveedores vía telefónica o en forma presencial para coordinar el envío de materia prima solicitada a la empresa.	Equipos: Teléfonos y/o celular Personal: Secretaria de ventas	La base de datos del programa ACSSI está en actualización constante, por lo tanto el auxiliar de producción está pendiente del estado de la materia prima, si hace falta cierta cantidad para la producción de un determinado lote, se genera la respectiva orden de compra de materias primas y se entrega a la secretaria de ventas para que la ejecute.
DPTO. DE CONTABILIDAD	procesos financieros de la empresa en general	En el departamento contable se manejan todos los procesos contables que tienen que ver con la empresa	Personal: El encargado de este proceso es el auxiliar contable.	Está en interacción constante con el gerente general, la información que maneja la almacena en el programa ACSSI.

Fuente: elaboración propia. Mayo 2008.

Como se ha mencionado, los departamentos de la empresa generan diferentes tipos de información la cual debe ser entregada a los departamentos que la requieran. En la Tabla 4 se han establecido los diferentes procesos que se desarrollan en los departamentos; esta información sirve de soporte para poder

establecer y diferenciar los flujos de información que se requieren intercambiar con otros departamentos y lograr entre otras cosas la fabricación de productos plásticos.

Como se expone en el capítulo 1, la IC supone en lo posible el desarrollo simultáneo de la mayoría de procesos o actividades concernientes al ciclo de desarrollo del producto. De la información recopilada en la empresa y consignada en la tabla anterior se concluye que la simultaneidad de estos procesos no se practica en la empresa. En las etapas de diseño, por ejemplo, que es donde la IC adquiere su mayor potencial, no se establece una participación del departamento de producción o del área de taller que es donde se realizan los moldes con el fin de que se vayan adelantando las tareas correspondientes al diseño de los moldes y la preparación y ajuste de parámetros (temperatura o presión) del proceso bien sea de inyección o de soplado. Una vez terminado el diseño del producto, se entregan los planos correspondientes al coordinador de taller, quien estará encargado del diseño y la realización de los moldes, para montarlos en las máquinas sopladoras o inyectoras. Se nota entonces que esta parte del proceso obedece a un trabajo netamente secuencial, y es importante resaltarlo porque desde la perspectiva de la IC, esta parte se puede mejorar.

2.2.1 Descripción detallada de los flujos de información en los procesos para las diferentes etapas del desarrollo de productos. En el apartado anterior se describe de manera general los procesos realizados en los diferentes departamentos de la empresa teniendo en cuenta las etapas del ciclo de vida del producto, comentadas en el capítulo 1. En este apartado se consigna la interacción de los diferentes flujos de información generados en estos departamentos; para ello se distingue una serie de procesos o actividades, las cuales tienen relación directa con los procesos comentados en el apartado anterior.

Los procesos seleccionados que se desarrollan en los departamentos de la empresa se presentan en la Tabla 5; esta tabla está conformada por dos columnas; la primera columna distingue los departamentos de la empresa y la segunda columna establece los procesos importantes que se desarrollan en estos departamentos. Los procesos de suministrar materia prima (MP) y almacenar productos terminados en el depósito no se desarrollan en un departamento específico, pero sí en la zona de almacén de la empresa.

Tabla 5. Procesos generales en los departamentos y zonas de la empresa

Departamento de la empresa	Proceso
Departamento de diseño	diseñar pieza
Departamento de mantenimiento (área de taller):	diseñar y fabricar molde
En almacén (el cual no corresponde a un departamento como tal)	suministrar MP
Departamento de producción	<ul style="list-style-type: none"> • Producir pieza de plástico. • Realizar control de calidad
Zona de almacenamiento (no corresponde a un departamento como tal)	Almacenar productos terminados
Departamento de ventas	<ul style="list-style-type: none"> • Despacho de productos • Comunicación con cliente
Departamento de compras	<ul style="list-style-type: none"> • Maquila de productos • Compras MP
Departamento de contabilidad	Contabilidad de la empresa

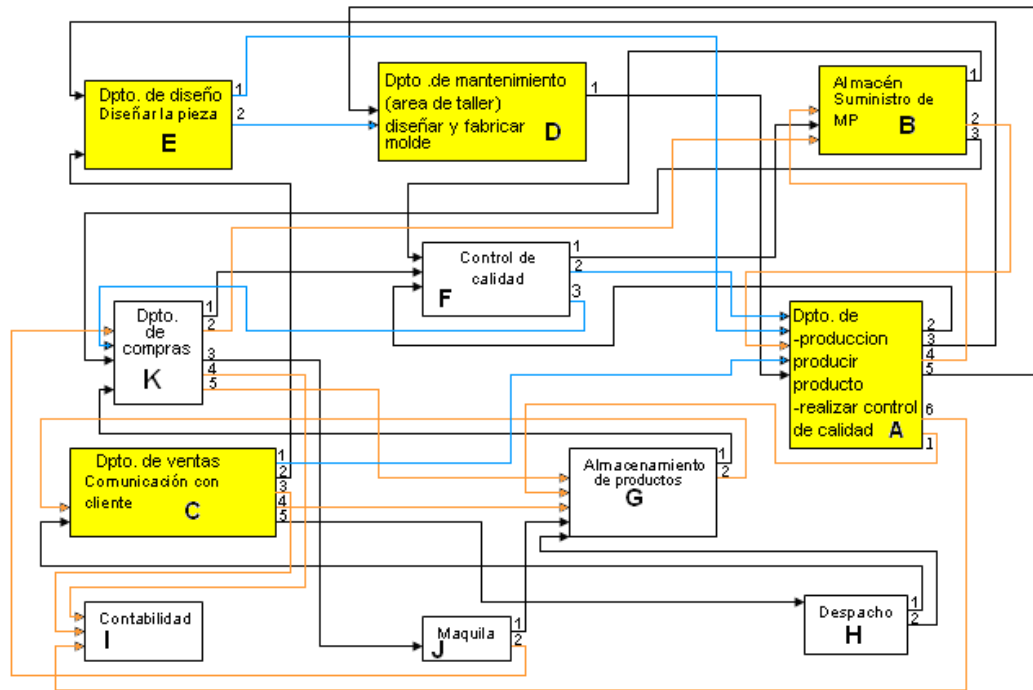
Fuente: elaboración propia. Mayo 2008

Una vez definidos los procesos inherentes a las etapas del desarrollo de productos, se establecen las interacciones y los flujos de información entre los departamentos que ejecuten dichos procesos.

En la Figura 13 se muestran las interacciones y los flujos de información entre los diferentes procesos comentados en la Tabla 5; se observa en la Figura que los procesos se representan por bloques donde por el lado izquierdo le entran flujos de información, se procesa esa información y se entrega la información procesada a otros procesos que lo requieran; se nota también que algunos procesos están resaltados con color amarillo; esto se hace por el hecho de que corresponden a los procesos principales desarrollados en cualquier empresa que produzca productos plásticos. Igualmente a cada proceso se le ha asignado una letra, esto

se hace con el fin de facilitar la lectura de la Tabla 7 que muestra los flujos de información.

Figura 13. Interacciones de los flujos de información entre los diferentes procesos de la empresa



Convenciones	
Flujo de información	Descripción
	Información manejada en el programa ACSSI
	Información intercambiada usando formatos (manejados por la empresa)
	Información transmitida en forma oral

Fuente: elaboración propia. Mayo 2008

La descripción detallada de cada uno de los flujos de información mostrados en la Figura 13 se presenta en la Tabla 6, en la cual se observa que se ha establecido una numeración para los flujos de información que salen por la parte derecha de cada proceso (ver Figura 13) y que tienen su destino en otros procesos; también se aprecia que se utiliza una convención de letras para los distintos procesos, esto se hace para facilitar el entendimiento y análisis de la Tabla en cuestión

Tabla 6. Flujos de información entre los diferentes procesos

Etapa del ciclo de desarrollo del producto	Departamento de la empresa implicado	Nº de salida de inf.	FLUJO DE INFORMACIÓN	Destino de la información
1. CONCEPCIÓN 2. DISEÑO	Dpto. diseño (E)	1	Especificaciones de diseño	A
		2	Especificaciones del molde	D
3. PROTOTIPADO 4. PRODUCCIÓN (del producto y de los moldes)	Almacén, suministro de MP (B)	1	Orden de verificación de calidad de MP	F
		2	Disponibilidad de materias primas	A
		3	- Inventario de materias primas - Petición de nuevas materias primas - Orden de rechazo de materias primas y productos maquila	K
	Dpto. de producción (A)	1	- Cantidad de productos producidos	G
			- Tipo de producto	
		2	- Especificaciones del producto (Tipo de material, forma, etc.) - Datos de fabricación	F
			3	
		4	- Petición de materiales (Para la Fabricación) - Datos de Materias primas recicladas	B
			5	
	6	Costes de fabricación, datos de fabricación	I	
	Área de taller (D)	1	- Entrega de moldes - Estado de las máquinas	A
	Control de calidad (F)	1	Reporte de Calidad de las materias primas	B
		2	- Datos de rechazo de productos - Datos de aprobación de productos	A
		3	Datos de rechazo de productos y MP	K
5. COMERCIALIZACIÓN	Dpto. de ventas (C)	1	- Orden de producción, datos de producto	A
		2	Petición de diseño de nuevos productos	E
		3	- Facturación, Datos de Ventas	I
		4	Solicitud de disponibilidad de productos	G
		5	Datos de destino de productos al cliente	H
	Despacho (H)	1	Confirmación de entrega	C
		2	Solicitud de Productos	G
	Almacenamiento de productos (G)	1	Datos de rechazo de Productos maquila	K
		2	Estado de disponibilidad de productos	C
	Compras (K)	1	Datos de productos y materias primas	F
			Petición de Inventario de materias primas	
		3	- Solicitud de productos - Datos de rechazo de productos	J
			- Datos de compra, datos de Ventas, facturación	
		5	Datos de compra de productos Maquila	G
	Maquila (J)	1	Llegada de productos maquila	G
2		Confirmación de Productos disponibles	K	
6. UTILIZACIÓN	----	---	---	
7. ELIMINACIÓN	----	---	---	

Fuente: elaboración propia. Mayo 2008

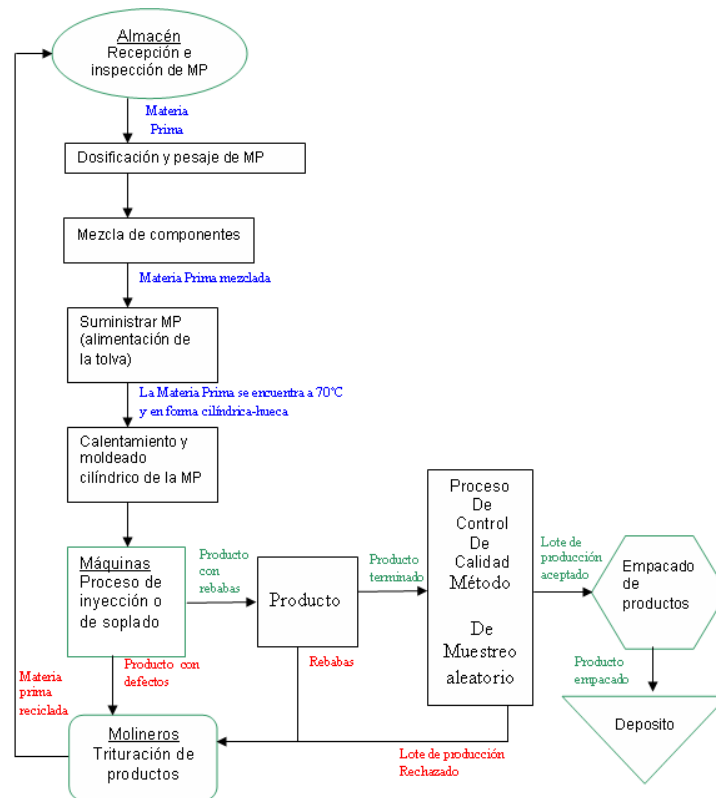
En la Tabla anterior, se observan flujos de información que están resaltados con color naranja; esto se debe a que es información que se ingresa en una base de datos que posee el programa ACSSI y que es transmitida hacia los demás

departamentos por medio de la red local con que cuenta la empresa, y el acceso a esta información depende de los privilegios de accesibilidad de cada usuario. También se observan flujos de información resaltados con color azul, los cuales corresponden a información que se intercambia entre los procesos de la empresa utilizando unos formatos especiales. Los demás flujos de información que no se resaltan con ningún color se intercambian entre los procesos pero de forma oral.

2.2.2 Etapa de producción en el ciclo de vida del producto. La etapa de producción empieza cuando se establece la orden de producción; el primer paso es verificar si hay existencias de MP en almacén; esto se hace por medio del programa ACSSI; si hay suficientes existencias de MP, se pesan las cantidades necesarias para producir el lote; una vez pesadas se dosifican en un contenedor y se mezclan entre si, se inspecciona la mezcla y posteriormente se deposita ésta en la tolva que posee la máquina, bien sea la máquina inyectora o la máquina sopladora; el siguiente paso consiste en realizar el proceso de inyección o de soplado, según corresponda; al producto que sale de estas máquinas se le quitan las rebabas (material sobrante del producto) con una cuchilla; si el producto sale muy defectuoso se deposita en un contenedor para posteriormente llevarlo a los molinos para tritararlos y recuperar el material, si el producto sale bueno se deposita en otro contenedor para que periódicamente se haga un muestreo aleatorio de este producto y se decida si se acepta o no el lote producido; si se acepta el lote se realiza el proceso de empaclado y se ubica en el depósito para la futura venta.

La Figura 14 muestra en detalle todo el proceso que se debe ejecutar para producir productos plásticos; igualmente se muestra el estado de la MP a lo largo de todo el proceso, es decir, materia prima en estado natural, materia prima mezclada, materia prima transformada en producto y por último el estado del producto, bien sea producto aceptado o producto rechazado.

Figura 14. Descripción detallada para la etapa de producción de productos plásticos



Fuente: elaboración propia. Junio 2008

2.3 ESTADO ACTUAL DE LA EMPRESA CASO DE ESTUDIO FRENTE A LA NORMA ISA S95 Y LOS COMPONENTES QUE SE ABORDAN EN IC

2.3.1 Estado actual frente a la norma ISA S95. De las entrevistas llevadas a cabo en la empresa caso de estudio se resalta el hecho de que en ningún momento se han llevado a cabo tareas encaminadas a implementar la norma ISA S95; por otro lado, del análisis realizado sobre todos los flujos de información concernientes al proceso de producción de productos de piezas de plástico presentes en la empresa caso de estudio se deduce que no existe un estándar unificado de intercambio de información entre los diferentes departamentos; en algunos casos la información es entregada por medio de documentos escritos, en los cuales se corre el riesgo de perder la información.

2.3.2. Estado actual frente a los componentes abordados en IC. Como se expuso en el capítulo 1, para conseguir una implantación con éxito y conseguir un entorno de Ingeniería Concurrente competitivo, existen cinco ámbitos que abordar y mejorar, tales como: la modelización de los procesos, la arquitectura de los sistemas de información, la creación de equipos de trabajo multidisciplinares, la utilización de metodologías formales de diseño y la utilización de herramientas asistidas por computador.

Teniendo en cuenta esto y haciendo una comparación con la empresa caso de estudio, se observan las siguientes características:

- El enfoque del proceso de producción está orientado a tareas netamente secuenciales.
- El nivel tecnológico respecto a la arquitectura de los sistemas de información es muy bajo, es decir, no se ha implementado una red de comunicación que integre todos los departamentos de la empresa con las máquinas del área de producción, sólo existe una red local que comunica los departamentos entre sí, en la cual se utiliza un programa SW denominado ACSSI.
- Para los proceso de diseño no existen equipos de trabajo multidisciplinares
- Respecto a las metodologías formales de diseño, la empresa sólo hace uso de la herramienta de QFD
- Respecto a las herramientas CIM, la empresa sólo hace uso de sistemas CAD.

En la Tabla 7, se establece para mayor claridad la comparación concerniente de los métodos de diseño y las herramientas CIM planteadas por el enfoque de IC con lo que actualmente usa la empresa.

Tabla 7. Comparación entre el enfoque de IC y la empresa caso de estudio

ETAPAS DEL CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO		ENFOQUE DE IC		EN LA EMPRESA	
		Técnicas en CIM	Métodos de diseño	Técnicas en CIM	Métodos de diseño
1. CONCEPCIÓN 2. DISEÑO	Diseño conceptual	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CAD ▪ CAE 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ QFD ▪ Análisis funcional 	CAD	QFD
	Diseño de detalle		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ing. De Valor ▪ Técnicas de Taguchi 		
3. PROTOTIPADO	Virtual	CAE	---	---	---
	Rápido	Rapid Prototyping	---	---	---
4. PRODUCCIÓN	Diseño del proceso	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Simulación por Computador ▪ CAPP 	Técnicas de Taguchi	---	---
	Preseries	Rapid Tooling	---	---	---
	Fabricación automatizada	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CAM ▪ Rapid Tooling 	Design for X	---	---
	Montaje	<ul style="list-style-type: none"> ▪ CAPP ▪ MRP 		---	---
	Control de calidad	CAQ		---	---
EMBALAJE - ALMACENAMIENTO		---	---	---	---
5. COMERCIALIZACIÓN		---	---	---	---
6 UTILIZACIÓN (Uso / mantenimiento)		---	Design for X	---	---
7. ELIMINACIÓN (retiro)		---		---	---

Fuente: elaboración propia. Junio 2008

De esta Tabla se deduce que la empresa sólo utiliza, para las primeras etapas concernientes con el ciclo de vida del producto, es decir, concepción y diseño, las técnicas de CAD y como herramienta para los procesos de diseño la casa de la calidad o QFD. El resto de herramientas CIM y métodos de diseño no son considerados por la empresa caso de estudio.

3. RELACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA NORMA ISA S95 CON EL MARCO DE REFERENCIA DE INGENIERÍA CONCURRENTE. APLICABLES AL CASO DE ESTUDIO

Con el establecimiento previo de la información, respecto a conceptos puntuales de la norma ISA S95 e Ingeniería Concurrente (IC) y el diagnóstico de la empresa caso de estudio, donde se analiza en detalle los flujos de información en todo el proceso de producción, se procede a relacionar los componentes de la norma ISA 95 con el marco de referencia de IC.

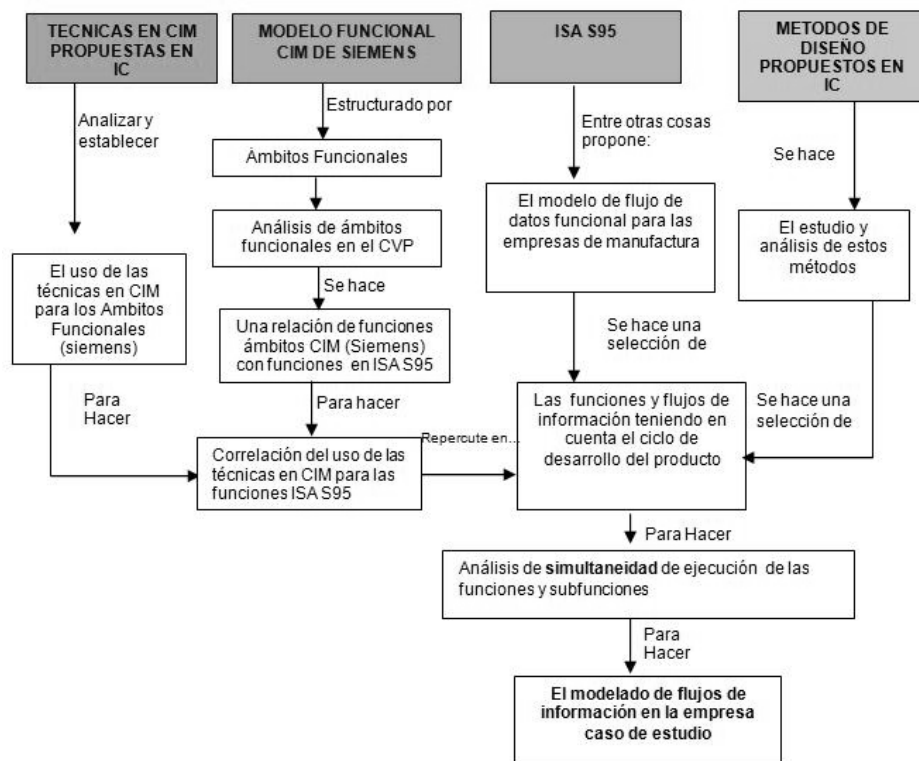
Para poder hacer esta relación, se aborda el trabajo en dos campos de acción: el primero, desde las Técnicas de diseño y fabricación asistidas por computador, Técnicas en CIM propuestas por IC (ver Figura 2), en el cual se analiza qué ámbitos funcionales del modelo CIM de Siemens hacen uso de estas Técnicas con el objetivo de establecer una correlación del uso de las Técnicas en CIM, en las funciones propuestas por la norma ISA S95; igualmente se analizan los ámbitos funcionales del modelo CIM de Siemens tomando como referencia las etapas del ciclo de vida del producto, para establecer en qué etapa aplican. El siguiente paso que seguir consiste en relacionar las funciones y subfunciones presentadas por estos ámbitos funcionales, con las funciones y subfunciones propuestas por la norma ISA S95. Es necesario aclarar que la información sobre la relación de las funciones y subfunciones de los ámbitos funcionales del modelo CIM de Siemens con las funciones propuestas por la norma ISA S95, es tomada de un trabajo de grado existente³. El segundo campo de acción es desde los Métodos de Diseño en Ingeniería Concurrente, donde se analizan estos métodos para determinar qué funciones y flujos de información propuestos por la norma ISA 95 aplican estos métodos de diseño.

