

APLICATIVO DE GESTIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA EL  
PROCESO PRODUCTIVO DE LA INDUSTRIA LICORERA DEL CAUCA



NELSON JAVIER DUEÑAS BASTIDAS  
YASMIN ANDREA ENRÍQUEZ ZÚÑIGA

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL  
POPAYÁN  
2012

APLICATIVO DE GESTIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN PARA EL  
PROCESO PRODUCTIVO DE LA INDUSTRIA LICORERA DEL CAUCA



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

NELSON JAVIER DUEÑAS BASTIDAS  
YASMIN ANDREA ENRÍQUEZ ZÚÑIGA

Director  
Magister. ÁLVARO RENÉ RESTREPO GARCÉS

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES  
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA, INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL  
POPAYÁN  
2012

Nota de Aceptación

---

---

---

Director

\_\_\_\_\_  
Msc. Álvaro René Restrepo Garcés

Jurado

\_\_\_\_\_

Jurado

\_\_\_\_\_

Fecha de sustentación: Popayán, \_\_\_\_\_

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores del presente trabajo, manifiestan sus agradecimientos a:

Dios por estar con nosotros en cada paso de nuestra vida y por habernos dado fuerza para terminar nuestra carrera profesional.

A nuestros padres, porque creyeron en nosotros, porque nos apoyaron en todo momento y porque nos dieron ejemplos dignos de superación y entrega.

A nuestro director Msc. Álvaro René Restrepo por su orientación y apoyo.

A nuestros grandes amigos por su valiosa amistad.

## CONTENIDO

<b>1. CONCEPTOS GENERALES</b> .....	16
1.1 COSTOS Y GASTOS .....	16
1.1.1 Clasificación de los costos.....	16
1.1.2 Elementos de los costos.....	19
1.1.3 Clasificación de los sistemas de costos.....	19
1.1.4 Variaciones o desviaciones de costos. ....	21
1.2 INTEGRACIÓN EMPRESARIAL.....	22
1.2.1 Sistemas MES (sistemas de ejecución de manufactura). ....	22
1.2.2 Sistemas ERP (planeación de los recursos empresariales). ....	23
1.2.3 Estándar ISA 95.. ....	23
1.3 MÉTODOS PARA LA INTEGRACIÓN EMPRESARIAL.....	25
1.3.1 EAP “enterprise architecture planning”.....	26
1.3.2 Procedimiento de integración basado en estándares internacionales.....	27
1.3.3 Método de automatización integral para sistemas de producción continua..	28
1.4 TECNOLOGÍAS DE INTEGRACIÓN EN EMPRESAS DE MANUFACTURA... .	29
1.4.1 Protocolo XML (extensible markuplanguage). ....	30
1.4.3 Servicios web.. ....	31
1.4.4 Redes de comunicación. . ....	32
1.5 LENGUAJE UNIFICADO DE MODELADO “UML” .....	33
1.5.1 Modelos UML. ....	33
1.6 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA .....	33
1.6.1 Naturaleza. ....	33
1.6.2 Proceso de producción.....	34
1.6.3 Sistema de Información de la Industria Licorera del Cauca. ....	34
1.7 METODOLOGÍAS DE PROGRAMACIÓN .....	35
1.7.1 Programación extrema (extreme programming XP).....	36
1.7.2 Proceso racional unificado (RUP).....	36
<b>2. PROCEDIMIENTO PARA OBTENER LA DESVIACIÓN ENTRE COSTOS ESTIMADOS Y COSTOS REALES DE PRODUCCIÓN EN TIEMPO DE EJECUCIÓN EN UNA INDUSTRIA MANUFACTURERA</b> .....	37
2.1 DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS Y DELIMITACIÓN DEL PROYECTO.....	38

2.2	CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO Y DEL NEGOCIO.....	38	
2.2.1	Descripción del proceso productivo.....	38	
2.2.2	Identificación de sistemas de control y sistemas SCADA/HMI.....	39	
2.2.3	Descripción del modelo de negocio.....	39	
2.3	DEFINICIÓN Y APLICACIÓN DEL MODELO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN	39	
2.3.1	Definición del modelo de costos de producción.....	39	
2.3.2	Aplicación del modelo de costos de producción.....	39	
2.4	MODELADO DE NEGOCIO DE ACUERDO CON EL ESTÁNDAR ISA 95 .....	40	
2.5	DEFINICIÓN DEL APLICATIVO SOFTWARE .....	40	
2.5.1	Relación entre modelo de costos y modelado de negocios.. ..	40	
2.5.2	Modelado UML.....	40	
2.6	DEFINICIÓN DE ARQUITECTURA DE DATOS, DE APLICACIÓN Y DE	TECNOLOGÍA.....	41
2.6.1	Definición de arquitectura de datos.....	41	
2.6.2	Definición de arquitectura de aplicación.....	41	
2.6.3	Definición de arquitectura de tecnología.....	41	
2.7	DEFINICIÓN DE PLAN DE IMPLEMENTACIÓN .....	41	
<b>3.</b>	<b>APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA OBTENER LA DESVIACIÓN ENTRE</b>		
	<b>COSTOS ESTIMADOS Y COSTOS REALES DE PRODUCCIÓN EN TIEMPO DE</b>		
	<b>EJECUCIÓN EN LA INDUSTRIA LICORERA DEL CAUCA “ILC”.....</b>	<b>42</b>	
3.1	DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS Y DELIMITACIÓN DEL PROYECTO.....	42	
3.2	CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO Y DEL NEGOCIO.....	43	
3.2.1	Descripción del proceso productivo.....	43	
3.2.2	Identificación de sistemas de control y sistemas SCADA/HMI .....	44	
3.2.3	Descripción del modelo de negocio.....	47	
3.3	DEFINICIÓN Y APLICACIÓN DEL MODELO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN	48	
3.3.1	Definición del modelo de costos de producción.....	48	
3.3.2	Aplicación del modelo de costos de producción.....	49	
3.4	MODELADO DE NEGOCIO DE ACUERDO A ESTÁNDAR ISA 95.....	51	
3.4.1	Alcance de la implementación en el caso de estudio.....	51	
3.4.2	Modelado de las funciones control de producción y contabilidad de costo de	producto del modelo de flujo de datos funcional para la ILC.....	53

3.4.3	Modelado de recursos de material para el proceso de elaboración de aguardiente tradicional de la ILC (modelo de materiales).....	55
3.4.4	Modelado de recursos de equipo para el proceso de elaboración de aguardiente tradicional de la "ILC" (modelo de equipos).....	56
3.4.5	Modelado de personal para el proceso de elaboración de aguardiente tradicional de la ILC (modelo de personal).....	59
3.4.6	Modelado de segmentos del proceso de elaboración de aguardiente tradicional de la ILC.....	63
3.4.7	Modelado de las respuestas de producción para el proceso de elaboración de aguardiente tradicional de la ILC (modelo de desempeño de producción).....	70
3.5	DEFINICIÓN DEL APLICATIVO SOFTWARE .....	72
3.5.1	Relación entre modelo de costos y modelado del negocio.. .....	72
3.5.2	Definición de funcionamiento del aplicativo software.....	73
3.5.3	Modelado UML.....	75
3.6	DEFINICIÓN DE ARQUITECTURA DE DATOS, DE APLICACIÓN Y DE TECNOLOGÍA.....	76
3.6.1	Definición de arquitectura de datos. ....	76
3.6.2	Definición de arquitectura de aplicación. ....	78
3.6.3	Definición de arquitectura de tecnología.....	80
3.6.3.1	Software requerido para la aplicación. ....	80
3.6.3.2	Hardware requerido para la aplicación.....	82
3.7	DEFINICIÓN DE PLAN DE IMPLEMENTACIÓN .....	82
3.7.1	Fase de inicio.....	83
3.7.2	Fase de planeación.....	83
3.7.3	Fase de construcción. ....	83
3.7.4	Fases de transición.....	83

**4. IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DEL APLICATIVO SOFTWARE QUE OBTIENE LA DESVIACIÓN ENTRE COSTOS ESTIMADOS Y COSTOS REALES DE PRODUCCIÓN EN TIEMPO DE EJECUCIÓN DE ILC..... 84**

4.1	FASE DE INICIO .....	84
4.1.1	Descripción de objetivos y alcance del proyecto. ....	84
4.1.2	Enunciado de los requerimientos del sistema.....	84
4.1.3	Descripción del modelo de negocio. ....	85
4.1.4	Plan de fases.....	85
4.2	FASE DE ELABORACIÓN.....	85

4.2.1	Plan detallado del proyecto.....	85
4.2.2	Prototipo de la arquitectura de aplicación..	87
4.2.3	Modelo de pruebas. ....	87
4.3	FASE DE CONSTRUCCIÓN .....	89
4.3.1	Primera iteración.. ....	89
4.3.3	Tercera iteración.....	98
4.4	FASE DE TRANSICIÓN. ....	103
4.4.1	Ejecución de pruebas primera iteración..	103
4.4.2	Ejecución de pruebas segunda iteración. ....	104
4.4.3	Ejecución pruebas tercera iteración.. ....	104
4.4.4	Ejecución de orden de producción normal. ....	105
4.5	SIMULACIONES. ....	109
4.6	RESULTADOS. ....	1098
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>110</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>112</b>



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Comparación entre costos y gastos .....	16
Figura 2. Elementos de Costos .....	19
Figura 3. Modelo de flujo de datos funcional ISA95 .....	24
Figura 4. Arquitecturas del método EAP “planificación de arquitectura empresarial” .....	26
Figura 5. Método EAP “Planificación de Arquitectura Empresarial” .....	26
Figura 6. Procedimiento de integración basado en estándares internacionales. ....	27
Figura 7. Procedimiento de integración basado en ISA s-88 e ISA s-95 .....	27
Figura 8. Modelo referencial de automatización integral MRAI .....	28
Figura 9. Fases del método METAS .....	29
Figura 10. Equivalencia de B2MML a ISA 95.....	31
Figura 11. Elementos que interactúan en los servicios web.....	31
Figura 12. Redes de comunicación según el entorno de instalación.....	32
Figura 13. Mapa de procesos de la Industria Licorera del Cauca.....	35
Figura 14. Procedimiento para obtener la desviación entre costos estimados y costos reales de producción en tiempo de ejecución en una industria manufacturera .....	37
Figura 15. Diagrama de bloques del proceso elaboración de aguardiente tradicional .....	43
Figura 16. Representación esquemática del proceso de elaboración de aguardiente caucano tradicional.....	44
Figura 17. Red industrial de la Industria Licorera del Cauca. ....	45
Figura 18. Dependencias administrativas de la ILC .....	47
Figura 19. Órganos de asesoría y coordinación de la ILC.....	48
Figura 20. Costeo híbrido para la ILC .....	49
Figura 21. Interfaces desarrolladas para el aplicativo de gestión de costos de producción para el proceso productivo de elaboración de aguardiente Caucano tradicional de la ILC52	
Figura 22. Modelo jerárquico de equipo.....	57
Figura 23. Jerarquía de equipos para ILC.....	58
Figura 24. Segmentos de proceso identificados para área producción de licores ILC.....	63
Figura 25. Dependencias entre los segmentos de proceso.....	64
Figura 26. Enrutamiento y dependencia de materiales de los segmentos de proceso .....	65
Figura 27. Materiales procesados y producidos en los segmentos de proceso.....	65
Figura 28. Relación entre segmentos de proceso y segmentos de producto .....	66
Figura 29. Enrutamiento y dependencia de materiales para los segmentos de producto. ....	68
Figura 30. Divisiones de la ILC involucradas con el costo del producto .....	73
Figura 31. Secuencia de un lote de producción en la ILC .....	74
Figura 32. Diagrama de caso de uso para jefe de producción .....	76
Figura 33. Modelo entidad –relación .....	77
Figura 34. Modelo relacional.....	78
Figura 35. Arquitectura tres más uno. ....	80
Figura 36. Plataforma .NET .....	81
Figura 37. Fases del proceso racional unificado RUP.....	83
Figura 38. Cronograma de actividades .....	87
Figura 39. Prototipo de arquitectura de aplicación .....	88
Figura 40. Pantalla de inicio de sesión de usuarios .....	89

Figura 41. Pantalla de creación de una clase .....	90
Figura 42. Visualización clase esencias.....	90
Figura 43. Lista de clases implementadas .....	91
Figura 44. Pantalla de edición de una clase.....	91
Figura 45. Pantalla de creación de un usuario .....	92
Figura 46. Pantalla de creación de un usuario .....	92
Figura 47. Pantalla de visualización equipos creados .....	92
Figura 48. Pantalla de visualización material clear.....	93
Figura 49. Pantalla de visualización materiales definidos .....	93
Figura 50. Pantalla de visualización materiales definidos .....	94
Figura 51. Pantalla de creación de órdenes de producción.....	94
Figura 52. Pantalla de confirmación de inicio de órdenes de producción. ....	95
Figura 53. Pantalla de visualización de estado de órdenes de producción .....	95
Figura 54. Pantalla de asignación de materiales a órdenes de producción .....	95
Figura 55. Pantalla de asignación .....	96
Figura 56. Pantalla de asignación de equipos y personal en preparación .....	96
Figura 57. Pantalla de confirmación de orden de preparación .....	97
Figura 58. Pantalla de equipos en fallo preparación .....	97
Figura 59. Pantalla de selección de equipos en fallo preparación.....	97
Figura 60. Pantalla de finalización de orden de preparación.....	98
Figura 61. Pantalla datos reales de licor preparado .....	98
Figura 62. Pantalla de visualización órdenes de envasado .....	99
Figura 63. Pantalla de asignación de personal en envasado .....	99
Figura 64. Pantalla de respuesta de producción .....	100
Figura 65. Pantalla requisición de materiales.....	100
Figura 66. Pantalla respuesta de producción del segmento preparación .....	101
Figura 67. Pantalla respuesta de producción del segmento envasado.....	101
Figura 68. Pantalla visualización costos totales de producción.....	102
Figura 69. Pantalla visualización costos de preparación .....	102
Figura 70. Pantalla visualización costos de envasado .....	102
Figura 71. Inicio sesión jefe de producción .....	105
Figura 72. Inicio sesión jefe de producción .....	105
Figura 73. Confirmación de materiales .....	106
Figura 74. Confirmación de preparación .....	107
Figura 75. Confirmación mano de obra de preparación .....	107
Figura 76. Confirmación de preparación .....	108
Figura 77. Confirmación de personal envasado.....	108
Figura 79. Costos de envasado .....	109

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de Costos.....	18
Tabla 2. Comparación entre el sistema de costos de producción por órdenes de fabricación y el sistema de costos por procesos. ....	21
Tabla 3. Sistema de control del proceso de envasado de la ILC.....	44
Tabla 4. Sistema de supervisión de envasado de la Industria Licorera del Cauca .....	45
Tabla 5. Módulos de comunicación de la red profibus-ethernet de la ILC .....	45
Tabla 6. Estaciones de la red profibus-ethernet de la ILC.....	46
Tabla 7. Especificación de funcionamiento de la red industrial de la ILC .....	46
Tabla 8. Selección del sistema de costeo para la ILC.....	48
Tabla 9. Formato órdenes de producción .....	50
Tabla 10. Formato requisición de materiales .....	50
Tabla 11. Costos del proceso preparación por orden de producción.....	50
Tabla 12. Costos del proceso envasado por orden de producción.....	51
Tabla 13. Costos de producción para la ILC .....	51
Tabla 14. Especificación de la función control de producción en la ILC .....	53
Tabla 15. Especificación de la función control de operaciones en la ILC .....	54
Tabla 16. Especificación de la función contabilidad de costo de producto en la ILC .....	54
Tabla 17. Especificación del personal de la ILC involucrado en la función contabilidad de costo de producto .....	55
Tabla 18. Recursos de material del proceso productivo de aguardiente tradicional de la ILC.....	56
Tabla 19. Identificación de equipos.....	58
Tabla 20. Clases de equipos identificadas.....	59
Tabla 21. Clase persona.....	59
Tabla 22. Clases de personal .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 23. Especificación de segmento área de producción de licores .....	64
Tabla 24. Especificación de segmento célula de proceso de aguardiente tradicional .....	64
Tabla 25. Especificación de segmento línea de envasado de aguardiente tradicional .....	64
Tabla 26. Especificación de las necesidades de información del nivel empresa .....	71
Tabla 27. Respuesta de segmento área de producción .....	71
Tabla 28. Elementos del costo y modelos ISA 95 .....	72
Tabla 29. Plan de fases del proyecto .....	85
Tabla 30. Plan detallado de fases.....	85
Tabla 31. Encargado del proyecto .....	86
Tabla 32. Usuarios del proyecto .....	86
Tabla 33. Usuarios del proyecto .....	86
Tabla 34. Clases de equivalencia para gestión usuarios.....	88
Tabla 35. Casos de prueba para gestión usuarios .....	88
Tabla 36. Ejecución casos de prueba para gestión usuarios .....	103
Tabla 37. Lotes de entrada .....	109
Tabla 38. Costos de preparación y desviación de costos de preparación .....	110
Tabla 39. Costos de envasado y desviación de costos de envasado.....	110
Tabla 40. Costos de producción y desviación de costos de producción.....	110

Tabla 41. Promedio de producción real y de desviaciones de costos ..... 111  
Tabla 42. Especificación de cumplimiento de requerimientos de la ILC; **Error! Marcador no definido.**  
Tabla 43. Ventajas del aplicativo software ..... **Error! Marcador no definido.**

## **LISTA DE ANEXOS**

**ANEXO A.** DESCRIPCIÓN EMPRESA CASO DE ESTUDIO: INDUSTRIA LICORERA DEL CAUCA

**ANEXO B.** PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR EL COSTO POR UNIDAD DE PRODUCTO PARA LA INDUSTRIA LICORERA DEL CAUCA “ILC”

**ANEXO C.** ENCUESTAS SOBRE DE COSTOS ESTÁNDARES Y REALES DE PRODUCCIÓN EN LA ILC

**ANEXO D.** MODELOS ISA 95 PARA LA INDUSTRIA LICORERA DEL CAUCA

**ANEXO E.** MODELADO UML DEL APLICATIVO SOFTWARE

**ANEXO F.** ESPECIFICACIÓN Y EJECUCIÓN DE PRUEBAS

**ANEXO G.** MANUALES DE USUARIO

## INTRODUCCIÓN

La globalización de los mercados, el desarrollo tecnológico y de comunicaciones han generado un nuevo entorno comercial, que exige a las empresas desarrollar ventajas competitivas con altos estándares de calidad en aras de mantenerse en el dinámico mercado actual. Para las diferentes organizaciones, la única manera de competir con efectividad en el mercado es tener los mejores procesos. No obstante, para tener los mejores procesos es necesario disponer de los mejores datos y de las capacidades de análisis más avanzadas e integradas en dichos procesos [12].

Para una organización disponer de los datos que ha ido acumulando a lo largo del tiempo, integrarlos y depurarlos para generar información útil y rentable representa una importante ventaja competitiva, pues tener a mano la información necesaria puede significar una ganancia o una pérdida monetaria. Por tanto, la información se constituye en un elemento importante para la toma de decisiones fundamentales, la evasión de amenazas y el aprovechamiento de oportunidades.

Disponer de mecanismos que facilitaran la orientación de la información hacia el control y la consecución de los objetivos organizacionales fue una necesidad cada vez más evidente a nivel empresarial, y es por lo que surgieron los sistemas ERP “Enterprise Resource Planning”. Estos sistemas de planificación de recursos y de gestión de información facilitaron la integración de los procesos internos de las empresas y por ello se convirtieron en la espina vertebral tecnológica para la mayor parte de procesos y transacciones en las compañías. Sin embargo, el mayor impacto en la ejecución de negocios no se produce en los procesos estándar, como los cubiertos por los sistemas ERP, sino en las excepciones y en la variabilidad (retrasos en la producción, fallos de máquinas, errores de mano de obra, pedidos de clientes que son mayores a las previsiones, etc.). Una oportuna y correcta reacción respecto a estas situaciones de excepción es lo que produce la mejora y redundancia en ahorro de dinero y mejora del nivel de servicio [14].

Los sistemas de planificación de recursos son herramientas de gestión básica para una compañía; sin embargo, no están diseñados para satisfacer las necesidades de gestión en línea de una planta productiva. Desde los ERP, sólo es posible analizar los datos una vez han sido transferidos del sistema de ejecución de manufactura “MES” al sistema de planificación de recursos empresariales “ERP”; esta situación requiere una integración basada en la interoperabilidad en estándares y en programas de gestión de producción apropiados [14].

En este sentido, la sociedad internacional de automatización (ISA) a través de su estándar ISA 95 provee una serie de modelos y terminologías para la definición de interfaces entre el sistema de control de manufactura y el sistema de negocios, permitiendo abordar fácilmente el problema de la integración de la información.

El estándar ISA 95, define funciones relevantes en el dominio de la empresa y en el dominio de control y cuáles objetos son los normalmente intercambiados entre estos dominios. Las interfaces entre los niveles tres y cuatro de la empresa se describen utilizando un modelo de flujo de datos funcional, en el cual, se detallan diez funciones características de una empresa involucrada con manufactura, así como los flujos de información entre las funciones comunes a los niveles de negocio y manufactura [15].

Una de las necesidades actuales específicas de las empresas es la obtención de los costes reales de producción a medida que se desarrollan los procesos productivos, pues las excepciones y la variabilidad en los procesos de ejecución de manufactura generan considerables desviaciones entre los costes reales de producción y los costes estimados. El conocimiento oportuno de tales variaciones entre costes es indispensable para la toma de decisiones y el planteamiento de estrategias empresariales.

El presente proyecto, propone un procedimiento que basado en el estándar ISA 95 permite calcular los costos reales de producción de una industria manufacturera, a medida que evolucionan las fases de ejecución del proceso productivo, con el objetivo de tener a la mano la información correspondiente a la desviación entre costos reales y costos estimados de producción y de esta forma desarrollar ventajas competitivas.

El procedimiento planteado, es aplicado a la Industria Licorera del Cauca, obteniéndose como resultado un aplicativo software que permite obtener la desviación entre costos estimados y costos reales de producción, a medida que se ejecutan las fases del proceso de elaboración de aguardiente caucano tradicional.

## 1. CONCEPTOS GENERALES

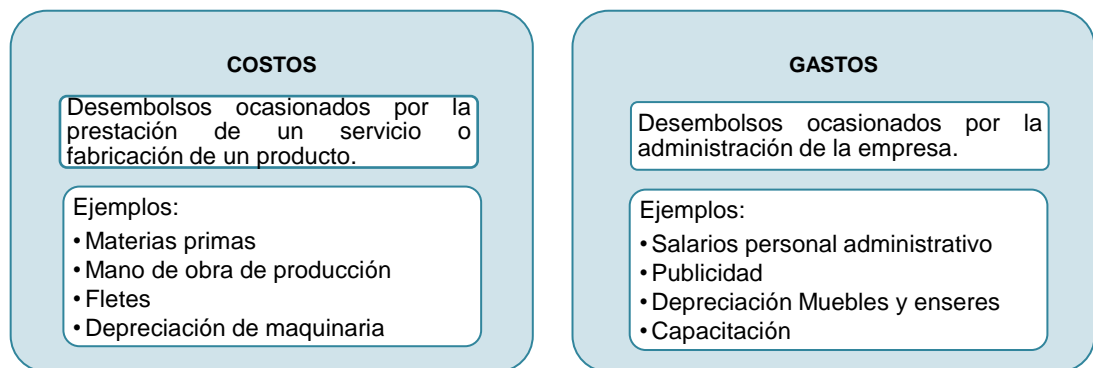
En este capítulo, se abordan conceptos sobre costos, sistemas de costos de producción, integración empresarial, estándar ISA 95, metodologías de integración, tecnologías de integración en empresas de manufactura, modelado UML, una descripción de la empresa caso de estudio y metodologías de programación, con el objetivo de brindar al lector los conceptos teóricos necesarios para la comprensión del proyecto.

### 1.1 COSTOS Y GASTOS

Todo empresa cualquiera sea su naturaleza debe realizar desembolsos en la búsqueda de satisfacer las necesidades o deseos del cliente, ya sea ofreciéndole un servicio o vendiéndole un producto. A todos aquellos desembolsos que una empresa debe realizar para su funcionamiento se les denomina costos y gastos. Los costos son egresos en los que se incurre directa o indirectamente por la producción de un bien o la prestación de un servicio; los gastos son costos relacionados con las ventas, la administración y la financiación del bien producido o del servicio prestado.

Los costos como los gastos son erogaciones, los costos son egresos destinados a producir bienes o servicios y los gastos son egresos destinados al financiamiento de las actividades de apoyo (ver Figura 1) [1].

**Figura 1.** Comparación entre costos y gastos



Fuente: propia, mayo de 2011

**1.1.1 Clasificación de los costos.** Es necesario clasificar los costos de acuerdo con categorías o grupos, de manera tal que posean ciertas características comunes para poder realizar los cálculos, el análisis y presentar la información que puede ser utilizada para tener un control sobre la producción, planear las actividades y tomar decisiones con



base en los costos. Los costos pueden clasificarse según la clase de organización o función del negocio (ver Tabla 1).