³ GÓMEZ, Diana C. y MANQUILLO, Carlos E. Adecuación del modelo Siemens a las normas ISA S88 e ISA S95 con aplicación ilustrativa a caso de estudio. Popayán, 2007. Trabajo de grado (Ingeniero en Automática Industrial). Universidad del Cauca. FIET.

Con el resultado de establecer qué funciones propuestas por la norma ISA S95 aplican a las diferentes etapas del ciclo de vida del producto y el resultado de establecer qué funciones puedan hacer uso de los métodos de diseño y de las Técnicas en CIM propuestas por IC se desarrolla el modelado de la información para la empresa caso de estudio, el cual será presentado en el capítulo 4.

El diagrama de flujo y la secuencia lógica de los pasos que se deben seguir para establecer la relación de los componentes de la norma ISA S95 con el marco de referencia de IC se presenta en la Figura 15.

Figura 15. Diagrama de flujo para establecer la relación de los componentes de la norma ISA S95 con el marco de referencia de IC



Fuente: elaboración propia. Junio 2008

Como se aprecia en la Figura 15, la correlación del uso de las Técnicas en CIM propuestas por IC en las funciones de la norma ISA S95 se establece una vez se

hayan identificado los ámbitos funcionales para las diferentes etapas del CVP y se haya hecho la relación de las funciones de estos ámbitos funcionales con las funciones propuestas por la norma. Por otro lado, la norma ISA S95, en vista de que es más reciente que el modelo CIM de Siemens, propone algunas funciones que no han sido consideradas en este modelo; por lo tanto, se hace la selección de estas funciones propuestas por la norma ISA S95 y que también apliquen en las etapas del CVP. Una vez definidas todas las funciones que apliquen en las etapas del CVP se hace un análisis de simultaneidad de ejecución de estas funciones, para poder desarrollar el modelado de la información intercambiada entre estas funciones y que correspondan a la empresa caso de estudio.

3.1 RELACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA NORMA ISA 95 CON EL MARCO DE REFERENCIA DE IC, DESDE EL CAMPO DE ACCIÓN DE LAS TÉCNICAS EN CIM

3.1.1 Análisis de las Técnicas en CIM propuestas en IC. En este apartado se hace un análisis de los conceptos teóricos presentados en el capítulo 1 sobre las Técnicas en CIM propuestas en IC, con el fin de encontrar en el modelo CIM de Siemens ámbitos funcionales que puedan hacer uso de dichas Técnicas.

3.1.1.1 Técnicas en CIM propuestas en IC, que se contemplan en el modelo CIM de Siemens. En la Figura 2, se muestran las Técnicas de Diseño Asistido por Computador (CAD), Calidad Asistida por Computador (CAQ) y fabricación asistidas por computador (CAM). Análogo a estas Técnicas en CIM, el modelo CIM de Siemens plantea unos ámbitos funcionales denominados CAD, CAQ Y CAM, cuyas funciones obedecen necesariamente a la utilización de las Técnicas en CIM las cuales han sido denominadas con el mismo nombre de los ámbitos funcionales planteados en el modelo CIM de Siemens..

3.1.1.2 Técnicas en CIM propuestas en IC, que no se contemplan en el modelo CIM de Siemens. Se observa en la Figura 2 que hay Técnicas en CIM que no presentan una relación directa con los ámbitos funcionales del modelo CIM de Siemens; estas Técnicas son: Ingeniería Asistida por Computador (CAE), Prototipado Rápido (RP), Rapid Tooling (RT- Mecanizado Rápido), Simulación por Computador (SC), CAPP (planeación de los procesos asistida por computador), MRPII y ERP; estas dos últimas también denominadas como sistemas, aunque no aparecen en la Figura 2, se incluyen para dar a conocer la evolución de los sistemas MRP.

3.1.1.3 Uso de las Técnicas en CIM propuestas en IC, en los ámbitos funcionales del modelo CIM de Siemens. A continuación se presentan las diferentes Técnicas en CIM propuestas por IC, y su posible uso en los ámbitos funcionales del modelo CIM de Siemens.

CAD/CAE: se puede considerar que dentro de las Técnicas en CIM para el proyecto de producción, el CAD permite definir el producto, el CAE (cálculo y simulación) facilita la validación de su diseño y el CAM posibilita su materialización [2].

En el modelo CIM de Siemens se muestra el ámbito funcional de CAD con sus respectivas funciones, la simulación es una de ellas; sin embargo, es importante resaltar que las técnicas de CAE se complementan como módulos o extensiones de las aplicaciones CAD.

PROTOTIPADO RAPIDO-MECANIZADO RAPIDO /CAM: haciendo alusión al modelo CIM de Siemens, el ámbito funcional CAM se encuentra en el ámbito operativo y logístico de una empresa, abarcando los niveles de: proceso, control de proceso, dirección de proceso y dirección de producción; por consiguiente, el

uso de las técnicas de prototipado y mecanizado rápido se pueden llevar a cabo mediante sistemas CAM.

SIMULACIÓN POR COMPUTADOR (SC) / CAP: la simulación de sistemas por computador (SC) puede aplicarse a diferentes problemas concretos dentro de la gestión de la empresa industrial (previsión, planificación y programación de la producción, control de operaciones, almacenaje y mantenimiento) [2]. Teniendo en cuenta las funciones de Planificación Asistida por Computador (CAP) se concluye que la SC representa una herramienta importante para realizar la simulación de procesos de fabricación y montaje, puesto que por medio de la SC se puede determinar de manera eficiente, entre otras cosas, las cantidades de equipo y personal que utilizar, hacer estudios de rendimiento de operaciones, etc.

CAPP/ CAP: en la Planificación de la Fabricación (CAP) usando el computador se elaboran todos los datos y documentación necesarios para realizar un determinado tipo de fabricación: planes de trabajo, planes de montaje, planes de proceso (CAPP, Computer Aided Process Planning), planes de control de calidad, programas de control numérico para máquinas y robots, etc. [2]

Del mismo modo, en el modelo CIM de Siemens el ámbito funcional CAP tiene la función de planificación del trabajo, con las siguientes subfunciones: determinación de la secuencia de trabajo, elección de los procedimientos y máquinas, asignación de herramientas, dispositivos y elementos de medida, establecimiento de parámetros del proceso, y, por último, la determinación de requisitos y de tiempo [2]. Estas sub-funciones corresponden a las mismas de la Planificación de los Procesos Asistida por Computador (CAPP), que son: determinación de necesidades de Materia Prima, selección de la máquina, determinación de la secuencia de Producción y previsión del tiempo requerido. [2]. Por consiguiente, se concluye que las funciones de CAPP se encuentran dentro de las funciones de CAP.

MRP, MRPII, ERP/ PE: como se especifica en el capítulo 1, estos sistemas (MRP, MRPII, ERP) ofrecen prestaciones con un grado de complejidad diferente; por lo tanto, el uso y selección de estos sistemas depende exclusivamente de las necesidades de la empresa.

Respecto a los ámbitos funcionales del modelo CIM de Siemens, estos sistemas se pueden utilizar en diferentes campos de acción; por ejemplo, el sistema MRP puede ser de gran utilidad en la planeación y control de la producción (PPC), el sistema MRPII o el sistema ERP puede ser de gran utilidad en la planeación de la empresa (PE).

3.1.2 Relación de las funciones y subfunciones de los ámbitos funcionales del modelo CIM de Siemens con las funciones y subfunciones de la norma ISA S95 referenciadas a las etapas del CVP. En este apartado se presentan las funciones y subfunciones de los ámbitos funcionales del modelo CIM de Siemens que apliquen en las diferentes etapas del CVP; igualmente, se establece la relación de estas funciones con las funciones y subfunciones propuestas por la norma ISA S95 a las cuales se les asigna una codificación numérica. Esta codificación numérica es presentada en el ANEXO C.

Para efectuar la relación primero se identifican las funciones y subfunciones de los ámbitos funcionales del modelo CIM de Siemens en las diferentes etapas del ciclo de vida del producto (CVP); una vez identificadas, se procede a seleccionar de la norma ISA S95 las funciones y subfunciones equivalentes a las propuestas por Siemens. Como resultado de esta relación se presentan las Tablas 8,9 y 10 las cuales muestran la relación entre funciones de Siemens e ISA S95 para las etapas de concepción y diseño, la etapa de producción y las etapas de comercialización y ventas respectivamente.

Tabla 8. Relación de funciones CIM con funciones ISA S95 para la etapa de concepción y diseño en el CVP

	MODELO CIM DE SIEMENS			NORMA ISA S95	
	Ámbito funcional	función	Sub. función	Función	Sub. función
DISEÑO DEL PRODUCTO	VENTAS	Varios	Servicio de asistencia al cliente (12.5)	12. Comercialización y ventas	12.5 Interactuar con los clientes
			<ul style="list-style-type: none"> Planificación de las necesidades de productos Órdenes de desarrollo de productos 	---	
			Marketing (12.2)	12. Comercialización y ventas	12.2 Generación de planes de comercialización
	CAD	Establecimiento del esquema (11.1)	--	11. Investigación, desarrollo e ingeniería	11.1 Desarrollo de nuevos productos
		Cálculo (11.1)	--		
		Especificaciones del producto	Investigaciones de especificación		
		Simulación (11.1)	--		
Establecimiento y conservación de la lista de piezas de diseño (11.1)		Lista de despiece de variantes			
Cálculo previo de costes (11.1)		--			
Servicio de modificaciones (11.1)	--				
DISEÑO DEL PROCESO	PLANIFICACIÓN ASISTIDA POR COMPUTADOR (CAP)	Planificación Del Trabajo (11.2)	<ul style="list-style-type: none"> Determinación de la secuencia de trabajo Elección de procedimientos y máquinas Asignación de herramientas, dispositivos, elementos de medida Establecimiento de los parámetros del proceso Determinación de requisitos y tiempo Establecimiento de programas NC/RC/PLC Planificación de costes 	11. Investigación, desarrollo e ingeniería	11.2 definición de requerimientos de proceso
		Administración de los Procesos de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> Establecimiento de nuevos procesos de trabajo Nueva planificación Actualización de los procesos de trabajo existentes Administración del catálogo de fases de trabajo Administración de recetas (formularios) 		

Continuación Tabla 8.

	MODELO CIM DE SIEMENS			NORMA ISA S95	
	Ámbito funcional	función	Sub. función	Función	Sub. función
DISEÑO DEL PROCESO	PLANIFICACIÓN ASISTIDA POR COMPUTADOR (CAP)	Planificación Del montaje	<ul style="list-style-type: none"> • Conversión de la lista de piezas de diseño en una lista de piezas de montaje • Establecimiento de la secuencia de montaje • Asignación de puestos de montaje y medios auxiliares • Determinación de requisitos y tiempos 	11. Investigación, desarrollo e ingeniería	11.2 definición de requerimientos de proceso
		Planificación de la verificación	<ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de procesos de verificación • Determinación de las necesidades de los medios de verificación • Planificación de la secuencia de verificación 		
		Planificación de los medios de producción	----		
		Simulación de procesos de fabricación y montaje	-----		
		Normalización y control de normas	-----		

Fuente: elaboración propia. Junio 2008

El ámbito funcional VENTAS representa la Interfaz entre la empresa y el cliente. Basándose en los análisis de mercado, la sección de ventas promueve los desarrollos o modificaciones de los productos [11]. Análogo a esto, la función propuesta por la norma ISA S95 denominada comercialización y ventas está encargada de interactuar con los clientes y generar planes de comercialización

El ámbito funcional de CAD hace uso de herramientas CAD las cuales se orientan al diseño del proceso y del producto. Los modelos geométricos, dibujos y listas de piezas generados por estas herramientas constituyen la base para el establecimiento de los procesos de trabajo (CAP), la programación NC, el establecimiento de procesos de verificación (CAQ) y la documentación técnica [2]. El ámbito funcional de CAP también desempeña un papel importante en las etapas de concepción y diseño puesto que entre otras cosas permite simular los

procesos de fabricación y montaje y también realizar la planificación de los medios de producción.

La función de Investigación, Desarrollo e Ingeniería, en comunicación constante con la función de mercadeo y ventas, está encargada de definir el producto y los requerimientos del proceso; para ello, esta función hace uso de herramientas CAD y demás herramientas que faciliten el diseño tanto del producto como del proceso de fabricación.

Tabla 9. Relación de funciones CIM con funciones ISA S95 para la etapa de producción en el CVP

	MODELO CIM DE SIEMENS		NORMA ISA S95		
	Ambito funcional	Función	Sub. Función	Función	Sub. Función
PRODUCCIÓN	Planificación de la empresa PE	Planificación de los objetivos de la empresa	Planificación del Marco de Producción		
		Análisis y pronósticos del entorno	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Análisis del mercado para la planificación del producto ▪ Planificación del desarrollo del producto 		
		Análisis y pronósticos de la empresa	Estrategias de productos		
		Planificación estratégica (planificación de objetivos)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planificación de las inversiones ▪ Planificación financiera ▪ Planificación del personal 		
	Programación y control de la producción	Planificación del programa de producción (2.1)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Planificación aproximada del programa de producción, productos de encargo y productos estándar (3.3.1) ▪ Establecimiento de pronóstico para productos, piezas, grupos ▪ Confirmación del plazo de suministros ▪ Control de las actividades previas de diseño, procesos de trabajo 	3.3 Planificación de Operaciones	3.3.1 Establecer un plan de producción a corto plazo basado en la programación de la producción
		Programación de materiales	<ul style="list-style-type: none"> • Desglose de lista de piezas, composiciones • Determinación de las necesidades brutas y netas 		

Continuación Tabla 9.

		MODELO CIM DE SIEMENS		NORMA ISA S95				
		Ámbito funcional	Función	Sub. Función	Función	Sub. Función		
PRODUCCIÓN	PROTOTIPADO DEL PRODUCTO Y PRODUCCIÓN DEL LOTE	Programación y control de la producción	Programación de la fabricación	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación del tiempo de ciclo • Cálculo de la capacidad necesaria, ajuste • Determinación de las necesidades del exterior • Determinación de la capacidad disponible (aproximada) 	---	---		
			Lanzamiento de los ordenes de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Redacción del pedido • Pedido exterior (a través de compras) • Autorización de la orden de trabajo en el taller • Establecimiento de los justificantes de trabajo 	---	---		
			Seguimiento de las ordenes de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Control de avance de la orden de trabajo (3.1.4 B) • Revisión de cuellos de botella (3.1.4 B) • Seguimiento de cargas (3.1.4 B) • Comunicación de recepción de mercancías. • Supervisión de la capacidad de producción • Supervisión de la orden de trabajo en el taller, conforme al pedido del cliente • Relación entre el pedido del cliente y la orden de trabajo neutra en el taller • Justificación de la utilización 	3.1 Ingeniería de Soporte de Proceso	3.1.4 B Hacer seguimiento sobre equipo y rendimiento del proceso		
			Inventario	<ul style="list-style-type: none"> • Inventario fecha fija • Inventario permanente 				
		Manufactura asistida por computador CAM: Control de fabricación	Administración de ordenes de trabajo	Aceptación y administración de las ordenes de trabajo (3.2.7B)	Modificación de la orden, anulación.(3.2.7B) Continuación de la orden de trabajo retroaviso	3 Control de la Producción (3.2 Control de Operaciones)	3.2.7B Administración de trabajo local en área o sitio	
				Lanzamiento de ordenes de fabricación				Oferta y ocupación de capacidad (3.2.6)
			Lanzamiento de ordenes de fabricación	Curva de carga y previsión de carga (3.2.6)	Asignación de ordenes a las diferentes células (3.2.6)		Planificación de las secuencias de trabajo (3.2.6)	3.2.6 Equilibrar y optimizar la producción dentro del sitio o área

Continuación Tabla 9.

		MODELO CIM DE SIEMENS		NORMA ISA S95				
		Ámbito funcional	Función	Sub. Función	Función	Sub. Función		
PRODUCCIÓN	PROTOTIPADO DEL PRODUCTO Y PRODUCCIÓN DEL LOTE	Manufactura asistida por computador CAM: Control de fabricación	Lanzamiento de órdenes de fabricación	Corrección de perturbaciones (3.2.6)	3 Control de la Producción (3.2 Control de Operaciones)	3.2.6 Equilibrar y optimizar la producción dentro del sitio o área		
				Supervisión de la orden de trabajo (3.2.6)				
				Supervisión de la calidad del producto (Piezas buenas, repaso y rechazo)	6. Aseguramiento de la Calidad	6.7 comprobar datos del producto contra requerimientos del consumidor		
		CAM: Entrada de Mercancías	Recepción	Recibir e identificar la mercancía que se ha recibido (Materias prima, semiproductos, materiales, medios de producción, medios auxiliares, piezas) (4.4A)	4. Control de Material y Energía	4.4A Recibir material entrante, fuentes de energía		
				Comprobación de la calidad y de la cantidad (4.1C)(4.4B)			4. Control de Material y Energía	4.1C Manejar Calidad de material y energía 4.4B Solicitar pruebas de aseguramiento de la calidad para material entrante
			Revisión	Marcar la mercancía rechazada y separarla (6.1B)	6. Aseguramiento de la Calidad	6.1B Clasificación de materiales		
		CAM Almacén	Administración del almacén	Enviar hacia PPC movimientos de almacén, variación de existencias y diferencias de inventario (7.4)	7. Comprobar inventario de producto	7.4 Reportar el inventario a programación de la producción		
				Realización de Inventarios (4.1A) (7.1)			4. Control de Material y Energía	4.1A Manejar inventarios
				Realización de Inventarios (4.1A) (7.1)				
			Especificación de trabajos	Programar entradas y salidas del almacén (4.1B)	4. Control de Material y Energía	4.1B Manejar transferencias		
			Supervisión del estado del almacén	Comunicar perturbaciones al Servicio de conservación (3.1.1B)			3.1 Ingeniería de Soporte de Proceso	3.1.1B Expedir peticiones para mantenimiento
		CAM Fabricación de piezas / Montaje	Supervisión del estado de las instalaciones	Supervisión del estado de las instalaciones				
				Supervisión del estado de las instalaciones				

Continuación Tabla 9.

	MODELO CIM DE SIEMENS		NORMA ISA S95		
	Ámbito funcional	Función	Sub. función	Función	Sub. Función
PRODUCCIÓN	PROTOTIPADO DEL PRODUCTO Y PRODUCCIÓN DEL LOTE CAM Fabricación de piezas / Montaje	Control de procesos	Preparar la máquina (disponer las herramientas, efectuar su reglaje previo, amarrar en portaherramientas, y cargar el programa) (3.2.1)	3 Control de la Producción (3.2 Control de Operaciones)	3.2.1 Producir el producto de acuerdo con el plan y las especificaciones
			Preparar las piezas (Fijar las piezas de forma manual o con un manipulador, en la máquina o en el utillaje porta piezas) (3.2.1)		
	Mecanizar la pieza (3.2.1)				
	CAM Banco de pruebas	Control del proceso(6.1A)	Preparar los medios de producción: Preparación de los dispositivos de ensayo-Cargar el programa-Preparar la pieza o aparato para ensayar- Efectuar el ensayo- Ejecutar el programa de ensayo-realizando eventualmente trabajos de ajuste-Retirar la pieza ensayada-Soltar la pieza ensayada-Activar transporte interno	6. Aseguramiento de la Calidad	6.1A Prueba de materiales
CONTROL DE CALIDAD Garantía de calidad asistida por computador (CAQ)	Planificación de la calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Selección de las características de calidad (6.2) • Clasificación de las características de calidad (6.2) • Ponderación de las características de calidad (6.2) • Determinación de los valores exigidos y admisibles (6.2) • Optimización de los costes de la calidad 	6.2 Fijar los estándares para la calidad del material		

Continuación Tabla 9.

	MODELO CIM DE SIEMENS		NORMA ISA S95			
	Ámbito funcional	Función	Sub. Función	Función	Sub. Función	
PRODUCCIÓN	CONTROL DE CALIDAD	Garantía de calidad asistida por computador (CAQ)	<ul style="list-style-type: none"> Supervisión de la realización (6.1B),(6.7),(6.8) Evaluación de los valores medios Incremento de calidad 	6. Aseguramiento de la Calidad	(6.1) Prueba y clasificación de materiales (6.7) Comprobar datos de producto contra requerimientos del consumidor y rutinas estadísticas de control de calidad, para asegurar una calidad adecuada antes del envío (6.8)Retransmisión de desviaciones de material a procesos de ingeniería para una nueva evaluación con el fin de mejorar los procesos	
			Documentación, estadística		<ul style="list-style-type: none"> Seguimiento de las causas de defectos (6.4) Análisis de vida útil (6.4) Archivo (6.4) Sistema de información (6.4) 	6.4 Acumular y mantener datos de la calidad del material.
	EMBALAJE	CAM embalaje	Administración y programación de las ordenes de embalaje	<ul style="list-style-type: none"> Recibir y administrar las ordenes (2.3) (7.3) Planificar y determinar fechas (2.3) (7.3) Control de disponibilidad y reserva de materiales de embalaje, medios de producción y personal 	2. Programación de la Producción 7. Control de inventario del producto	2.3 Determinar la programación de embalaje para los productos finales 7.3 Generar el embalaje del producto final de acuerdo con la planificación de entrega
			Administración de programas NC, RC, PLC	<ul style="list-style-type: none"> Solicitar programas Administrar la cartera provisional de programas Efectuar correcciones y comunicarlas a CAP Transmitir los programas a control de procesos 		

Continuación Tabla 9.

		MODELO CIM DE SIEMENS		NORMA ISA S95		
		Ámbito funcional	Función	Sub. Función	Función	Sub. Función
PRODUCCIÓN	EMBALAJE	CAM embalaje	Abaste-cimiento y retirada interna de materia-les	<ul style="list-style-type: none"> • Administrar y preparar las piezas para embalar • Pedir material de embalaje • Activar transporte 		
			Control del proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Preparar la máquina de embalar(7.3): • Preparar y preajustar la máquina de embalar • Preparar el material de embalaje • Preparar la mercancía(7.3): • Adjuntar las piezas sueltas y la documentación que deba acompañarse • Embalar, rotular (7.3) 	7. Control de inventario del producto	7.3 Generar el embalaje del producto final de acuerdo con la planificación de entrega

Fuente: elaboración propia. Junio 2008

Antes de producir físicamente un producto, es necesario establecer las ordenes de desarrollo de productos, el ámbitos funcional implicado para generar esta información corresponde al ámbito funcional VENTAS, el cual genera información importante que se utiliza en el ámbito funcional de la Planificación de Empresa (PE), información relacionada con el análisis de las condiciones marginales específicas del mercado, para deducir y pronosticar el futuro desarrollo y orientación de la empresa; a partir de estos pronósticos, se formulan objetivos y se deducen las medidas necesarias para alcanzarlos [9]. El ámbito funcional PE genera información relacionada con los objetivos de ventas y con la programación de la producción; la información relacionada con los objetivos de ventas es enviada al ámbito funcional de VENTAS; la información relacionada con el programa de producción es enviada hacia el ámbito funcional PPC, el cual está encargado, entre otras cosas, de organizar la producción, realizar el control y el seguimiento de las distintas fases de producción. Las funciones principales de este ámbito corresponden a la programación de la producción y el seguimiento de las órdenes [9].

Ya establecido el programa de producción se desarrolla el producto como tal. El ámbito funcional relacionado para este proceso corresponde al ámbito de Manufactura Asistida por Computadora (CAM), el cual hace uso de sistemas informáticos, a nivel de planta, para la adquisición de datos, la gestión y el control de las instalaciones de proceso, de los recursos (equipos, servicios, transportes), del almacén, de la supervisión de las líneas, diagnóstico, etc. Igualmente, se deben efectuar pruebas de calidad, y el ámbito relacionado corresponde al ámbito funcional de Calidad Asistida por Computador (CAQ), el cual abarca todas las funciones que aseguren y mantengan la calidad del producto [9].

Análogamente, desde la perspectiva de la norma ISA S95, las funciones del nivel de planeación de negocios y logística (nivel 4), están encargadas entre otras cosas de establecer la programación de la producción; esta información es enviada al nivel de administración de operaciones de manufactura, donde se establece un plan de producción a corto plazo basado en el programa de producción general; con esta información se efectúan las operaciones de producción; las funciones implicadas en este aspecto corresponden al control de la producción, control de operaciones, control de material y energía, adquisición y la función de control de inventario del producto. En lo concerniente a las pruebas de calidad que se le efectúan al producto, la función implicada se denomina aseguramiento de la calidad.

Tabla 10. Relación de funciones CIM con funciones ISA S95 para la etapa de **COMERCIALIZACIÓN Y VENTAS** en el CVP

	MODELO CIM DE SIEMENS			NORMA ISA S95	
	Ámbito funcional	función	Sub. función	Función	Sub. función
COMERCIALIZACION Y VENTAS	CAM: Expedición	Administración y programación de las ordenes de expedición	<ul style="list-style-type: none"> • Recibir y administrar las ordenes • Reservar las mercancías (7.2) • Activar la salida de almacén • Planificar los medios de transporte, seleccionar los medios de transporte exteriores • Elegir el almacén de expedición (si no Figura en la orden) • Seleccionar los almacenes de llegada • Determinar la carga y ruta optimas 	7. Control de inventario del producto	7.2 Hacer reservaciones para un producto específico de acuerdo con las directivas de ventas del producto
		Control de la expedición	<ul style="list-style-type: none"> • Salida de almacén • Lanzamiento • Nuevo almacenamiento de piezas sobrantes • Paletizado para formar unidades de transporte (7.6) • Establecimiento de la documentación de expedición (9.4) • Entrega al transportista o al almacén de expedición (9.3) 	9. Administración del envío del producto	9.3 Recibir la carga en el sitio y entregarla para el envío 9.4 Elaborar los documentos de acompañamiento para el embarque
				7. Control de inventario del producto	7.6 Arreglar la carga o el envío físico de productos de acuerdo con la administración de envío del producto
	Ventas	Tramitación de consultas de clientes y de ofertas	<ul style="list-style-type: none"> • Redacción de ofertas o borradores de ofertas • Aclaraciones previas del pedido • Cálculo de precios para el pedido • Comprobación de la solvencia y de descuentos • Reclamación de ofertas • Comprobación de los gastos generales • Determinación de precios 	---	---
		Administración y vigilancia de pedidos	<ul style="list-style-type: none"> • Registro de pedidos (1.1) • Confirmación de pedidos(1.1) • Comprobación de plazos(1.3A) • Cancelación de pedidos(1.3) 	1. Procesamiento de órdenes	1.1 Manejo de órdenes del consumidor, aprobación 1.3A Manejo de reserva
		Planificación de las Ventas	---	12. Comercialización y ventas	12.1 Generación de planes de ventas
		Varios	<ul style="list-style-type: none"> • Servicio de asistencia al cliente (12.5) • Marketing (12.2) 	12. Comercialización y ventas	12.5 Interactuar con los clientes 12.2 Generación de planes de comercialización

Fuente: elaboración propia. Junio 2008

Las funciones y subfunciones del ámbito funcional CAM en la etapa de expedición de las ordenes autorizadas por ventas, están relacionadas con actividades encaminadas a preparar el producto para la venta; este ámbito funcional genera información sobre la terminación del producto y la envía hacia el ámbito funcional VENTAS, el cual, como se dijo anteriormente, representa la interfaz entre la empresa y el cliente; la información que se genera en relación con los defectos de calidad del producto es enviada hacia el ámbito funcional de CAQ para su correspondiente tratamiento y buscar mejorar el respectivo producto.

En relación a las funciones propuestas por la norma ISA S95, la función denominada Administración del envío del producto administra la información necesaria para entregar el producto al cliente; la función de comercialización y ventas establece la comunicación entre la empresa y el cliente.

La información consignada en las anteriores tablas en lo referente a la adaptación de los ámbitos funcionales y sus respectivas funciones en las diferentes etapas del CVP es el resultado de un análisis de los ámbitos funcionales y la incidencia de éstos en las etapas del CVP. En lo referente a la relación de las funciones y subfunciones del modelo CIM de Siemens con las funciones y subfunciones de la norma ISA S95 se selecciona la información de un trabajo de grado denominado “Adecuación del Modelo Siemens a las normas ISA S88 e ISA S95 con aplicación ilustrativa a un caso de estudio”. De este trabajo se toma como referencia parte de la información que es importante desde el punto de vista de las etapas del CVP.

3.1.3 Correlación del uso de las Técnicas en CIM propuestas por IC en las funciones de la norma ISA S95. Con el análisis del uso de las Técnicas en CIM propuestas en IC, en los ámbitos funcionales del modelo CIM de Siemens, y con los resultados obtenidos en la relación de las funciones y subfunciones del modelo CIM de Siemens y las funciones y subfunciones de la norma ISA S95, se establece una correlación de las Técnicas en CIM propuestas por IC en las

funciones propuestas por la norma ISA S95. La Tabla 11 establece dicha correlación.

Tabla 11. Correlación del uso de las Técnicas en CIM en las funciones ISA S95

Ámbitos funcionales del Modelo CIM de Siemens que pueden usar las Técnicas en CIM propuestas en IC	Técnicas en CIM propuestas en IC	Funciones de norma ISA S95 que también pueden usar las Técnicas en CIM propuestas en IC	
CAD	CAE Aplicaciones -CAD	11. Investigación, desarrollo e ingeniería	11.1 Desarrollo de nuevos productos
CAP	Simulación por Computador (SC) (relacionado con el diseño del proceso)	11. Investigación, desarrollo e ingeniería	11.2 Definición de requerimientos de proceso
Planificación de Empresa (PE)	MRPII, ERP	Los sistemas ERP permiten integrar toda la organización. Por lo tanto deben ser usados por las funciones concernientes al nivel de planeación de negocios y logística, es decir el nivel 4 establecido por la norma.	
PPC (planificación de cantidades, programación de materiales a corto plazo) CAP (requerimientos de materiales a mediano plazo) CAD (especificaciones del producto)	MRP (Planeación de Requerimientos de Materiales)	2. Programación de la producción	2.2 Identificar los requerimientos de materia prima a largo plazo
		3.3 Planificación de operaciones	3.3.2A Chequear la programación frente a la disponibilidad de materia prima
		4. Control de material y energía	4.2 A Generar solicitudes para la compra de materiales y energía basados en el requerimiento a largo plazo o largo plazo.
		5. Adquisición	5.1 Hacer pedidos con proveedores de materias primas, fuente, repuestos, herramientas, equipos y otros materiales requeridos. 5.4 Acumular y procesar los requerimientos de unidad por materias primas, partes de repuestos, etc. Para la colocación de orden a los proveedores.
CAM	CAM	3.2 Control de Operaciones 3.1 Ingeniería de Soporte de Proceso 6. Aseguramiento de la Calidad 4. Control de Material y Energía 7. Comprobar inventario de producto 9. Administración del envío del producto	
	Rapid Tooling (Mecanizado Rápido) Prototipado Rápido	3 Control de la Producción (3.2 Control de Operaciones)	3.2.1 Producir el producto de acuerdo con el plan y las especificaciones
Garantía de calidad asistida por Computador (CAQ) (planificación, control y supervisión de la calidad)	CAQ	6. Aseguramiento de la calidad	6.1 A Prueba de materiales 6.6 Certificar que el producto fue producido según condiciones de proceso estándar 6.7 Comprobar datos del producto contra requerimientos del consumidor

Fuente: elaboración propia. Junio 2008

Desde la perspectiva de la norma ISA S95 se observa en la tabla que las Técnicas en CIM propuestas por IC pueden usarse a nivel de planeación de negocios y logística (nivel 4) y a nivel de administración de operaciones de manufactura (nivel 3). La técnica en CIM correspondiente con CAM se utiliza a nivel de proceso, pero para su ejecución requiere de información proveniente del nivel de administración de operaciones de manufactura (nivel 3). En lo concerniente a las Técnicas de Rapid Tooling (RT) y Prototipado Rápido (RP) pueden ser ejecutadas bajo un ambiente CAM, la subfunción que ha sido seleccionada de la norma ISA S95 que está relacionada con el control de ejecución de las Técnicas de RT y RP es producir el producto de acuerdo con el plan y las especificaciones (3.2.1), subfunción que se ejecuta igualmente a nivel de administración de operaciones de manufactura. Del análisis sobre la correlación del uso de las Técnicas en CIM propuestas por IC en las funciones de la norma ISA S95, en la cual previamente se analiza el uso de las técnicas en CIM en los ámbitos funcionales del modelo CIM de Siemens, se nota que las funciones de la norma ya incluyen funciones de los ámbitos funcionales del modelo CIM de Siemens; por lo tanto, es fácil determinar el uso de las técnicas propuestas por el enfoque de IC en las diferentes funciones que se proponen en la norma.

3.2 RELACIÓN DE LOS COMPONENTES DE LA NORMA ISA 95 CON EL MARCO DE REFERENCIA DE IC, DESDE EL CAMPO DE ACCIÓN DE LOS MÉTODOS DE DISEÑO EN LA IC

De la definición de IC, expuesta en el capítulo 1, se resalta el hecho de que en la IC se pretende que los desarrolladores, desde un principio, tengan en cuenta todos los elementos del ciclo de vida del producto (CVP), desde el diseño conceptual, hasta su disponibilidad incluyendo la calidad, el costo y las necesidades de los clientes. Teniendo en cuenta esto, y con los conceptos relacionados con cada uno de los métodos de diseño concernientes a cada una de

las etapas del ciclo de vida del producto que se presentan en el ANEXO B, igualmente considerando las funciones y subfunciones de la norma ISA 95, se concluye que todos y cada uno de estos métodos de diseño pueden ser ejecutados por la función de Investigación, Desarrollo e Ingeniería (ver Figura 11). Esta función está encargada del diseño de nuevos productos, diseño del proceso de producción, entre otros, el cual hace uso de los distintos métodos y las Técnicas en CIM para lograr los objetivos. La Tabla 12 muestra los métodos de diseño propuestos en IC y las etapas del CVP donde repercuten.

Tabla 12. Métodos de diseño en el marco de referencia de IC para las etapas del ciclo de vida del producto

ETAPAS DEL CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO			MÉTODOS DISEÑO
1. CONCEPCIÓN 2. DISEÑO	Diseño del producto	Diseño conceptual	QFD: Fase 0: identificación de los potenciales clientes Fase 1: determinación de los requerimientos del cliente Fase 2: definición del producto
			Análisis funcional
		Diseño de detalle	Ingeniería de valor Técnicas de Taguchi (ajuste de los parámetros-tolerancias)
	Diseño del proceso		Técnicas de Taguchi (diseño de experimentos)
3. PROTOTIPADO 4. PRODUCCIÓN		Fabricación	Diseño para manufactura
		Montaje	Diseño para ensamblaje
		Control de calidad	Diseño para pruebas
		Embalaje, almacenamiento	Diseño para el almacenamiento
5. COMERCIALIZACION			
6 UTILIZACIÓN (Uso / mantenimiento)			Diseño para la fiabilidad Diseño para la seguridad Diseño para mantenimiento
7. ELIMINACIÓN (retiro)			Diseño para la desmontabilidad Diseño para la reciclabilidad Diseño para el medio ambiente

Fuente: elaboración propia. Junio 2008

En esta tabla se aprecia que en cada etapa se han asignado diferentes métodos de diseño; esto no quiere decir que en cada una de estas etapas se utilizan los correspondientes métodos de diseño. Lo que significa es que en las etapas de CONCEPCIÓN Y DISEÑO se utilizan todos los métodos de diseño, y los

resultados de estos métodos inciden en la ejecución de las demás etapas del ciclo de vida del producto (CVP).

3.3 SELECCIÓN DE LAS FUNCIONES Y FLUJOS DE INFORMACIÓN DE LA NORMA ISA 95 APLICABLES A CADA UNA DE LAS ETAPAS DEL CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO

Como el objetivo principal de este capítulo es el de relacionar los componentes de la norma ISA 95 con el marco de referencia de IC aplicables al caso de estudio, en este apartado se identifican las funciones y subfunciones de la norma ISA 95 que se aplican a las etapas del ciclo de vida del producto (CVP); teniendo esta información se procede a analizar qué funciones y/o subfunciones pueden desarrollarse, en lo posible de manera simultánea.

La Tabla 13 muestra las subfunciones que han sido seleccionadas de la norma ISA S95 y que aplican en las etapas del CVP, esta Tabla es mucho más amplia en cuanto a la cantidad de subfunciones seleccionadas puesto que en el apartado que muestra la relación de funciones CIM con funciones ISA S95 para las etapas del CVP sólo se muestran algunas de ellas que tengan correspondencia con las funciones CIM de Siemens.

Tabla 13. Funciones de la norma ISA S95 para las etapas del ciclo de vida del producto

Nº	SUB. FUNCION NORMA ISA S95
	Concepción y diseño
12.5	<i>Interactuar con los clientes</i>
12.4	Determinar los requerimientos y estándares para productos
11.1	<i>Desarrollo de nuevos productos</i>
11.2	<i>Definición de requerimientos de proceso</i>
6.2	<i>Fijar los estándares para la calidad del material</i>
6.3 A	publicar estándares para la fabricación de acuerdo con los requisitos de la tecnología, de la comercialización y de Servicios del cliente
6.3 B	Publicar estándares para laboratorios de prueba de acuerdo con requisitos de la tecnología, de la comercialización y de Servicios al cliente
8.3	Fijar objetivos de costos para la producción
	Prototipado y producción del lote
2.1	Determinar el programa de producción

2.2	Identificar los requerimientos de materia prima a largo plazo
3.3.2 A	Chequear la programación frente a la disponibilidad de materia prima
3.3.2 B	Chequear la programación frente a capacidad de almacenamiento de producto
3.3.3	Chequear la programación frente a disponibilidad de personal y equipo
3.3.1	<i>Establecer un plan de prod. a corto plazo basado en el programa de producción</i>
4.2 A	Generar solicitudes para la compra de materiales y energía basado sobre requerimientos a corto plazo
4.2 B	Generar solicitudes para compra de mat. y energía basado sobre requerimientos a largo plazo
4.1A	Manejar inventario
4.4 A	<i>Recibir material entrante, fuentes de energía</i>
4.4 B	<i>Solicitar pruebas de aseguramiento de la calidad al material entrante</i>
6.1A	<i>Prueba de materiales</i>
1.5	Determinar las ordenes de producción
3.2.1	<i>Producir el producto de acuerdo con la programación y las especificaciones</i>
3.2.2	Reportar información de la producción, recursos y del proceso
3.1.4 B	<i>Hacer seguimiento sobre desempeño del proceso</i>
	Control de calidad
6.6	Certificar que el producto fue producido según condiciones de proceso.
6.7	<i>Comprobar datos del producto contra requerimientos del consumidor y rutinas estadísticas de control de calidad para asegurar una calidad adecuada antes del envío</i>
	Embalaje
2.3	<i>Determinar el programa de embalaje para los productos finales</i>
7.1	<i>Manejo de inventario de productos terminados</i>
7.4	<i>Reportar el inventario a programación de la producción</i>
8.1	Calcular y reportar el costo total del producto
8.5A	Calcular y reportar el costo total de producción
7.5	<i>Reportar el balance y pérdidas (de producto) a contabilidad de costos del producto</i>
	Comercialización y ventas
2.4	<i>Determinar los productos disponibles para la venta</i>
12.1	<i>Generación de planes de ventas</i>
12.2	<i>Generación de planes de comercialización</i>
7.2	<i>Hacer reservaciones para un producto específico de acuerdo con las directivas de ventas del producto</i>
7.3	<i>Generar el embalaje del producto final de acuerdo con la programación de entrega</i>
12.5	<i>Interactuar con los clientes</i>

Fuente: elaboración propia. Junio 2008

Las funciones y subfunciones presentadas en la Tabla anterior tienen una codificación numérica; esta codificación es la misma que se presenta en el ANEXO C.

Se aprecia en la Tabla que algunas subfunciones están en letra cursiva; estas subfunciones corresponden a las mismas que se presentan en el apartado de la relación de las funciones y subfunciones del modelo CIM de Siemens con las funciones y subfunciones propuestas por la norma ISA S95. También se aprecia que las subfunciones se han dividido dependiendo de la etapa del Ciclo de Vida a la que corresponda, y a cada división se le ha asignado el color respectivo manejado por convención (ver Figura 1).

La Tabla 14 muestra los flujos de información que se generan en algunas de las subfunciones presentadas en la Tabla 13. En el lado izquierdo se presentan estas subfunciones como origen de los flujos de información, seguidamente se presenta la correspondiente información y, por último la subfunción destino, que es a la que le llega el flujo de información.