**Tabla 1. Clasificación de Costos**

<b>COSTOS</b>	<b>Tipo de organización o función del negocio</b>	<b>Costos de producción</b>	Son aquellos costos en los que las empresas de transformación (manufacturera o industrializada) incurren para convertir la materia prima en productos terminados.
		<b>Costos de comercialización</b>	Posibilitan el proceso de venta de los bienes o servicios a los clientes. Entre éstos se encuentran sueldos y cargas sociales del personal del área comercial, comisiones sobre ventas, promoción y publicidad.
		<b>Costos de financiación</b>	Correspondientes a la obtención de fondos aplicados al negocio. Entre éstos se encuentran los intereses pagados por préstamos, comisiones y otros gastos bancarios.
	<b>Naturaleza de operaciones</b>	<b>Costos por órdenes de producción</b>	Característicos de las empresas que elaboran sus productos con base en órdenes de producción o pedido de los clientes. Dentro de estos costos se encuentran los costos por clases, que se utilizan especialmente en las grandes siderúrgicas, la cual consiste en unir varias órdenes de producción de artículos de especificaciones similares en un solo ciclo de producción.
		<b>Costos por procesos</b>	Son utilizados en empresas de producción masiva y continua de artículos similares, donde los costos del producto se averiguan por períodos de tiempo. Se caracterizan porque el cálculo del costo unitario se hace por promedios, el volumen de producción se cuantifica a través de medidas unitarias como kilos, metros, litros, etc. Y porque la producción puede hacerse en procesos secundarios o paralelos [3].
	<b>Fecha de ocurrencia</b>	<b>Costos históricos</b>	Se obtienen después que el producto ha sido manufacturado, se registran y resumen los costos a medida que se van originando.
		<b>Costos predeterminados</b>	Son costos determinados o calculados con anticipación al inicio de las actividades de producción. Si esa predeterminación se realiza con todos los sistemas y métodos de ingeniería industrial más modernos, surgen los costos estándar. Si por el contrario la predeterminación se hace en forma no muy científica, surgen los costos estimados.
	<b>Variabilidad</b>	<b>Costos fijos</b>	Estos costos permanecen constantes en su magnitud independientemente de los cambios registrados en el volumen de operaciones realizadas; son costos necesarios y la empresa incurrirá siempre en ellos independientemente si se realiza o no la producción, se venda o no la mercadería o servicio [5].
		<b>Costos variables</b>	Son costos que varían en forma proporcional al volumen de producción de la empresa. Son los costos por producir o vender. Por ejemplo, mano de obra directa, materias primas directas, etc.
		<b>Costos semivARIABLES</b>	Tienen elementos fijos y variables, tales como costos indirectos en relación con el consumo del agua, energía y teléfono.
<b>Asignación</b>	<b>Costos directos</b>	Son costos que se asignan directamente a una unidad de producción. Por lo general se asimilan a los costos variables [6].	
	<b>Costos indirectos</b>	Son aquellos costos que no pueden asignarse con precisión. Se necesita una base de prorrateo [7], ya que se distribuyen entre las diversas unidades productivas mediante algún criterio de reparto. En la mayoría de los casos los costos indirectos son costos fijos.	
<b>Forma de cálculo</b>	<b>Costeo por absorción</b>	Calcula el costo de cada artículo considerando la materia prima, la mano de obra y los costos indirectos de fabricación tanto fijos como variables, por ello se dice que todos los gastos de fábrica son "absorbidos" por las unidades producidas. Este enfoque tradicional tiene amplia aceptación y es conocido también como costeo total.	
	<b>Costeo directo</b>	Averigua el costo de cada artículo considerando los costos variables de manufactura, así como cualquier gasto de administración y de ventas que varíe igualmente con el volumen de actividad. Los costos indirectos de fabricación fijos, los gastos de administración y de ventas constantes, se consideran como gastos del período y no tienen influencia en el costo de los inventarios finales de producción.	

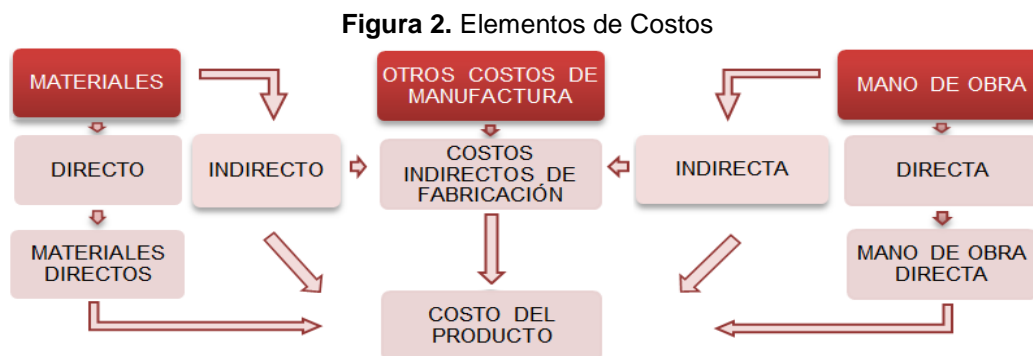
Fuente: propia, mayo de 2011

**1.1.2 Elementos de los costos.** Un producto contiene tres elementos de costos asociados: *costo del material directo*, *costo de mano de obra directa* y *costos indirectos de fabricación*. Estos componentes suministran la información necesaria para la medición del ingreso y la fijación del precio del producto.

**1.1.2.1 Materiales directos.** Son las materias primas que intervienen directamente en la elaboración de un producto o dicho de otra forma es todo aquello que puede identificarse y asociarse directamente con una unidad de producto manufacturado [8].

**1.1.2.2 Mano de obra directa.** Es el costo de la mano de obra de producción que se puede asociar directamente con una unidad de producto manufacturado, tal como el salario de los obreros que intervienen directamente en la elaboración de los artículos, así como sus prestaciones sociales [1].

**1.1.2.3 Costos indirectos de fabricación.** Son aquellos costos que se acumulan de los materiales y la mano de obra indirectos más todos los incurridos en la producción, pero que en el momento de obtener el costo del producto terminado no son fácilmente identificables de forma directa con el mismo. Estos comprenden los bienes naturales, semielaborados o elaborados, de carácter complementario, así como servicios personales, públicos y generales y otros insumos indispensables para la terminación adecuada del producto final o un lote de bienes y servicios [6]. La Figura 2 esclarece los elementos de los costos.



Fuente: propia, mayo de 2011

**1.1.3 Clasificación de los sistemas de costos.** En contabilidad de costos se establecen básicamente tres sistemas de costeo principales, los cuales son caracterizados según la unidad de costeo para la cual se van a utilizar y según la modalidad de la producción. Estos sistemas son: sistema de costeo por órdenes de producción, sistema de costeo por procesos y sistema de costos ABC (sistema de costeo por actividades).

**1.1.3.1 Sistema de costeo por órdenes de fabricación.** También conocido como costeo por órdenes específicas de producción, por lotes o por pedidos de los clientes. Acumula

los costos que demanda cada orden de producción siendo el objeto de costos un grupo o lote de productos homogéneos o iguales. En general se establece cuando la producción tiene carácter interrumpido, lotificado y diversificado [9].

Este sistema de costos es apropiado cuando la producción consiste en trabajos o procesos especiales, más que cuando los productos son uniformes y el patrón de producción es repetitivo o continuo. El objetivo de este sistema es precisar el costo de las diferentes órdenes de trabajo, lotes o clase de producción, para obtener una comparación con el precio de venta o presupuesto formulado. Los costos se acumulan para cada orden de producción por separado y la obtención de los costos unitarios es cuestión de una simple división de los costos totales de cada orden, por el número de unidades producidas en dicha orden [1]

El sistema reúne en forma separada los elementos del costo, materiales directos, manos de obra y costos indirectos de fabricación dentro de cada orden de trabajo. Los costos de material y mano de obra directa se acumulan en forma real o histórica, mientras que los costos indirectos son aplicados mediante una tasa predeterminada de costos indirectos.

**1.1.3.2 Sistema de costeo por procesos.** Estos sistemas son idóneos para costear unidades iguales o parecidas de productos, que con frecuencia se producen en serie. En este sistema, el objeto de costo lo constituyen las distintas fases del proceso productivo. Las fases son centros de costos, departamentos o subprocesos, es decir, divisiones funcionales donde se realizan procesos de manufactura, específicos y en algunos casos repetitivos.

Acumula los costos de producción en procesos productivos continuos y/o en serie, es utilizado cuando se fabrican productos similares en grandes cantidades a través de una serie de pasos de producción, en los cuales, los costos se acumulan durante un lapso de tiempo y son traspasados de un proceso a otro, junto con las unidades físicas del producto, de manera que el costo total de producción se halla al finalizar el proceso productivo, por efecto acumulativo secuencial [1].

Los costos de producción se acumulan en las distintas fases del proceso productivo, durante un lapso de tiempo. En cada fase se debe elaborar un informe de costos de producción, en el cual, se reportan todos los costos incurridos durante un lapso de tiempo; los costos de producción serán traspasados de una fase a otra, junto con las unidades físicas del producto y el costo total de producción se halla al finalizar el proceso productivo.

En la **Tabla 2** se presenta una comparación entre los dos sistemas de costeo: por procesos y por órdenes de fabricación

**Tabla 2.** Comparación entre el sistema de costos de producción por órdenes de fabricación y el sistema de costos por procesos.

SISTEMA DE COSTOS POR ÓRDENES DE PRODUCCIÓN	SISTEMA DE COSTOS POR PROCESOS
<p>Producción lotificada                      Producción variada                      Condiciones de producción más flexibles                      Costos específicos: determina con detalle el costo de producción para cada uno de los artículos fabricados                      Control más analítico                      Sistema tendiente hacia costos individualizados                      Sistema más costoso                      Costos un tanto fluctuantes                      Objeto de costos es un grupo o lote de productos homogéneos.                      Se conoce el costo de producción en cualquier momento del período de costos acudiendo a informe y registros de costos</p>	<p>Producción continua                      Producción uniforme                      Condiciones de producción más rígidas                      Costos promediados: determina el costo de producción de un proceso en un período dado</p>
<p>El valor acumulado por la producción en proceso al final de un periodo puede determinarse sin necesidad de inventarios físicos                      El costo unitario se obtiene dividiendo el costo total entre el número de unidades de la orden de producción                      La información financiera puede sufrir retrasos en su preparación a "casusa" del elevado volumen de cálculos y operaciones                      No establece bases firmes para el control tratamiento de los costos indirectos de fabricación y se pueden presentar distorsiones en el costo del producto al prorratearse los costos indirectos.</p>	<p>Control más global                      Sistema tendiente hacia costos generalizados                      Sistema más económico                      Costos un tanto estandarizados                      El objeto de costo lo constituyen las distintas fases del proceso productivo.                      Se conoce el costo de producción del proceso al final del período dado. El costo del producto depende de las unidades que se den por terminadas y de las que quedan en proceso a su grado de terminación.                      En la mayoría de los casos el cálculo de los costos unitarios de producción se efectúa sobre la base de la producción terminada equivalente.                      El costo se obtiene periódicamente y la gerencia obtiene información de costos cada cierto periodo                      Al final de cada período queda inventarios finales en proceso que se deben contar y valorizar.                      No hace distinción entre mano de obra directa e indirecta. El personal está asignado a un proceso.</p>
<p>El costo total de la orden se determina al finalizar la última unidad de la orden de producción. El costo unitario se obtiene dividiendo el costo total entre el número de unidades de la orden de producción.                      Algunas industrias en las que se aplica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Juguetera</li> <li>- Mueblera</li> <li>- Maquinaria</li> <li>- Química Farmacéutica</li> <li>- Equipos de oficina</li> <li>- Artículos eléctricos</li> </ul>	<p>Se asume la producción continua y por lo general la producción terminada en un departamento se transfiere a otro de forma continua.                      Algunas industrias en las que se aplica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fundiciones de acero</li> <li>- Vidriera</li> <li>- Cervecería</li> <li>- Cerillera</li> <li>- Cemento</li> <li>- Papel</li> </ul>

Fuente: propia, septiembre de 2011

**1.1.3.3 Sistema de costeo por actividades o ABC.** Este sistema de costos hace hincapié en costear las actividades y no los productos; por tanto, permite eliminar el desperdicio de actividades operativas y administrativas [10]

**1.1.4 Variaciones o desviaciones de costos.** Se trata básicamente de comparar el grado de desviación entre los costos reales y los costos predeterminados, con el fin de

analizar el rendimiento real y el estándar del proceso productivo y así contribuir al proceso de toma de decisiones a nivel gerencial.

Las comparaciones entre los costos reales y los estándar se pueden efectuar por totales, o sea, costo total real contra costo total predeterminado, referidos al mismo período; por partidas de costo, es decir, comparando el costo real de cada partida de un período determinado, con los costos estándar respectivos o comparando los costos reales de departamentos, fábricas, establecimientos, etc., con sus costos predeterminados referidos al mismo período [11].

## **1.2 INTEGRACIÓN EMPRESARIAL**

La globalización de los mercados, el desarrollo tecnológico y de comunicaciones han generado un nuevo entorno comercial, en el que para las diferentes organizaciones disponer de los datos que han ido acumulando a lo largo del tiempo, integrarlos y depurarlos para generar información útil y rentable representa una importante ventaja competitiva, pues tener a mano la información necesaria puede significar una ganancia o una pérdida monetaria. Por tanto, la información se constituye en un elemento importante para la toma de decisiones fundamentales, la evasión de amenazas y el aprovechamiento de oportunidades y en este punto es preciso aclarar el concepto de integración empresarial [12].

La integración empresarial tiene como objetivo principal: coordinar el flujo de información, de modo que la información esté disponible en el formato adecuado, en el tiempo y el lugar requeridos, permitiendo así la comunicación, coordinación y cooperación entre personas, máquinas y computadores dentro de la empresa [13]. En este sentido han sido desarrollados los sistemas MES y ERP.

**1.2.1 Sistemas MES (sistemas de ejecución de manufactura).** Los sistemas de ejecución de manufactura (MES), proporcionan la información requerida para la optimización de los sistemas productivos desde el lanzamiento de una orden de fabricación hasta el producto acabado. Ofrecen información acerca de las actividades de producción, brindando apoyo al proceso de decisión a través de la empresa, debido a la flexibilidad, la ejecución de tiempo real, la retroalimentación y el control de un extenso rango de procesos relacionados con la manufactura.

Un producto MES se alimenta en tiempo real y en línea de datos procedentes de otros sistemas (HMI/SCADA, servidores OPC, bases de datos relacionales como Oracle, SQL Server, etc.) y los convierte en información para la toma de decisiones. Algunos sistemas MES entregan sus resultados a otros programas software como los sistemas ERP (SAP, JDEdwards, etc.).

**1.2.2 Sistemas ERP (planeación de los recursos empresariales).** Los sistemas de planeación de los recursos empresariales (ERP), son la integración de tecnología para organizar la producción y todos los procesos relacionados que se llevan a cabo en toda la empresa y pueden significar diferentes cosas desde el punto de vista de cada quien; para los gerentes el énfasis se encuentra en la palabra planeación, mientras que para la comunidad de la tecnología de información, describe un sistema de software que integra programas de aplicación en finanzas, manufactura, logística, ventas y mercadeo, recursos humanos y las otras funciones de la compañía.

Los sistemas ERP, facilitaron la integración de los procesos internos de las empresas y por ello, se convirtieron en la espina vertebral tecnológica para la mayor parte de procesos y transacciones en la compañía, sin embargo, no están diseñados para satisfacer las necesidades de gestión en tiempo real en una planta productiva, pues desde los ERP solo es posible analizar los datos una vez han sido transferidos desde el sistema de ejecución de manufactura “MES” al sistema de planificación de recursos empresariales “ERP”; esta situación requiere una integración basada en la interoperabilidad, en software de gestión de producción y en estándares apropiados [14].

En este sentido, la sociedad internacional de automatización (ISA) a través de su estándar ISA95 provee una serie de modelos y terminologías para la definición de interfaces entre el sistema de control de manufactura y el sistema de negocios, permitiendo abordar fácilmente el problema de la integración de la información.

**1.2.3 Estándar ISA 95.** Estándar internacional para la integración de sistemas de empresa y sistemas de control. Consiste en una serie de modelos y terminologías que permiten determinar qué información debe ser intercambiada entre los sistemas de ventas, finanzas, logística y los sistemas de producción, mantenimiento y calidad. Esta información se estructura en modelos UML (Unified Modeling Language), que son la base para el desarrollo de interfaces estándar entre los sistemas de ejecución de manufactura y los sistemas de negocios.

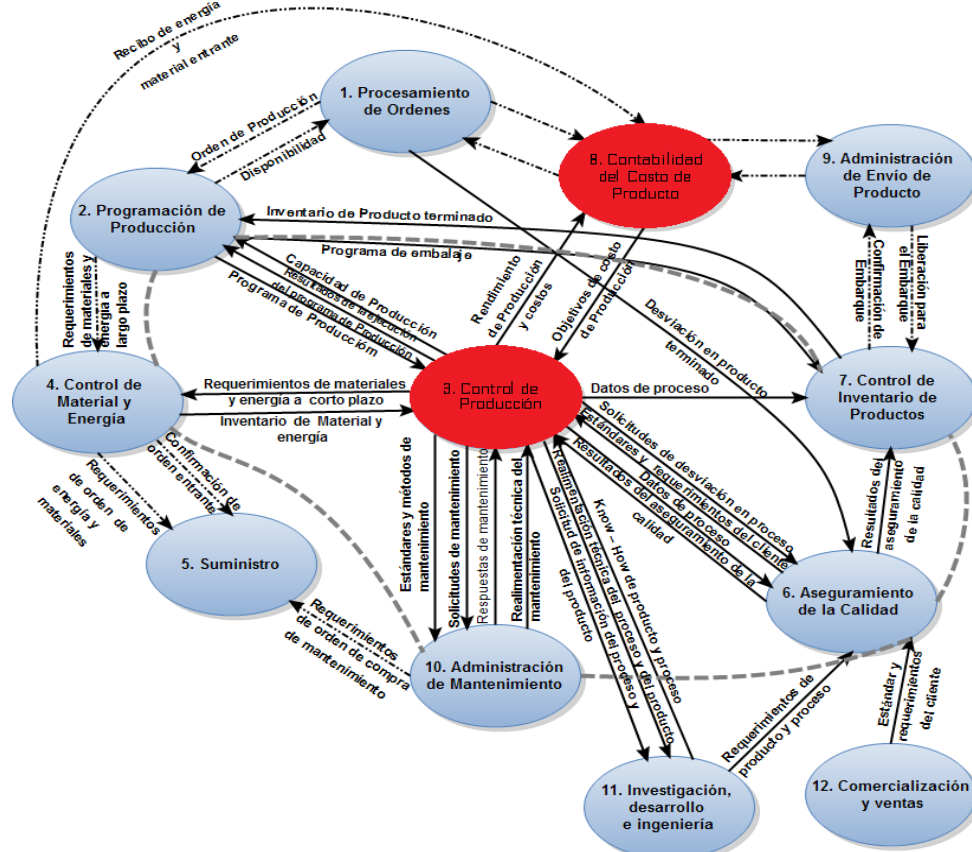
El estándar, busca reducir costos, riesgos y errores asociados a la implementación de interfaces entre el sistema de negocios y el sistema de control manufactura, en todo tipo de entornos de fabricación, es decir, que puede ser aplicado en todas las industrias, y en todo tipo de procesos (por lotes, continuos, discretos o repetitivos). Fue desarrollado por un grupo de empresas que cuentan con muchos años de experiencia en la integración de proyectos, tales como: Honeywell, Sequencia, Foxboro, Yokogawa, Fisher Rosemount, Chevron, Dow Chemical, SAP, entre otras [15].

**1.2.3.1 Partes de la norma ISA 95.** El estándar ISA-95 está compuesto por:

**ISA-95.01 Modelos y terminología.** Provee modelos y terminologías estándar que permiten definir las interfaces entre los sistemas de negocio de una empresa y los sistemas de control de manufactura. Contempla tres modelos: *el modelo jerárquico*, que busca delimitar la frontera entre los dominios de empresa y control, *el modelo de flujo de datos funcional*, en el cual se define la estructura organizativa de funciones dentro de una organización, se describen los flujos de datos entre dichas funciones y se especifica el contenido de los mismos, en *el modelo de objetos* se detallan las categorías de información e interfaces estándar entre los niveles de control y de negocios [16].

El modelo de flujo de datos funcional (ver Figura 3), permite establecer las actividades y funciones que se llevan a cabo en la empresa y adicionalmente permite decidir si una funcionalidad realiza acciones que corresponden al dominio de negocios, al dominio de manufactura o en algunos casos es compartido por los dos niveles.

**Figura 3.** Modelo de flujo de datos funcional ISA95



**Fuente:** dibujado de ISA S95.00.01. Enterprise - Control System Integration Part 1: “Models and Terminology”, International Society of Automation. 1995, mayo de 2011

La línea ancha punteada ilustra la frontera de la interfaz ejecución de manufactura y de negocios. Las líneas etiquetadas indican los flujos de información de importancia para control de manufactura. La línea ancha punteada intersecta funciones que tienen



subfunciones que pueden pertenecer al dominio de control o pertenecer al dominio de la empresa dependiendo de políticas organizativas.

Dentro del modelo, la función contabilidad de costo del producto en el dominio de negocios, intercambia información con la función control de producción en el dominio del sistema de ejecución de manufactura; este flujo de datos, corresponde al rendimiento de producción, a los costos de producción y a los objetivos de costos de producción. Estas funciones y su flujo de datos, sientan la base normativa para el desarrollo del aplicativo software objeto de este trabajo [16].

**ISA-95.02 Modelos de objetos y atributos.** Define la estructura de la información que se intercambia a través de la frontera empresa control. Precisa objetos y atributos con los que se puede construir todos los flujos de información definidos por el modelo de flujo de datos funcional en la primera parte del estándar [15].

**ISA-95.03 Modelo de administración de operaciones de manufactura.** Describe las funciones, actividades y flujos de información del nivel de control de manufactura. Se ocupa de los procesos de producción y del procesamiento de la información entre planificación y producción, para describir las tareas y las funciones de los sistemas MES. Define la terminología de administración de manufactura que permite una integración sistémica entre el nivel de empresa y el de control de la producción.

Ofrece modelos de referencia para las actividades de producción, actividades de calidad, actividades de mantenimiento y actividades de inventario, con los cuales, se puede dejar claro cuál es la situación real dentro de una empresa [15].

**ISA-95.04 Modelo de objetos y atributos de la administración de operaciones de manufactura.** El comité SP95 está aún en desarrollo de la parte cuatro de ISA-95, la cual, proporciona una especificación técnica de los modelos de objetos que determinan la información a intercambiar entre las actividades MES (que se definen en ISA-95.03) [15].

**ISA-95.05 Transacciones entre sistemas de negocio y manufactura.** Especifica la manera como debe intercambiarse la información definida en la primera y segunda parte del estándar. Define la forma de almacenamiento, recepción y transferencia de información y establece la estructura del mensaje, más no el contenido [15].

### **1.3 MÉTODOS PARA LA INTEGRACIÓN EMPRESARIAL**

Dentro de la literatura encontrada no existe un procedimiento específico de integración que permita la obtención de costos reales de producción en tiempo de ejecución. Para la definición del procedimiento, se tomó como punto de referencia algunos métodos establecidos respecto al tema de integración empresarial, basados en diferentes arquitecturas de integración, entre ellos tenemos EAP “Enterprise Architecture Planning”

[17], procedimiento de integración basado en estándares internacionales [18] y método de automatización integral para sistemas de producción continua [19].

**1.3.1 EAP “Enterprise architecture planning”.** Es un método desarrollado por Steven Spewak que permite definir arquitecturas informáticas para el uso de información en una empresa y establecer el plan para implementarlas [17]. Describe tres arquitecturas: arquitectura de datos, arquitectura de aplicación y arquitectura de tecnología (ver Figura 4); a través de las cuales, pretende brindar acceso a los datos cuándo y dónde se los necesita, tener la capacidad para adaptarse a las cambiantes necesidades del negocio, contar con datos exactos y consistentes y controlar los costos para lograr los aspectos precedentes.

**Figura 4.** Arquitecturas del método EAP “planificación de arquitectura empresarial”



**Fuente:** dibujado de ARÉVALO CASARIEGO, Juan Carlos; CORREA MOROCHO, Reucher y SAAVEDRA ARANGO, Moisés David. “Arquitectura Empresarial para el Valor” [17], junio de 2011

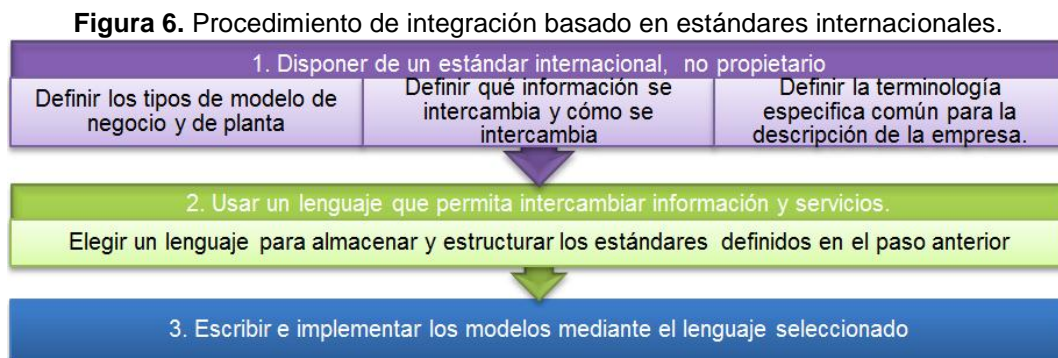
El método “EAP” consta de siete pasos definidos (ver Figura 5).