Tabla 14. Flujos de información generadas para las subfunciones en las etapas del CVP

Subfunción origen	Flujo de información	Subfunción destino
Concepción y diseño		
<i>Interactuar con los clientes</i> (12.5)	Estándares y requerimientos del cliente	6.2 Fijar los estándares para la calidad del material
Determinar los requerimientos y estándares para productos (12.4)		
<i>Desarrollo de nuevos productos</i> (11.1)	---	---
<i>Definición de requerimientos de producto</i> (11.3)	Requerimientos de producto y proceso	6.2 Fijar los estándares para la calidad del material 6.3A Brindar estándares para la fabricación
<i>Definición de requerimientos de proceso</i> (11.2)		
<i>Fijar los estándares para la calidad del material</i> (6.2)	Producto y proceso Know –How	3.2.1 Producir el producto de acuerdo con la programación y las especificaciones
	Estándares y requerimientos del cliente	
Publicar estándares para la fabricación de acuerdo con los requisitos de la tecnología, de la comercialización y de Servicios del cliente (6.3 A)	---	---
Publicar estándares para laboratorios de prueba de acuerdo con requisitos de la tecnología, de la comercialización y de Servicios al cliente (6.3 B)	---	---
Fijar objetivos de costos para la producción (8.3)	Objetivos de costos de producción	3.3.1 Establecer un plan de producción a corto plazo basado en la planificación de la producción
Prototipado y producción del lote		
Determinar el programa de producción (2.1)	Programa de producción	3.3.1 Establecer un plan de producción a corto plazo basado en la programación de la producción
	Disponibilidad (Es la capacidad de la planta para satisfacer la orden...)	1.5 Determinación de las órdenes de producción fija y producción extraordinaria
Identificar los requerimientos de materia prima a largo plazo (2.2)	Requerimientos de materiales y energía a largo plazo	4.1A Manejar inventario
Chequear la programación frente a la disponibilidad de materia prima (3.3.2 A)	---	---
Chequear la programación frente a capacidad de almacenamiento de producto (3.3.2 B)	---	---
Chequear la programación frente a disponibilidad de personal y equipo (3.3.3)	---	---
<i>Establecer un plan de prod. a corto plazo basado en el programa de producción</i> (3.3.1)	Plan de producción	Fabricar el producto
Generar solicitudes para la compra de materiales y energía basado sobre requerimientos a corto plazo (4.2 A)	Requerimientos para la orden de compra de energía y materiales	5.4: Acumular y procesar los requerimientos de unidad por materias primas, partes de repuesto, etc., para la colocación de pedidos (órdenes de compra) a los proveedores
Generar solicitudes para compra de mat. y energía basado sobre requerimientos a largo		

plazo (4.2 B)		
Manejar inventario (4.1A)	Inventario de material y energía	3.3.1 Establecer un plan de producción a corto plazo basado en la planificación de la producción
<i>Recibir material entrante, fuentes de energía</i> (4.4 A)	Confirmación de orden entrante	5.3 Liberar facturas entrantes para el pago después de la llegada y aprobación de mercancías
	Recibo de Material entrante e ingreso de energía	8.4 Acumular costos de materia prima, mano de obra, energía y otros para la transmisión a contabilidad
<i>Solicitar pruebas de aseguramiento de la calidad al material entrante</i> (4.4 B)	---	---
<i>Prueba de materiales</i> (6.1A)	Resultados del aseguramiento de la calidad	7.1 Manejo de inventario de productos terminados
		3.2.1 Producir el producto de acuerdo con la programación y las especificaciones
Determinar las ordenes de producción (1.5)	Orden de producción	2.1 Determinar la programación de la producción
<i>Producir el producto de acuerdo con la programación y las especificaciones</i> (3.2.1)	Solicitud de información de producto y proceso	11.2 Definición de requerimientos de proceso 11.3 Definición de los requerimientos de producto, refiriéndose a la producción de productos
Reportar información de la producción, recursos y del proceso (3.2.2)	Datos de proceso	7.1 Manejo de inventario de productos terminados
		6.6 Certificar que el producto fue producido según condiciones de proceso estándares
	Desempeño de producción y costos	8.1 Calcular y reportar el costo total del producto 8.5A Calcular y reportar el costo total de producción
<i>Hacer seguimiento sobre desempeño del proceso</i> (3.1.4 B)	Resultados de la ejecución del programa de Producción	2.1 Determinar la programación de la producción
	Realimentación técnica del proceso y producto	11.2 Definición de requerimientos de proceso
Control de calidad		
Certificar que el producto fue producido según condiciones de proceso. (6.6)	---	---
<i>Comprobar datos del producto contra requerimientos del consumidor y rutinas estadísticas de control de calidad para asegurar una calidad adecuada antes del envío</i> (6.7)	---	---
Embalaje		
<i>Determinar el programa de embalaje para los productos finales</i> (2.3)	Programa de embalaje	7.3 Generar el embalaje del producto final de acuerdo con la programación de entrega
<i>Manejo de inventario de productos terminados</i> (7.1)	Inventario de producto terminado	2.1 Determinar la programación de la producción
<i>Reportar el inventario a programación de la producción</i> (7.4)	---	---
Calcular y reportar el costo total del producto (8.1)	---	---
Calcular y reportar el costo total de producción (8.5A)	---	---
<i>Reportar el balance y pérdidas (de producto) a contabilidad de costos del producto</i> (7.5)	---	---
Comercialización y ventas		
<i>Determinar los productos disponibles para la venta</i> (2.4)	---	---
<i>Generación de planes de ventas</i> (12.1)	---	---
<i>Generación de planes de comercialización</i> (12.2)	---	---
<i>Hacer reservaciones para un producto específico de acuerdo con las directivas de ventas del producto</i> (7.2)	---	---

<i>Generar el embalaje del producto final de acuerdo con la programación de entrega (7.3)</i>	---	---
<i>Interactuar con los clientes (12.5)</i>		

Fuente: elaboración propia. Junio 2008

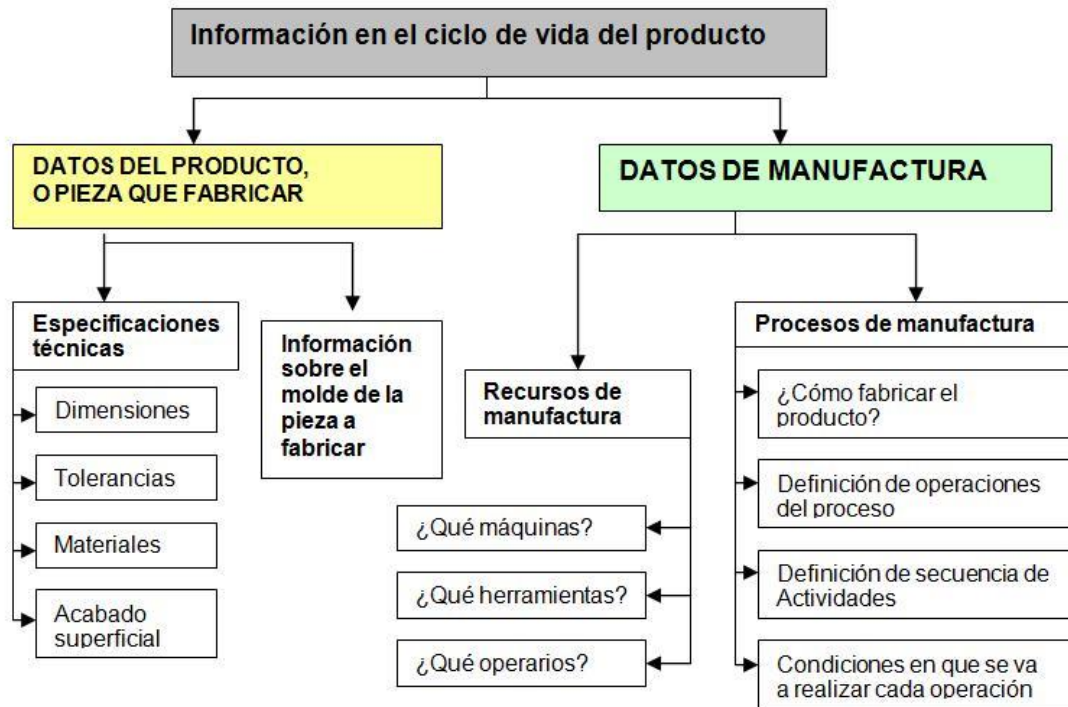
Se aprecia en la Tabla que 14 algunas subfunciones son ejecutadas y no presentan flujos de información; esto no significa que ellas no generan información, lo que significa es que ellas no intercambian información con otras subfunciones. Si otras funciones requieren esta información se debe hacer el correspondiente intercambio.

3.3.1 Análisis de las funciones propuestas por la norma ISA S95 seleccionadas para las etapas del CVP bajo el enfoque de IC. En el ciclo de vida del producto se definen varias etapas, entre estas se encuentra la etapa de diseño. Las funciones asociadas al diseño de productos y del proceso deben ser ejecutadas por un equipo de diseño que debe estar basado en un ambiente de IC, para generar el diseño final que será fabricado por la empresa. En el ambiente de IC, se incluyen herramientas computacionales (software como herramientas CAD, simuladores, etc.) de apoyo para el diálogo entre estas funciones.

El equipo de diseño también debe hacer uso de los diferentes métodos de diseño que se proponen en el capítulo 1, y la información que se genera en la etapa de diseño, (ver Figura 16), corresponde a la información del producto (qué va a fabricarse, plasmado en unas especificaciones técnicas, gráficos bidimensionales, maquetas, modelos informáticos, prototipos, etc.), información de cómo debe fabricarse dicho producto (se define qué piezas se van a fabricar y cuáles subcontratar, los materiales y los proveedores, las operaciones del proceso y su secuencia, y las condiciones en que se va a realizar cada operación), información concerniente al análisis, en el que se planifiquen los recursos necesarios para su producción (qué operarios, con qué máquinas y herramientas, y en qué plazos), y finalmente la información que establece en qué forma se va a presentar (formato,

envase, tipografía, etc.), cuándo se va a hacer llegar al mercado (fecha de lanzamiento), a qué clientes se va a dirigir (canal de distribución), mediante qué sistema se va a transportar, etc.[2]

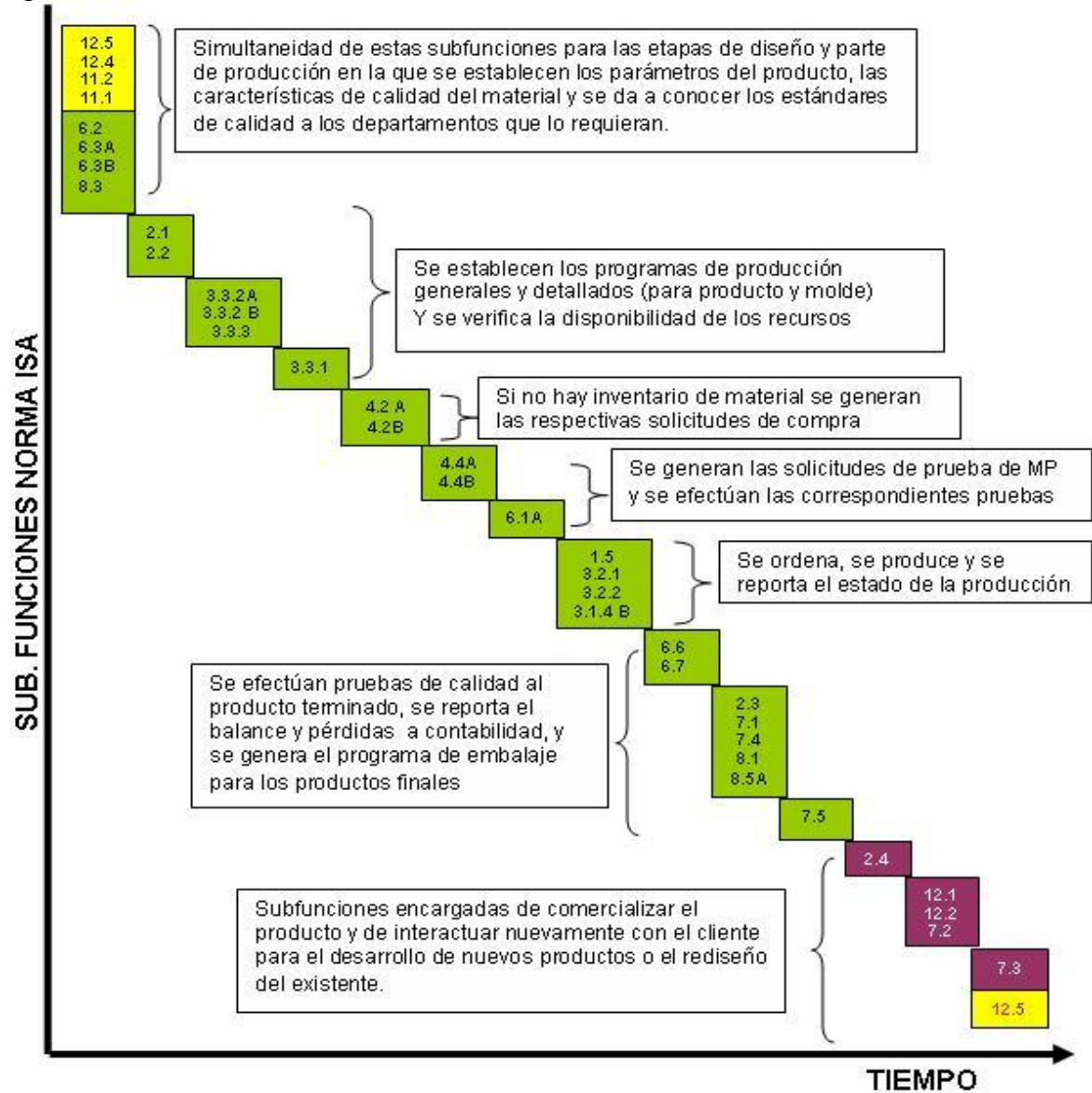
Figura 16. Información del producto y proceso para el ciclo de desarrollo del producto



Fuente: elaboración propia. Junio 2008

Teniendo en cuenta lo anterior y tomando como punto de partida las subfunciones de la norma ISA S95 aplicables a las etapas del CVP, las cuales son mostradas en la Tabla 13, se analizan qué subfunciones pueden en lo posible efectuarse de manera simultánea. Como resultado de este análisis se presenta la Figura 17, la cual muestra la secuencia lógica de ejecución de estas subfunciones y la agrupación de las subfunciones que se ejecutan de manera simultánea; se observa que las subfunciones están representadas por una codificación numérica para una fácil entendimiento de la Figura; esta codificación corresponde a la misma presentada en la Tabla 13.

Figura 17. Simultaneidad de las subfunciones de la norma ISA S95



Fuente: elaboración propia. Agosto 2008

En la Figura 17 se aprecia que se han agrupado las subfunciones que pueden ser ejecutadas de manera simultánea y que repercuten en las diferentes etapas del CVP.

Un aspecto importante que se considera en el enfoque de IC es que se debe garantizar la integración de la información relacionada con el producto durante todo su Ciclo de Vida, desde las etapas iniciales de diseño hasta la información relacionada con el uso del producto, la cual es suministrada por el cliente. Del análisis sobre las funciones propuestas por la norma ISA S95 seleccionadas para las etapas del CVP bajo el enfoque de IC se nota que la norma no contempla aspectos relacionados con la retroalimentación constante con el cliente al cual se le ha vendido el producto, con el fin de capturar la información relacionada con el nivel de aceptación que tiene el producto y poder de esta manera plantear mejoras en el mismo. Por consiguiente, en el modelado de información que se presenta en el capítulo 4 se proponen algunas actividades que cumplan este cometido.

A continuación se explica la agrupación de las subfunciones establecidas en la Figura 17, y se presentan algunos de los factores condicionantes que den inicio a la ejecución de las mismas.

- Las subfunciones de: interactuar con los clientes (12.5), determinar los requerimientos y estándares para productos (12.4), desarrollo de nuevos productos (11.1), definición de requerimientos de proceso (11.2) y definición de requerimientos de producto, refiriéndose a la producción de productos (11.3), fijar los estándares para la calidad del material (6.2), publicar estándares para la fabricación de acuerdo con los requisitos de la tecnología, de la comercialización y de servicios del cliente (6.3A) y publicar estándares para laboratorios de prueba de acuerdo con requisitos de la tecnología, de la comercialización y de servicios al cliente (6.3B), se han agrupado en aras de obtener datos del producto o pieza a fabricar y datos de manufactura (ver Figura 16); en estas etapas, de concepción y diseño, también es importante fijar los objetivos de costos para la producción (8.3). Para poder ejecutar estas subfunciones los factores condicionantes de inicio están ligados a las

decisiones que se tomen a nivel gerencial con base en la información suministrada por las funciones de mercadeo y ventas, entre otras.

- Las subfunciones de: determinar el programa de producción (2.1) e identificar los requerimientos de materia prima a largo plazo (2.2), generan la información necesaria en la que se establecen los horizontes de fabricación. Estas subfunciones están condicionadas a la información generada respecto del diseño del producto y del proceso (especificaciones de material, parámetros de producción, etc.)
- La subfunción establecer un plan de producción a corto plazo basado en el programa de producción (3.3.1) genera información sobre la programación de producción a corto plazo y para ello se debe tener en cuenta la información generada por las subfunciones de: chequear la programación frente a la disponibilidad de materia prima (3.3.2A), chequear la programación frente a capacidad de almacenamiento de producto (3.3.2B) y chequear la programación frente a disponibilidad de personal y equipo (3.3.3). El programa de producción a corto plazo se genera después de realizar el programa de producción general, establecido por la función de programación de la producción (2.1).
- Las subfunciones de: generar solicitudes para la compra de materiales y energía basado sobre requerimientos a corto plazo (4.2A) y generar solicitudes para la compra de materiales y energía basado sobre requerimientos a largo plazo (4.2 B) son ejecutadas después de realizar el programa de producción y verificar la disponibilidad de recursos; si no hay disponibilidad de recursos, se generan las correspondientes solicitudes.
- Después de que se reciba el material se generan solicitudes para las pruebas de calidad del material entrante, las cuales son ejecutadas por las pruebas de materiales (6.1A).

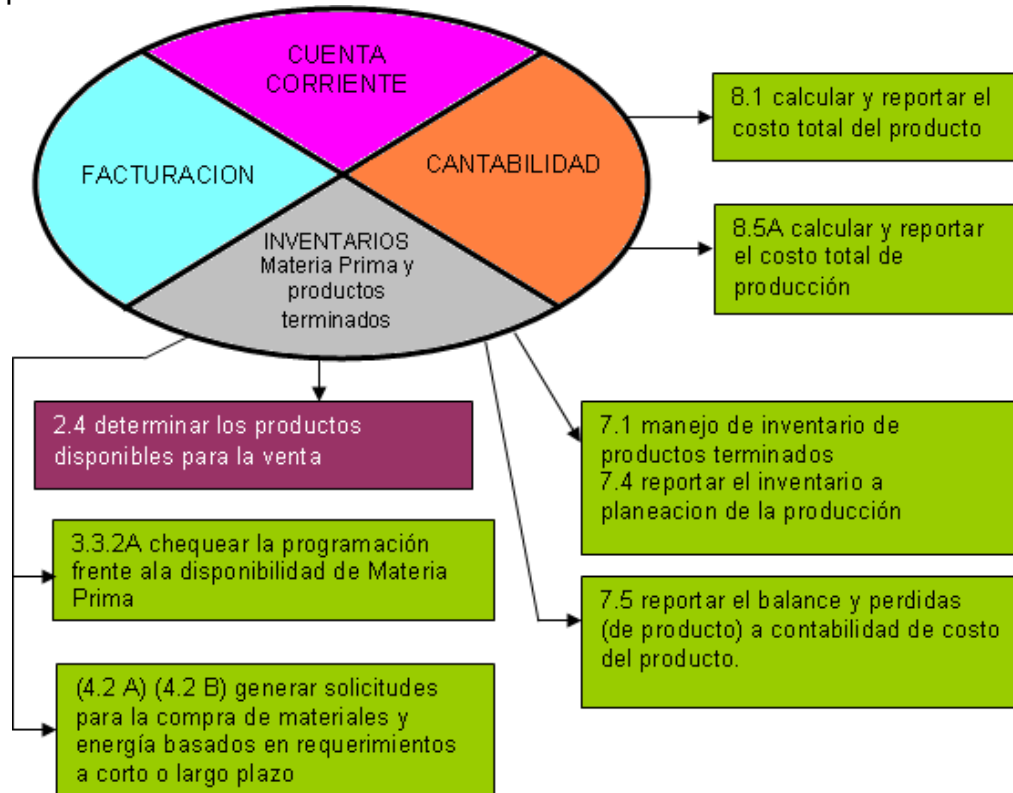
- La función procesamiento de órdenes (1.0) tiene una subfunción encargada de determinar las órdenes de producción (1.5); esta subfunción se ejecuta si las pruebas de calidad a los materiales son satisfactorias y si se ha verificado la disponibilidad de recursos de producción. Una vez definida la orden de producción se debe producir el producto de acuerdo con la programación y las especificaciones (3.2.1), reportar información de la producción, recursos y del proceso (3.2.2), equilibrar y hacer el seguimiento sobre desempeño del proceso (3.1.4B); estas subfunciones están relacionadas con el proceso de producción como tal; por consiguiente, generan información que puede ser enviada a otras subfunciones que lo requieran, bien sea las que estén establecidas en el nivel 4 o en el nivel 3 propuesto por la norma.
- Las subfunciones de: certificar que el producto fue producido según condiciones de proceso (6.6), comprobar datos del producto contra requerimientos del consumidor y rutinas estadísticas de control de calidad para asegurar una calidad adecuada antes del envío (6.7), generan información relacionada con datos de calidad y se realizan simultáneamente.
- Las subfunciones de: determinar el programa de embalaje para los productos finales (2.3), manejo de inventario de productos terminados (7.1), reportar el inventario a programación de la producción (7.4), calcular y reportar el costo total del producto (8.1), calcular y reportar el costo total de producción (8.5A), se ejecutan una vez se hayan efectuado las operaciones de producción; la información que se genera en estas subfunciones se utiliza para generar el balance de la producción.
- Con los datos obtenidos sobre el balance de la producción se debe reportar esta información, es decir, el balance y pérdidas (de producto) a contabilidad de costos del producto (7.5).
- La subfunción de determinar los productos disponibles para la venta (2.4) también se ejecuta con el fin de mantener actualizado el inventario de productos terminados y poder de esta manera comercializar el producto.

- Las subfunciones de: generación de planes de ventas (12.1), generación de planes de comercialización (12.2) y hacer reservaciones para un producto específico de acuerdo con las directivas de ventas del producto (7.2) se ejecutan teniendo en cuenta los datos de inventario del producto disponible y de estudios de mercadeo.
- Después de que se haya determinado el programa de embalaje se genera el embalaje del producto final de acuerdo con la programación de entrega (7.3) y nuevamente se debe interactuar con el cliente para la generación de nuevos productos o para efectuar el rediseño del producto existente en aras de empezar nuevamente con las etapas del CVP y ejecutar las funciones correspondientes propuestas por la norma ISA S95.

3.3.2 Subfunciones de la norma ISA S95 que pueden hacer uso del programa ACSSI, en la empresa caso de estudio. En el capítulo 2 se presenta el diagnóstico de la empresa, en el cual se comenta que la empresa hace uso del programa software denominado ACSSI; este programa está compuesto por cuatro módulos denominados contabilidad, cuenta corriente, inventarios y facturación. La Figura 18 muestra los diferentes módulos de este programa, así como también las subfunciones de la norma ISA S95 aplicables a la empresa caso de estudio que podrían utilizar este programa.

Manualmente se agregan datos al programa ACSSI, datos como: la cantidad de materia prima que entra al almacén, la cantidad de productos defectuosos y no defectuosos que se producen en un determinado tiempo de producción, etc.

Figura 18. Subfunciones de la norma ISA S95 que utilizan el programa ACSSI en la empresa caso de estudio



Fuente: elaboración propia. Agosto 2008

Con esta información el módulo de contabilidad genera los costos tanto del producto como del lote de producción. Igualmente, para la comercialización de productos, el módulo de inventarios muestra la información de la cantidad de productos disponibles para la venta; si se genera una nueva programación de la producción es necesario verificar la disponibilidad de materia prima; esta información es suministrada también por el módulo de inventarios; si no hay suficiente materia prima para la producción, el programa ACSSI genera una alarma con el fin de que los correspondientes responsables generen las solicitudes de compra de materiales.

4. DESARROLLO DEL MODELO BAJO EL ENFOQUE DE AUTOMATIZACIÓN E INTEGRACIÓN DE LOS PROCESOS, PARA LA EMPRESA PLÁSTICOS RAMOS LTDA. COMO CASO DE ESTUDIO

Uno de los pasos más importantes para mejorar el desarrollo del producto es llegar al entendimiento correcto de las actividades detalladas de su ciclo de vida, porque ayuda al equipo de IC a comprender el papel de cada departamento y el flujo de información entre las actividades. El modelo de las actividades contribuye a una mejor planeación para el desarrollo del producto y la definición de la información necesaria para cada actividad en términos de tipo, formato y su posible integración.

En este capítulo se presenta el modelado de funciones y subfunciones propuestas por la norma ISA S95 que han sido analizadas y seleccionadas previamente y presentadas en el capítulo 3; el modelado de estas subfunciones se hace bajo el enfoque de IC, es decir, determinando en lo posible las actividades y/o funciones que se realicen simultáneamente; para ello, se hace uso de la metodología de modelamiento denominada IDEF0, con la ayuda de una herramienta software denominada iGrafx IDEF0, en el ANEXO D se presentan los aspectos de esta herramienta.

Para la ejecución de las diferentes funciones y subfunciones propuestas en el modelado, se plantea el uso de metodologías formales de diseño y de herramientas asistidas por computador, las cuales han sido comentadas en el capítulo 1. La manera de **cómo** deberían usarse estos métodos y herramientas asistidas por computador no se especifican en este documento puesto que representa otra área de conocimiento y no corresponden al objetivo del proyecto.

4.1 MODELADO DE LA INFORMACIÓN

Como se expone anteriormente el modelado de la información se hace por medio de la metodología de IDEF0. Los pasos para realizar el modelamiento son los siguientes: en primera instancia se deben definir las actividades (lista de nodos) que estén implicadas dentro del proceso general para la producción de productos plásticos. En el capítulo 3 se presentan las subfunciones propuestas por la norma ISA S95, las cuales han sido analizadas y seleccionadas para aplicarlas en el modelamiento de información en la producción de productos plásticos. Para facilidad del modelamiento y cumplir con la sintaxis de IDEF0, las subfunciones que modelar serán tratadas como actividades; por ejemplo, la norma ISA S95 propone la subfunción determinar el programa de la producción; para el modelamiento esta subfunción va a ser considerada como la actividad de determinar el programa de producción. Y así para las demás subfunciones propuestas por la norma (ver tabla 13). A continuación se presenta la lista de actividades principales (árbol de nodos) que se ha definido para el modelamiento.

A-0 Modelo de funciones y subfunciones (norma ISA S95)

A0 Elaborar productos Plásticos

A1 Diseñar producto y molde

A2 Elaborar molde y producto

A21 Planificar fabricación de molde y producto

A22 Comprar materia prima

A23 Elaborar molde

A24 Fabricar producto

A242 Efectuar operaciones de calidad

A3 Programar embalaje

A4 Comercializar producto

A5 Recolectar información de uso del producto

El siguiente paso consiste en elaborar todos los diagramas de las actividades principales; el diagrama A-0 es considerado como el diagrama padre y el diagrama A0 (elaborar productos plásticos) es considerado como el diagrama hijo;

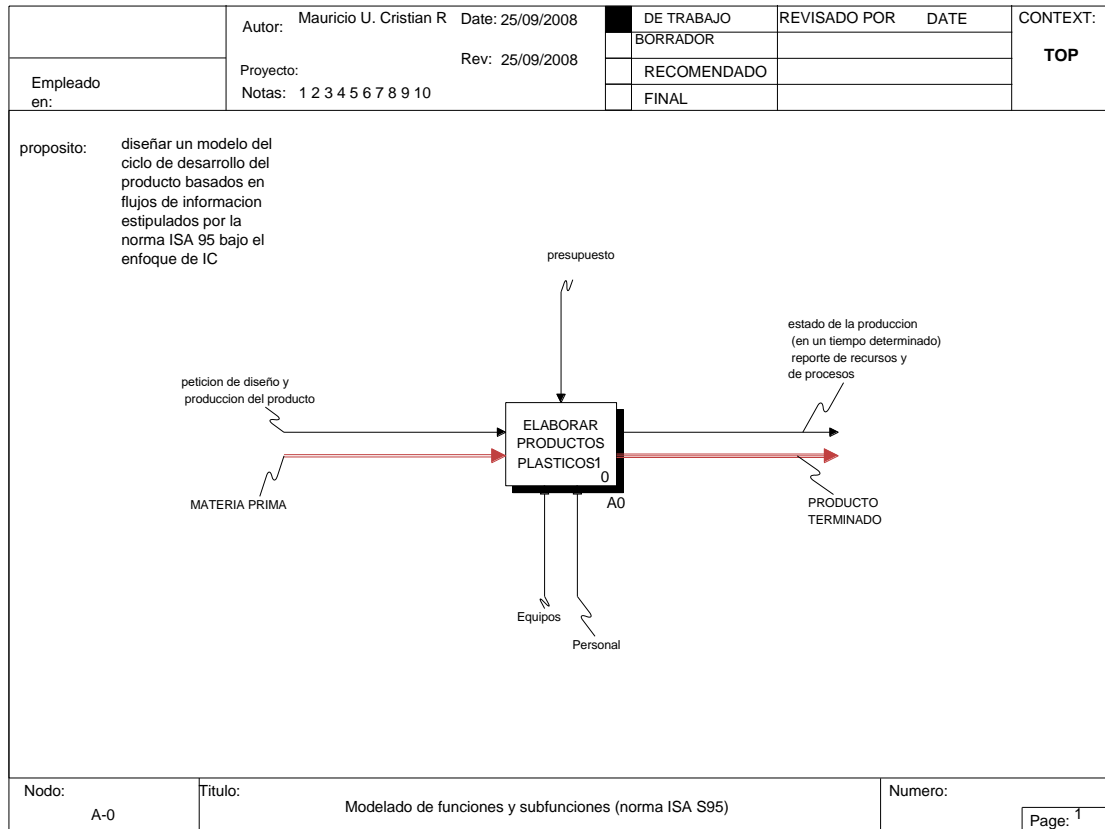
este diagrama, a su vez, está conformado por los diagramas A1, A2, A3, A4 y A5, los cuales son considerados como diagramas padre de otros diagramas presentados a un mayor nivel de detalle.

Una vez se hayan definido todos los diagramas se deben definir las entradas, las salidas, los controles y los mecanismos del diagrama A-0, se deben conectar a la caja A0; posteriormente, para los diagramas hijos se debe definir a nivel de detalle la información relacionada con entradas, salidas, mecanismos y controles necesarios para ejecutar las diversas actividades, hacer las correspondientes conexiones entre las actividades, definir las restricciones y la simultaneidad de ejecución de actividades; finalmente se verifica la consistencia del modelo, es decir, analizar las diferentes conexiones de flujos de información para encontrar incoherencias y corregirlas.

4.2 DIAGRAMA PADRE

En la Figura 19, se presenta el diagrama padre denominado A-0; en este diagrama se encuentra la función principal, la cual está denotada por A0. Esta función se denomina elaborar productos plásticos; para poder ejecutar esta función se define lo siguiente: como entrada física se tiene la materia prima; también se tiene la información relacionada con la petición de diseño y producción del producto, la cual es generada a nivel gerencial. Los mecanismos o recursos necesarios para ejecutar esta función corresponden al personal idóneo para ejecutar las diferentes tareas que se encuentran dentro de la función principal y los equipos adecuados para ejecutar dichas tareas. Como control se ha definido el condicionante de presupuesto ya que el diseño y fabricación de nuevos productos debe estar limitado al presupuesto asignado por la empresa. Finalmente se definen dos salidas: el producto físico como tal y el estado de la producción en un tiempo determinado.

Figura 19. Diagrama padre A-0

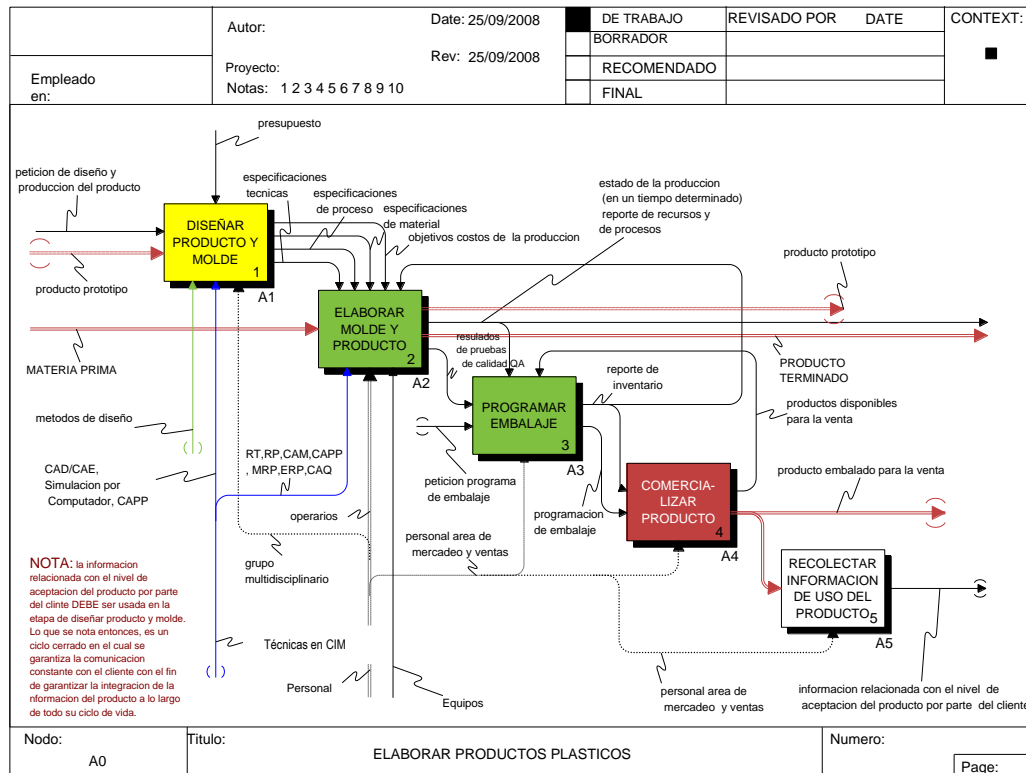


Fuente: elaboración propia con soporte de la herramienta iGrafx. Septiembre 2008

4.2.1 Diagrama hijo, elaborar productos plásticos: de la función principal se desprenden una serie de actividades las cuales son mostradas en la Figura 20; estas actividades están relacionadas con las etapas del CVP y corresponden a: diseñar el producto y el molde, elaborar molde y producto, programar el embalaje, comercializar el producto y finalmente recolectar información sobre el uso del producto. Se observa en la Figura que la entrada física de materia prima y el resultado de la manipulación y transformación de la misma se representa por una línea gruesa de color marrón. Los mecanismos para efectuar algunas de estas actividades corresponden a las Técnicas en CIM, las cuales están representadas por la línea de color azul; los métodos de diseño están representados por la línea de color verde; el personal se representa por líneas punteadas; finalmente las

líneas de color negro representan tanto los recursos de equipos como los flujos de información que se generan en cada una de las actividades.

Figura 20. Diagrama hijo, elaborar productos Plásticos



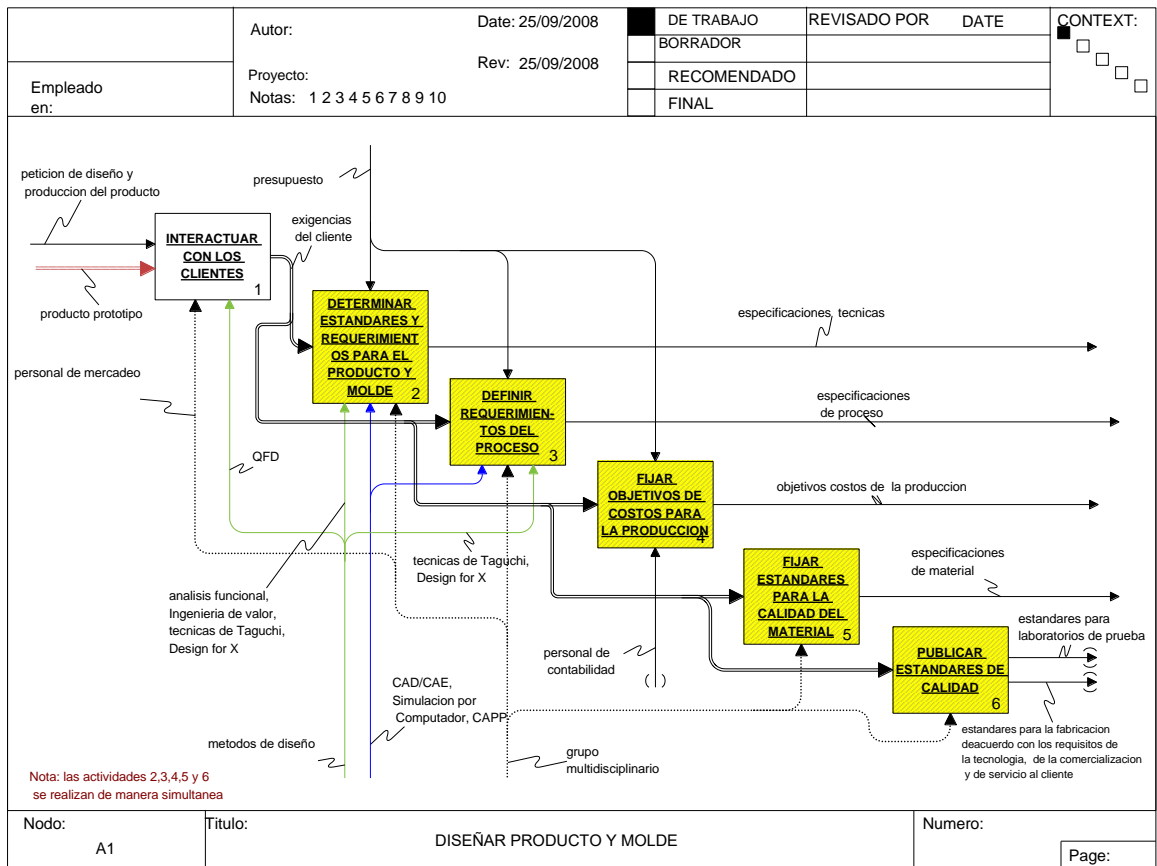
Fuente: elaboración propia con soporte de la herramienta iGrafx. Septiembre 2008

En la anterior Figura, se presentan las funciones generales que se consideran en las etapas del Ciclo de Vida del Producto; en ella se especifican flujos de información los cuales corresponden a los presentados en la Tabla 14. Igualmente, se aprecia en la Figura que una de las actividades consideradas en las etapas del CVP es recolectar información del uso del producto; es importante mencionarla puesto que bajo el enfoque de Ingeniería Concurrente este aspecto se debe tener en cuenta, con el fin de que se garantice la integración de la información en todo el ciclo de vida del producto.

Los siguientes diagramas representan detalladamente las funciones presentadas en la Figura 20.

4.2.1.1 Diagrama hijo de la actividad diseñar producto y molde: la Figura 21 presenta el diagrama de las principales actividades para la etapa de diseño del producto y molde.

Figura 21. Diagrama hijo de la actividad diseñar producto y molde



Fuente: elaboración propia con soporte de la herramienta iGrafx. Septiembre 2008

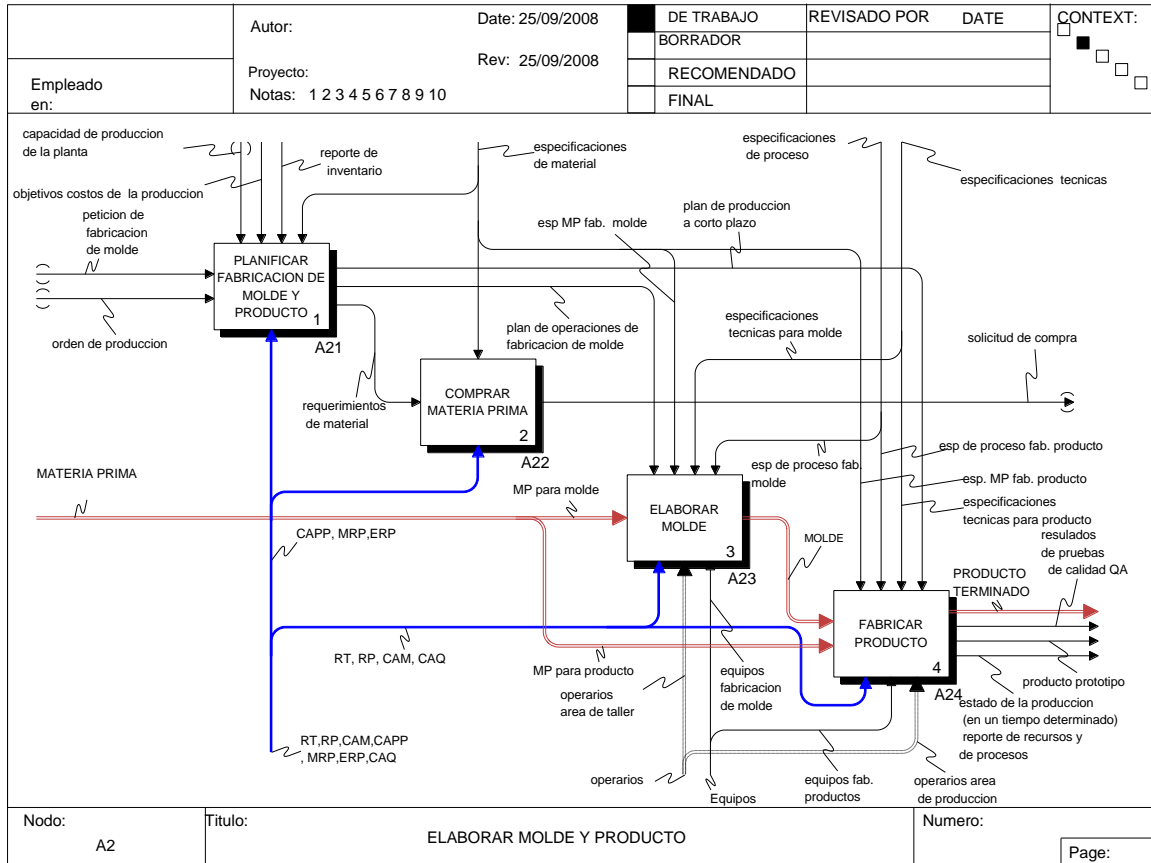
Se observa en la Figura 21 que las actividades presentan relación directa con algunas de las funciones propuestas por la norma ISA S95 que se encuentran en el nivel de negocios (nivel 4); estas actividades se encuentran subrayadas con el fin de distinguirlas de las actividades y/o funciones que se realizan a nivel de administración de operaciones de manufactura (nivel 3 propuesto por la norma).