**Figura 5.** Método EAP “Planificación de Arquitectura Empresarial”.



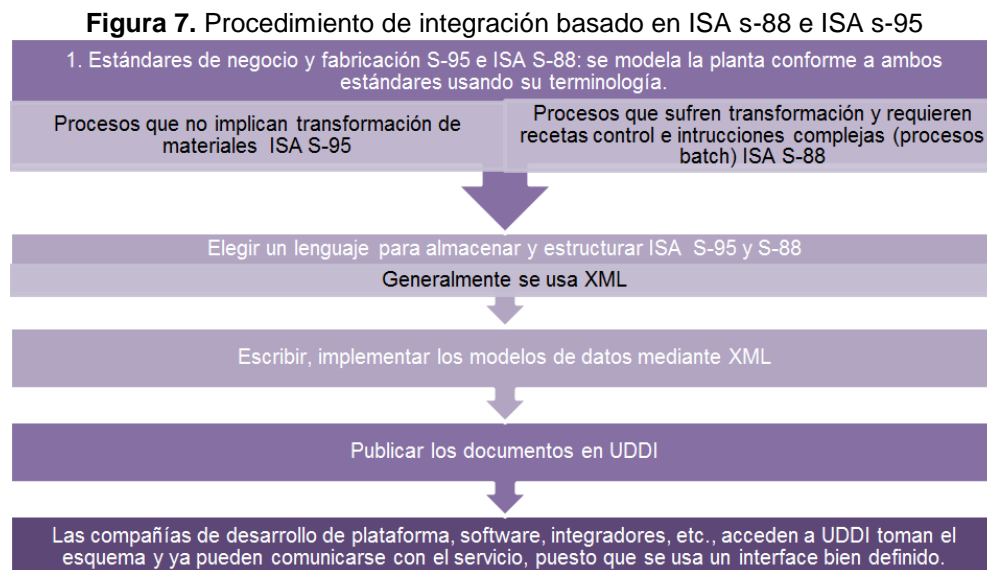
**Fuente:** dibujado de ARÉVALO CASARIEGO, Juan Carlos; CORREA MOROCHO, Reucher y SAAVEDRA ARANGO, Moisés David. “Arquitectura Empresarial para el Valor” [17], junio de 2011

**1.3.2 Procedimiento de integración basado en estándares internacionales.** Es un procedimiento de integración empresarial entre sistemas MES y ERP basado en estándares internacionales y sugerido por ASM, una empresa de servicios de ingeniería que desarrolla, asesora e implanta aplicaciones de gran valor añadido, derivado de un profundo conocimiento de las técnicas de gestión de recursos empresariales, procesos de fabricación y de la aplicación de las nuevas tecnologías de la comunicación y captura de datos. Consta de tres pasos (ver Figura 6) a través de los cuales, busca que las aplicaciones a nivel de producción y los sistemas de negocio puedan compartir información, intercambiar servicios y cooperar en los procesos [18].



**Fuente:** dibujado de LÓPEZ, Miguel. "Integración ERP-MES. Estado Actual".2006 [18], junio de 2011

ASM realiza una sugerencia de procedimiento de integración entre ERP y MES usando como estándares internacionales específicos las normas ISA 88 e ISA 95, tal como lo describe la Figura 7.

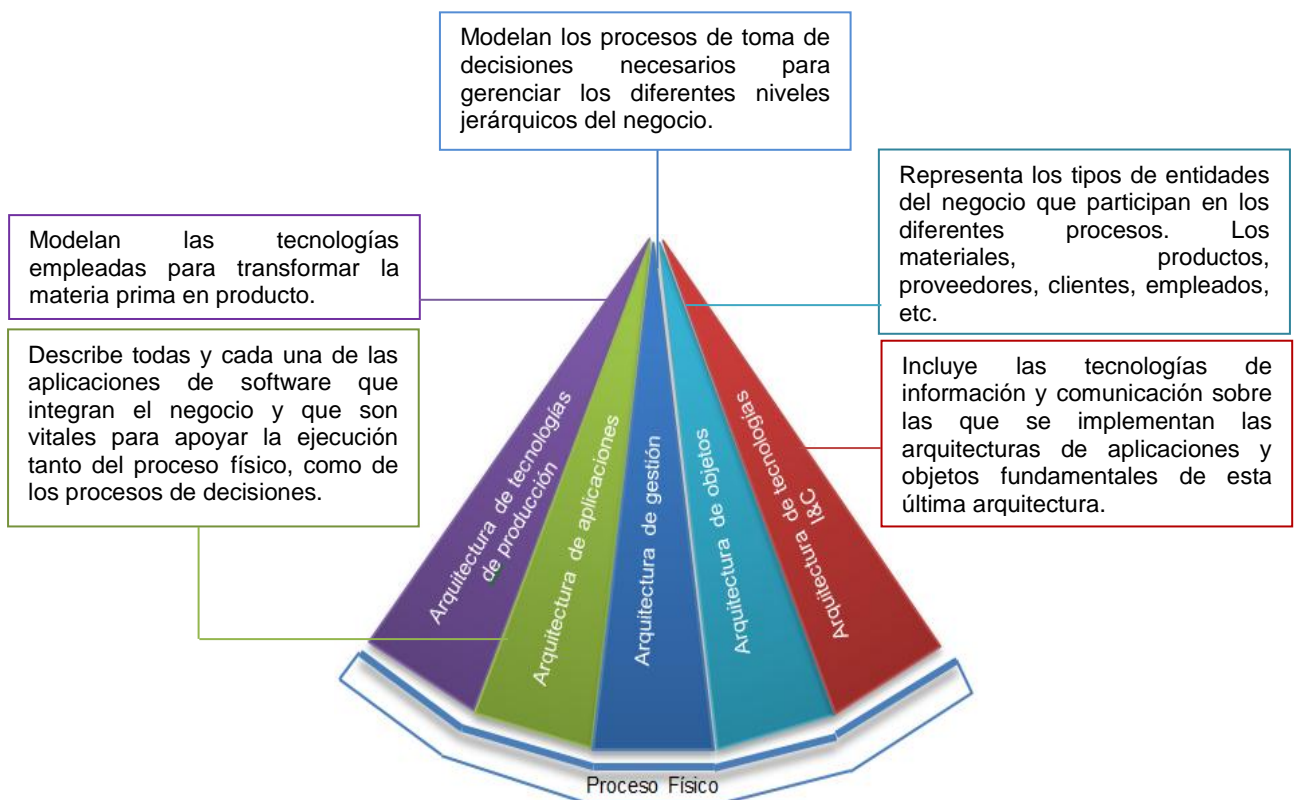


**Fuente:** dibujado de LÓPEZ, Miguel. "Integración ERP-MES. Estado Actual".2006 [18], junio de 2011

**1.3.3 Método de automatización integral para sistemas de producción continua.** Es un método propuesto en la Universidad de los Andes, que permite definir estructuras globales integradas de comunicación, información, decisión y control para las empresas de producción continua, a través de la elaboración de planes de automatización integral. Se basa en técnicas procedentes de la ingeniería de software orientada a objetos y de los sistemas de información empresarial. Hace uso de los conceptos de objetos y procesos de negocios para definir un modelo integral de negocio cuya elaboración se basa en la aplicación del lenguaje de modelado UML [19].

El método se fundamenta en una arquitectura de referencia denominada Modelo Referencial de Automatización Integral (MRAI). Esta arquitectura, se basa en la pirámide de automatización y contempla cinco elementos integrados que representan diferentes aspectos de una empresa, además del proceso físico de producción. Los elementos en mención se denominan arquitecturas: arquitectura de procesos de decisión, de objetos de datos, de aplicaciones de software, de tecnologías de producción y arquitectura de tecnologías de información y comunicaciones (ver Figura 8).

**Figura 8.** Modelo referencial de automatización integral MRAI



**Fuente:** dibujado de CHACON, E.A; COLINA, E. y MONTILVA, J.A. Universidad de los Andes. "Método de automatización integral para sistemas de producción continua" [19], junio de 2011

El método propone diseñar cada una de las cinco arquitecturas mencionadas y describe una serie de pasos necesarios para lograr la integración de estas caras con el proceso propiamente dicho. En la Figura 9, se pueden ver las fases propuestas.

**Figura 9.** Fases del método METAS

**1. Modelado preliminar del negocio**

- Tiene por objetivo obtener un conocimiento global del negocio objeto de estudio. Incluye la determinación y documentación de los objetivos del sistema empresarial, sus funciones, sus objetos de negocios y su estructura organizacional.

**2. Modelado del proceso**

- Esta fase pretende obtener una visión global del proceso productivo, de las tecnologías y métodos de producción.

**3. Definición de requerimientos de información, automatización e integración empresarial.**

- En esta fase se definen los requerimientos de integración, información y automatización que los actores del sistema empresarial esperan satisfacer con el proceso automatización integral .

**4. Diseño de la arquitectura de procesos de gestión**

- Esta fase tiene por objetivo modelar, relacionar y documentar los procesos de decisión que manejarán el proceso productivo del nuevo sistema empresarial.

**5. Diseño de la arquitectura de objetos de datos.**

- En esta fase se identifican, clasifican, relacionan y documentan los tipos de objetos de negocio que conforman o están relacionados con el sistema empresarial.

**6. Diseño de la arquitectura de aplicaciones**

- En esta fase se determinan las aplicaciones de software que se usarán para apoyar la arquitectura de procesos de decisión y el proceso productivo.

**7. Definición y especificación de sistemas de integración**

- En esta fase se identifican, seleccionan, definen y especifican los mecanismos o sistemas que integrarán las arquitecturas del sistema empresarial.

**8. Diseño de arquitectura de tecnologías de información y comunicaciones**

- En esta fase se define el hardware, el software de soporte y la red de datos y comunicaciones sobre las que se implementará la solución especificadas en las otras arquitecturas.

**9. Elaborar plan de automatización.**

**Fuente:** dibujado de CHACON, E.A; COLINA, E. y MONTILVA, J.A. Universidad de los Andes. "Método de automatización integral para sistemas de producción continua" [19], junio de 2011

Para la definición del procedimiento también se tuvieron en cuenta otros trabajos realizados frente al tema de integración empresarial tales como "Integración De las Plataformas Factorytalk y SAP R/3 para la Categoría Administración de Operaciones de Producción del Estándar Isa 95: Caso de Estudio" [20] y "The Road to Integration: A Guide to Applying the ISA-95 Standard in manufacturing" [21]

## 1.4 TECNOLOGÍAS DE INTEGRACIÓN EN EMPRESAS DE MANUFACTURA

Las empresas manufactureras, en la búsqueda de una ventaja competitiva han optado por integrar la planificación de la cadena de suministros con los sistemas de ejecución de manufactura (MES) y con la planeación de los recursos empresariales (ERP), lo cual,

requiere un flujo rápido y oportuno en el intercambio de datos, tanto entre el piso de planta y el nivel de gestión, como entre aplicaciones del mismo nivel. Por ello, se han hecho necesarias nuevas herramientas tecnológicas que permitan intercambiar datos entre componentes de diversas plataformas de IT (Information Technologies), tales como, sistemas ERP, controladores, estaciones de trabajo, etc.

Las plataformas de comunicación especializadas con una estructura jerárquica y redes individuales que suplan las necesidades de funcionalidad, flexibilidad, capacidad de escalado y desempeño de las aplicaciones en los diferentes niveles, son el medio más acogido actualmente por las diferentes empresas manufactureras para intercambiar datos entre los diferentes niveles empresariales. En este sentido, las tecnologías IT y las redes de comunicación basadas en estándares internacionales, son fundamentales en el desarrollo de arquitecturas integradas que permiten una integración transparente de la información de la planta o la empresa.

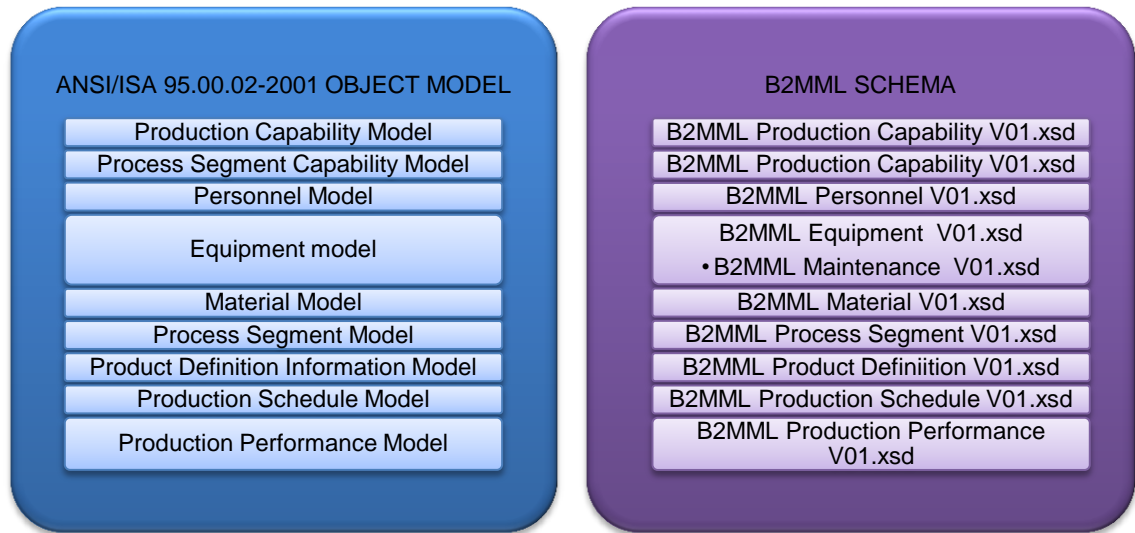
A diferencia de las arquitecturas tradicionales, las arquitecturas integradas reducen el costo total de adquisición al usar una sola infraestructura de control para todas las aplicaciones de automatización de fábrica. Pueden reutilizar diseños y prácticas de ingeniería para reducir tiempo y costo de desarrollo, responder rápidamente a las demandas del mercado o de los clientes, reducir los costos de mantenimiento y los tiempos improductivos, lograr con facilidad acceso a los datos de producción y de planta desde sistemas empresariales, para una mejor toma de decisiones administrativas.

**1.4.1 Protocolo XML (extensible markup language).** Es un metalenguaje extensible de etiquetas desarrollado por el World Wide Web Consortium (W3C) que permite estructurar, almacenar e intercambiar información. Proporciona interoperabilidad a nivel de protocolo; sin embargo, a nivel de aplicación existe un problema de integración frente a la estructura XML que se debe intercambiar.

El problema de la estandarización de la terminología XML en proyectos de integración hizo que surgiera B2MML, una implementación que basada en el estándar ISA S95 permite mapear datos de forma estandarizada de acuerdo con una serie de modelos y terminología común que pueden ser llevados a la representación B2MML XML.

**1.4.2 B2MML (business to manufacturing markup language).** Es una implementación de XML de la ANSI/ISA95, conocido internacionalmente como IEC / ISO 62264. B2MML se compone de un conjunto de esquemas que utilizando XML implementan los modelos de datos definidos en el estándar ISA95, es una implementación completa de ISA95 [22]. En la Figura 10, se observa la equivalencia entre los modelos definidos en el estándar ISA95 y B2MML.

**Figura 10.** Equivalencia de B2MML a ISA 95

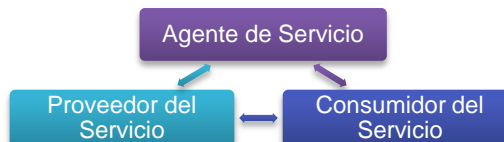


**Fuente:** ISA 95 y GIFFORD, Charlie. The Hitchhiker’s Guide to Manufacturing Operations ISA-95 Best Practices Book 1.0. 2007 [22; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**], junio e 2011

**1.4.3 Servicios web.** Son componentes de software que proporcionan mecanismos de comunicación estándares entre diferentes aplicaciones, que sin importar el lenguaje de programación, sistema operativo o dispositivo del cliente interactúan entre sí para intercambiar datos en redes de ordenadores como internet y presentar información dinámica al usuario. Esto proporciona ahorros significativos de costos y por ello, muchas compañías han optado por utilizar servicios web para enlazar sus sistemas de información.

El esquema de funcionamiento de los servicios web, requiere de tres elementos fundamentales: un proveedor, un consumidor del servicio y un agente de servicio (ver Figura 11). El proveedor del servicio web lo diseña, desarrolla, implementa y lo pone disponible para su uso, ya sea dentro de la misma organización o en público; el consumidor del servicio, es quien accede al componente para utilizar los servicios que éste presta y el agente de servicio, sirve como enlace entre proveedor y consumidor para efectos de publicación, búsqueda y localización del servicio [23].

**Figura 11.** Elementos que interactúan en los servicios web



**Fuente:** dibujado de ARBOLEDA, Liliana. “Servicios WEB: Distribución e integración”, Universidad Icesi 2004 [23], junio de 2011

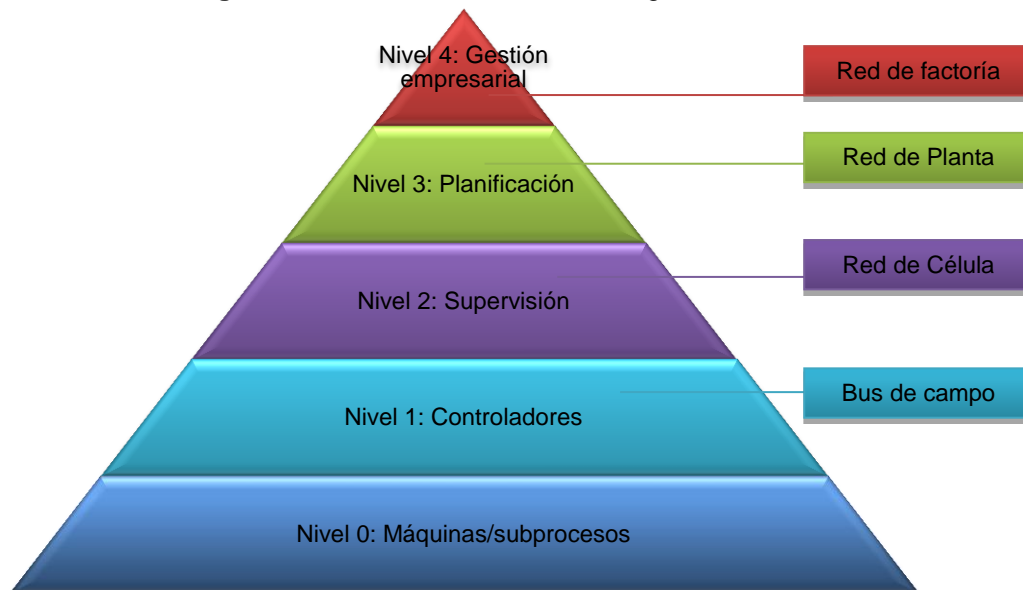


**1.4.4 Redes de comunicación.** A nivel empresarial, la obtención y tratamiento de la información obliga a diseñar una infraestructura de comunicación con distintos niveles de funcionalidad, que contemple las peculiaridades de cada una de las zonas de donde aquella se requiere.

Para canalizar la información derivada de un proceso se requiere habilitar plataformas de comunicación distintas: las que enlazan sensores y/o actuadores con equipos de medida o control ubicado en la propia planta, las de nivel intermedio usadas para centralizar la información del proceso y aquellas usadas en el enlace de secciones o departamentos ubicados en áreas geográficamente distantes. En la Figura 12 se puede observar los diferentes tipos de redes de acuerdo con el entorno donde van a ser instaladas.

En las redes de factoría, la información intercambiada es muy alta y los tiempo de respuesta no son críticos, generalmente se usan para oficina, contabilidad, ventas, etc., las redes de planta deben manejar mensajes de cualquier tamaño, gestionar errores de transmisión, cubrir áreas extensas y disponer de amplio ancho de banda, se usan para interconectar módulos o células de fabricación entre sí y con departamentos como diseño o planificación; las redes de célula se usan para interconectar dispositivos de fabricación, que operan en modo secuencial como robots, máquinas de control numérico, autómatas programables, estas redes deben gestionar mensajes cortos, tener capacidad de manejar tráfico de eventos discretos y finalmente los buses de campo permiten sustituir el cableado entre sensores-actuadores y los correspondientes elementos de control, transmiten bloques pequeños de información en tiempo real [24].

**Figura 12.** Redes de comunicación según el entorno de instalación



**Fuente:** dibujado de SALTO, Luis. Redes de comunicaciones Industriales Automatización II, Universidad Nacional de Santiago del Estero. 2009 [24], junio de 2011



## 1.5 LENGUAJE UNIFICADO DE MODELADO “UML”

El Lenguaje Unificado de Modelado, prescribe un conjunto de notaciones y diagramas estándar para modelar sistemas orientados a objetos y describe la semántica esencial de lo que estos diagramas y símbolos significan. UML se usa para modelar distintos sistemas: sistemas software, sistemas hardware y organizaciones del mundo real [25]. En el presente proyecto el lenguaje UML se emplea para modelar la aplicación software que permitirá obtener los costos de producción reales de la empresa caso de estudio.

**1.5.1 Modelos UML.** Un modelo representa un sistema software desde una perspectiva específica. Al igual que la planta y el alzado de una figura en dibujo técnico muestran la misma figura vista desde distintos ángulos, cada modelo nos permite fijarnos en un aspecto distinto del sistema. Existen diferentes modelos UML, pero para el caso del presente proyecto se abordarán el diagrama de casos de uso y el diagrama de clase.

**1.5.1.1 Diagrama de casos de uso.** Modela los requisitos del sistema desde la perspectiva del usuario. Los casos de uso modelan cómo un sistema o negocio funciona actualmente, o cómo los usuarios desean que funcione. El modelo de casos de uso consiste en actores y casos de uso. Los actores representan usuarios y otros sistemas que interactúan con el sistema y los casos de uso representan el comportamiento del sistema, los escenarios que el sistema atraviesa en respuesta a un estímulo desde un actor [26].

**1.5.1.2 Diagrama de clase.** Es el diagrama principal de diseño y análisis para un sistema. Especifica la estructura de clases del sistema con relaciones entre clases y estructuras de herencia. Durante el análisis del sistema, el diagrama se desarrolla buscando una solución ideal. Durante el diseño se modifica para satisfacer los detalles de la implementación [27].

## 1.6 DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

La Industria Licorera del Cauca es una empresa comercial e industrial del estado que busca el desarrollo y bienestar de los habitantes del departamento del Cauca, aportando sus utilidades a la salud y la educación.

### 1.6.1 Naturaleza.

**1.6.1.1 Misión.** “Producir y comercializar licores de calidad para satisfacer a nuestros clientes y consumidores generando recursos dirigidos a la salud, educación, cultura y

recreación que contribuyan al desarrollo y bienestar de la comunidad con el apoyo y compromiso de su equipo humano”<sup>1</sup>.

**1.6.1.2 Visión.** “Ampliar y fortalecer al año 2014 el mercado interno y externo a través del desarrollo competitivo de nuestros productos, con alianzas estratégicas, acorde a las necesidades y expectativas de nuestros clientes y consumidores”<sup>2</sup>.

**1.6.1.3 Valores organizacionales.** Disciplina, responsabilidad, respeto, honestidad, trabajo en equipo, transparencia [28].

**1.6.2 Proceso de producción.** El proceso productivo de aguardiente tradicional en la Industria Licorera del Cauca consta de dos subprocesos definidos:

**1.6.2.1 Proceso de preparación de aguardiente tradicional.** Se mezcla agua, alcohol, esencias y reactivos de acuerdo a la fórmula, con el fin de obtener aguardiente tradicional. Una descripción más detallada de éste proceso puede verse en el anexo A (ítem 2.1 Proceso de preparación de aguardiente tradicional).

**1.6.2.2 Proceso envasado y empaçado de aguardiente tradicional.** El aguardiente tradicional ya preparado se envasa en botellas de vidrio o PET y se empaça en cajas de cartón, quedando listo para su venta y distribución. Una descripción más detallada de éste proceso puede verse en el anexo A (ítem 2.2 Proceso envasado y empaçado de aguardiente tradicional).

**1.6.3 Sistema de Información de la Industria Licorera del Cauca.** La Industria Licorera del Cauca cuenta con un sistema de gestión de calidad basado en la NORMA ISO 9001:2000 implementado y certificado, el cual, busca satisfacer las necesidades de los clientes de la empresa, contribuir con la prevención de la contaminación, garantizar el cumplimiento de los requisitos y la mejora continua de los procesos. En la Figura 13, se muestra el mapa de procesos de la ILC, con sus procesos estratégicos, misionales y de apoyo [29].

A continuación, se realiza una breve descripción de los procesos involucrados con la contabilidad de costos de producto y control de producción.

**Direccionamiento estratégico.** Comprende la planeación, división jurídica y el control interno realizado por la gerencia.