En vista de que en la etapa de diseño se encuentra el equipo multidisciplinario conformado por personal de diferentes áreas de la empresa se resalta que la IC desempeña un papel importante en esta etapa en la cual es fácil distinguir la simultaneidad de diferentes funciones y/o actividades; tal es el caso de las actividades 2,3,4,5 y 6 mostradas en la Figura 21, que se pueden realizar simultáneamente; estas actividades únicamente están condicionadas al resultado de la información que arroja la actividad de interactuar con los clientes, la cual corresponde a la información denominada exigencias del cliente; esta información se representa con una flecha gruesa y se hace para resaltar que esta información puede ser utilizada simultáneamente por las actividades 2,3,4,5 y 6.

Otro aspecto importante que resaltar en esta etapa de diseño es que haciendo uso de los diferentes métodos formales de diseño y de las herramientas asistidas por computador es preciso anticiparse a los hechos, es decir, que mediante estos métodos y herramientas se establezcan simulaciones de cómo debería ser el producto y como debería ser el proceso de manufactura, calidad, embalaje, etc. Lo que se debe buscar es estar preparados ante posibles eventualidades que se puedan presentar a lo largo de las etapas del Ciclo de Vida del Producto.

4.2.1.2 Diagrama hijo de la actividad elaborar molde y producto: la Figura 22 muestra las actividades que se encuentran dentro de la actividad elaborar molde y producto.

Figura 22. Diagrama hijo de la actividad elaborar molde y producto



Fuente: elaboración propia con soporte de la herramienta iGrafx. Septiembre 2008

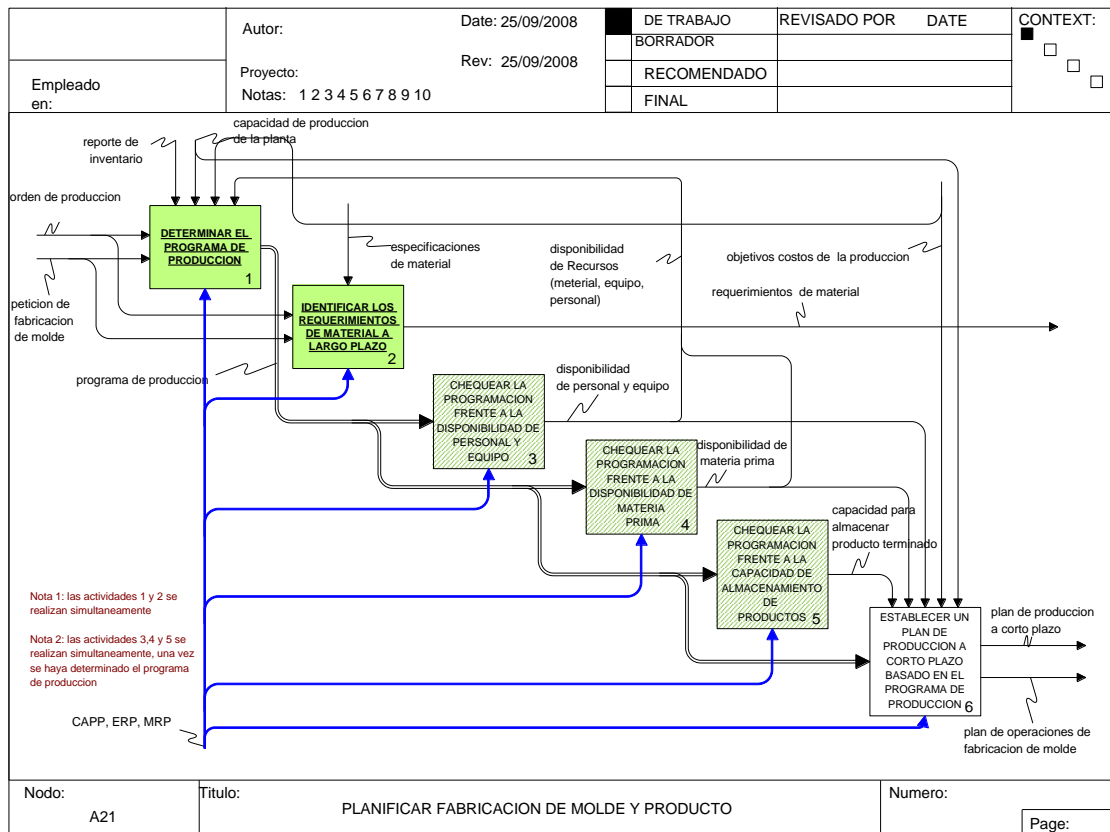
La Figura 22 presenta las actividades generales necesarias para la elaboración del molde y del producto; la planificación de la fabricación se desarrolla a nivel de negocios (nivel 4 propuesto por la norma) y es una operación esencial en la cual se define el plan de operaciones que se llevará a cabo en la fabricación del molde y se define el plan de producción del producto a corto plazo; igualmente se asignan los recursos necesarios (personal, equipo y materia prima) para llevar a cabo las operaciones implícitas dentro de la operación general de fabricar el molde y de fabricar el producto.

Por otro lado, se nota en la Figura 22 una notación numérica dada por la sintaxis de IDEF0; obsérvese que el diagrama hijo de la actividad elaborar molde y

producto (A2) está conformado por otros diagramas los cuales están representados por las notaciones A21, A22, A23 y A24; estos diagramas serán presentados a continuación.

4.2.1.2.1 Diagrama hijo de la actividad planificar fabricación de molde y producto: la Figura 23 muestra las actividades principales más importantes para llevar a cabo la planificación del molde y del producto.

Figura 23. Diagrama hijo de la actividad planificar fabricación de molde y de producto



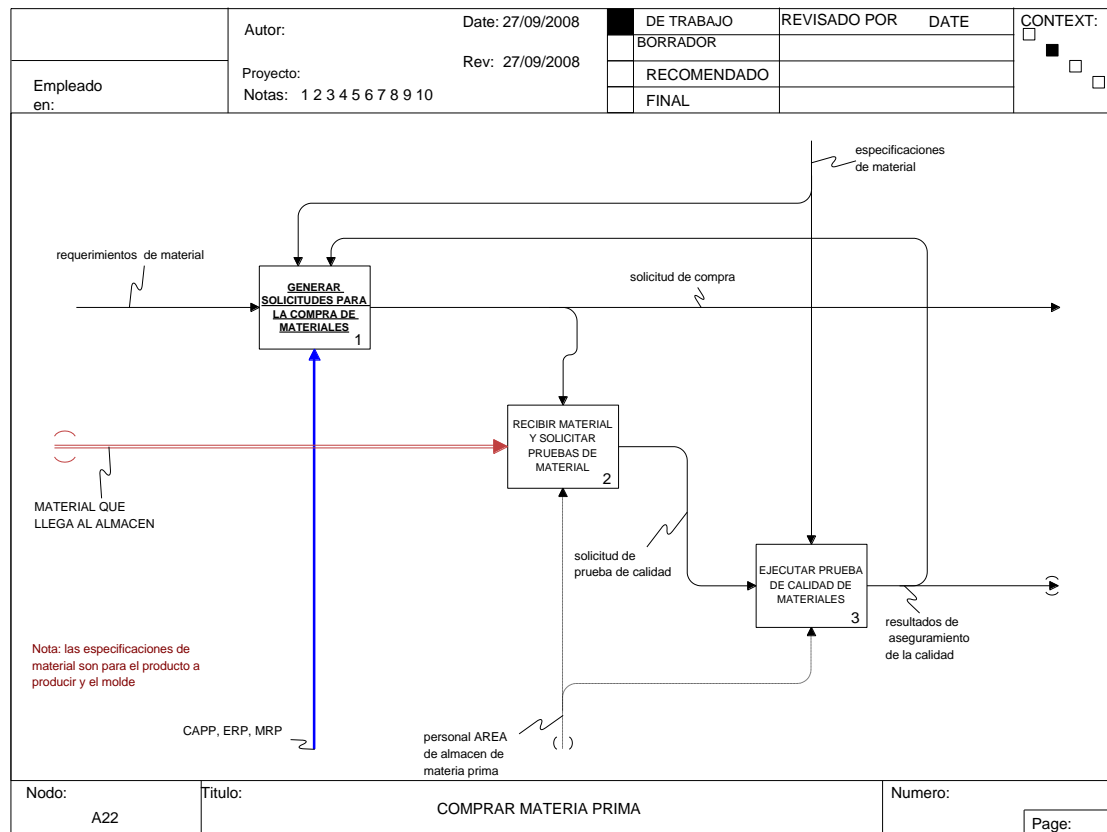
Fuente: elaboración propia con soporte de la herramienta iGrafx. Septiembre 2008

Se observa en la anterior Figura 23 que una vez se haya establecido el programa de producción se chequea éste frente a la disponibilidad de los recursos presentes en la empresa; es importante mencionar que la programación de la producción está condicionada a la disponibilidad de recursos; si éstos son

insuficientes se debe generar las órdenes para la adquisición de los mismos. Con el programa de producción general se establece el programa de producción a corto plazo y el plan de operaciones para la fabricación del molde. Igualmente se observa en la Figura que las actividades 1 y 2 se pueden desarrollar de manera simultánea; igual sucede con las actividades 3,4 y 5.

4.2.1.2.2 Diagrama hijo de la actividad comprar materia prima: en la planificación de la producción, si no hay suficiente material para fabricar el molde y el producto, se generan los requerimientos de materiales; la Figura 24 muestra las actividades que se deben tener en cuenta para la compra de materia prima.

Figura 24. Diagrama hijo de la actividad comprar materia prima



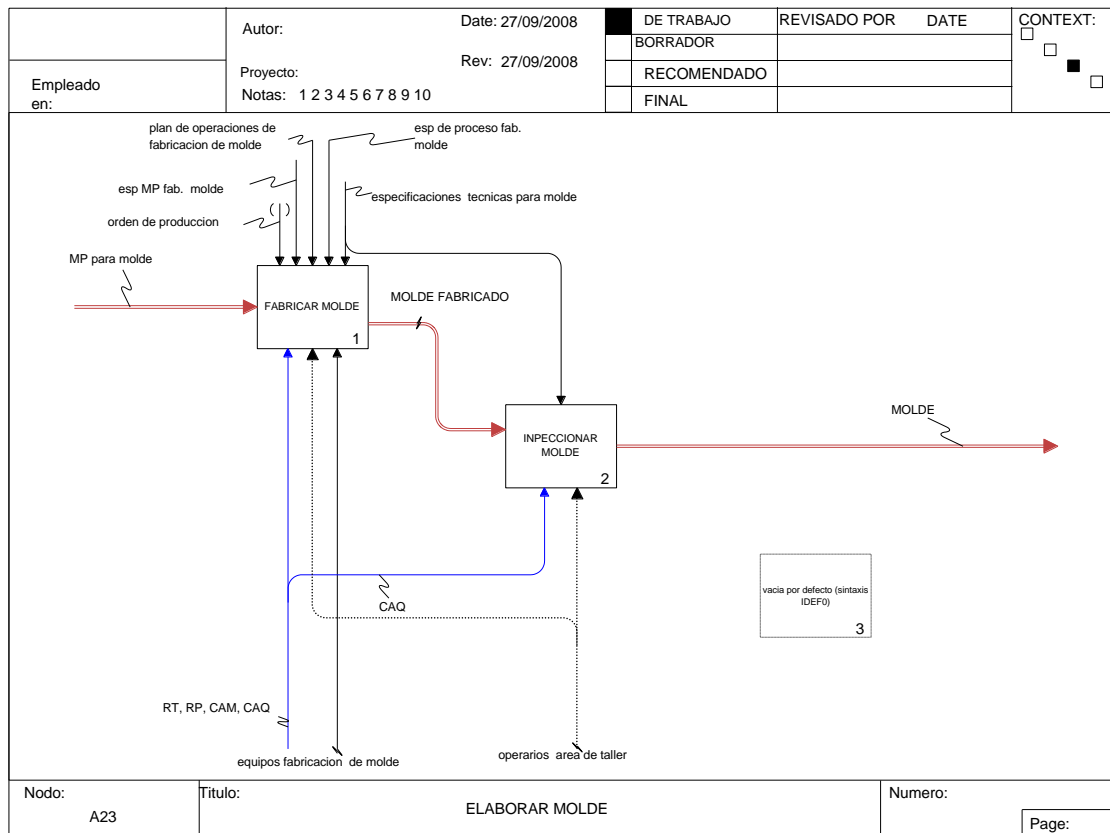
Fuente: elaboración propia con soporte de la herramienta iGrafx. Septiembre 2008

En la Figura 24 se observa que para realizar la compra de materiales es necesario establecer una solicitud de compra; para ello, esta actividad se vale de

la información generada en la etapa de diseño en la cual se establecen las especificaciones de la materia prima para el producto plástico y para el molde. También se vale de la información generada en la actividad de Planificar (A21), más concretamente en la actividad de identificación de requerimientos de materiales. Una vez generada la solicitud de compra y recibido el material en el almacén, se deben efectuar las correspondientes pruebas de calidad.

4.2.1.2.3 Diagrama hijo de la actividad elaborar molde: la Figura 25 presenta las principales actividades para elaborar el molde.

Figura 25. Diagrama hijo de la actividad elaborar molde



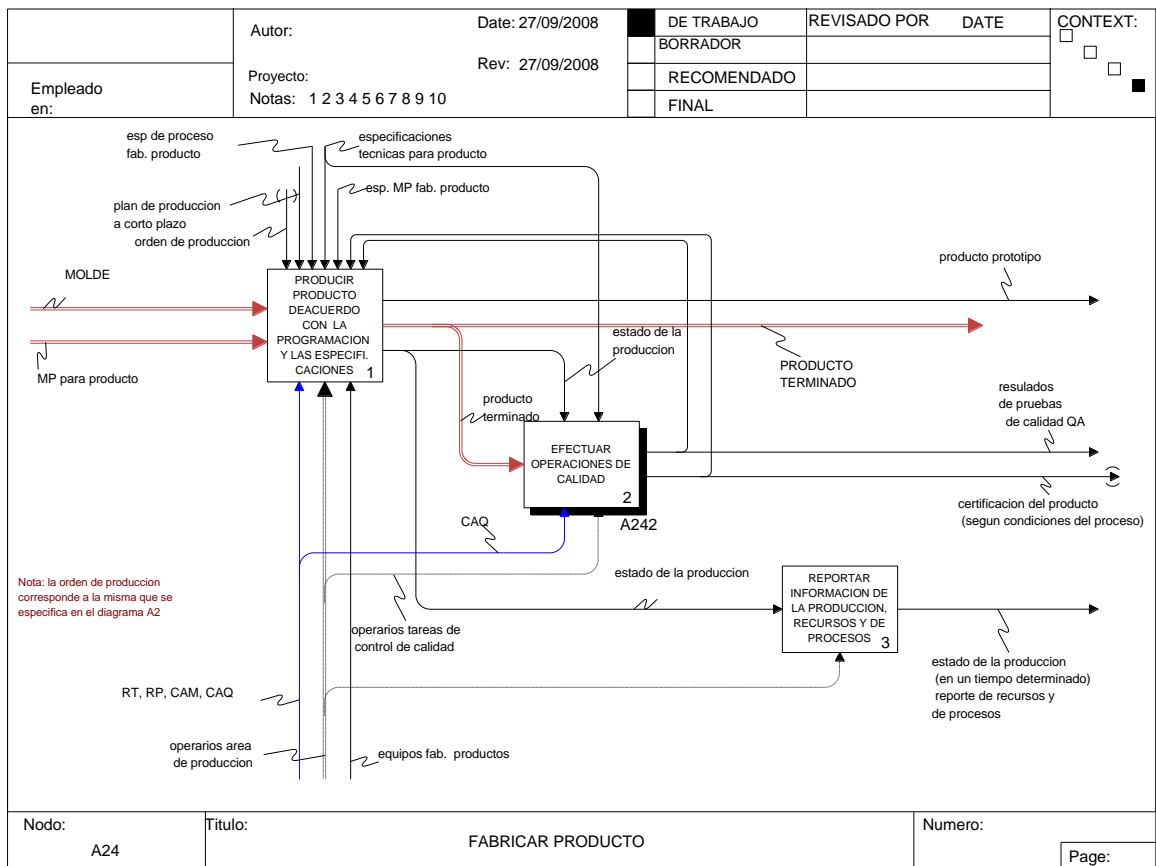
Fuente: elaboración propia con soporte de la herramienta iGrafx. Septiembre 2008

Se nota en la Figura 25 que con la información generada en la actividad de planificación, información sobre el plan de operaciones para la fabricación del

molde y la asignación de recursos para la fabricación, se efectúan las operaciones de elaborar el molde.

4.2.1.2.4 Diagrama hijo de la actividad fabricar producto: la Figura 26, muestra la información necesaria para fabricar el producto plástico.

Figura 26. Diagrama hijo de la actividad fabricar producto



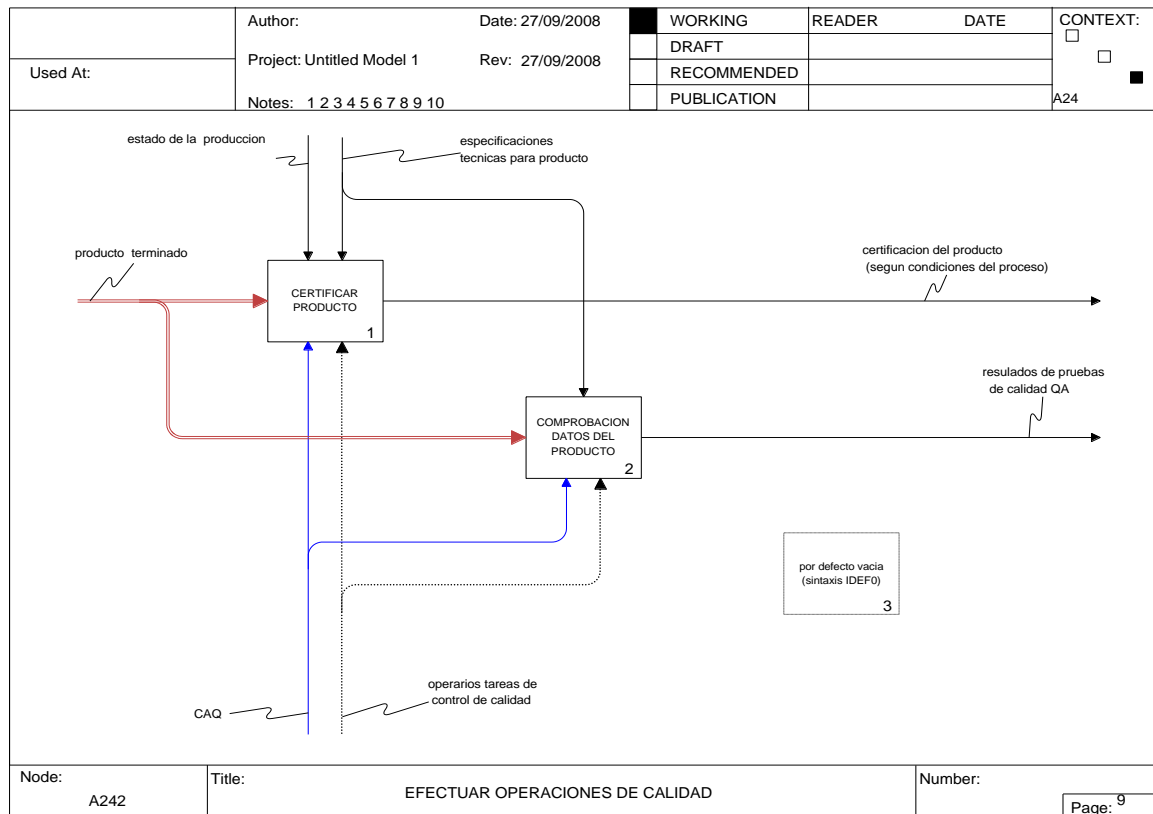
Fuente: elaboración propia con soporte de la herramienta iGrafx. Septiembre 2008

En la Figura 26 se observa que se ha definido una actividad general denominada producir producto; para ello, se proponen como mecanismos las técnicas de CAM, RT y RP; los equipos de producción corresponden a las diferentes máquinas necesarias para la producción (por ejemplo, máquina sopladora, máquina inyectora, compresor, etc.). La descripción detallada sobre cómo producir el

producto plástico se presenta en el capítulo 2 y no es necesario presentarla nuevamente en el modelado. Una vez terminado el producto se deben efectuar operaciones de calidad. A continuación se presenta el diagrama de la actividad efectuar operaciones de calidad.