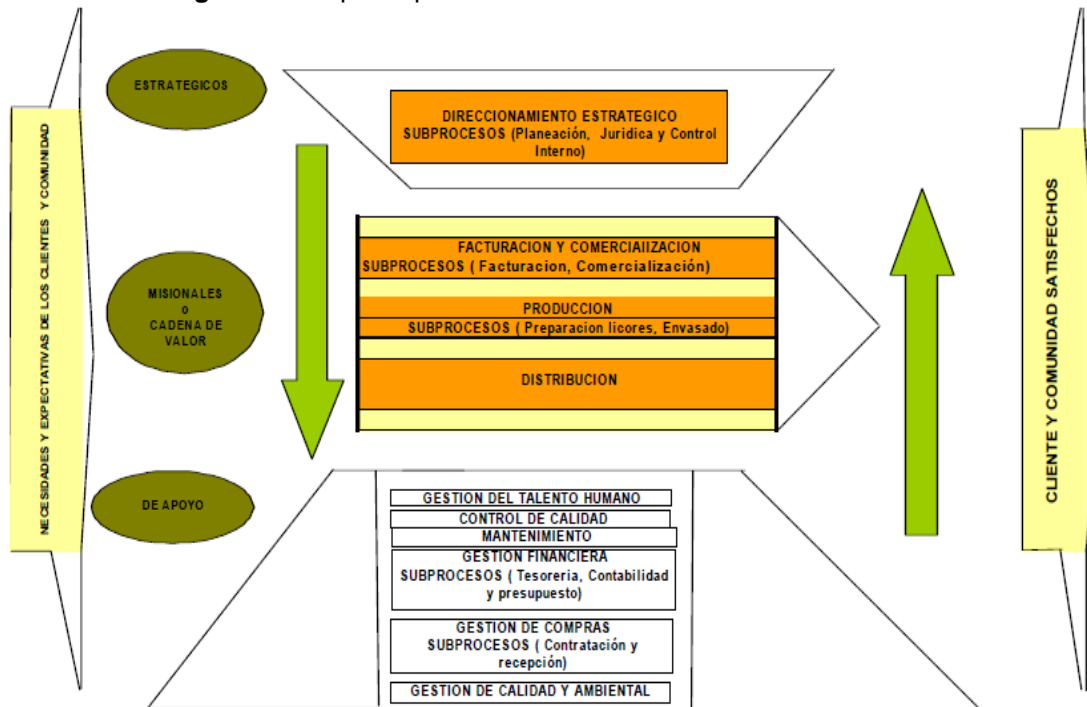
---

<sup>1</sup> Industria Licorera del Cauca. [En línea]. (Consulta: 21 de Marzo de 2011).

<URL: <http://www.aguardientecaucano.com>>

<sup>2</sup> Ibip.

**Figura 13.** Mapa de procesos de la Industria Licorera del Cauca



**Fuente:** Documentación de la Certificación ISO 9001:2000 [27], junio de 2011

**Producción.** Comprende la división de producción, el grupo de preparación de aguardiente y envasado, se encargan de elaborar licores acordes con las expectativas de los clientes y las políticas de la empresa.

**Mantenimiento.** Comprende el subproceso mantenimiento, el cual, garantiza el adecuado funcionamiento de la maquinaria y el equipo requerido en producción.

**Gestión financiera.** Comprende el grupo contabilidad de costos, encargado de recibir la información necesaria para presentar y analizar los estados financieros, que permitan la adecuada toma de decisiones [29].

## 1.7 METODOLOGÍAS DE PROGRAMACIÓN

Una metodología de programación es un conjunto o sistema de métodos, principios y reglas que permiten enfrentar de manera sistemática el desarrollo de un programa. Existen muchas metodologías de programación, a continuación se mencionan dos de ellas.

**1.7.1 Programación extrema (extreme programming XP).** Es una metodología ágil centrada en potenciar las relaciones interpersonales como clave para el éxito en desarrollo de software, promoviendo el trabajo en equipo, preocupándose por el aprendizaje de los desarrolladores y propiciando un buen clima de trabajo. XP se basa en realimentación continua entre el cliente y el equipo de desarrollo, comunicación fluida entre todos los participantes, simplicidad en las soluciones implementadas [30].

**1.7.2 Proceso racional unificado (RUP).** Es un proceso para el desarrollo de un proyecto de software que define quién, cómo, cuándo y qué debe hacerse en el proyecto. Está dirigido por los casos de uso, centrado en la arquitectura y es iterativo e incremental. Sus seis principios clave son adaptación al proceso, balance de prioridades, colaboración entre equipos, elevación del nivel de abstracción, enfoque en la calidad y demostración de valor iterativamente [31].

## 2. PROCEDIMIENTO PARA OBTENER LA DESVIACIÓN ENTRE COSTOS ESTIMADOS Y COSTOS REALES DE PRODUCCIÓN EN TIEMPO DE EJECUCIÓN EN UNA INDUSTRIA MANUFACTURERA

En este capítulo, se describe el procedimiento para obtener la desviación entre costos estimados y costos reales de producción en tiempo de ejecución en una industria manufacturera. En la Figura 14, se muestran las siete fases que constituyen el procedimiento.

**Figura 14.** Procedimiento para obtener la desviación entre costos estimados y costos reales de producción en tiempo de ejecución en una industria manufacturera



**Fuente:** propia, junio de 2011

A continuación, se detalla cada una de las fases del procedimiento. En el tercer capítulo se desarrollan las fases del procedimiento aplicadas a la Industria Licorera del Cauca.

## **2.1 DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS Y DELIMITACIÓN DEL PROYECTO**

En esta fase, se especifica lo que se quiere alcanzar con la ejecución del proyecto, a través de la fijación de objetivos ligados a las estrategias empresariales, pues la ausencia de criterios claros acerca de las necesidades de la organización y del alcance del proyecto reflejarían una inadecuada definición del proyecto y por consiguiente, ocasionarían el fracaso del mismo.

Los requerimientos son declaraciones que especifican atributos, capacidades, características y/o cualidades que necesita cumplir un sistema (o un sistema de software) para que tenga valor y utilidad para el usuario [19]. En otras palabras, los requerimientos muestran qué elementos y funciones son necesarias para un proyecto. La definición de requerimientos marca el inicio del proyecto, determina en gran medida el resultado del mismo y permite contar con criterios claros y explícitos que permiten evaluarlo.

Para definir los requerimientos del proyecto es necesario dialogar con las personas de la empresa que se encuentren involucradas o relacionadas en él y explicarles individualmente si sus ideas están o no enmarcadas en el ámbito del mismo, ya que el escuchar el "qué" cada cliente o usuario espera de la solución tendrá mayor aceptación y posibilidades de éxito, que trabajando en el vacío sin que los usuarios den retroalimentación. Una vez se ha dialogado con cada uno de los usuarios del proyecto, se listan los requerimientos de éste; los usuarios que definan los requerimientos del proyecto deberán conocer muy bien los problemas de integración, así como el sistema empresarial y sus dos componentes: sistema de negocios y proceso productivo.

El alcance de un proyecto define los límites del trabajo y partes del proyecto, es decir, lo que está y no está incluido, en él. El alcance del proyecto debe definirse al iniciar el proyecto, ya que a partir de este se determinan las actividades específicas que se deben realizar. Es recomendable definirlo en términos de entregables o resultados que se pretenden alcanzar al implementar el proyecto de integración.

## **2.2 CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO Y DEL NEGOCIO**

En esta fase, se recolecta toda la información que permita conocer con precisión las diferentes etapas del proceso productivo, identificar los equipos, materiales, personal e insumos requeridos y realizar un diagnóstico general del mismo. De igual forma, se debe describir el sistema de negocios e identificar los departamentos involucrados específicamente en el área de costos del producto. Dentro de esta fase se consideran las siguientes actividades:

**2.2.1 Descripción del proceso productivo.** Se describen cada una las etapas del proceso productivo desde que ingresa la materia prima hasta que sale el producto

elaborado. Para la descripción del proceso productivo, puede elaborarse un diagrama de bloques del proceso y/o una representación esquemática del mismo; el diagrama de bloques, permite identificar de forma general cada uno de los subprocesos del proceso productivo y la representación esquemática del proceso permite identificar con mayor precisión, cada uno de los subprocesos de transformación y las características del producto en cada uno de ellos.

**2.2.2 Identificación de sistemas de control y sistemas SCADA/HMI.** Se especifican los sistemas de control y los sistemas SCADA/HMI, sus marcas, referencias y opciones de comunicación, con el objetivo de identificar la forma en que se podrían obtener los datos del proceso que son de interés para el cálculo de los costos de producción en tiempo de ejecución.

**2.2.3 Descripción del modelo de negocio.** Tiene por objetivo brindar un conocimiento global del negocio de la empresa. Se debe especificar los objetivos del sistema empresarial, sus funciones, sus objetos de negocios, su estructura organizacional y también su sistema de información.

## **2.3 DEFINICIÓN Y APLICACIÓN DEL MODELO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN**

Esta fase tiene por objetivo, establecer un modelo de costos de producción adecuado para el tipo de empresa, de tal forma que puedan obtenerse tanto los costos de producción predeterminados como los reales y de esta forma calcular la desviación entre ellos. Se consideran las siguientes actividades:

**2.3.1 Definición del modelo de costos de producción.** De acuerdo con la naturaleza del negocio se debe establecer cuál es el modelo de costeo más apropiado para la empresa, ya sea por órdenes de fabricación, por procesos, por actividades "ABC" o bien una combinación de ellos. Una empresa debe adoptar un modelo de costos de producción que represente los métodos que deben seguirse para registrar el movimiento de los productos en proceso, de un departamento u operación, hasta concluir su elaboración, además debe mostrar información precisa de la cantidad de insumos y el precio de cada uno de ellos.

Generalmente, el modelo de costeo ya está previamente definido en las empresas, sin embargo, es necesario analizar detalladamente el modelo de costos de producción con las personas encargadas de la sección de costo de la empresa y efectuar modificaciones si es necesario.

**2.3.2 Aplicación del modelo de costos de producción.** Una vez se ha definido el modelo de costos de producción, con ayuda o asesoría del personal encargado de la sección de costos de la empresa, se listan los elementos del costo (materiales directos,

mano de obra directa y costos indirectos de fabricación) del proceso productivo específico de la empresa y se define con qué frecuencia y de qué forma se debe obtener la información de cada uno de los ítems del modelo de costos.

## **2.4 MODELADO DE NEGOCIO DE ACUERDO CON EL ESTÁNDAR ISA 95**

El procedimiento se basa en el modelo de flujo de datos funcional de la norma ISA 95.01, para calcular la curva de desviación entre costos estimados y costos reales de producción durante la evolución de fases de un proceso productivo y obtener la especificación UML del mismo para su posterior implementación como aplicativo software. Las funciones de interés dentro del modelo de flujo de datos funcional ISA 95.01 para el este caso son control de producción y contabilidad de costo de producto.

Por tanto, se deben identificar las funciones control de producción y contabilidad de costo de producto dentro de la empresa en cuestión. Una vez detalladas tales funciones se procede a aplicar los modelos de materiales, equipos, personal y segmento de proceso establecidos en la norma ISA 95, con el objetivo de sentar las bases para el desarrollo del modelo de desempeño de producción, el cual, facilitará la obtención de la información correspondiente a rendimiento de la producción.

## **2.5 DEFINICIÓN DEL APLICATIVO SOFTWARE**

**2.5.1 Relación entre modelo de costos y modelado de negocios.** Una vez se tiene el modelo de costos de producción y el modelado de los procesos de negocio de acuerdo con el estándar internacional, ISA 95, se procede a especificar la información de interés común a estos y la forma como se intercambia u obtiene tal información. Es importante especificar qué información del proceso productivo se requiere obtener en tiempo de ejecución para el cálculo de los costos de producción reales.

**2.5.2 Modelado UML.** Se modela mediante lenguaje unificado de modelado UML el aplicativo software que permitirá calcular la desviación entre costos de producción predeterminados y reales en tiempo de ejecución, mediante el intercambio de la información definida de acuerdo al modelo de costos de producción y al modelado de los procesos de negocio.

Se modelan los requisitos del sistema desde la perspectiva del usuario mediante diagramas de casos de uso, las interacciones de objetos entre los objetos del sistema mediante diagramas de secuencia, se especifica la estructura de clases del sistema con relaciones entre clases y estructuras de herencia mediante diagramas de clases y se realizan otros diagramas UML según se requiera.



## **2.6 DEFINICIÓN DE ARQUITECTURA DE DATOS, DE APLICACIÓN Y DE TECNOLOGÍA.**

En esta fase, se consideran tres actividades, tal como se indica a continuación.

**2.6.1 Definición de arquitectura de datos.** Se definen las clases de datos que se deben implementar en el aplicativo software, la estructura, las relaciones de generalización, asociación y agregación para las clases identificadas. Se especifican también las bases de datos requeridas. Generalmente, esta arquitectura se describe mediante un modelo entidad-relación.

**2.6.2 Definición de arquitectura de aplicación.** La arquitectura de aplicación comprende aquellos elementos del sistema que transforman objetos dentro de la arquitectura de datos por algún propósito del negocio, es el sistema de programas (software) que realiza esta transformación.

Se realiza el diseño tanto físico como lógico de la aplicación: se especifica el tipo de interfaces que usarán los clientes, si es una aplicación web o de Windows, cómo se comunicará la página web con la base de datos de apoyo, las capas de la aplicación, entre otras.

**2.6.3 Definición de arquitectura de tecnología.** La arquitectura de tecnología proporciona el fundamento de las arquitecturas de datos y de aplicaciones. Se definen tanto el hardware como el software que se empleará para dar soporte a las aplicaciones y datos.

Esto incluye computadoras y redes de computadoras, tecnologías de almacenamiento y la arquitectura diseñada para implementar estas tecnologías.

## **2.7 DEFINICIÓN DE PLAN DE IMPLEMENTACIÓN**

Desarrollar un programa o aplicación software que resuelva un problema dado es una tarea compleja, por tanto, es indispensable establecer un marco de trabajo que permita estructurar, planificar y controlar el proceso de desarrollo del aplicativo software en cuestión.

Las metodologías de programación son un conjunto de métodos o reglas que permiten definir un marco de trabajo para enfrentar de manera sistemática el desarrollo de un programa. Existen diferentes metodologías de programación tales como programación extrema (extreme programming, XP) [30] y RUP [31]. Se debe seleccionar y aplicar una metodología de programación de acuerdo con las necesidades e intereses específicos.

### **3. APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA OBTENER LA DESVIACIÓN ENTRE COSTOS ESTIMADOS Y COSTOS REALES DE PRODUCCIÓN EN TIEMPO DE EJECUCIÓN EN LA INDUSTRIA LICORERA DEL CAUCA “ILC”**

A continuación, se aplica a la ILC el procedimiento previamente definido en el capítulo dos, con el fin de obtener la desviación entre costos estimados y costos reales de producción en tiempo de ejecución de la empresa.

#### **3.1 DEFINICIÓN DE REQUERIMIENTOS Y DELIMITACIÓN DEL PROYECTO**

De acuerdo con el objetivo del presente proyecto el cual especifica:

- Desarrollar e implementar una aplicación software, basada en la normas ISA 95, que permita obtener los costos reales de producción durante el período de ejecución del proceso productivo de la ILC.

Se delimitó el campo de acción del proyecto y se especificaron los siguientes entregables:

- Un modelo de costos que permita establecer un costeo predeterminado del proceso productivo de la ILC.
- Un modelo de costos que permita calcular los costos reales del proceso productivo de la ILC.
- Una aplicación software que sea accesible por el encargado de costos de producción del área de contabilidad y costos de la ILC y permita visualizar la desviación entre costos predeterminados y costos reales de producción en tiempo de ejecución.
- Una guía o manual de uso del aplicativo software.

En cuanto a la aplicación software el contador del área de contabilidad de costos de la ILC especificó algunos requerimientos:

- El aplicativo debe almacenar el costo de producción real de cada orden de fabricación.
- El aplicativo software debe permitir la visualización del costo real de producción durante la ejecución del proceso productivo y/o en cualquier momento del período contable.

## 3.2 CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO Y DEL NEGOCIO

La información sobre el proceso productivo de aguardiente tradicional de la ILC y sobre el proceso de negocios de la misma, se detalla a continuación.

### 3.2.1 Descripción del proceso productivo.

**Diagrama de bloques del proceso.** El proceso productivo de elaboración de aguardiente tradicional en la ILC consta de dos subprocesos definidos tal como lo indica la Figura 15:

**Figura 15.** Diagrama de bloques del proceso de elaboración de aguardiente tradicional de la ILC



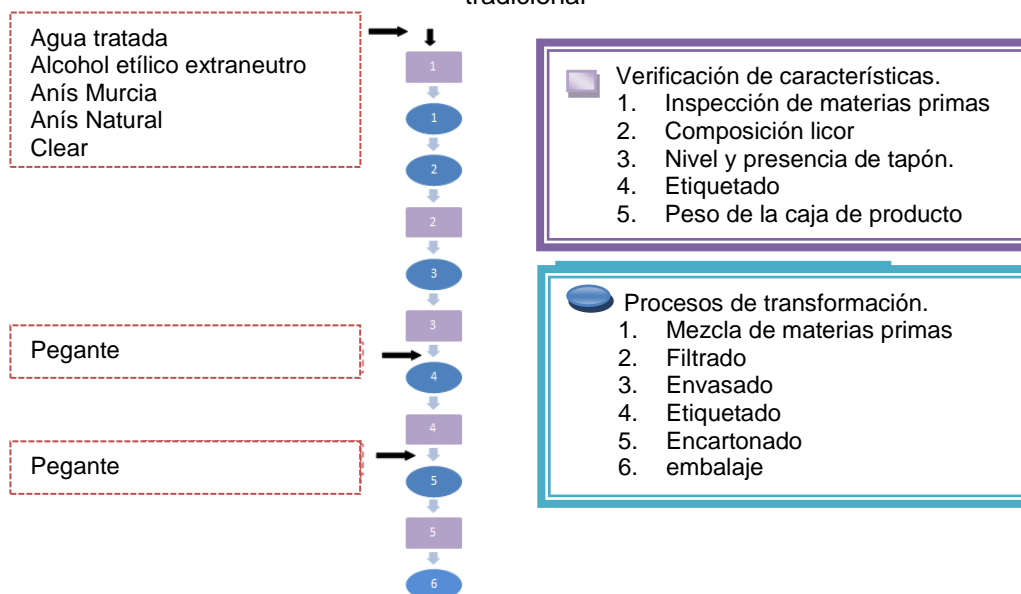
**Fuente:** propia, agosto de 2011

- **Preparación.** En esta etapa llegan: agua, alcohol, esencias y reactivos previamente inspeccionados, se mezclan durante varios minutos de acuerdo con la fórmula y finalmente se filtran hasta obtener aguardiente caucano tradicional, una mezcla de licor anisado de un aroma y gusto particular, incoloro y con una concentración alcohólica de 29%.
- **Envasado y empaçado.** En esta etapa, llega el aguardiente tradicional ya elaborado. Se procede a la dosificación del licor en cualquiera de sus cuatro presentaciones, en envases de vidrio de 375ml, 750ml, 1500 ml o PET de 375 ml, a los cuales se les estampa la etiqueta respectiva y se les imprime la fecha de elaboración. Finalmente los envases llenos de licor se empaçan en cajas de cartón de 24 unidades los de 375 ml, cajas de 12 unidades los de 750 ml, 6 unidades los de 1500 ml y 24 unidades los de PET.

**Representación esquemática del proceso de elaboración de aguardiente caucano tradicional.** En la Figura 16 se observa un esquema del proceso de elaboración de aguardiente caucano tradicional de la ILC.

Una descripción más específica sobre el proceso productivo de elaboración de aguardiente caucano tradicional de la ILC se presenta en el anexo A (ítem 2.1 proceso de preparación de aguardiente caucano tradicional).

**Figura 16.** Representación esquemática del proceso de elaboración de aguardiente caucano tradicional



Fuente: propia, agosto de 2011

### 3.2.2 Identificación de sistemas de control y sistemas SCADA/HMI.

Actualmente, el proceso de preparación de aguardiente de la ILC no se encuentra automatizado, por tanto, no cuenta con un sistema de control ni supervisión. Por el contrario, el proceso de envasado es controlado mediante seis PLC's SIEMENS conectados a través de una red profibus y supervisados desde una estación HMI con IFIX 3.5 de GE Intelligent Platforms a través de Ethernet. A continuación, una descripción detallada del hardware y software que hacen parte del sistema de control y supervisión de envasado en la ILC:

- **Sistema de control.** En la Tabla 3 se detalla el sistema de control de la planta de envasado de la ILC.

**Tabla 3.** Sistema de control del proceso de envasado de la ILC

Referencia PLC	Marca	CPU	Comunicación	Cantidad	Descripción Funcional
S7 300	Siemens	CPU 313C	RS232	2	- Lavado, llenado, taponado de botellas (triblock) - Control de cadenas
S7 200	Siemens	CPU 224	RS232	2	- Depaletizador - Etiquetador
S7 200	Siemens	CPU 226	RS232	2	- Enrutador de producto (Devider) - Encartonador

Fuente: propia, agosto de 2011

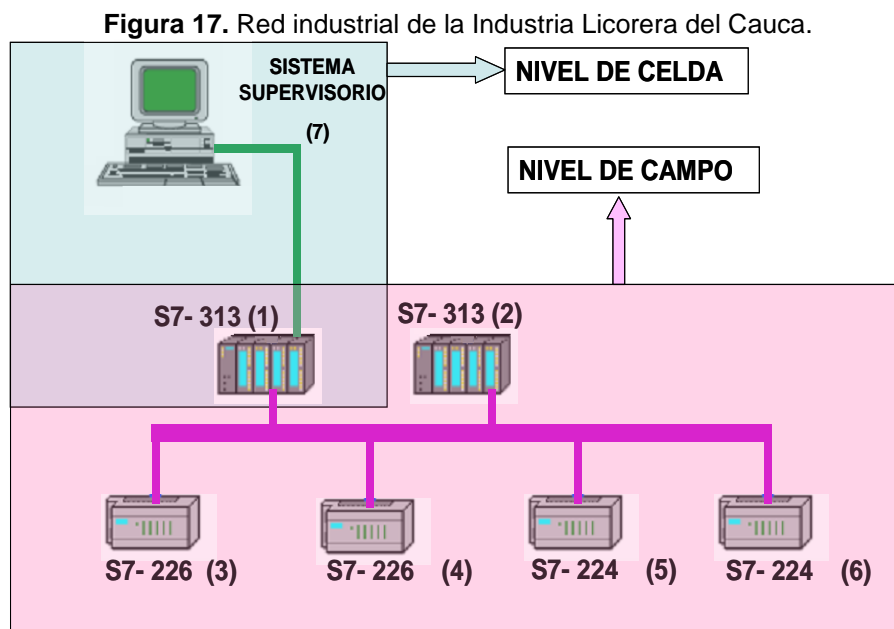
- **Sistema de supervisión.** En la Tabla 4 se detalla el sistema HMI de la planta de envasado de la ILC.

**Tabla 4.** Sistema de supervisión de envasado de la Industria Licorera del Cauca

Proveedor	Marca	Comunicación con PLC	Estaciones
GE Intelligent Platforms	IFIX	Ethernet	1

Fuente: propia, agosto 2011

La sección de envasado de la ILC cuenta con una red industrial profibus-ethernet, conformada por siete estaciones tal como lo indica la siguiente figura:



Fuente: CÓRDOBA, Ernesto y SANDOVAL, Andrés. "Diseño e Implementación de un sistema supervisorio de la nueva línea de envasado de la Industria Licorera Del Cauca". Monografía de Grado, Universidad del Cauca. 2007 [32] **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, agosto de 2011

Para el funcionamiento de la red industrial se hacen necesarios los siguientes módulos de comunicación:

**Tabla 5.** Módulos de comunicación de la red profibus-ethernet de la ILC

Nombre del dispositivo	Cantidad	Descripción
Modulo Siemens EM 277	4	Módulo Profibus para S7200
CP 343 1 lean Siemens	1	Módulo Ethernet para S7300
CP 342 5 Siemens	2	Módulo Profibus para S7300

Fuente: propia, agosto de 2011

Cada una de las estaciones de la red industrial cuenta con un PLC y módulo de comunicaciones, tal como se ve en la Tabla 6.

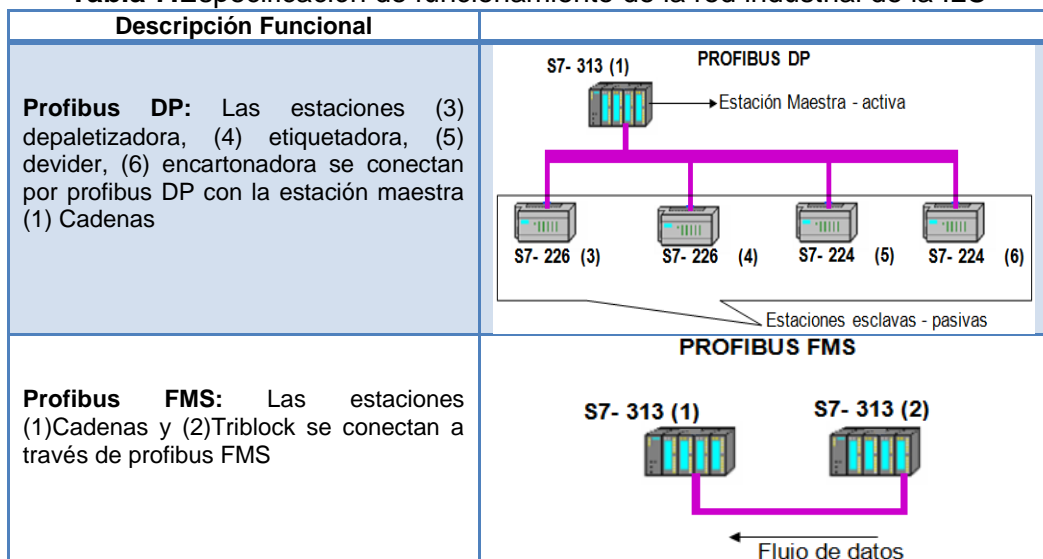
**Tabla 6.** Estaciones de la red profibus-ethernet de la ILC

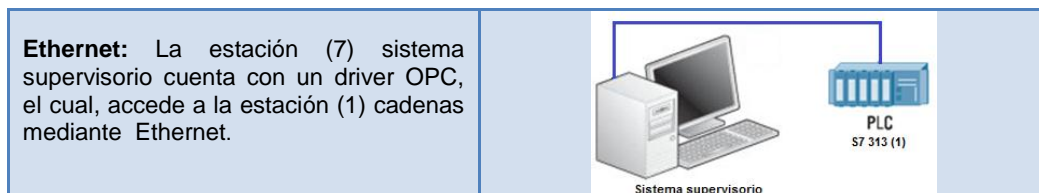
Estación	Maquinaria	PLC	CPU	Módulo de comunicación	Descripción funcional
1	Equipo Cadenas	S7-300	313C	- CP Profibus 342-5 Siemens - CP Ethernet 343-1 Siemens	Controla las velocidades de las cintas transportadoras, y es el maestro de la red Profibus. Tiene una CP Profibus y una CP Ethernet, con la que envía todos los datos recogidos de la red Profibus al sistema de supervisión.
2	Triblock	S7-300	313C	- CP Profibus 342-5 Siemens	Envía información a la estación 1, para que sea llevada al sistema de supervisión.
3	Depaletizadora	S7-200	226	- EM 277	Envía datos por medio del módulo EM 277 a la estación activa que lo requiera.
4	Etiquetadora	S7-200	226	- EM 277	Envía datos por medio del módulo EM 277 a la estación activa que lo requiera.
5	Devider	S7-200	224	- EM 277	Envía datos por medio del módulo EM 277 a la estación activa que lo requiera.
6	Encartonadora	S7-200	224	- EM 277	Envía datos por medio del módulo EM 277 a la estación activa que lo requiera.
7	Sistema supervisorio	-	-	-	En este equipo se encuentra la estación de trabajo con el software de supervisión iFIX™ de Intellution®, así como el servidor OPC de Simatic NET® para la gestión de información de la red Ethernet con la estación 1.

Fuente: propia, agosto 2011

La Tabla 7 indica el funcionamiento de la red industrial de la ILC.

**Tabla 7.** Especificación de funcionamiento de la red industrial de la ILC





Fuente: propia, agosto de 2011

**3.2.3 Descripción del modelo de negocio.** La ILC es una empresa dedicada a "producir y comercializar licores de calidad para satisfacer a sus clientes y consumidores generando recursos dirigidos a la salud, educación, cultura y recreación que contribuyan al desarrollo y bienestar de la comunidad con el apoyo y compromiso de su equipo humano"<sup>3</sup>.

**Estructura Orgánica de la ILC.** La dirección general de la Industria Licorera del Cauca, está a cargo de la JUNTA DIRECTIVA y de un Gerente. La Junta Directiva es el máximo organismo directivo y está integrada por El Gobernador del Departamento o su delegado, quien la preside El Secretario Administrativo y Financiero, El Secretario de Planificación y Coordinación [23].

El Gerente de la Industria Licorera del Cauca, asiste a la Junta Directiva, pero solo con derecho a voz.

**Dependencias Administrativas de la ILC.** En la Figura 18, se ilustran las dependencias administrativas de la Industria Licorera del Cauca.

Figura 18. Dependencias administrativas de la ILC



Fuente: propia, agosto de 2011.

**Órganos de asesoría y coordinación.** En la Figura 19, se muestran los órganos de asesoría y coordinación de la ILC, organismos que agrupan el personal para el logro de distintos objetivos.

<sup>3</sup> Ibip.

**Figura 19.** Órganos de asesoría y coordinación de la ILC

Órganos de asesoría y coordinación:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comité de Compras y Materia Prima</li> <li>• Comité de Gerencia</li> <li>• Comité de Control Interno</li> <li>• Comité de Conciliación</li> </ul>

**Fuente:** propia, agosto de 2011

**Sistema de información de la ILC.** La ILC cuenta con un sistema de gestión de calidad basado en la NORMA ISO 9001:2000 implementado y certificado. En el primer capítulo numeral 1.4.3 se describe este sistema de información.

### 3.3 DEFINICIÓN Y APLICACIÓN DEL MODELO DE COSTOS DE PRODUCCIÓN

**3.3.1 Definición del modelo de costos de producción.** La acumulación y clasificación de costos de forma rutinaria, donde se tramitan miles de documentos por semanas, se convierte en una ardua tarea, capaz de consumir gran cantidad de tiempo de muchas personas. Por ello, es preciso que el sistema sea bien planificado, considerando aspectos como las características de producción, momento y tipo de información requerida y la estructura orgánica de la empresa.

Para seleccionar un sistema de costeo adecuado se tendrán en cuenta tres aspectos fundamentales: las características de la producción, el tipo de información requerida, el momento de requerimiento de la información y necesidades de control de la ILC [38]. En la Tabla 8, se presentan las características que se tuvieron en cuenta para seleccionar el sistema de costeo adecuado para la empresa; tales características o criterios de selección se definieron basadas en los requerimientos planteados previamente en la fase uno.

**Tabla 8.** Selección del sistema de costeo para la ILC

Características necesarias.		Costeo por órdenes de fabricación	Costeo por procesos.
<b>Características de la producción</b>	La ILC no presenta una producción continua ni uniforme, más bien una producción lotificada y variada	x	
<b>Tipo de información requerida</b>	La ILC requiere hacer un análisis de costos específico e individualizado sobre sus productos.	x	
	La ILC necesita obtener el costo por unidad de producto.	x	x
	La ILC requiere analizar los costos de sus dos áreas de producción preparación y envasado		x
<b>Momento de requerimiento de la</b>	La ILC necesita visualizar el costo real de producción en cualquier momento del período contable.	x	
	La ILC necesita visualizar el costo real de producción al final del período contable.	x	x



<b>información y necesidades de control</b>	La ILC requiere visualizar los costes entre costos estimados y reales de producción en cualquier momento del período contable.	x	
	La ILC requiere visualizar los costes entre costos estimados y reales de producción al finaliza el período contable.	x	x

Fuente: propia, septiembre de 2011

Como se muestra en la Tabla 8, las características referentes a la producción, al momento de requerimiento de la información y a las necesidades de control de la ILC se pueden suplir con un sistema de costeo por órdenes de fabricación. Sin embargo, para la empresa el análisis de los costos incurridos por sus dos áreas de producción preparación y envasado, es una necesidad de información importante; por ello, se plantea una combinación de las dos metodologías de costeo con el fin de alcanzar una determinación de costos precisa y de suministrar información que pueda ser de fácil aplicación para la gerencia en su proceso de toma de decisiones. Esta mezcla de metodologías se conoce como costeo híbrido.

El modelo de costeo híbrido propuesto para la ILC, inicia como un costeo por órdenes de fabricación en el que se totalizan los tres elementos del costo para cada lote de producto. Posteriormente, para cada orden de producción se aplica un costeo por proceso, es decir, para cada orden de fabricación se obtiene el costo del proceso de envasado y del proceso de preparación, una vez finalizados los procesos se suman los costos de ellos para obtener el costo de producción total del lote. En la Figura 20, se muestra la metodología de costeo híbrido a aplicar en la ILC.

Figura 20. Costeo híbrido para la ILC



Fuente: propia, septiembre de 2011

**3.3.2 Aplicación del modelo de costos de producción.** Para definir el costeo híbrido de la ILC se tomó como base diferentes procedimientos ya establecidos para el cálculo de costos por órdenes de producción y de costos por procesos (ver anexo B).

En primer lugar, se separan las órdenes de producción de cada producto asignándoles un único identificador. Cada orden de fabricación, especifica la cantidad de cajas y botellas de licor a elaborar, la presentación y la fecha programada para ello. Se hace necesario también que cada orden de fabricación tenga asociada una requisición de materiales, una orden de fabricación del proceso de preparación y una orden de fabricación del proceso de envasado. La Tabla 9, indica el formato propuesto para cada orden de fabricación.

**Tabla 9.** Formato órdenes de producción

ORDEN DE PRODUCCIÓN	
ID	
Tipo De Licor	
Presentación	
Cantidad de cajas a elaborar	
Unidades a elaborar	
Fecha de inicio	
Fecha de finalización	
ID requisición materiales	
ID orden de preparación	
ID orden de envasado	

**Fuente:** propia, septiembre de 2011

Cada orden de producción tiene asociada una requisición de materiales, en la cual, se especifican la cantidad de todos y cada uno de los materiales necesarios para fabricar el lote de producto en cuestión. Una vez se inicia la ejecución de la orden de producción, se debe verificar que las salidas de materiales desde el almacén concuerden con los materiales definidos en la requisición de materiales respectiva. En la Tabla 10, se indica el formato propuesto para cada requisición de materiales.

**Tabla 10.** Formato requisición de materiales

REQUISICIÓN DE MATERIALES				
ID	Material	Cantidad Requerida	Cantidad despachada	Fecha de despacho

**Fuente:** propia, septiembre de 2011

Una vez se ha despachado el material respectivo y el lote ha iniciado el proceso de preparación se debe obtener el costo de este proceso para la orden de producción de preparación respectiva. Se totalizan entonces los elementos del costo para el proceso de preparación, tal como lo indica la Tabla 11.

**Tabla 11.** Costos del proceso preparación por orden de producción

ORDEN DE PREPARACION N° ____			
	Costos estimados	Costos reales	Desviación %
Mano de obra directa			
Materiales directos			
Costos indirectos de fabricación			

**Fuente:** propia, septiembre de 2011

De igual forma, cuando el lote ha iniciado el proceso de envasado se totalizan los elementos del costo para el proceso de envasado, tal como lo indica la Tabla 12.

**Tabla 12.** Costos del proceso envasado por orden de producción.

ORDEN DE ENVASADO N° ____			
	Costos estimados	Costos reales	Desviación %
Mano de obra directa			
Materiales directos			
Costos indirectos de fabricación			

**Fuente:** propia, septiembre de 2011

Finalmente, se suman los costos de cada proceso y se obtiene el costo de producción total por orden de fabricación, haciendo la distinción de costos de cada proceso productivo, tal como lo indica la Tabla 13. Los costos estimados y reales se calculan de igual forma, la diferencia radica que los primeros se calculan con anticipación y los reales durante el período de ejecución del proceso productivo. La desviación corresponde a la diferencia entre costos reales y estimados (El anexo B detalla como se calcula tal desviación).

**Tabla 13.** Costos de producción para la ILC

COSTO ORDEN DE FABRICACION N° ____			
	Costos estimados	Costos reales	Desviación %
Producción total			
Preparación			
Envasado			

**Fuente:** propia, septiembre de 2011

La especificación de los materiales directos, mano de obra y costos indirectos de fabricación involucrados en los procesos de preparación y envasado del proceso productivo de aguardiente caucano tradicional de la ILC se realiza en el anexo B.

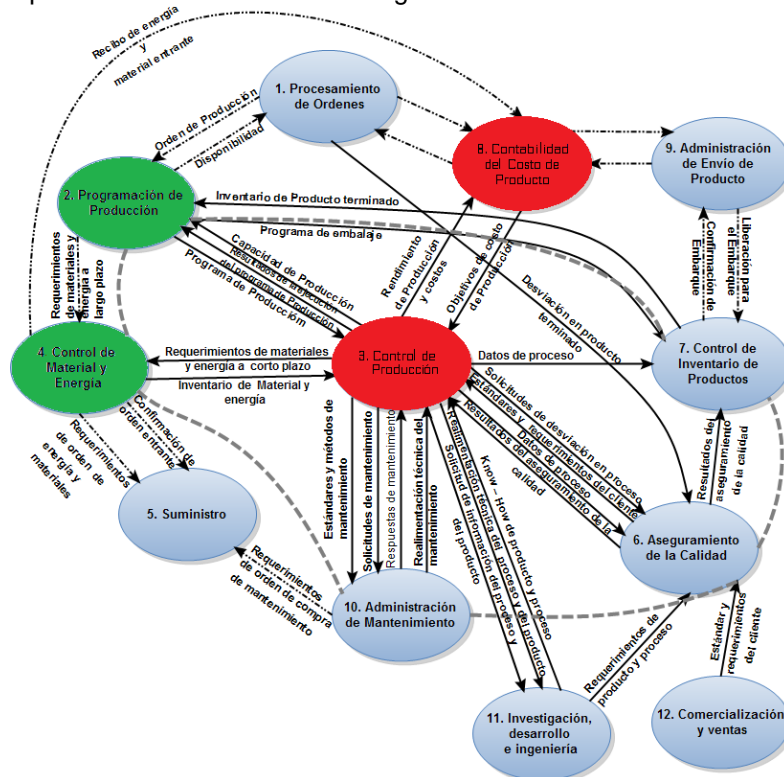
### 3.4 MODELADO DE NEGOCIO DE ACUERDO A ESTÁNDAR ISA 95.

**3.4.1 Alcance de la implementación en el caso de estudio.** Basándose en el objetivo del proyecto, que establece un procedimiento basado en el modelo de flujo de datos funcional de la norma ISA95.01 que permita calcular la curva de desviación entre costos estimados y costos reales de producción durante la evolución de fases de un proceso productivo y obtener la especificación UML del mismo para su posterior implementación como aplicativo software, se identificó que las funciones de interés dentro del modelo de flujo de datos funcional ISA 95.01 para el caso de estudio son control de producción y contabilidad de costo de producto. En la Figura 21, se muestran las dos funciones de interés del modelo de flujo de datos funcional ISA 95.01 (en rojo).

La función contabilidad de costo del producto en el dominio de negocios intercambia información con la función control de producción en el dominio de ejecución de manufactura, el flujo de datos entre estas dos funciones corresponde a rendimiento de producción, costos de producción y objetivos de costos de producción. Estas funciones y flujos de datos sientan la base normativa para el desarrollo del aplicativo software objeto de este trabajo.

Para desarrollar las interfaces mencionadas se requiere disponer de información referente a programación de producción y requerimientos de materiales. Esta información proviene de las funciones programación de la producción y materiales (en verde en el gráfico). Es por ello que además de modelar las funciones de interés dentro de la ILC, se procede a aplicar los modelos de materiales, equipos, personal, programación de la producción, segmento de proceso y segmento de producto establecidos en la norma ISA 95 con el objetivo de sentar las bases para el desarrollo del modelo de desempeño de producción, el cual, facilita la obtención de la información correspondiente al flujo desempeño de producción y costos. En cuanto al flujo de información correspondiente a objetivos de costos de producción, actualmente no se lleva a cabo en la empresa, por tanto, el contador debe suministrar al jefe de producción los costos objetivos para cada orden de producción.

**Figura 21.** Interfaces desarrolladas para el aplicativo de gestión de costos de producción para el proceso productivo de elaboración de aguardiente Caucaño tradicional de la ILC



**Fuente:** dibujado de ISA S95.00.01. Enterprise - Control System Integration Part 1: "Models and Terminology", International Society of Automation. 1995, mayo de 2011

**3.4.2 Modelado de las funciones control de producción y contabilidad de costo de producto del modelo de flujo de datos funcional para la ILC.** El desarrollo de las funciones y flujos de información del modelo de flujo de datos funcional en la empresa caso de estudio se llevó a cabo una fase de recolección de información, a través de entrevistas realizadas a personas involucradas en la división de producción, mantenimiento, grupo de suministros y materiales y grupo de contabilidad y costos. Las preguntas utilizadas en las entrevistas (ver anexo C) fueron diseñadas para indagar dentro de la empresa la manera como son realizadas las actividades que identifican las funciones control de producción (3.0) y contabilidad de costo del producto (8.0), definidas en la primera parte del estándar ISA 95.

**3.4.2.1 Control de producción.** Esta función controla la transformación de materias primas en productos finales, genera reportes de desempeño, expide requerimientos para materias primas, coordina y solicita mantenimientos, evalúa las restricciones para capacidad y calidad, entre otras funciones. Las principales funciones en control de producción son: ingeniería de soporte de proceso, control de operaciones y planificación de operaciones. En la Tabla 14, se detalla la función control de producción y el personal encargado de ella dentro de la ILC.

**Tabla 14.** Especificación de la función control de producción en la ILC

Funciones modelo de flujo de datos funcional ISA 95			Industria Licorera del Cauca		
			Personal encargado	Divisiones administrativas	Procesos
Control de producción	Control de operaciones	Procesar productos de acuerdo al programa y las especificaciones	Jefe de producción	División de producción	Producción
			Grupo de preparación		
			Grupo de envasado		
		Reportar la producción, el proceso y la información de recursos	Coordinadores de envasado		
			Jefe de producción		
		Monitoreo de equipo, validación de medidas operativas y determinación de necesidades de mantenimiento	Preparadores de aguardiente		
Jefe de la división de producción					
	Ingeniería de soporte de proceso	No es de interés para el alcance del proyecto.			
	Planificación de operaciones	No es de interés para el alcance del proyecto.			

Fuente: propia, mayo de 2011

En la Tabla 15, se detalla la función control de operaciones en la ILC.

**Tabla 15.** Especificación de la función control de operaciones en la ILC

Funcionalidades de control de operaciones.		Personal encargado de la ILC	
Procesar productos de acuerdo al programa y las especificaciones	Incluye las acciones realizadas con el objetivo de cumplir con la cantidad estipulada en el programa de producción para una fecha específica.	Jefe de producción	Comunica mensualmente a los operarios por medio de un informe de producción las cantidades y presentaciones de los diferentes licores que se deben producir durante el mes.
		Grupo de preparación	Según las asignaciones de tareas del informe del jefe de producción, los operarios de preparación y envasado realizan las acciones correspondientes para poner en marcha la producción.
		Grupo de envasado	
Reportar la producción, el proceso y la información de recursos	Reporta cada semana la información correspondiente al nivel de producción, cantidades y presentaciones elaboradas, disponibilidad de materiales, paradas de producción y demás inconvenientes ocurridos.	Jefe de producción	Basado en los informes de los coordinadores de envasado, semanalmente analiza el programa de producción, si es necesario lo modifica e informa a los operarios las acciones a ejecutar
		Coordinador de envasado	Elabora mensualmente un reporte que se envía a la función de contabilidad de costo del producto (8.0) para el cálculo de los costos de producción. Este informe incluye la cantidad de cajas o unidades de licor que fueron elaboradas, la presentación, mano de obra empleada y la materia prima que se utilizó en producción.
Monitoreo de equipo, validación de medidas operativas y determinación de necesidades de mantenimiento.		Preparador de aguardiente	Supervisa el consumo de placas filtrantes, determina cuándo hay una saturación en el filtro y mediante el libro de consumo de placas filtrantes lo reporta al jefe de producción.
		Jefe de producción	Se encarga de determinar las necesidades de mantenimiento en envasado.

Fuente: propia, mayo de 2011

**3.4.2.2 Contabilidad de costo de producto.** Esta función se encarga de manejar los costos de la empresa. Recibe reportes de la función de Control de Producción (3.0) y de Control de Material y Energía (4.0) En la Tabla 16, se especifica las divisiones administrativas de la ILC involucradas en la función contabilidad de costo de producto.

**Tabla 16.** Especificación de la función contabilidad de costo de producto en la ILC

Funciones modelo de flujo de datos funcional ISA 95	Industria Licorera del Cauca		
	Personal encargado	Divisiones Administrativas	Procesos
Contabilidad de Costo de Producto	Contador general	Grupo Contabilidad de Costos	Gestión Financiera

Fuente: propia, mayo de 2011

En la Tabla 17, se detalla el personal específico de la ILC encargado de la contabilidad de costo del producto.

**Tabla 17.** Especificación del personal de la ILC involucrado en la función contabilidad de costo de producto

Funciones modelo de flujo de datos funcional ISA 95	Personal encargado de la ILC	
Contabilidad de Costo de Producto	Contador general	Realiza el cálculo de los costos de la producción mensual, con base en los informes que recibe mensualmente de la división de producción, del grupo de mantenimiento y de materiales y suministros.

**Fuente:** propia, mayo de 2011

Actualmente, en la ILC no se realiza una fijación de costos objetivos para producción, es decir, no se realiza una proyección mensual de costos de producción ni se cuenta con un estándar de costos que permita establecer un objetivo de costo mensual para la producción. Tampoco se fijan objetivos de costos para suministro de materiales y energía. Por otra parte, en la ILC los resultados de los costos de producción no son reportados desde el grupo de contabilidad de costos hacia la división producción; por tanto, no se lleva cabo una retroalimentación que permita realizar los ajustes respectivos en cuanto a los costos de producción.

En este sentido, el presente proyecto facilitará el establecimiento de los objetivos de costos para producción, lo cual, mediante una retroalimentación entre la función contabilidad de costo de producto (8.0) y la función control de producción (3.0) permitirá realizar un análisis detallado del desempeño de la producción en cuanto a costos se refiere y tomar los ajustes respectivos.

**3.4.3 Modelado de recursos de material para el proceso de elaboración de aguardiente tradicional de la ILC (modelo de materiales).** La creación de la instancia del modelo de objetos pretende facilitar el intercambio de información de recursos de material para planificación, programación y en el caso específico para reportes del desempeño de la producción. Este modelo permite describir los materiales que son manejados en el proceso de producción, incluyendo información de materias primas y productos terminados.

Para el desarrollo del modelo se identificaron los recursos de material que pueden ser considerados como materia prima, productos intermedios y productos terminados, posteriormente se define cada uno de los materiales y finalmente se agrupan los materiales en clases generales.

**3.4.3.1 Identificación de recursos de material.** En la Tabla 18, se identifican los recursos de material para el proceso productivo de aguardiente tradicional de la ILC.



**Tabla 18.** Recursos de material del proceso productivo de aguardiente tradicional de la ILC

<b>Materiales primarios</b>	Anís Murcia
	Anís Natural
	Clear
	Agua tratada
	Alcohol etílico extraneutro
	Caja de cartón wrap around para media botella
	Caja de cartón wrap around para botella
	Caja de cartón wrap around para garrafa
	Caja de cartón wrap around para PET
	Tapa de seguridad
	Tapa pilfer proof de 38 mm
	Tapa pilfer proof de 28 mm
	Etiqueta para media botella de aguardiente
	Etiqueta para botella de aguardiente
	Etiqueta para garrafa de aguardiente
	Etiqueta para envase PET
	Envase de vidrio media botella 375 cc
	Envase de vidrio botella
	Envase de vidrio garrafa
	Envase PET
Pegante cascol para etiquetas	
Pegante cascol para PET	
Pegante gomel para cajas	
<b>Productos intermedios</b>	Aguardiente tradicional preparado y sin envasar.
	Aguardiente preparado y envasado en media botella
	Aguardiente preparado y envasado en botella
	Aguardiente preparado y envasado en garrafa
	Aguardiente preparado y envasado en PET
<b>Productos terminados</b>	Aguardiente tradicional envasado en media y empacado en caja
	Aguardiente tradicional envasado en botella y empacado en caja
	Aguardiente tradicional envasado garrafa y empacado en caja
	Aguardiente tradicional envasado en PET y empacado en caja

Fuente: propia, mayo de 2011

**3.4.3.2 Identificación de las definiciones de material y sus propiedades.** Dentro de la ILC la definición de cada uno de los materiales se realiza detallando los niveles de tolerancia que los materiales deben cumplir para que puedan ser considerados como materias primas para el proceso o productos finales. La definición de cada uno de los materiales se presenta en el anexo D ítem 1.1.

**3.4.3.3 Identificación de las clases de material y sus propiedades.** La especificación de las clases de materiales que fueron definidas de acuerdo a las características y propiedades comunes entre los materiales descritos se realiza en el anexo D ítem 1.2.

**3.4.4 Modelado de recursos de equipo para el proceso de elaboración de aguardiente tradicional de la “ILC” (modelo de equipos).** El modelo de equipo brinda una representación conceptual de los equipos que intervienen en el proceso así como de sus características o propiedades. Para el desarrollo del modelo se establece el modelo



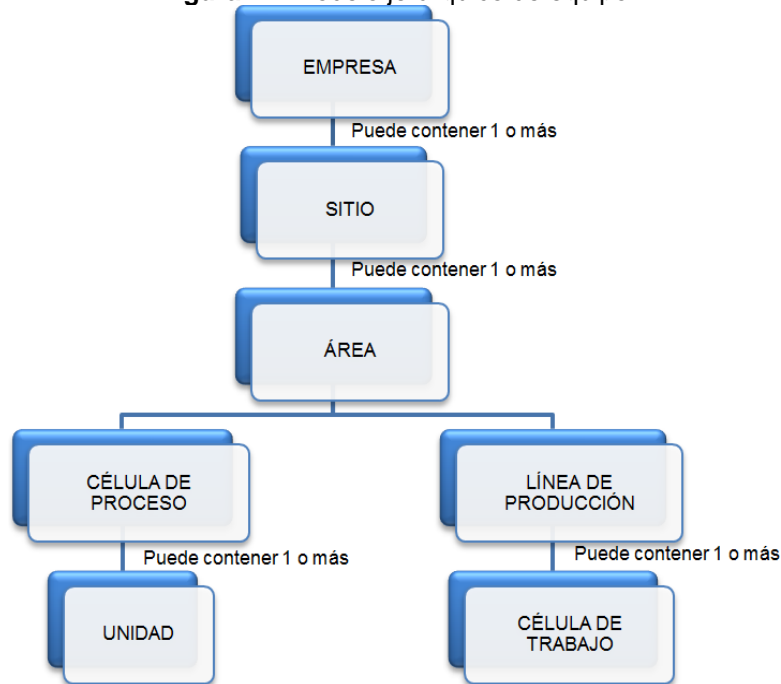
jerárquico de equipos, posteriormente se identifican los equipos que intervienen en el proceso de producción de aguardiente tradicional de la ILC y finalmente se definen las clases de equipo teniendo en cuenta las características similares de los equipos.