4.2.1.2.4.1 Diagrama hijo de la actividad efectuar operaciones de calidad: las actividades generales para efectuar operaciones de calidad corresponden a la comprobación de datos del producto y su correspondiente certificación. La Figura 27 muestra las actividades para las operaciones de calidad.

Figura 27. Diagrama hijo de la actividad efectuar operaciones de calidad



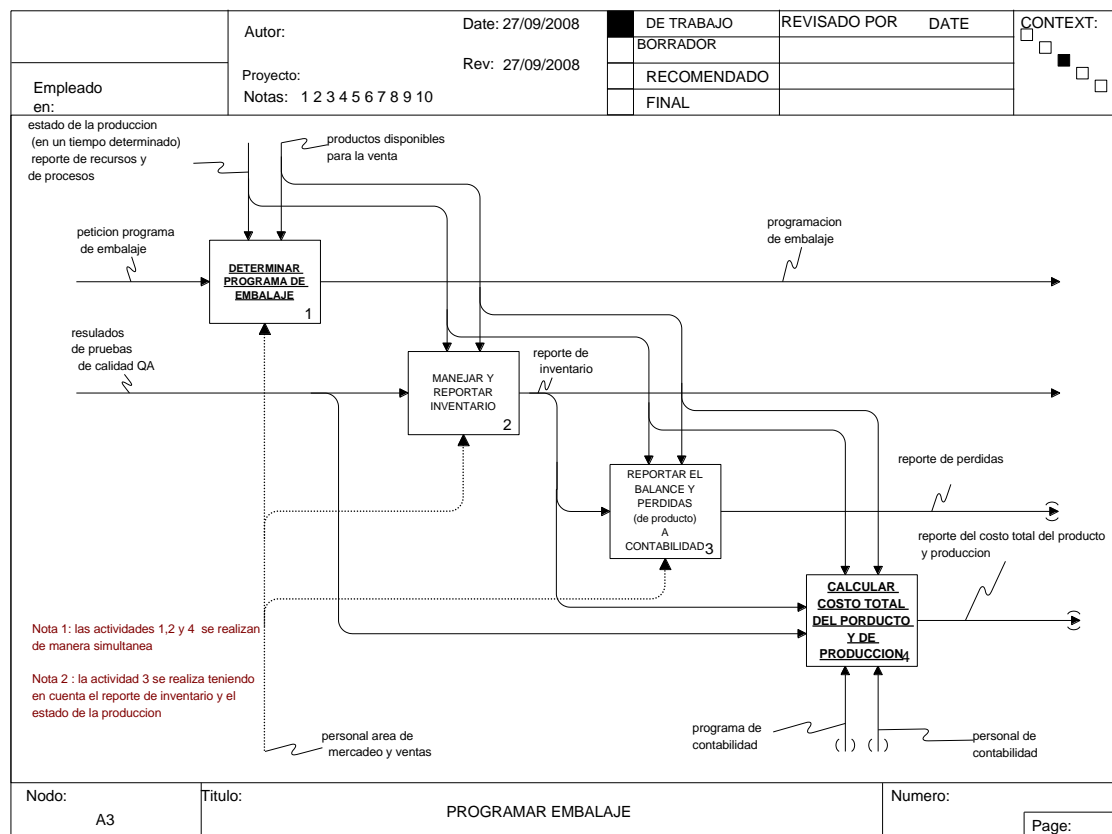
Fuente: elaboración propia con soporte de la herramienta iGrafx. Septiembre 2008

Las actividades relacionadas con operaciones de calidad no se especifican a nivel de detalle en el modelado, puesto que lo más relevante es mostrar que se deben

efectuar pruebas de calidad; para ello se debe tomar como referencia la información concerniente con las especificaciones Técnicas del producto, información que es el resultado de la interacción con los clientes y de conocer sus requerimientos.

4.2.1.3 Diagrama hijo de la actividad programar embalaje: la Figura 28 muestra las actividades para la programación de embalaje

Figura 28. Diagrama hijo de la actividad programar embalaje



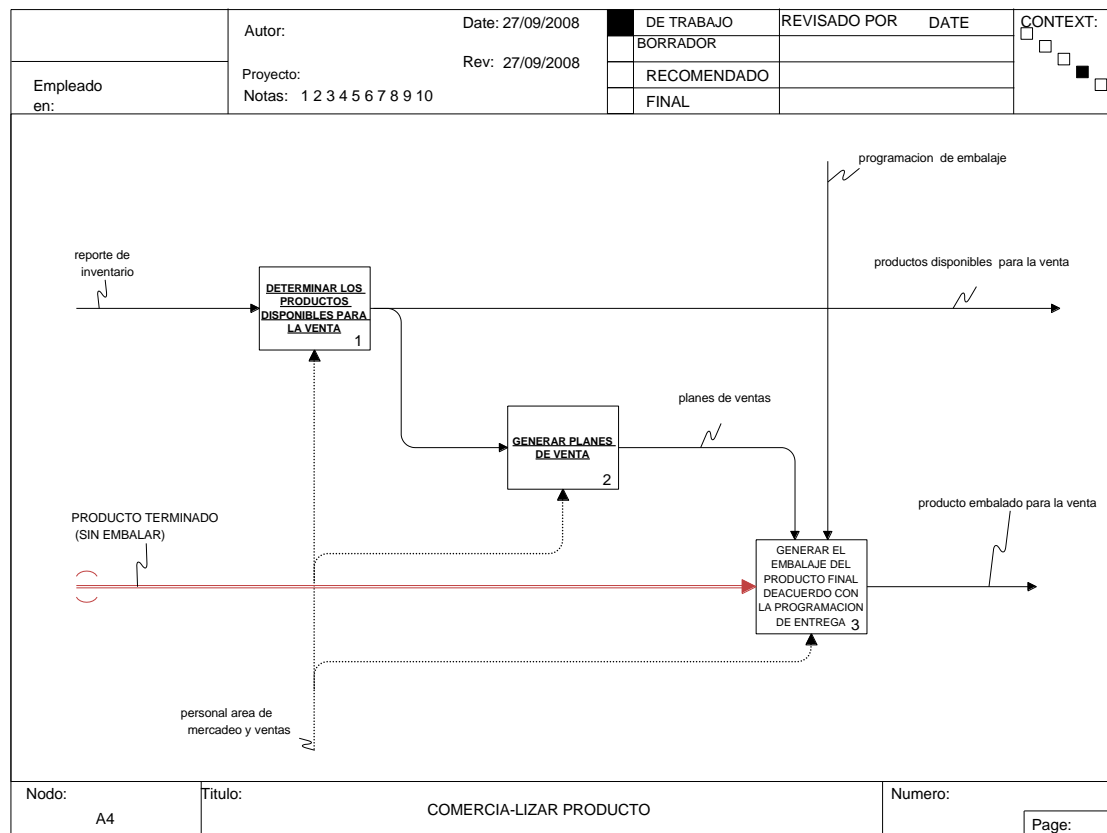
Fuente: elaboración propia con soporte de la herramienta iGrafx. Septiembre 2008

Se observa en la Figura 28 que con la cantidad de productos aprobados para la venta, es decir, productos que hayan pasado las pruebas de calidad, y con la petición previa de un programa de embalaje se determina el programa de embalaje; igualmente, con los resultados de las pruebas de calidad y con los

reportes de inventario se establece el costo total de la producción y se establece un reporte del balance y pérdidas del producto a contabilidad o al área de la empresa que lo requiera.

4.2.1.4 Diagrama hijo de la actividad comercializar producto: la Figura 29 muestra las actividades relevantes en la comercialización del producto.

Figura 29. Diagrama hijo de la actividad comercializar producto

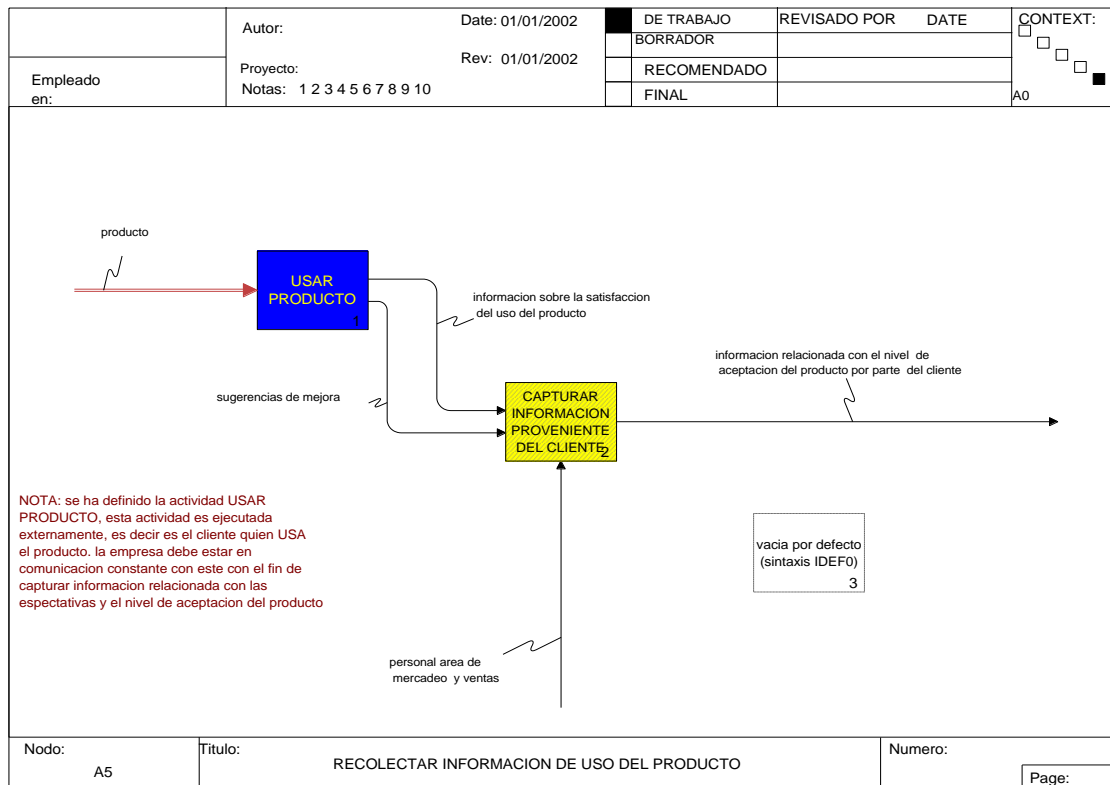


Fuente: elaboración propia con soporte de la herramienta iGrafx. Septiembre 2008

Se observa en la Figura 29 que la información relacionada con el reporte de inventario de productos es indispensable para determinar la cantidad de productos disponibles para la venta y para generar planes de venta; igualmente, se observa que para generar el embalaje del producto debe existir una programación de embalaje.

4.2.1.5 Diagrama hijo de la actividad recolectar información del uso del producto: la Figura 30 muestra la actividad denominada capturar información proveniente del cliente, esta información se relaciona con el nivel de aceptación y expectativas que el cliente tiene sobre el producto.

Figura 30. Diagrama hijo de la actividad recolectar información del uso del producto



Fuente: elaboración propia con soporte de la herramienta iGrafx. Septiembre 2008

La interacción con los clientes es importante en esta etapa del Ciclo de Vida del Producto; lo que se busca es: por un lado, comercializar el producto, y por otro identificar la satisfacción del cliente en relación al producto vendido, con el ánimo de mejorar las prestaciones del producto y si es el caso efectuar operaciones de rediseño para el mismo. La información sobre el nivel de aceptación del producto es tratada por el equipo multidisciplinario; si es necesario rediseñar el producto, se hace y los resultados de este rediseño deben ir a las operaciones de elaborar

molde y el respectivo producto. Seguidamente se debe continuar con las demás operaciones mostradas en el diagrama A0 denominado elaborar productos plásticos. Lo que se nota es que existe un ciclo cerrado en el cual se debe garantizar la integración de la información en todas y cada una de las etapas del Ciclo de Vida del Producto.

Para la realización de este modelado se ha partido por definir una función general a la cual se le ha denominado elaborar productos Plásticos. Esta función encierra todas las etapas del ciclo de vida del producto, empezando por el diseño del producto, producirlo, comercializarlo y recopilar información sobre el uso del producto. Por lo tanto, en este modelado se hace uso de algunas de las funciones propuestas en el modelo funcional dado por la norma ISA S95 que se ejecuten en estas etapas. Se observa en el modelado que la ejecución de estas funciones genera flujos de información, los cuales son necesarios para ejecutar otras funciones. En el siguiente apartado se presentan estos flujos de información con el objetivo de resaltar la comunicación que se hace entre el nivel 3 y nivel 4 propuesto por la norma.

4.2.2 Flujos de información establecidos en el modelado. Los flujos de información que se presentan en el modelado corresponden a los que se plantean en el modelo funcional propuesto por la norma ISA S95. La Tabla 15 diferencia los flujos de información que son usados en un determinado nivel; La Tabla 16 presenta la interacción de los flujos de información entre los niveles 3 y 4; en ella se puede ver la dirección que presentan estos flujos desde la perspectiva de la norma ISA S95, es decir, se establece en qué nivel se origina el flujo de información y hacia qué nivel se dirige. En el nivel 3 se establecen 4 modelos de administración de operaciones de manufactura; estos niveles se presentan en la Tabla para poder especificar desde y hacia qué modelo establecido en este nivel fluye la información. Los modelos corresponden a administración de operaciones de producción, administración de operaciones de calidad, administración de

operaciones de inventario y administración de operaciones de mantenimiento. La información que se genera en este último modelo no se especifica en este capítulo ya que se suponen que las instalaciones y los equipos se encuentran en un estado óptimo de funcionamiento.

Tabla 15. Flujos de información establecidos en el modelado, que se usan en un solo nivel

Etapa Ciclo de Vida del Producto	Flujos de información del modelado de actividades en IC	Dirección del flujo de información	
		Nivel 4	Nivel 3
Diseño	Peticion de diseño y produccion del producto	X	
	Presupuesto	X	
	Exigencias del cliente	X	
Produccion	Estado de la producción (en un tiempo determinado)		X
	Orden de producción	X	
	Plan de operaciones de fabricacion de molde		X
	Plan de produccion a corto plazo		X
	Solicitud de compra	X	
	Resultados de la prueba de la calidad		X
	Estado de la producción (en un tiempo determinado) reporte de recursos y de procesos		X
	Requerimientos de material	X	
	Disponibilidad de Recursos (material, quipo, personal)		X
	Capacidad para almacenar producto terminado		X
	Solicitud de prueba de calidad		X
	Resultados de aseguramiento de la calidad		X
	Certificacion del producto (segun condiciones del proceso)		X
Programacion de embalaje	X		
Comercializacion y ventas	Planes de ventas	X	
	Producto embalado para la venta	X	
	Productos disponibles para la venta	X	
	Informacion relacionada con el nivel de aceptacion del producto por parte del cliente	X	
	sugerencias de mejora	X	
USO	Informacion sobre la satisfaccion del uso del producto	X	

Fuente: elaboración propia. Septiembre 2008

Tabla 16. Flujos de información establecidos en el modelado. Interacción entre niveles

Etapa Ciclo de Vida del Producto	Flujos de información del modelado de actividades en IC	Dirección del flujo de información		(nivel 3) modelos de administración de operaciones de manufactura			
		Nivel 4	Nivel 3	Administración de operaciones de producción	Administración de operaciones de Calidad	Administración de operaciones de inventario	Administración de operaciones de Mantenimiento
Diseño	Especificaciones de proceso	→		X			
	Especificaciones Técnicas para producto	→		X	X		
	Especificaciones técnicas para molde	→		X	X		
	Especificaciones de material	→		X	X		
	Objetivos de los costos de producción	→		X			
	Especificaciones de proceso de fabricación de producto	→		X			
	Estandares para laboratorios de prueba	→		X			
	Estandares para la fabricación de acuerdo con los requisitos de la tecnología, de la comercialización y de servicio al cliente	→		X			
	Especificaciones de MP para producto y molde	→		X			
Producción	Estado de la producción (en un tiempo determinado)	←		X			
	Resultados de aseguramiento de la calidad	←			X		
	Reporte de inventario	←				X	
	Capacidad de producción de la planta	←		X			
	Requerimientos de material	←		X			
	Peticion de fabricación de molde	→		X			
	Programa de producción	→		X			
	Disponibilidad de Recursos (material, quipo, personal)	←		X		X	
	Disponibilidad de Materia Prima	←				X	
	Capacidad de producción de la planta	←		X			
	Certificación del Producto (segun las condiciones del proceso)	←			X		
	Estado de la producción	←		X			
	Reporte de inventario	←				X	
	Reporte de coste total del producto y producción	←				X	
	Reporte de perdidas	←		X			
peticion programa de embalaje	→		X				
Comercialización	Programación de embalaje	←		X			
	Producto embalado para la venta	←		X			

Fuente: elaboración propia. Septiembre 2008

En las Tablas 15 y 16 se presentan los flujos de información usados en un determinado nivel y los que se intercambian entre el nivel de negocios y el nivel de administración de producción. Para el intercambio de información entre los niveles, la norma establece unas categorías de intercambio de información (ver Figura 12). De manera general, la norma define que los flujos de información se pueden agrupar en información de capacidad de trabajo, información de definición de trabajo, información de la programación de trabajo e información del desempeño de trabajo. Para lograr el intercambio de información la norma propone modelar la información en UML y posteriormente organizar estos flujos de información en documentos B2MML.

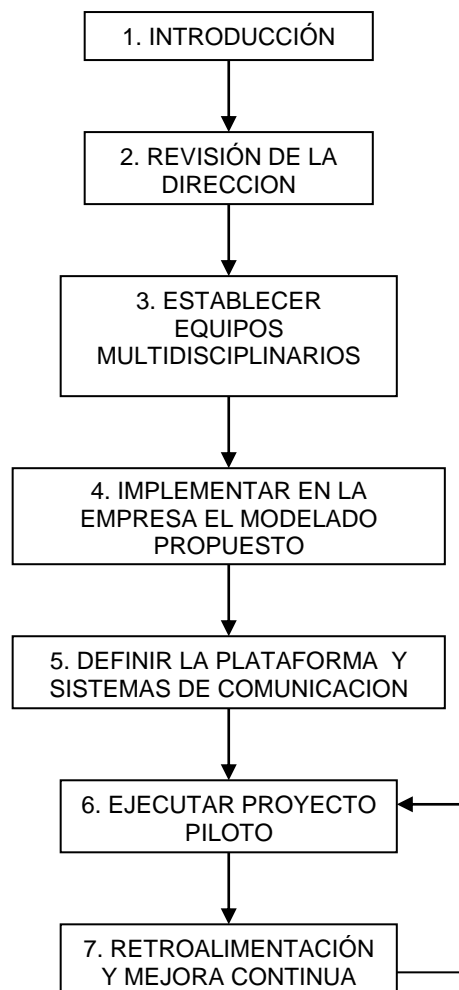
En este capítulo se ha presentado el modelado de funciones y flujos de información estipulados por la norma ISA S95, bajo el enfoque de IC, para todo el proceso de producción de productos plásticos; este modelado permite ver de forma integral las funciones y entes que participan en todas las etapas del CVP. Igualmente, el modelado permite ver las funciones que pueden realizarse de manera simultánea, así como aquellas que están condicionadas a los flujos de información que otras funciones puedan entregar.

Se nota en el modelado que en la etapa de recolectar información sobre el uso del producto se debe interactuar con los clientes; esto es muy importante puesto que, una vez el producto se encuentre en manos del cliente, la empresa debe estar en comunicación constante con éste, con el objetivo de encontrar mejoras para el producto fabricado. Otro aspecto importante que tener en cuenta es la competencia que existe en el mercado, en la cual otras empresas productoras de productos plásticos generen el mismo producto pero de mejor calidad; por lo tanto, la retroalimentación continua sobre las expectativas de los clientes en relación a los productos que fabrica la empresa se debe garantizar en todo momento, con el objetivo de que la empresa se vuelva cada vez más competitiva. En el siguiente capítulo se presenta una propuesta de implementación de este modelado.

5. PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN

En este capítulo se presenta una propuesta de implementación para el proyecto desarrollado sobre el modelado de información consignado en el capítulo 4. En la Figura 31 se muestra gráficamente las etapas que se proponen para implementar el modelado; algunas de estas etapas han sido seleccionadas de la propuesta metodológica para mejorar la Ingeniería del Producto/Proceso basada en IC, la cual está orientada para las pequeñas y medianas empresas [23].