**3.4.4.1 Jerarquía de equipos.** Los equipos identificados en el proceso productivo caso de estudio, se han agrupado teniendo en cuenta el modelo jerárquico de equipos descrito en la parte 1 de la norma ISA S95, el modelo se muestra en la Figura 22.

La ILC, determina qué productos se van a producir y está constituida por un sitio o más, el sitio en este caso es la planta ubicada en la ciudad de Popayán en la calle 4 N°1E-40. La ILC tendrá próximamente una planta en el sector industrial de la ciudad.

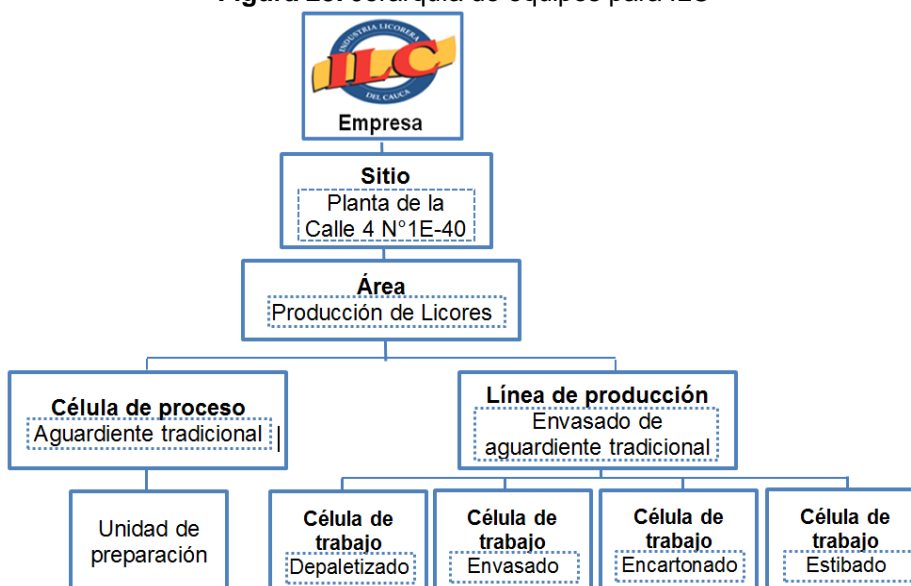
En este modelo didáctico se ha considerado el área de producción de licores, dentro de la cual se ha identificado una célula de proceso y una línea de producción. Para identificar las unidades se ha recurrido a la descripción del proceso productivo, y se ha tomado como criterio de limitación de unidades las etapas, de las cuales, se derivan los productos intermedios en el modelo de materiales. Para la identificación de las células de trabajo dentro de la línea de producción se ha tomado como criterio las operaciones que dentro de la línea son realizadas por maquinaria diferente. En la Figura 23, se muestra el modelo jerárquico de equipo para la ILC.

**Figura 22.** Modelo jerárquico de equipo



**Fuente:** dibujado de ISA S95.00.01. Enterprise - Control System Integration Part 1: "Models and Terminology", International Society of Automation. 1995 [16], junio de 2011

**Figura 23.** Jerarquía de equipos para ILC



Fuente: propia, junio de 2011

**3.4.4.2 Identificación de los equipos.** Al analizar el proceso productivo se identificaron los equipos que se mencionan en la Tabla 19.

**Tabla 19.** Identificación de equipos

Equipos derivados de unidades y células de trabajo	Equipo derivado de máquinas similares
Equipo unidad de preparación	Equipo motobomba
Equipo célula de depaletizado	Equipo cuba
Equipo célula de envasado	Equipo agitador
Equipo célula de encartonado	Equipo filtro
Equipo célula de paletizado	Equipo montacargas
	Equipo depaletizador
	Equipo triblock
	Equipo de control de nivel y presencia de tapón
	Equipo etiquetador
	Equipo alimentador
	Equipo video jet
	Equipo devider
	Equipo encartonador
	Equipo de pesaje dinámico
	Equipo sistema de transporte

Fuente: propia, junio de 2011

**3.4.4.3 Definición de clases de equipos y sus propiedades.** Considerando las características y propiedades comunes entre los equipos descritos, éstos se pueden agrupar en clases, tal y como se indica en la Tabla 20. La definición de cada una de las clases de equipos y de sus propiedades se presenta en el anexo D ítem 2.1.

**Tabla 20.** Clases de equipos identificadas

Partes del modelo jerárquico de equipos	Identificador
Clase unidad de preparación	CU_PRE
Clase célula de trabajo de depaletizado	CC_DPT
Clase célula de trabajo de envasado	CC_ENV
Clase célula de trabajo de encartonado	CC_ENC
Clase célula de trabajo de paletizado	CC_PLT
Clase motobomba	C_MTB
Clase cuba	C_CUB
Clase agitador	C_AGR
Clase filtro	C_FIL
Clase montacargas	C_DPT
Clase depaletizador	C_TRB
Clase triblock	C_CNPT
Clase control de nivel y presencia de tapón	C_ETI
Clase etiquetador	C_ALI
Clase alimentador	C_DEV
Clase video jet	C_VJ
Clase devider	C_ENC
Clase encartonador	C_STR
Clase sistema de pesaje dinámico	C_MTC
Clase sistema de transporte	C_PSD

Fuente: propia, junio de 2011

**3.4.5 Modelado de personal para el proceso de elaboración de aguardiente tradicional de la ILC (modelo de personal).** El modelo de personal contiene la información sobre el personal específico, clases de personal y las propiedades del personal involucrado en el proceso de producción de aguardiente tradicional de la ILC.

**3.4.5.1 Definición de la clase persona y sus propiedades.** En la Tabla 21, se puede ver las propiedades de la clase persona.

**Tabla 21.** Clase persona

Id		C_PER	
<b>Nombre</b>		Persona	
<b>Descripción</b>		Agrupa todas las personas.	
Propiedades			
ID	Descripción	Valor	Unidad de medida
<b>Nombre</b>	Hace referencia al nombre de cada individuo	-	-
<b>Cédula</b>	Hace referencia al número de cédula de cada individuo.	-	-
<b>Edad</b>	Hace referencia a la edad de cada persona.	-	años
<b>Género</b>	Hace referencia al género de cada persona.	-	Femenino/masculino

Fuente: propia, junio de 2011

**3.4.5.2 Identificación de las definiciones de personal.** Se identifica el personal involucrado en para el proceso de producción de aguardiente tradicional de la ILC (ver anexo D ítem 3.1).

**3.4.5.3 Definición de las clases de personal y sus propiedades.** La definición de clases y de las propiedades del personal involucrado en el proceso productivo de aguardiente tradicional de la ILC se puede ver en el anexo D ítem 3.2.

**3.4.6 Definición de producto.** Para realizar la definición del aguardiente caucano tradicional elaborado en el área de producción de licores (célula de proceso de y línea de envasado de aguardiente caucano tradicional) se especifican las reglas de producción y la lista de recursos, se instancia el modelo de segmento de proceso y finalmente se instancia el modelo de definición de productos.

**3.4.6.1 Especificación de reglas de producción y lista de recursos.** La especificación de las regla de producción de aguardiente caucano tradicional en sus diferentes presentaciones y la identificación de los recursos de material, equipo y personal necesarios, se realizó en base a la documentación del proceso de certificación ISO 9001 de la Industria Licorera del Cauca.

**Lista de recursos.** Se detallan los recursos necesarios para elaborar aguardiente caucano tradicional en presentaciones media botella, botella y garrafa. Se aclara que la presentación PET no se especifica pues es una presentación ejecutada en ocasiones muy específicas en la empresa.

**Lista de personal.** En la Tabla 22 se especifican los recursos de personal tanto para la célula de proceso como para línea de envasado de aguardiente tradicional.

**Tabla 22.** Lista de personal para elaboración de aguardiente caucano tradicional.

<b>CÉLULA DE PROCESO DE AGUARDIENTE CAUCANO TRADICIONAL</b>		
<b>RECURSO</b>	<b>FUNCIONES</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Preparador</b>	Realiza operaciones de mezcla para preparar aguardiente caucano tradicional.	2
<b>Jefe de producción</b>	Realiza operaciones de dosificación de esencias para preparar aguardiente caucano tradicional y supervisa el proceso de preparación.	1
<b>LÍNEA DE ENVASADO DE AGUARDIENTE CAUCANO TRADICIONAL</b>		
<b>RECURSO</b>	<b>FUNCIONES</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Operario de envasado</b>	Opera y supervisa la maquinaria respectiva con el fin de envasar y empacar aguardiente caucano tradicional en sus diferentes presentaciones.	24
<b>Supervisor envasado</b>	Supervisa el proceso de envasado y reporta la producción real	2
<b>Jefe de producción</b>	Coordina y supervisa el proceso de envasado	1

**Fuente:** propia, abril de 2012

**Lista de material.** Lista los materiales necesarios para elaborar aguardiente caucano tradicional. Para el caso específico las listas de materiales coinciden con las de manufactura por tanto se especifican únicamente las listas de manufactura.

**Lista de Manufactura.** Representa solo los materiales que están involucrados directamente en el proceso de producción de aguardiente tradicional. Se tienen tres listas de manufactura, una para cada presentación de aguardiente caucano tradicional (media botella, botella y garrafa). Las cantidades de anís murcia, anís natural, clear y glicerina no son cantidades reales pues el valor exacto de ellas es considerado secreto industrial de la empresa (ver Tabla 23).

**Tabla 23.** Lista de manufactura de aguardiente caucano tradicional

<b>AGUARDIENTE CAUCANO TRADICIONAL</b>					
<b>Material</b>	<b>Comentario</b>	<b>Media botella</b>	<b>botella</b>	<b>garrafa</b>	<b>Unidades</b>
Lt. de producto terminado	Lt. total batch	9000	9900	9900	Litros
Unidades de producto terminado	Unidades envasadas de aguardiente caucano tradicional	24000	13200	6600	Unidades
Cajas producto terminado	Cajas de aguardiente caucano tradicional	1000	1100	1100	Cajas
<b>LISTAS DE MATERIALES- AGUARDIENTE CAUCANO TRADICIONAL</b>					
<b>ID lista de material</b>		<b>LMMB</b>	<b>LMB</b>	<b>LMG</b>	
<b>CÉLULA DE PROCESO</b>					
Alcohol etílico extra neutro		2700	2970	2970	Litros
Agua tratada		6300	6930	6930	Litros
Anís Murcia		0.240	0.132	0.066	Litros
Anís Natural		0.240	0.132	0.066	Litros
Clear		0.240	0.132	0.066	Litros
Glicerina		0.240	0.132	0.066	Litros
<b>LÍNEA DE ENVASADO</b>					
Envase		24000	13200	6600	Unidades
Etiqueta		24000	13200	6600	Unidades
Tapa		24000	13200	6600	Unidades
Tapa de seguridad		24000	13200	0	Unidades
Caja		1000	1100	1100	Unidades
Pegante Gomel		224,91504	123,703272	61,851636	Cm3
Pegante cascol		12,95328	7,124304	3,562152	Cm3
Disolvente		0,1728	0,09504	0,04752	Litros
Tinta unicornio		0,43176	0,237468	0,118734	Litros
Tinta video jet		0,00864	0,004752	0,002376	Litros
Solución de lavado		0,00864	0,004752	0,002376	Litros

Fuente: propia, abril de 2012

**Lista de energía y consumibles.** El consumo de energía y consumibles del proceso de producción de aguardiente tradicional está representado principalmente por el consumo de energía eléctrica y de agua. En la célula de proceso solo se considera la energía eléctrica pues el agua es considerada materia prima.

**Tabla 24.** Lista de energía y consumibles

	<b>Item</b>	<b>Consumo</b>	<b>Unidades</b>
<b>CÉLULA DE PROCESO</b>	Energía eléctrica	2000	KW/Hora
<b>LÍNEA DE ENVASADO</b>	Energía eléctrica	10000	KW/Hora
	Agua	100	Litros/hora

Fuente: propia, abril de 2012

**Lista de equipos.** Para el proceso de aguardiente caucano tradicional en la ILC se necesitan los siguientes equipos (ver Tabla 25).

**Tabla 25.** Lista de equipos

Segmento de proceso	Equipo
Célula de proceso de aguardiente tradicional	Bomba 1
	Bomba 2
	Bomba 3
	Bomba 4
	Bomba 5
	Bomba 6
	Bomba 7
	Bomba 8
	Bomba 9
	Bomba 10
	Cuba A
	Cuba B
	Cuba C
	Cuba D
Línea de envasado de aguardiente tradicional	Agitador A
	Agitador B
	Agitador C
	Filtro A
	Montacargas
	Depaletizador
	Sistema de transporte
	Triblock
	Alimentador
	Equipo de control de nivel y presencia de tapón
	Etiquetadora
	Sistema de transporte 2
	Devider 1
	Encartonadora 1
Pesaje dinámico 1	
Sistema de transporte 3	
Montacargas	

**Fuente:** propia, abril de 2012

**Reglas de producción.** La definición de las reglas de producción describen de manera general los pasos que se deben efectuar para la elaboración de aguardiente caucano tradicional independientemente de la presentación.

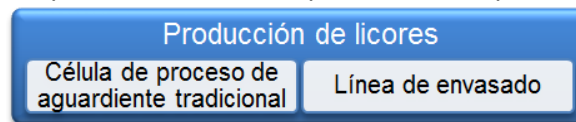
**Receta Maestra.** Se mezcla el alcohol etílico con el agua tratada, se adicionan las esencias (anís Murcia, anís natural, clear y glicerina), se filtra la mezcla y debe obtenerse una mezcla de licor anisado con concentración alcohólica de 29%, olor y sabor característico. El aguardiente caucano tradicional se envasa (media botella, botella, garrafa o PET), se etiqueta y se empaca en cajas (24, 12, 6 y 24 unidades respectivamente).

**3.4.6.2 Modelado de segmentos del proceso de elaboración de aguardiente tradicional de la ILC.** El modelo de segmento de proceso, permite definir los pasos de producción del proceso de elaboración de aguardiente tradicional, mediante la especificación de los segmentos de proceso. Los segmentos de proceso, constituyen una vista general de los procesos para el sistema de negocios; por tanto, la definición de éstos facilita el intercambio de información referente materiales, equipos y personal empleado en el proceso productivo, entre el nivel de manufactura y el nivel de negocios.

**Desarrollo del modelo de segmento de proceso.** Para el desarrollo del modelo, se identifican los segmentos del proceso, luego se establecen las dependencias existentes entre tales segmentos, se establece el enrutamiento y dependencia de materiales. Finalmente se especifican materiales, equipos y personal para cada segmento.

**Identificación de segmentos de procesos.** En el proceso de producción de aguardiente caucano tradicional se puede identificar, un segmento global correspondiente al área de producción de licores y dentro de este dos segmentos: la célula de proceso de preparación de aguardiente y la línea de envasado respectivamente (ver Figura 24).

**Figura 24.** Segmentos de proceso identificados para el área de producción de licores de la ILC



**Fuente:** propia, junio de 2011

El área de producción de licores, es considerada como un segmento de proceso con el fin de facilitar la programación de la producción, pues se hace necesario indicar a un ente global de forma general, el tipo de licor por elaborar, la cantidad, la duración para la solicitud de producción y los recursos que deben ser usados.

**Segmento de proceso área de producción de licores.** Agrupa todos los recursos utilizados en la elaboración de aguardiente tradicional. Está constituido por el segmento de proceso célula de aguardiente y por el segmento de línea de envasado de aguardiente.

**Segmento de proceso célula de aguardiente.** Célula de proceso donde se prepara el aguardiente tradicional con una concentración alcohólica del 29%.

**Segmento de línea de envasado de aguardiente.** Célula de proceso donde se envasa y se encartona el aguardiente tradicional de la "ILC". En este segmento, el aguardiente es envasado en botellas de vidrio de 375cc, 750cc, 1500 cc o botellas PET de 375cc, y empacado en cajas de cartón de 24, 12, 6 ó 24 unidades respectivamente.

**Especificación de los segmentos de procesos identificados.** Los segmentos de proceso identificados en el proceso de producción de aguardiente tradicional se detallan en la Tabla 26, Tabla 27 y Tabla 28.

**Tabla 26.** Especificación de segmento área de producción de licores

ESPECIFICACIÓN DE SEGMENTO DE PROCESO				
<b>Id</b>	SP_APL			
<b>Localización</b>	ID EQUIPO	ESP_APL	NIVEL DE EQUIPO	Área de producción
<b>Descripción</b>	Segmento de proceso que representa los recursos involucrados en el área de producción de licores			

**Fuente:** propia, junio de 2011

**Tabla 27.** Especificación de segmento célula de proceso de aguardiente tradicional

ESPECIFICACIÓN DE SEGMENTO DE PROCESO				
<b>Id</b>	SP_CAT			
<b>Localización</b>	ID EQUIPO	ESP_CPAT	NIVEL DE EQUIPO	Célula de proceso
<b>Descripción</b>	Segmento de proceso que representa los recursos involucrados en la célula de proceso de aguardiente tradicional.			

**Fuente:** propia, junio de 2011

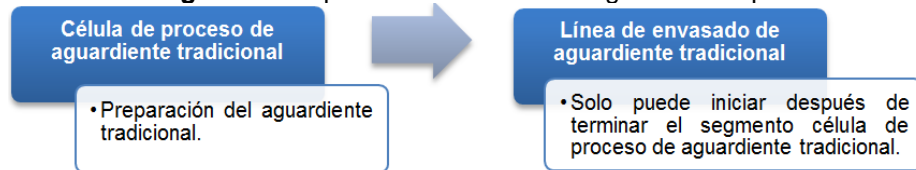
**Tabla 28.** Especificación de segmento línea de envasado de aguardiente tradicional

ESPECIFICACIÓN DE SEGMENTO DE PROCESO				
<b>Id</b>	SP_LEAT			
<b>Localización</b>	ID EQUIPO	ESP_LEAT	NIVEL DE EQUIPO	Línea de producción
<b>Descripción</b>	Segmento de proceso que representa los recursos involucrados en la línea de envasado de aguardiente tradicional.			

**Fuente:** propia, junio de 2011

**Dependencias entre los segmentos de proceso.** La dependencia entre los segmentos de proceso del proceso producción de aguardiente tradicional de la ILC está determinada como se indica en la Figura 25.

**Figura 25.** Dependencias entre los segmentos de proceso

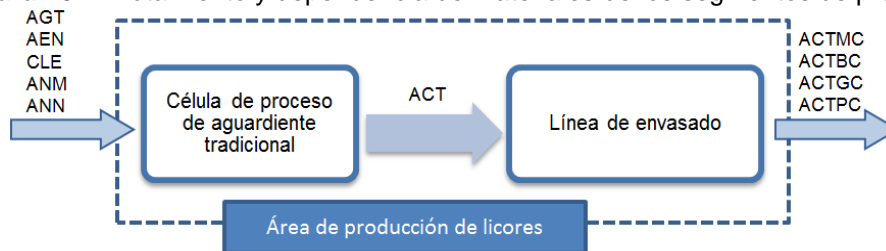


**Fuente:** propia, junio de 2011

**Enrutamiento y dependencias de materiales.** La dependencia y el enrutamiento de los materiales involucrados en el proceso de producción son producto de la dependencia de los segmentos de proceso. La Figura 26 muestra las dependencias de material identificadas.



**Figura 26.** Enrutamiento y dependencia de materiales de los segmentos de proceso



**Fuente:** propia, junio de 2011

Los segmentos procesan y producen diferentes materiales tal y como indica se especifica en la Figura 27.

**Figura 27.** Materiales procesados y producidos en los segmentos de proceso

#### **Célula de proceso de aguardiente tradicional**

- Procesa: Agua tratada (AGT), Alcohol extraneutro (AEN), Clear (CLE), Anís murcía (ANM), Anís natura (ANN)
- Produce: Aguardiente tradicional (ACT)

#### **Línea de envasado de aguardiente tradicional**

- Envasa y encartonada: Aguardiente tradicional (ACT)
- Produce: Aguardiente tradicional envasado en media botella y encartonado (ACTMC), Aguardiente tradicional envasado en botella y encartonado (ACTBC), Aguardiente tradicional envasado en garrafa y encartonado (ACTGC) y Aguardiente tradicional envasado en PET y encartonado.

**Fuente:** propia, junio de 2011

**Especificación de recursos dentro de cada segmento de proceso.** La especificación de recursos dentro de cada segmento incluye la especificación de segmentos de material, especificación de segmentos de equipo y especificación de segmentos de personal.

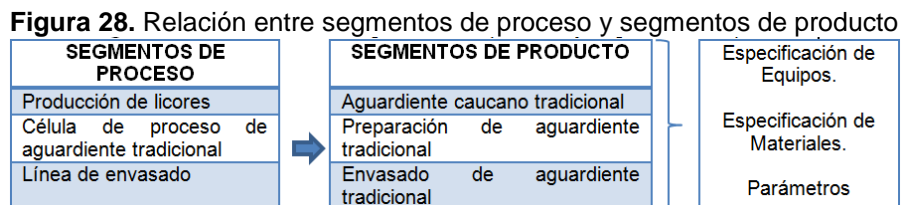
**Especificación de los segmentos de material.** Se identifican los recursos que se necesitan para la operación de los segmentos de proceso, sin hacer distinciones de acuerdo con la presentación del licor. La especificación de segmentos de material se presenta en el anexo D ítem 4.1.

**Especificación de los segmentos de equipo.** La especificación de equipos se realizó mediante el identificador del equipo, pues los objetivos del presente proyecto, requieren realizar una conexión a la realidad del proceso productivo. Los segmentos de equipo para cada segmento de proceso se detallan en el anexo D ítem 4.2

**Especificación de los segmentos de personal.** Los segmentos de personal para cada segmento de proceso se detallan en el anexo D ítem 4.3

**3.4.6.3 Modelado de segmentos de producto de elaboración de aguardiente tradicional de la ILC.** Para el desarrollo de este modelo se identifican los segmentos de producto, se establecen las dependencias existentes entre los segmentos de producto, se especifica el enrutamiento y dependencia de materiales así como el equipo, material y personal para cada uno de los segmentos de producto.

**Identificación de los segmentos de producto.** Un segmento de producto mapea un segmento de proceso, por tanto los mismos segmentos de proceso son tenidos en cuenta como segmentos de producto. En este caso se tiene un segmento de producto global denominado aguardiente caucano tradicional que hace referencia al segmento de proceso producción de licores, un segmento de producto llamado preparación de aguardiente tradicional el cual hace referencia al segmento célula de proceso de aguardiente tradicional y finalmente el segmento de producto envasado de aguardiente tradicional el cual hace referencia al segmento de proceso línea de envasado (Ver Figura 28).



Fuente: propia, abril de 2012

Se detallan las tres presentaciones de producto en la Tabla 29.

**Tabla 29.** Segmentos de producto para la elaboración de las tres presentaciones de aguardiente tradicional

SEGMENTOS DE PROCESO	SEGMENTOS DE PRODUCTO		
	Media botella	Botella	Garrafa
Producción de licores	P_MBOT	P_BOT	P_GAR
Célula de proceso de aguardiente tradicional	PRE_MB	PRE_B	PRE_G
Línea de envasado	ENV_MB	ENV_B	ENV_G

Fuente: propia, abril de 2012

**Información de producto.** Especifica el producto a elaborar: el identificador de la definición de producto que se está realizando, ID de la regla de producción asociada, ID de la lista de materiales y de recursos. Además define la lista de manufactura que detallará los materiales que se utilizarán en todo el proceso (ver Tabla 30).

**Definición de los segmentos de producto.** Para la definición de los segmentos de producto se especifica los materiales y parámetros necesarios por segmento, el equipo requerido se especifica de manera general mediante la clase que lo identifica de acuerdo a las necesidades de cada segmento.

**Tabla 30.** Información de producto

INFORMACION DE PRODUCTO			
<b>Descripción</b>	Contiene la información que define la manera como se elabora el aguardiente caucano tradicional en media botella, botella y garrafa.		
DEFINICION DE PRODUCTO			
<b>Producto a elaborar</b>	<b>Aguardiente caucano tradicional en media Botella</b>	<b>Aguardiente caucano tradicional en botella</b>	<b>Aguardiente caucano tradicional en garrafa</b>
<b>ID definición de producto</b>	Media	Botella	Garrafa
<b>Descripción</b>	Definición de producto que establece la elaboración de aguardiente caucano tradicional en media botella	Definición de producto que establece la elaboración de aguardiente caucano tradicional en botella	Definición de producto que establece la elaboración de aguardiente caucano tradicional en garrafa
<b>ID regla Producción</b>	RPROD_MB	RPROD_B	RPROD_G
<b>ID lista materiales</b>	LMMB1	LMB1	LMG1
<b>ID lista recursos</b>	LRMB	LRB	LRG
<b>Lista de manufactura</b>	LMMB	LMB	LMG
<b>Segmento producto</b>	DEFINICION DE LOS SEGMENTOS DE PRODUCTO		

**Fuente:** propia, abril de 2012

La duración de cada segmento se estableció con base en la duración de los turnos que se llevan a cabo en la empresa (7 horas) y en la cantidad de producto a elaborar. En cuanto a las especificaciones de material, los materiales utilizados son los mismos especificados para cada segmento de proceso solo que de acuerdo a la presentación el tipo de envase, etiqueta y tapa puede variar. Finalmente los equipos y el personal de cada segmento de producto se especificaron mediante su clase.

**Especificación de los segmentos de producto que instancian el segmento de proceso producción de licores.** Describe todos los recursos utilizados dentro del área de producción de licores para la elaboración de aguardiente caucano tradicional en sus diferentes presentaciones. Se tienen tres segmentos de producto que instancian al segmento de proceso que representa el área de producción de licores (P\_MBOT, P\_BOT y P\_GAR).

**Tabla 31.** Especificación de segmentos de producto que instancian el segmento área de producción de licores

SEGMENTOS DE PRODUCTO			
<b>Producto</b>	<b>Aguardiente caucano tradicional en media Botella</b>	<b>Aguardiente caucano tradicional en botella</b>	<b>Aguardiente caucano tradicional en garrafa</b>
<b>ID seg. producto</b>	P_MBOT	P_BOT	P_GAR
<b>Descripción</b>	Segmento de producto que define los requerimientos del área de producción de licores para la elaboración de aguardiente tradicional en presentación media botella	Segmento de producto que define los requerimientos del área de producción de licores para la elaboración de aguardiente tradicional en presentación botella	Segmento de producto que define los requerimientos del área de producción de licores para la elaboración de aguardiente tradicional en presentación garrafa.
<b>Duración</b>	14 horas	14 horas	14 horas
<b>ID seg. Proceso</b>	SP_APL	SP_APL	SP_APL

**Fuente:** propia, abril de 2012

Los diferentes segmentos de producto tienen un parámetro denominado presentación, el cual indica de manera general al área de producción de licores la presentación en la que se requiere envasar el aguardiente caucano tradicional (ver Tabla 32).

**Tabla 32.** Parámetros de producción de los segmentos de producto que instancian el segmento de proceso área de producción de licores.

PARÁMETROS DE SEGMENTOS DE PRODUCTO			
Producto	Aguardiente caucano tradicional en media Botella	Aguardiente caucano tradicional en botella	Aguardiente caucano tradicional en garrafa
ID	Presentación	Presentación	Presentación
Descripción	Presentación en la que se quiere envasar el aguardiente caucano tradicional	Presentación en la que se quiere envasar el aguardiente caucano tradicional	Presentación en la que se quiere envasar el aguardiente caucano tradicional
Valor	Media botella	Botella	Garrafa

Fuente: propia, abril de 2012

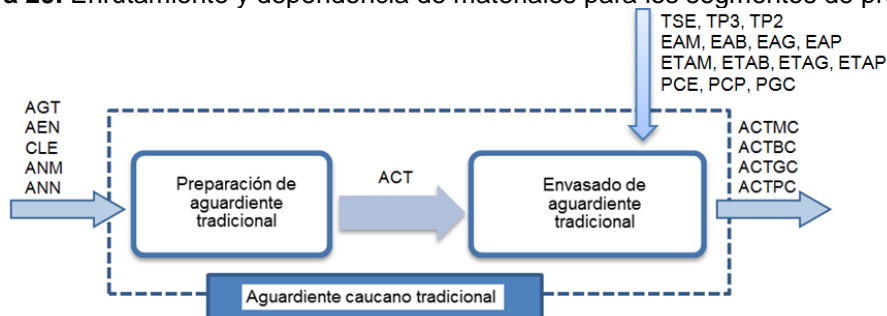
La especificación de los segmentos de producto preparación que conforman el segmento de célula de proceso de aguardiente tradicional y el segmento de línea de envasado se realiza en el anexo D (ver ítem 5.1 y 5.2)

**Dependencia entre los segmentos de producto.** A continuación se especifica la dependencia entre los segmentos de producto.

- **Preparación de aguardiente tradicional:** inicio
- **Envasado de aguardiente tradicional:** solo puede iniciar después de terminar el segmento de preparación de aguardiente tradicional

**Enrutamiento y Dependencia de Materiales.** Los materiales participan en el proceso productivo teniendo en cuenta la dependencia establecida entre cada uno de los segmentos de producto identificados (ver Figura 29). El tipo de envase, etiqueta y tapa en el segmento de producto envasado de aguardiente tradicional está determinado por el tipo de presentación a elaborar.

**Figura 29.** Enrutamiento y dependencia de materiales para los segmentos de producto



Fuente: propia, abril de 2012

**Especificación de equipo, material y personal para cada uno de los segmentos de producto.** Se especifican los materiales, equipos y personal para los segmentos de producto que instancian el segmento de proceso área de producción de licores en el anexo D (ítem 5.3).

**3.4.7 Modelado de las solicitudes de producción para el proceso de elaboración de aguardiente tradicional de la ILC (modelo de programa de producción).** Se define el programa de producción, posteriormente se define la solicitud de producción y finalmente se especifica el requerimiento de segmento. El documento del programa de producción solo contendrá una solicitud de producción haciendo referencia a la ejecución de una sola orden de producción. Se pueden generar tres tipos de programa de producción para solicitar la ejecución de las cantidades de producto más comunes: una orden de 1000 cajas de media botella de aguardiente caucano tradicional, una orden de 1100 cajas de botella de aguardiente caucano tradicional y una orden de 1100 cajas de garrafa de aguardiente caucano tradicional.

**Definición del programa de producción.** La identificación de cada programa de producción y de las solicitudes de producción es realizada por el sistema de negocios a medida que estos son generados; sin embargo los ID serán supuestos. Los tiempos que se muestran son ejemplos ideales. Las tablas especifican información de cada una de las presentaciones de aguardiente caucano tradicional (media botella, botella y garrafa), lo que quiere decir que el programa de producción puede contener una solicitud para producir cualquiera de los tres productos. En la Tabla 33 se muestra el inicio del documento de programa de producción con sus atributos.

**Tabla 33.** Atributos del inicio del documento de programa de producción

Programa De Producción			
Producto solicitado	Media Botella de aguardiente tradicional	Botella de aguardiente tradicional	Garrafa de aguardiente tradicional
ID	SPRO1	SPRO2	SPRO3
<b>Descripción</b>	Este documento contiene la información del programa de producción establecido tanto para la célula de proceso de aguardiente tradicional como para la línea de envasado de aguardiente tradicional, donde se indican los tipos de producto y cantidad que se deben elaborar en las fechas especificadas	Este documento contiene la información del programa de producción establecido tanto para la célula de proceso de aguardiente tradicional como para la línea de envasado de aguardiente tradicional, donde se indican los tipos de producto y cantidad que se deben elaborar en las fechas especificadas	Este documento contiene la información del programa de producción establecido tanto para la célula de proceso de aguardiente tradicional como para la línea de envasado de aguardiente tradicional, donde se indican los tipos de producto y cantidad que se deben elaborar en las fechas especificadas
<b>Localización</b>	La información del documento va hacia la célula de proceso de aguardiente tradicional y hacia la línea de envasado de aguardiente tradicional, las cuales	La información del documento va hacia la célula de proceso de aguardiente tradicional y hacia la línea de envasado de aguardiente tradicional, las cuales están dentro del	La información del documento va hacia la célula de proceso de aguardiente tradicional y hacia la línea de envasado de aguardiente tradicional, las cuales están dentro del

	están dentro del área de producción de aguardiente tradicional.	área de producción de aguardiente tradicional	área de producción de aguardiente tradicional
<b>Tiempo iniciación</b>	2011-11-25T06:00:00	2011-20-25T06:00:00	2011-24-25T06:00:00
<b>Tiempo finalización</b>	2011-11-25T19:00:00	2011-20-25T19:00:00	2011-24-25T19:00:00
<b>Campo para la Especificación de Solicitudes de producción</b>			

Fuente: propia, abril de 2012

**Definición de la solicitud de producción.** Una solicitud de producción establece dentro del plan de producción una orden de producción que indica al nivel de manufactura que se debe elaborar una cantidad de producto determinada dentro de un lapso de tiempo específico. Se establece una solicitud para la célula de proceso de aguardiente tradicional y otra para la línea de envasado de aguardiente tradicional (ver anexo D ítem 6.1).

**Especificación de requerimientos de segmento.** Se especifican los requerimientos para los segmentos de producto preparación de aguardiente tradicional (mapea el segmento de proceso célula de proceso) y envasado de aguardiente tradicional (mapea el segmento de proceso línea de envasado) en el anexo D ítem 6.2.

**3.4.8 Modelado de las respuestas de producción para el proceso de elaboración de aguardiente tradicional de la ILC (modelo de desempeño de producción).** El objetivo del modelo de desempeño de la producción es facilitar el intercambio de la información correspondiente a la respuesta que se da desde el nivel de manufactura hacia el nivel de gestión durante o al finalizar la producción. Dicha respuesta, contiene información sobre el estado del proceso productivo, los equipos y materiales usados, el personal que participó en el proceso de producción, productos y cantidades de producto elaboradas.

**Desarrollo del modelo del desempeño de la producción.** Para reportar la información del desempeño de la producción en el aplicativo, se visualizará una respuesta de producción, por cada una de las solicitudes de producción de aguardiente tradicional.

Para el desarrollo del modelo, se llevarán a cabo los siguientes pasos: definir el desempeño de los datos del desempeño de la producción, definir la respuesta de producción y finalmente definir la respuesta de segmento.

**Definición del desempeño de producción.** Contiene toda la información sobre el desempeño de la producción. Contiene el identificador del programa de producción, al cual está asociada la información de desempeño de producción que se está enviando a nivel de gestión. Presenta información sobre la procedencia de la información del desempeño de la producción y sobre los tiempos de inicio y finalización completa de la ejecución del programa de producción. Los atributos del desempeño de producción y sus componentes pueden verse en el anexo D ítem 7.1.

**Respuesta de producción.** Es la respuesta a una solicitud de producción enviada en el programa de producción. Contiene información que incluye un identificador de la respuesta de producción, un identificador de la solicitud de producción a la cual se responde, un identificador de la regla de producción empleada para cumplir con la solicitud de producción. La respuesta de producción, contiene también información sobre los tiempos de inicio y de finalización y sobre la respuesta de segmento. Los atributos de la respuesta de producción y sus componentes puede verse en el anexo D, ítem 7.2.

**Respuesta de segmento.** Se encuentra dentro de la respuesta de producción y constituye una respuesta a la solicitud de segmento que viene en el programa de producción. Contiene información específica sobre los recursos reales que se emplearon durante o al culminar la ejecución de la producción.

Para el caso de estudio, la respuesta de segmento se enfoca en un solo producto. Esta respuesta contendrá las especificaciones de cada uno de los dos segmentos que están involucrados en el proceso de producción. La Tabla 34, muestra las necesidades de información de nivel de empresa de cada uno de los segmentos de proceso.

**Tabla 34.** Especificación de las necesidades de información del nivel empresa

Información Segmentos	Equipo Real	Material producido Real	Material Consumido Real	Personal Involucrado	Estado del Segmento
Preparación	X	X	X	X	X
Línea de envasado	X	X	X	X	X

Fuente: propia, junio de 2011

**Especificación de las respuestas de segmento.** En la Tabla 35, se muestra la respuesta de segmento para el área de producción de licores, las respuestas de los segmentos célula de aguardiente tradicional y línea de envasado de aguardiente tradicional se encuentran en el anexo D, ítem 7.3. Estas respuestas se realizan con base en la especificación de las necesidades de información del nivel empresa mostradas en la Tabla 34.

**Tabla 35.** Respuesta de segmento área de producción

Aguardiente tradicional	
ID segmento de Proceso	SP_APL
Descripción	Informe sobre los recursos que realmente se utilizaron en el área de producción de licores
Tiempo de Inicio Real	
Tiempo de Finalización Real	
Descripción	Informe sobre los recursos que realmente se utilizaron en el área de producción de licores para la elaboración de una orden de producción de aguardiente tradicional
Equipo Real	
Material Producido Real	
Material Consumido real	
Estado del Segmento	

Fuente: propia, junio de 2011



**Equipo real.** El nivel de negocios y el nivel de manufactura deben efectuar un consenso para determinar qué información es relevante y debe ser intercambiada entre ellos. Para el caso de la ILC, el nivel de negocios no requiere conocer información demasiado específica a nivel de equipos, por tanto, se ha detallado la información de desempeño de la producción a nivel de los dos segmentos de proceso. El anexo D ítem 7.4 muestra la especificación de equipo real para los segmentos de área de producción de licores, célula de aguardiente tradicional y línea de envasado.

**Material producido real.** La ILC define en la programación de la producción la presentación y cantidad de unidades de aguardiente caucano. En muchas ocasiones, tal cantidad se altera por circunstancias del proceso productivo, por ello, se hace necesario llevar un registro de la producción real al finalizar el proceso productivo. En el anexo D, ítem 7.5, se especifican los atributos del material real producido para cada uno de los segmentos del proceso productivo de aguardiente tradicional.

**Material consumido real.** Las cantidades de material real consumidas varían de acuerdo con el tamaño del lote. En el anexo D, ítem 7.6, se especifican los atributos del material real consumido para cada uno de los segmentos del proceso.

**Personal actual.** El personal involucrado debería ser el mismo en cuanto a cantidad, lo que puede variar son las personas en sí que ejecutaron el proceso productivo. En el anexo D, ítem 7.7, se especifican los atributos del personal real involucrado para cada uno de los segmentos del proceso.

**Estado del Segmento.** La información contenida en esta parte indicará el estado del segmento, si está en ejecución, si ha finalizado, si está en ejecución o si está en fallo.

### 3.5 DEFINICIÓN DEL APLICATIVO SOFTWARE

**3.5.1 Relación entre modelo de costos y modelado del negocio.** Con el modelado ISA 95, se obtienen una serie de modelos (modelo de segmento del proceso, modelo desempeño de la producción, modelo de materiales, modelo de personal y modelo de equipo) que permitirán calcular los costos reales de producción en tiempo de ejecución. La Tabla 36, aclara la forma en que se obtienen a partir de los modelos ISA 95 los elementos del costo de cada proceso para una orden de fabricación.

**Tabla 36.** Elementos del costo y modelos ISA 95

<b>COSTO PROCESO</b>	Materiales directos	Modelo de materiales ISA 95
		Modelo de desempeño de la producción ISA 95
	Mano de obra directa	Modelo de personal ISA 95
		Modelo de desempeño de la producción ISA 95
	Costos indirectos de fabricación	Modelo de equipos ISA 95
		Modelo de desempeño de la producción ISA 95
Proyecciones de costos		

**Fuente:** propia, agosto de 2011



El modelo de materiales ISA 95 define todos materiales involucrados en el proceso productivo, tanto para preparación como para envasado. El modelo de desempeño de producción en su respuesta de segmento de proceso suministra la información sobre materiales reales consumidos y producidos en cada uno de los segmentos de proceso (preparación y envasado). La información de materiales reales consumidos permite calcular los costos reales de los materiales directos de cada segmento de proceso en tiempo de ejecución.

El modelo de personal ISA 95, define todo el personal involucrado en el proceso productivo, tanto en preparación como en envasado, mientras el modelo de desempeño de producción en su respuesta de segmento de proceso brinda la información correspondiente al personal real involucrado en cada segmento de proceso: preparación y envasado. Con la información de personal real involucrado, se puede calcular el costo real en tiempo de ejecución de la mano de obra directa de cada segmento de producción.

Los costos indirectos de fabricación incluyen diferentes conceptos, entre ellos consumo de energía, agua, entre otros. El modelo de equipos ISA, define los equipos involucrados en el proceso productivo mientras el modelo de desempeño de la producción informa del equipo real empleado en cada segmento de proceso para la elaboración de un lote de producción. Con la información del equipo real empleado en cada segmento de proceso, se calculan en tiempo de ejecución los costos reales correspondientes a consumo de energía y agua de los equipos. Los otros conceptos correspondientes a costos indirectos de fabricación se calculan con proyecciones, tal como se especifica en el anexo B.

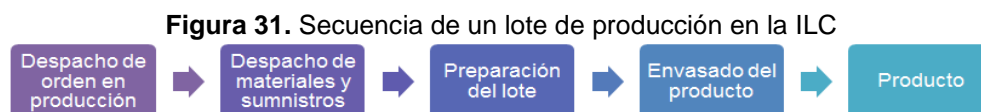
**3.5.2 Definición de funcionamiento del aplicativo software.** Dentro de la ILC, se tienen tres divisiones directamente involucradas con el costo del producto: división de producción, suministros y materiales y contabilidad y costos, como lo indica la Figura 30.

**Figura 30.** Divisiones de la ILC involucradas con el costo del producto



Fuente: propia, agosto de 2011

En la división de producción, se tiene una programación de la producción con órdenes de fabricación específicas que deben ser ejecutadas. Una vez empieza la ejecución de determinado lote de producción sigue el proceso mostrado en la Figura 31.



**Fuente:** propia, agosto de 2011

Partiendo de la secuencia de ejecución de una orden de producción, el aplicativo almacena en primer lugar todas las órdenes de producción definidas de acuerdo con la programación mensual, brindando al jefe de producción la facilidad de seleccionar el lote de producción que se debe ejecutar en determinado momento.

Una vez se ha seleccionado y confirmado el lote de fabricación por ejecutar desde producción, el aplicativo permite al encargado de la sección de materiales y suministros confirmar la cantidad real de cada uno de los materiales despachados para la ejecución de la orden de producción, es decir, se implementa el formato de requisición de materiales especificado en la Tabla 10. En este momento, se almacena la fecha y se confirma el despacho de materiales de la orden de producción.

Se inicia el proceso de preparación, donde el operario encargado selecciona la orden de preparación que se ejecutará. Esto, con el fin de calcular la mano de obra directa involucrada en el proceso, el operario de preparación selecciona a partir del modelo de personal ISA 95, las personas que van a participar del proceso y una vez ha finalizado la preparación, del lote a través del modelo de desempeño de la producción se obtiene la información del personal real involucrado. Con los datos de cantidad real de personas y de horas trabajadas se calcula el costo de mano de obra directa de preparación.

Los materiales directos involucrados en el proceso de preparación, se han definido según el modelo de materiales de ISA 95 y se ha especificado la cantidad de material que teóricamente debe utilizarse para la fabricación del lote. Una vez ha finalizado la preparación del lote el operario debe suministrar la información correspondiente a la cantidad real de materiales consumidos y producidos, concentración alcohólica, color y olor del licor preparado. Con esta información, es posible obtener la desviación de costos correspondiente a la variación entre la cantidad de materiales que teóricamente debieron gastarse y los que realmente se emplearon. Si el proceso de preparación estuviese automatizado la información de materiales reales producidos y elaborados podría obtenerse desde el sistema de supervisión y control, pero como no hay automatización del proceso se hace necesario que el operario digite tal información.

Los costos indirectos de fabricación de preparación se obtienen calculando el consumo de energía, agua a partir de la información del equipo real usado en el proceso obtenida a través del modelo de desempeño de la producción ISA 95. Para ello, se requiere que el operario de preparación digite la información de equipo real empleado. Los otros costos indirectos son calculados mediante proyecciones.

Si alguna máquina entra en fallo, debe contabilizarse los tres elementos del costo asociados al fallo o paro de la máquina. Por ello, se hace necesario que el operario de preparación pueda seleccionar los equipos que están en fallo a partir del modelo de equipos ISA 95, y registrar el período de fallo del equipo. De esta forma, se cuenta con la información necesaria para calcular el costo asociado al fallo.

Cuando inicia el proceso de envasado el operario encargado, selecciona la orden de envasado que se ejecutará y suministra la información del personal que participará en él. El costo de mano de obra se obtiene de la misma forma que en preparación. Por su parte, el cálculo de materiales directos se realiza de la misma forma que en preparación con la diferencia que la información de los materiales reales consumidos y producidos en este segmento de proceso se obtiene directamente desde el sistema de control y supervisión. Los costos indirectos se calculan de la misma forma que en preparación, con la diferencia que la información de equipo real del modelo de desempeño de la producción ISA 95 usado en el proceso proviene del sistema de supervisión y control. Los otros costos indirectos son calculados mediante proyecciones (ver anexo B).

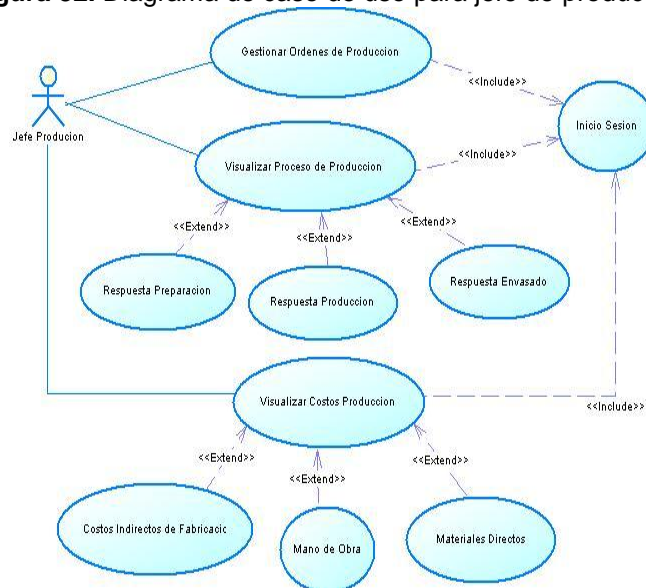
Una vez han finalizado los procesos de preparación y envasado de una orden de producto y se ha obtenido el costo individual, se suman obteniendo los costos de la producción total. Esta información de costos puede visualizarse desde contabilidad.

**3.5.3 Modelado UML.** Con el fin de brindar una visión más clara del aplicativo software que permitirá calcular la desviación entre costos de producción predeterminados y reales en tiempo de ejecución en la ILC, se realiza el modelado del aplicativo mediante el lenguaje unificado de modelado UML.

**Modelado de casos de uso.** Se modelan los requisitos del sistema desde la perspectiva del usuario mediante diagramas de casos de uso. Dentro de los diagramas de casos de uso se tienen actores, casos de uso y asociaciones. Los actores representan un usuario del sistema y se grafican mediante una silueta humana, los casos de uso son tareas que deben llevarse a cabo con el apoyo del sistema que se está desarrollando y se representan mediante un óvalo mientras las asociaciones representan interacción de un actor con el sistema para llevar a cabo el caso de uso y se representan mediante una línea recta. Para el caso del aplicativo software objeto de este trabajo se tienen cinco actores para cada uno de los cuales, se especifica un diagrama de caso de uso (el diagrama de caso de uso para el jefe de producción se presenta a continuación y los demás casos de uso se presentan en el anexo E ítem 4).

El jefe de producción es un usuario del sistema que una vez iniciada su sesión puede crear, modificar y eliminar una orden de producción, visualizar el estado el proceso de producción mediante las respuestas de producción de los segmentos de preparación y envasado y de igual forma, visualizar los costos de la orden lote de producción haciendo distinción entre mano de obra, materiales directos y costos indirectos de fabricación. El diagrama de casos de uso para el actor jefe de producción se presenta en la Figura 32.

**Figura 32.** Diagrama de caso de uso para jefe de producción



**Fuente:** propia, agosto de 2011

**Diagrama de secuencia.** Un diagrama de secuencia muestra la forma en que los objetos se comunican entre sí al transcurrir el tiempo. En el anexo E ítem 5 se muestra el diagrama de secuencia general y los diagramas de secuencia para orden de producción, orden de envasado, orden de preparación, requisición de materiales y contador.

**Diagrama de componentes.** Un diagrama de componentes muestra los elementos de diseño de un sistema de software. Permite visualizar con mayor facilidad la estructura general del sistema y el comportamiento del servicio que estos componentes proporcionan y utilizan a través de las interfaces. El diagrama de componentes se muestran en el anexo E ítem 6.

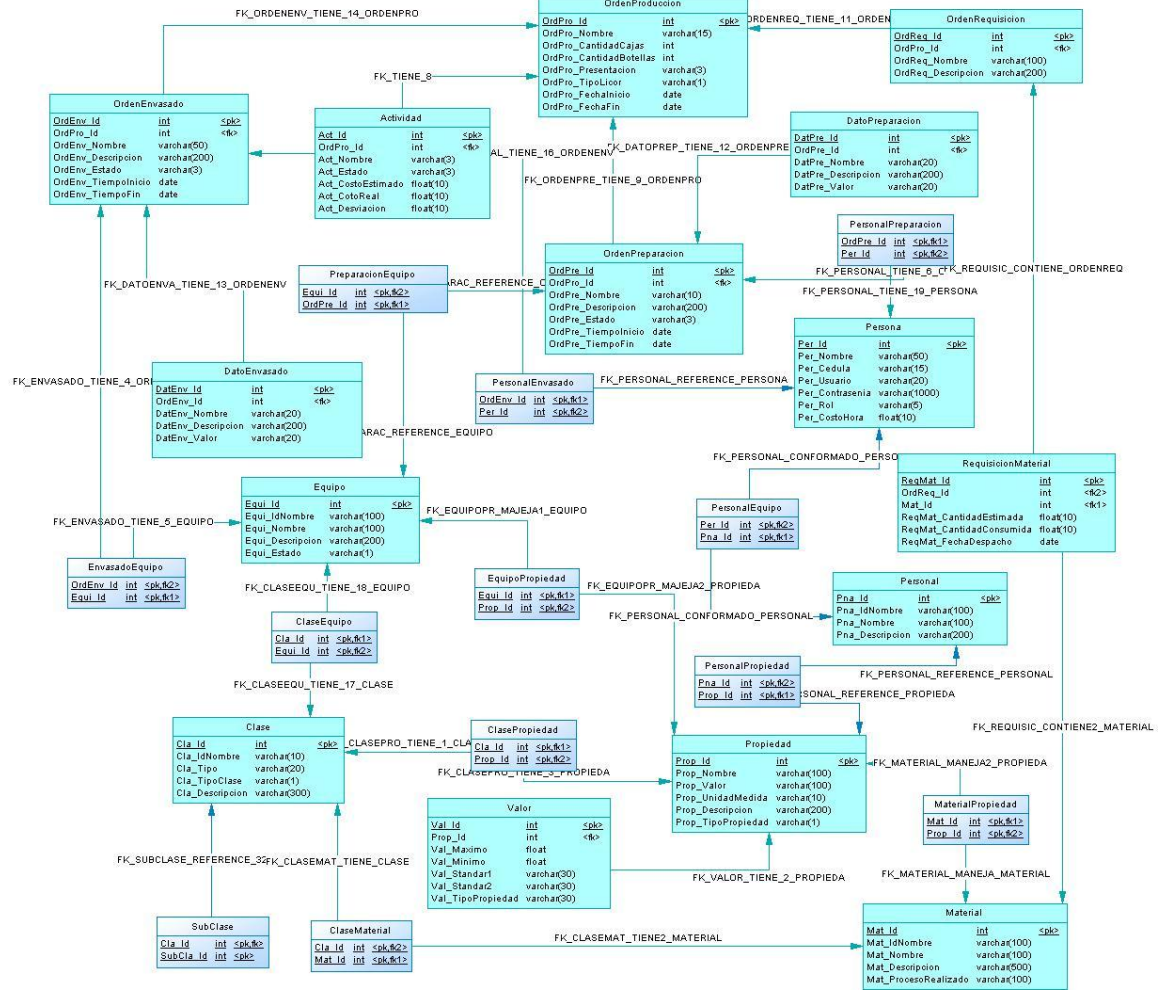
### 3.6 DEFINICIÓN DE ARQUITECTURA DE DATOS, DE APLICACIÓN Y DE TECNOLOGÍA.