Figura 31. Etapas de implementación del proyecto



Fuente: Elaboración propia. Septiembre 2008

La etapa de introducción es fundamental para la implementación exitosa del proyecto; lo que se busca es motivar y comprometer a la dirección general de la compañía y los responsables de cada departamento sobre los beneficios de la IC y la importancia de emprender un proyecto con esta orientación. La siguiente etapa corresponde a la revisión de la dirección (nivel gerencial), en la cual se debe establecer una visión que integre la metodología para implementar exitosamente el proyecto y que sea consistente con las políticas y el plan estratégico de la empresa. Posteriormente, se propone crear equipos multidisciplinarios de trabajo para trabajar en todas las etapas del ciclo de vida del producto; estos equipos deben estar conformados por personal de distintas áreas de la empresa como mercadotecnia, ingeniería de producto e Ingeniería de manufactura; los equipos también pueden estar conformados por personal del área de calidad, finanzas, producción y logística. Y algo importante por destacar es que el equipo debe involucrar activamente a los clientes y proveedores [22]. La siguiente etapa corresponde a establecer en la empresa el modelado de información propuesto en el capítulo 4; para ello se definen unas actividades las cuales son consignadas en la Tabla 18.

En vista de que la comunicación representa un factor clave para el éxito de la implantación del modelado bajo el enfoque de IC, se propone la etapa de definir la plataforma y sistemas de comunicación, puesto que es necesario definir un sistema informático para el manejo de la información que sea compartido por todos los departamentos de la empresa. Posterior a esta etapa se propone ejecutar un proyecto piloto, en el cual se aplique el modelado de información propuesto. Este proyecto está relacionado con el diseño y producción de un producto cualquiera. Finalmente, se encuentra la etapa de retroalimentación y mejora continua, en la cual se identifican las falencias encontradas en la ejecución del proyecto y se plantean propuestas de solución. En esta etapa es aconsejable manejar indicadores que permitan evaluar, monitorear y controlar los logros

alcanzados durante la práctica del proyecto piloto. En la Tabla 17 se proponen algunos indicadores para el proyecto.

Tabla 17. Indicadores para la ejecución del proyecto

DEFINICIÓN DEL INDICADOR	MEDICIÓN
Tiempo de desarrollo del producto: mide el tiempo que tarda el producto desde el contacto inicial con el cliente hasta que se entrega	Duración del proceso de desarrollo del producto en días
Reducción en el tiempo de desarrollo del producto: mide el porcentaje de reducción en tiempo de desarrollo del producto.	$(\text{Tiempo de desarrollo actual} - \text{Tiempo de desarrollo utilizando el enfoque de IC}) * 100 / \text{Tiempo de desarrollo actual}$.
Logro en el tiempo de desarrollo del producto: El porcentaje de tiempo de desarrollo utilizando IC (planificado) comparado con el tiempo de desarrollo del producto utilizando IC (real).	$(\text{Tiempo de desarrollo del producto utilizando IC Planificado} - \text{Tiempo de desarrollo del producto utilizando IC real}) * 100 / \text{Tiempo de desarrollo del producto utilizando IC planificado}$.
Entregas de proveedores a tiempo: mide el porcentaje de entregas de proveedores a tiempo.	$\text{Órdenes recibidas a tiempo} * 100 / \text{Total órdenes emitidas}$.
Satisfacción de los requerimientos del cliente: mide el porcentaje de cumplimiento de los requerimientos del cliente.	$\text{Requerimientos cumplidos} * 100 / \text{Requerimientos totales}$.
Reproceso del producto: mide el porcentaje de tiempo de reproceso del producto.	$(\text{Tiempo empleado para corregir fallas de calidad en el Proceso de Desarrollo} / \text{el tiempo propuesto para entrega del producto a satisfacción del cliente}) * 100$.
Costo del reproceso: mide el porcentaje de costo del reproceso entre el costo total presupuestado.	$\text{Costo del reproceso} * 100 / \text{Costo total presupuestado}$.

Fuente: LUNA AMAYA, Carmenza y MENDOZA BAYUELO, Adriana Carmelina. Metodología para mejorar la ingeniería de Producto/Proceso basada en Ingeniería Concurrente. Barranquilla, Julio del 2004. Ingeniería & Desarrollo. Universidad del Norte.

En la Tabla 18, están consignadas detalladamente las etapas propuestas para la implementación del proyecto; para cada una de estas etapas se definen unos objetivos, las actividades que realizar para alcanzar los objetivos, los recursos necesarios para ejecutar las actividades y los responsables o implicados en dichas actividades.

Tabla 18. Descripción detallada de las etapas para implementación del proyecto

Etapas	Objetivos	Actividades	Recursos	Responsables
1	Dar a conocer al personal administrativo, gerencia y demás personal de la empresa los beneficios e importancia de emprender un proyecto bajo el estándar ISA S95 y tomando como enfoque de trabajo la filosofía de IC	-Realizar programas de formación sobre la temática de IC -Realizar programas de formación sobre la temática de la norma ISA S95 -Desarrollar charlas motivadoras en las que se resalten los beneficios y ventajas competitivas sobre implementar en la empresa el estándar ISA S95 bajo el enfoque de IC en la empresa.	Para las charlas se recomienda utilizar recursos computacionales, proyectores de diapositivas, videos, etc. Documentos escritos sobre la temática en cuestión para presentarlos al personal de la empresa	Se recomienda que el responsable de dar a conocer la temática de IC y sus beneficios en la empresa sea una persona con amplia experiencia en la implementación de proyectos bajo el enfoque de IC en empresas. Además de esto la persona debe tener conocimientos suficientes sobre la norma ISA S95.

2	Establecer una visión que integre las funciones propuestas por la norma ISA S95 bajo el enfoque de IC, para implementarla exitosamente y que sea consistente con las políticas y el plan estratégico de la empresa.	-Analizar en la empresa el plan estratégico de producción (a largo y a corto plazo) -Analizar los objetivos de mejoramiento planteados en la empresa -Articular el modelado de funciones propuesta por la norma bajo el enfoque de IC a las políticas establecidas en la empresa.	Documentos escritos, relacionados con los objetivos estratégicos, misión, visión, etc. establecidos para la empresa.	Los responsables son los encargados de la dirección de la empresa y la persona con conocimientos sobre la norma ISA S95 y experiencia en IC, que asesora durante todo el proceso de implementación.
3	Establecer equipos multidisciplinarios que trabajen bajo el enfoque de IC	-Seleccionar personal calificado de los diferentes Dptos. que conforman la empresa -Definir la zona de trabajo de los equipos de IC.	---	-Asesor de IC -gerente de la empresa.
4	Implantar en la empresa el modelado (propuesto en capítulo 4) de funciones, subfunciones y flujos de información para las etapas del CVP y bajo el enfoque de IC	-Establecer en la empresa, las funciones y subfunciones propuestas por la norma y planteadas en el modelado. -Establecer los flujos de información para estas funciones, que han sido planteados en el modelado. - Definir en la empresa los responsables para ejecutar estas funciones	- Los recursos que se proponen en esta etapa corresponden a los que se especifican en las diferentes subfunciones establecidas en el modelado; por ejemplo, para ejecutar las funciones de pruebas de calidad, se plantean como recursos el personal idóneo para ejecutar pruebas de calidad y sistemas informáticos como CAQ	Los encargados de implementar el modelado en la empresa son el asesor de IC, el personal de la dirección de la empresa
5	Definir y establecer una plataforma y sistemas de comunicación que garanticen la entrega eficiente de la información a lo largo de todas las etapas del CVP	-Analizar la compatibilidad de los sistemas actuales de gestión y administración de la información utilizados en la empresa en relación a la norma ISA S95, es decir, que los sistemas manejan la terminología, conceptos y modelos definidos en el estándar - Analizar otros sistemas o plataformas soportadas en la norma. Los factores analizar pueden ser factores económicos, ventajas y desventajas del sistema, etc. Algunas de las plataformas que se proponen para analizar son: *FactoryTalk- Rockwell Automation's *SIMARIC IT- Siemens *INTRACK- Wonderware2		- El asesor de IC -El gerente y los responsables de cada uno de los departamentos de la empresa
6	Ejecutar un proyecto piloto	-Definir el proyecto piloto para implantar el modelado. Este proyecto puede ser para un producto en particular producido en la empresa o para la generación de diseño y fabricación de un nuevo producto. - Ejecutarlo bajo el modelado	Los recursos para ejecutar el proyecto piloto, corresponden a aquellos que se proponen en el modelado	- Asesor de IC -Todo el personal operacional de la empresa.

		propuesto en el capítulo 4 y bajo el enfoque de IC		
7	Mejorar continuamente por medio de la retroalimentación de la información	<ul style="list-style-type: none"> - Recopilar la información en cuanto a los resultados del proyecto piloto. La Tabla 34 presenta algunos de los indicadores tener en cuenta. - Analizar los resultados - Proponer estrategias de solución para mejorar las falencias encontradas en la ejecución del proyecto piloto. 	Documentos físicos o electrónicos, en los cuales se plasmen los diferentes resultados de ejecutar el proyecto piloto.	<ul style="list-style-type: none"> - Asesor de IC -Gerente de la empresa -El resto del personal operativo de la empresa.

Fuente: Elaboración propia. Septiembre 2008

En la etapa 5 se propone definir y establecer una plataforma y sistemas de comunicación que garanticen la entrega eficiente de la información a lo largo de todas las etapas del CVP. Es necesario comentar esta etapa detalladamente puesto que en el modelado de información presentado en el capítulo 4 se hace uso de las funciones propuestas por la norma ISA S95. Una vez se hayan definido los sistemas de gestión y administración de la información que sean consistentes con el estándar ISA S95, es necesario que los flujos de información consignados en el modelado propuesto también sean consistentes con la norma; por lo tanto, se propone que estos flujos de información intercambiados entre las diferentes funciones se modelen en UML; la parte dos de la norma propone una sintaxis para este tipo de modelado. Una vez modelada la información en UML se debe pasar la información a documentos en B2MML; para ello se recomienda el uso de la herramienta software denominada XMLSPY. Para el intercambio de información entre las funciones del nivel 4, donde se encuentran los sistemas ERP, y las funciones del nivel 3, donde se encuentran los sistemas MES, la norma propone el uso de aplicaciones software denominadas MIDDLEWARE.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

El modelado de información generado servirá de base para futuros trabajos encaminados en el desarrollo de sistemas integrados de información y desarrollo de sistemas de gestión de datos del producto, los cuales deben ayudar a controlar toda la información que se genera y que se necesita en todas las fases del ciclo de vida del producto.

En la revisión del estado del arte se encuentra que han sido pocos los trabajos desarrollados a nivel nacional encaminados hacia la automatización e integración de la información donde se considere la norma ISA S95 y la filosofía de trabajo bajo el enfoque de IC como herramientas efectivas para la integración de la información.

En el diagnóstico de los procesos de información desarrollados en la empresa caso de estudio se nota que no existe un estándar unificado de intercambio de información entre los diferentes departamentos; por otro lado, el enfoque del proceso de producción está orientado a tareas netamente secuenciales.

El modelado de las funciones y de los flujos de información propuestos por la norma ISA S95, bajo la metodología de IDEF0, permite determinar qué funciones se ejecutan de manera simultánea, cuáles funciones son las más influyentes y cuáles lo hacen en menor grado.

El modelado de funciones bajo la metodología de IDEF0 permite ver claramente la interacción de los flujos de información, permite ver qué herramientas y qué recursos son necesarios para ejecutar dichas funciones; igualmente, se puede

determinar el tiempo de ejecución para la elaboración de un producto en todas sus etapas del ciclo de vida.

El modelado de los flujos de información entre los diferentes procesos de la empresa caso de estudio presentados en el capítulo 2 presenta falencias en cuanto al nivel de detalle en el que es difícil distinguir las actividades que se ejecutan en cada una de las áreas de la empresa. En el capítulo 4 se presenta un modelado de funciones en el cual es fácil distinguir el desarrollo simultáneo de algunas de ellas. Además, el nivel de detalle es mucho más amplio comparado con el primer acercamiento del modelado de información presentado en el capítulo 2.

El modelado de funciones en IDEF0 permite representar en un mayor nivel de detalle las funciones y flujos de información propuestos en el modelo funcional dado por la norma ISA S95.

La implementación de la Ingeniería Concurrente no depende de la tecnología; sin embargo, el uso de la tecnología constituye un buen apoyo en el desarrollo del producto.

Los resultados obtenidos en el desarrollo del proyecto han permitido obtener una base de conocimiento sobre el modelado de funciones propuestas por la norma ISA S95 de manera integral para todas las etapas del ciclo de vida del producto.

El modelado de funciones y sus flujos de información se ha hecho para las diferentes etapas del ciclo de vida del producto y bajo el enfoque de Ingeniería Concurrente; por lo tanto, se resalta que la aplicación del estándar no restringe la manera de cómo estas funciones deban aplicarse en un modelado de información que integra la mayoría de estas funciones.

La aplicación de la norma ISA S95 no restringe el nivel de automatización de una empresa. Por lo tanto, las funciones propuestas en el modelado para las diferentes etapas del ciclo de vida pueden ser ejecutadas por sistemas software o por el recurso humano con que cuente la empresa.

La propuesta de implementación del modelado constituye la base para fortalecer las prioridades competitivas exigidas por el mercado. Es importante el compromiso definitivo de la dirección de la empresa para llevar a cabo cada una de las etapas planteadas y poder así alcanzar el éxito en su implementación, que se traduce en beneficios para la empresa.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que para realizar un modelo de integración de procesos bajo el enfoque de IC en empresas de manufactura, el diagnóstico y levantamiento de la información en dichas empresas se debe hacer sistemáticamente en aras de obtener información valiosa para el modelado. Antes de realizar las visitas y las entrevistas se deben tener bien definidas las actividades a realizar con el fin de generar un buen diagnóstico sobre los procesos de información que se generen en estas empresas.

La herramienta iGrafx es una excelente herramienta que permite modelar actividades presentes en un sistema. Para el desarrollo de este proyecto se ha utilizado una versión DEMO con un periodo de validez de 30 días, por lo tanto si no se cuenta con los recursos suficientes para comprar el software, se recomienda que antes de empezar a modelar con esta herramienta se debe tener muy bien definido las actividades, los recursos para ejecutarlas, los flujos de información que se generen, etc.

Se recomienda que antes de realizar el modelado de actividades con la herramienta de iGrafx, se debe entender muy bien la sintaxis y metodología de IDEF0 ya que la herramienta no acepta errores de sintaxis que se puedan presentar en el modelado.

REFERENCIAS

- [1] RODRÍGUEZ, Sartal. Gestión de la información orientada a la fabricación [en línea]. logiCEL PG. Nuevas Tecnologías marzo 2007. (Consultado en septiembre del 2008) Disponible en Internet <<http://www.cel-ogistica.org/s/pdf/Logicel%2057/LOGI%2023-25.pdf>>
- [2] SALVADOR RIZO, Capuz. Introducción al proyecto de producción. Ingeniería Concurrente para el diseño del producto. México D.F. Grupo editor Alfaomega. 2001. 218p.
- [3] GRUPO I+D AUTOMÁTICA INDUSTRIAL, Panorama de la Norma ISA 95. Diapositivas 2005
- [4] SIERRA, Hernando. Ingeniería Concurrente, un enfoque para reducir los tiempos de entrega, mejorar la calidad y disminuir los costos En: X CONGRESO NACIONAL DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍAS INDUSTRIAL, ADMINISTRATIVA Y DE PRODUCCIÓN. (3ª: 2000: Barranquilla). Marketing internacional e Ingeniería Concurrente como estrategias para la globalización de los mercados. Barranquilla: Coneiap, 2000. 49p
- [5] GÓMEZ, Vicente y VILA, Carlos. El método tradicional de desarrollo de productos [en línea]. Universitat Jaume I, 2002. (Consultado en octubre del 2007). Disponible en <<http://www.cinei.uji.es/d2/info.htm>>
- [6] BARRERA COAPANGO, Armando. "Evaluación de las Prácticas de Diseño y su Factibilidad de Implementación de un Ambiente de Ingeniería Concurrente en la Industria Mexicana" [en línea], México, D.F., diciembre de 1995. (Consultado en octubre 2007). Disponible en Internet <http://html.rincondelvago.com/ingenieria-concurrente_sistemas-integrados-de-manufactura.html>
- [7] ALVARES, Alberto J. Tecnología CIM - Manufactura Integrada Por Computador [en línea]. Grupo de Automação e controle (GRACO). Universidad de Brasilia. Agosto de 2006. (Consultado en octubre 2007). Disponible en Internet <<http://www.graco.unb.br/~alvares/capp/cap2.html>>
- [8] UNICEN. Modelos. Presentación parte B. [en línea]. (Consultado en octubre 2007). Mayo 2003 Disponible en Internet <<http://www.fi.net.ar/materias/7565/U3-Modelos-parte-B.pdf>>

[9] KBAUMGARTNER, Horst; KNISCHEWSKI, Klaus; WIEDING, Harald. CIM Consideraciones básicas. Siemens Aktiengesellschaft & Marcombo, Barcelona, 1991.

[10] NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. Integration definition for function modeling (IDEF0), 1993.116p. (Public Law 100-235)

[11] PASTOR, Xavier; MONTANO, Miquel; BARREIRO, Joaquín; LABARGA, Julio; RÍOS, José; VIZÁN, Antonio; PÉREZ, Jesús y MÁRQUEZ, Juan. Ingeniería concurrente en el diseño de moldes de inyección [en línea]. Madrid España. Universidad De León. 2004. (Consultado en octubre 2007). Disponible en Internet <http://www3.unileon.es/personal/wwdfqjbg/docs%20investigacion/cidim_99_ic3p.pdf>

[12] CARDONA, Marcela y FERNÁNDEZ, Mónica. Propuesta de una metodología para el mejoramiento del proceso de diseño y desarrollo de nuevos productos en la empresa Cementos del Valle S.A. Santiago de Cali, Marzo 2000, 233p. Trabajo de Grado (Ingeniero Industrial) (Consultado en octubre 2007). Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ingeniería.

[13] LUNA AMAYA, Carmenza; BERDUGO CORREA, Carmen; HERRERA HERNÁNDEZ, María Carolina y Lina PRADA ANGARITA. Modelado del proceso de desarrollo de productos en empresas del sector Metalmecánico de Barranquilla en la perspectiva de la Ingeniería Concurrente. Barranquilla, Junio 2007. Ingeniería & Desarrollo. Universidad del Norte. ISSN: 0122-3461.

[14] The Instrumentation, Systems and Automation Society (ISA). ANSI/ISA-95. 00. 01-CDV02: Enterprise - Control System Integration Part 1 Models and Terminology. North Carolina, USA, 2000.

[15] The Instrumentation, Systems and Automation Society (ISA), ANSI/ISA 95.00.02-2001, Enterprise-Control System Integration Part 2: Object Model Attributes, North Carolina, 2001, ISA.

[16] The Instrumentation, Systems and Automation Society (ISA), ANSI/ISA—95.00.03—2005, Enterprise Control System Integration Part 3: Activity Models of Manufacturing Operations Management, North Carolina, 2005, ISA.

[17] The Instrumentation, Systems and Automation Society (ISA), ANSI/ISA—95.00.04— Draft, Enterprise Control System Integration Part 4: Object Models and Attributes of Manufacturing Operations Management, Draft 3, North Carolina, January 2005, ISA.

[18] The Instrumentation, Systems and Automation Society (ISA), ANSI/ISA—95.00.05— Draft, Enterprise Control System Integration Part 5: Business-to-Manufacturing Transactions, Draft 9, North Carolina, May 2006, ISA.

[19] SIEMENS. La Norma S95 Crea Claridad.[en línea] Artículo parte1, 2004. (Consultado en octubre 2007). Disponible en Internet <<http://www.electroindustria.com/siemens/Advance2-2004/pagina8.htm>>

[20] FERNÁNDEZ Ana Isabel. SGML (Standard Generalized Mark-up Language) [en línea] Universidad Carlos III de Madrid, abril 2004. (Consultado en octubre 2007). Disponible en Internet <<http://www.geocities.com/aifperez/sgml/#HTML>>

[21] VIDAL, Fabian Yesid y MUÑOZ, Libardo Steven. Aplicación de la norma ISA S95 a un caso de estudio. Popayán, 2007. Trabajo de grado (Ingeniero en Automática Industrial). Universidad del Cauca. FIET.

[22] AL-ASHAAB, Ahmed, MOLINA, Arturo y VALDEPEÑA, Teresa. Marco de trabajo para la introducción e implementación de ingeniería concurrente [en línea]. (Consultado en junio 2008). Disponible en Internet <<http://www.mty.itesm.mx/die/ddre/transferecia/Transferencia51/eli3-51.html>>

[23] LUNA AMAYA, Carmenza y MENDOZA BAYUELO, Adriana Carmelina. Metodología para mejorar la ingeniería de Producto/Proceso basada en Ingeniería Concurrente [en línea]. Barranquilla, Julio del 2004. Ingeniería & Desarrollo. Universidad del Norte. (Consultado en octubre 2007). Disponible en Internet <http://ciruelo.uninorte.edu.co/pdf/ingenieria_desarrollo/16/metodologia_para_mejorar_la_ingenieria_de_producto.pdf>