**3.6.1 Definición de arquitectura de datos.** Se definen las clases de datos que se deben implementar en el aplicativo software, la estructura, las relaciones de generalización, asociación y agregación para las clases identificadas. Se definió la arquitectura de datos del aplicativo software mediante un modelo entidad-relación.

El modelo entidad-relación, representa el sistema real a través de entidades, que son objetos tangibles o intangibles que existen de forma abstracta o concreta y se distinguen unos de otros por sus características particulares denominadas atributos. La asociación o vinculación entre dos o más entidades se denomina relación.



Figura 34. Modelo relacional



Fuente: propia, agosto de 2011

### 3.6.2 Definición de arquitectura de aplicación.

La definición de la arquitectura está sujeta a los requerimientos de la ILC:

- Información debe estar siempre actualizada, pues el aplicativo gestionará costos de producción en tiempo de ejecución.
- La aplicación debe ser fácil de usar, pues el personal de la ILC que interactuará con el aplicativo no tiene avanzados conocimientos en computación.
- Las divisiones de producción, preparación, envasado, suministros y materiales y contabilidad puedan acceder a la aplicación. Las divisiones se encuentran físicamente distantes y tienen estaciones de trabajo que tienen acceso a internet.
- La información sea accesible desde cualquier lugar dentro de la organización e incluso desde el exterior.



A través de estas necesidades las aplicaciones tradicionales de escritorio quedan descartadas, inclinándose hacia las aplicaciones web, que por su idiosincrasia, cumplen a la perfección con las necesidades mencionadas anteriormente. Las aplicaciones web se han convertido en complejos sistemas con interfaces de usuario muy completas que suple todas las características de las aplicaciones de escritorio, dando servicio a procesos de negocio de considerable envergadura y estableciéndose sobre ellas requisitos estrictos de accesibilidad y respuesta [33].

Se decidió que la arquitectura de una aplicación web podía suplir los requerimientos planteados para el aplicativo software objeto del proyecto. Una aplicación web es un programa diseñado para funcionar a través de un navegador de internet, es decir, es una aplicación que se ejecuta online, sin necesidad de instalar ningún software en el ordenador. Entre las ventajas de una aplicación web se destacan la compatibilidad multiplataforma (puede utilizarse con compatibilidad total en dispositivos con distintos sistemas operativos), acceso remoto (se puede acceder a la aplicación desde cualquier dispositivo con acceso a internet, sin necesidad de instalar ningún software en el ordenador), inmediatez de acceso (no necesita ser descargada, instalada y configurada).

Al acceder a una cuenta online está lista para trabajar sin importar configuración o hardware), actualización (está siempre actualizada sin necesidad que el usuario tome acciones pro-activas) y múltiples usuarios concurrentes (puede ser utilizada por múltiples usuarios al mismo tiempo), entre otras n[34].

Existen diferentes arquitecturas de aplicaciones web tales como: arquitectura de tres capas, arquitectura de dos capas, arquitectura tres más uno, arquitectura multinivel, entre otras. Para el trabajo se usó la arquitectura tres más uno, pues esta permitía desarrollar una aplicación lo suficientemente robusta en cuanto a seguridad, funcionalidad<sup>4</sup>, usabilidad<sup>5</sup>, eficiencia<sup>6</sup> y mantenibilidad<sup>7</sup>, logrando así una aplicación de calidad.

La arquitectura tres más uno fue escogida porque permite llevar a cabo el desarrollo en varios niveles y al mismo tiempo realizar desarrollos en paralelo en cada una de las capas del sistema, logrando de esta forma construir una aplicación más robusta debido al encapsulamiento de los objetos. Por otro lado también permite sobrellevar con mayor facilidad futuros cambios en la aplicación ya que solo se ataca el nivel requerido sin necesidad de tener que revisar un código mezclado, proporcionando de esta manera la posibilidad de hacer un mantenimiento y soporte más sencillo que al trabajar una arquitectura de menores capas [35].

---

<sup>4</sup>**Funcionalidad:** Es la capacidad de un producto software de satisfacer los requisitos funcionales prescriptos y las necesidades implícitas de los usuarios.

<sup>5</sup> **Usabilidad:** Es la capacidad de un producto software de ser comprendido, aprendido, usado, atractivo y conforme con las reglamentaciones y guías de usabilidad.

<sup>6</sup> **Eficiencia:** Es la capacidad de un producto software de proporcionar un rendimiento apropiado, de acuerdo a la cantidad de recursos usados bajo condiciones establecidas.

<sup>7</sup>**Mantenibilidad:** Capacidad de un producto software para ser modificado. Las modificaciones pueden incluir correcciones, mejoras o adaptación del software a cambios en el entorno, en los requisitos o en las especificaciones funcionales.

Una arquitectura tres más uno está constituida por tres capas (ver Figura 35):

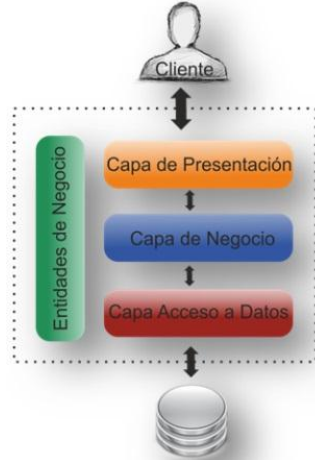
**Capa de Presentación.** Capa que ve el usuario (También es conocida como interfaz gráfica), presenta el sistema al usuario, le comunica la información y captura la información del usuario en un mínimo de proceso.

**Capa de negocio.** En esta capa se establecen todas las reglas que deben cumplirse. Esta capa se comunica con la capa de presentación, para recibir las solicitudes y presentar los resultados, y con la capa de datos, para solicitar al gestor de base de datos almacenar o recuperar datos de él.

**Capa de datos.** Es la encargada de acceder a los datos. Está formada por un gestor de bases de datos (en el caso de la aplicación específica MySQL 5.0) que realiza todo el almacenamiento de datos, recibe solicitudes de almacenamiento o recuperación de información desde la capa de negocio.

**Entidades del Negocio.** Capa transversal a las tres capas ya mencionadas en la que se mapea la base de datos del sistema [36].

**Figura 35.** Arquitectura tres más uno.



**Fuente:** Microsoft Corporation. Application Architecture for .NET: Designing Applications and Services. 2002 [36], septiembre de 2011

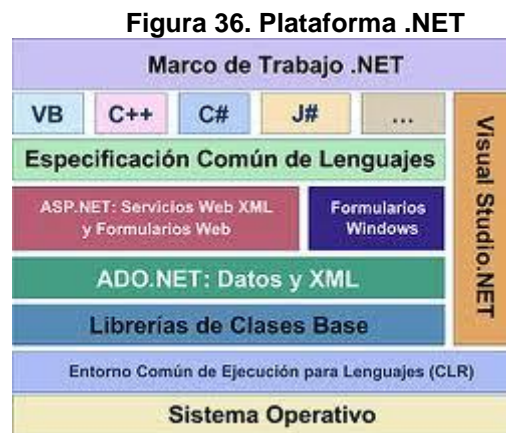
### 3.6.3 Definición de arquitectura de tecnología

**3.6.3.1 Software requerido para la aplicación.** Para desarrollar la aplicación se hace necesario definir un framework, un motor de bases de datos y un entorno de desarrollo integrado.



Un framework es una estructura conceptual y tecnológica de soporte definido, normalmente con artefactos o módulos de software concretos, con base en la cual, otro proyecto de software puede ser más fácilmente organizado y desarrollado. Los frameworks evitan los detalles de bajo nivel, permitiendo concentrar más esfuerzo y tiempo en identificar los requerimientos de software. El framework usado para el desarrollo de la aplicación web objeto de éste proyecto fue ASP.NET 4.0

ASP.NET es el nombre con el que se conoce la parte de la plataforma .NET que permite el desarrollo y ejecución tanto de aplicaciones web como de servicios web. Como lo muestra la Figura 36, en la plataforma .NET los formularios ASP.NET y los formularios Windows son las dos alternativas principales de las que se dispone para crear interfaces de usuario a las aplicaciones.



**Fuente:** DEWIT, Olivier. ASP.NET. Programación Web con Visual Studio y Web Matrix. Eni ediciones [37]; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, septiembre de 2011

ASP.NET se ejecuta en el servidor. En ASP.NET las aplicaciones web se desarrollan usando formularios web, que están diseñados para hacer la programación web tan sencilla como la programación en visual basic (.NET) [37].

Un entorno de desarrollo integrado (IDE) es un entorno de programación empaquetado como un programa de aplicación, es un editor de código, compilador, depurador y constructos de interfaz gráfica (GUI). Los IDE proveen un marco de trabajo amigable para la mayoría de los lenguajes de programación tales como C++, Python, Java, C#, Delphi, Visual Basic, etc. Para el desarrollo de la aplicación objeto de éste proyecto se usó el entorno de desarrollo integrado Visual Studio 2010 Express Edition [37].

Visual Studio 2010 Express Edition es una herramienta gratuitas de programación en Visual Basic, C++ o C#. Permite crear aplicaciones, sitios y aplicaciones web, así como servicios web en cualquier entorno que soporte la plataforma .NET. Visual Studio 2010 es la versión más reciente de visual studio, acompañada por .NET Framework 4.0 [37].

Un motor de bases de datos es el servicio principal para almacenar, procesar y proteger datos. Proporciona acceso controlado y procesamiento de transacciones rápido apta cumplir con los requisitos de las aplicaciones consumidoras de datos. Existen diferentes motores de bases de datos, entre ellos MySQL, un poderoso sistema de la empresa Sun Microsystems que ofrece una amplia versatilidad para diferentes tipos de proyectos web, es ampliamente usado por su simplicidad y notable rendimiento.

Para desarrollar el aplicativo software en cuestión se usó MySQL como gestor de bases de datos, debido a su libre distribución en Internet bajo licencia GPL, lo cual, le otorga como beneficios adicionales alto grado de estabilidad y rápido desarrollo, su escalabilidad y flexibilidad. Es de aclarar que en el caso de la aplicación fue necesario instalar *MySQLConnector/J* un driver JDBC tipo cuatro.

**3.6.3.2 Hardware requerido para la aplicación.** Para el desarrollo de la aplicación se cuenta con un servidor de 500 Gb de disco duro, 4 GhZ de memoria RAM y con Windows XP instalado. Es de aclarar, que el hardware mínimo recomendado para el servidor es un Pentium 1 Ghz o superior con 517 MB de RAM y un espacio en disco mínimo de 850 MB; Además debe tener instalado Windows 7, Windows 7 Service Pack 1, Windows Server 2003 ServicePack 2, Windows Server 2008, Windows Server 2008 R2 SP1: Windows Vista Service Pack 1 ó Windows XP Service Pack 3.

Los equipos que servirán para los actores de materiales y suministros, jefe de producción, preparación y envasado deben tener acceso a internet y un navegador instalado.

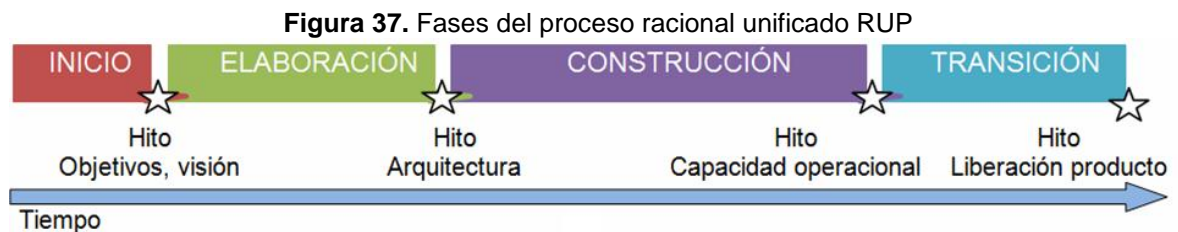
### **3.7 DEFINICIÓN DE PLAN DE IMPLEMENTACIÓN**

El plan de implementación se definió mediante la metodología proceso racional unificado "Rational Unified Process RUP". RUP es un proceso iterativo e incremental, dirigido por casos de uso y centrado en la arquitectura que proporciona un enfoque disciplinado para asignar tareas y responsabilidades dentro de una organización de desarrollo. Puede especializarse para diferentes tipos de sistemas, diferentes áreas de aplicación, diferentes tipos de organizadores y diferentes tamaños de proyectos [31].

RUP se basa en casos de uso para la implementación de sus fases y disciplinas, define la arquitectura del sistema mediante una arquitectura ejecutable construida como un prototipo evolutivo y plantea la implementación del proyecto en iteraciones. Una arquitectura ejecutable es la implementación parcial del sistema, construida para demostrar algunas funciones y propiedades. Una iteración es un miniproyecto resultante de dividir el proyecto de desarrollo software en pequeñas partes.

RUP consta de cuatro fases: inicio, elaboración, construcción y transición (ver Figura 39; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Cada fase se subdivide en iteraciones y finaliza con un hito. Un hito es un estado predefinido o logro en el proyecto [31].

**3.7.1 Fase de inicio.** Tiene por finalidad definir la visión, los objetivos y el alcance del proyecto. El equipo de desarrollo debe familiarizarse con el funcionamiento de la empresa, conocer sus procesos, entender la estructura y dinámica de la organización y comprender el problema de la organización. Además, se debe llegar a un acuerdo entre clientes y desarrolladores sobre lo que el sistema debe hacer.



**Fuente:** dibujado de TOROSI, Gustavo. El proceso unificado de desarrollo de software [36], octubre de 2011

Como productos de la fase se debe obtener:

- Una descripción de objetivos y alcance del proyecto.
- Un enunciado de los mayores requerimientos del sistema (generalmente se plantean como casos de uso).
- Un boceto de la arquitectura.
- Un plan del proyecto que muestre las fases y las iteraciones.
- Una descripción del modelo de negocio.

**3.7.2 Fase de planeación.** Tiene como principal finalidad, completar el análisis de los casos de uso y definir la arquitectura del sistema, además se obtiene una aplicación ejecutable que responde a los casos de uso que la comprometen. A pesar de que se desarrolla a profundidad una parte del sistema, las decisiones sobre la arquitectura se hacen sobre la base de la comprensión del sistema completo y los requerimientos (funcionales y no funcionales) identificados de acuerdo al alcance definido. Se planifica el proyecto considerando los recursos disponibles [39].

**3.7.3 Fase de construcción.** El producto se desarrolla a través de iteraciones, en las cuales se van incorporando sucesivamente los casos de uso. Cada iteración involucra tareas de análisis, diseño e implementación. Se refina la arquitectura definida en las fases anteriores [31].

**3.7.4 Fases de transición.** Se inicia con una versión “beta” del sistema y culmina con el sistema en fase de producción. El producto se entrega al usuario para su uso real. Los manuales de usuario se complementan y refinan [39].

#### **4. IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DEL APLICATIVO SOFTWARE QUE OBTIENE LA DESVIACIÓN ENTRE COSTOS ESTIMADOS Y COSTOS REALES DE PRODUCCIÓN EN TIEMPO DE EJECUCIÓN DE ILC.**

El plan de implementación del aplicativo se definió mediante la metodología proceso racional unificado “Rational Unified Process RUP”. Esta metodología consta de cuatro fases: fase de inicio, fase de elaboración, fase de construcción y fase de transición. En la fase de inicio se elaboró el plan de fases. En la fase de elaboración, se establece el plan de ejecución del proyecto, el plan de pruebas y un prototipo de la arquitectura del aplicativo. En la fase construcción, se desarrolla el aplicativo software. En la fase de transición se entrega el sistema al usuario, se realizan las pruebas respectivas y se elaboran los manuales de usuario.

En la ILC, el aplicativo software se entrega en una maquina virtual junto con toda la información necesaria para el manejo del mismo (jefe, de mantenimiento), no se entrega funcionando en un hosting debido a la inexistencia de este en la empresa y debido a los problemas técnicos existentes con la red de envasado, los datos de envasado no se actualizan automáticamente en la aplicación (ver anexo G). Por estas razones, no fue posible evaluar el funcionamiento del aplicativo software trabajando en línea con el software de ejecución de manufactura a medida que se ejecuta un batch del proceso productivo de la ILC, tal como estaba planteado en el objetivo específico del anteproyecto. Sin embargo, se realiza la evaluación de funcionamiento del aplicativo simulando la actualización de datos de envasado.

#### **4.1 FASE DE INICIO**

Cuando se define el plan de implementación mediante la metodología RUP en el proyecto, los desarrolladores ya se encontraban familiarizados con el funcionamiento de la empresa y existía un acuerdo entre clientes y desarrolladores sobre las funcionalidades del aplicativo software; por ello, los objetivos principales de esta fase ya se habían cumplido. Sin embargo, no se había establecido el plan de fases del proyecto.

**4.1.1 Descripción de objetivos y alcance del proyecto.** En el tercer capítulo se describe el objetivo del proyecto y su alcance, el cual fue delimitado mediante entregables (ver ítem 3.1 definición de requerimientos y delimitación del proyecto).

**4.1.2 Enunciado de los requerimientos del sistema.** Los requerimientos del sistema se describieron en el capítulo tres (ver ítem 3.1 Definición de los requerimientos y delimitación del proyecto) y se elaboraron los casos de uso correspondientes (ver ítem 3.5.3 Modelado UML),

**4.1.3 Descripción del modelo de negocio.** El modelo del negocio de la ILC se describe en el capítulo tres (ver ítem 3.2.3 descripción del modelo de negocio).

**4.1.4 Plan de fases.** En el plan de fases del proyecto se especifican los artefactos e hitos de cada una de las fases (ver Tabla 37). Un artefacto es el producto de una o de varias actividades. Un hito es un estado predefinido que se determina por la disponibilidad de un conjunto de artefactos. Cada fase debe terminar con un hito [31].

**Tabla 37.** Plan de fases del proyecto

FASE	ARTEFACTOS	HITOS
Inicio	Documento de objetivos y alcance del proyecto.	Objetivos, alcance y plan de proyecto aprobado por el cliente.
	Modelado de casos de uso.	
	Plan de fases	
Elaboración	Definición requerimientos no funcionales	Visión estable del aplicativo software.
	Descripción y prototipo de la arquitectura.	
	Plan detallado para la ejecución del proyecto	Prototipo aprobado por el cliente.
	Modelo de pruebas	
Construcción	Producto de software integrado y corriendo en la plataforma adecuada.	El producto se construye con base en tres iteraciones, cada con una versión probada con el cliente.
	Se comienza la elaboración de los manuales de usuario.	
Transición	Plan de implementación.	Producto final en funcionamiento y estable.
	Producto final estable.	
	Documentación del proyecto.	
	Manuales de usuario	

**Fuente:** propia, octubre de 2011

## 4.2 FASE DE ELABORACIÓN

En esta fase se estableció el plan detallado para la ejecución del proyecto, se definió el plan de pruebas y se realizó un prototipo de la arquitectura de la aplicación (la arquitectura de la aplicación se describe previamente en el ítem 3.6 Definición de Arquitectura de Datos, de Aplicación y de Tecnología).

**4.2.1 Plan detallado del proyecto.** Se elabora en detalle todo el plan del proyecto incluyendo usuarios, roles y responsabilidades (ver Tabla 38).

**Tabla 38.** Plan detallado de fases

FASE	HITOS	ITERACIONES	DURACION
Inicio	Plan de fases aprobado por el cliente.	1	1 semana
Elaboración	Visión estable del aplicativo software.	1	1 semana
	Plan de pruebas definido		
	Prototipo aprobado por el cliente		
Construcción	El aplicativo software se construye con base en tres iteraciones.	3	8 semanas
Transición	Producto final en funcionamiento y estable.	1	2 semanas

**Fuente:** propia, octubre de 2011

En la Tabla 39, se describe el encargado del proyecto y en la Tabla 40, los usuarios del mismo.

**Tabla 39.** Encargado del proyecto

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	RESPONSABILIDADES
Roberto Encarnación	Jefe de mantenimiento	Representa a los usuarios posibles del sistema
		Aprueba, los requerimientos y funcionalidades del sistema
		Encargado de dar mantenimiento a la base de datos.

**Fuente:** propia, octubre de 2011

**Tabla 40.** Usuarios del proyecto

NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Jefe de producción	Es el encargado de emitir, editar y eliminar las órdenes de producción. Debe visualizar y supervisar el proceso de producción.
Contador	Es el encargado de la contabilidad de los costos de producción de la empresa.
Encargado de suministros y materiales	Responsable de enviar de acuerdo a la programación de la producción, toda la materia prima y los insumos que se requieran en la división de producción
Encargado de preparación	Se encarga de preparar aguardiente y de suministrar la información de equipos, personal y materiales involucrados en la preparación de cierta cantidad de licor.
Coordinador de envasado	Supervisa el proceso de envasado y suministra la información de equipos, personal y materiales involucrados en el envasado de cierta cantidad de licor.

**Fuente:** propia, octubre de 2011

Debido a que el equipo de desarrollo está compuesto únicamente por dos personas, ellas ejercieron diferentes roles al tiempo (ver Tabla 41).

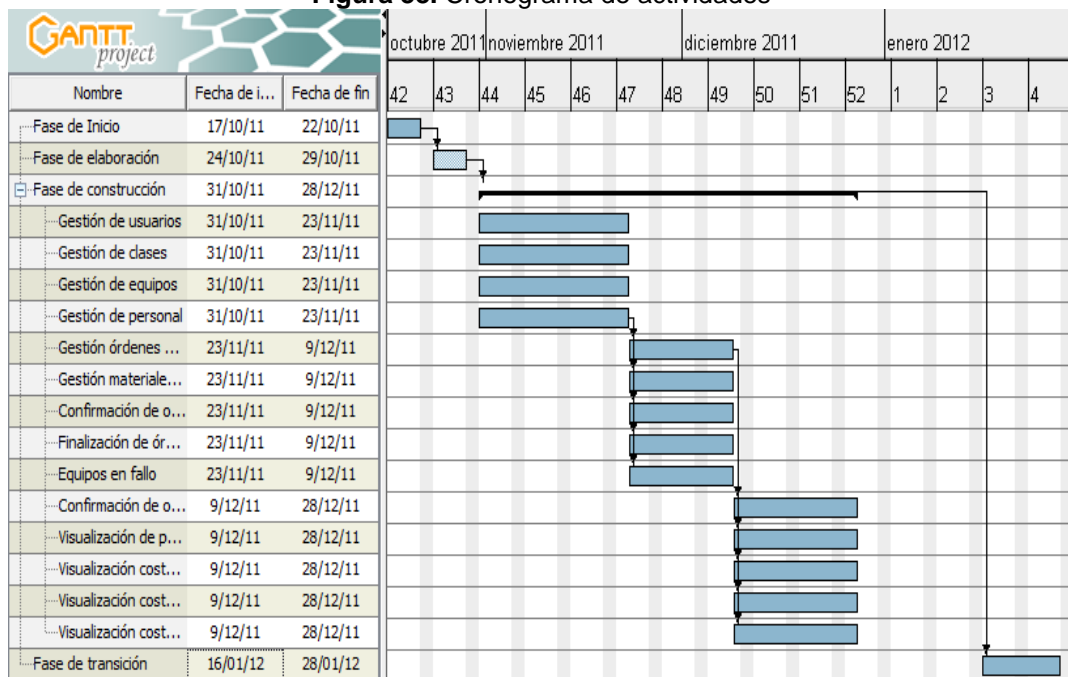
**Tabla 41.** Usuarios del proyecto

ACTORES		NOMBRE
<b>Jefe de proyecto</b>	Gestionar las prioridades, coordinar las interacciones con los clientes y usuarios, mantener al equipo del proyecto enfocado en los objetivos. Asegurar la calidad del proyecto. Supervisará el establecimiento de la arquitectura del sistema y la planificación y control del proyecto	Andrea Enríquez
<b>Analistas</b>	Especificador de casos de uso	Andrea Enríquez
	Diseño de interfaz de usuario	Nelson Dueñas
<b>Desarrolladores</b>	Diseñador de la base de datos	Nelson Dueñas
	Implementador	Andrea Enríquez
<b>Probadores</b>	Diseñador de pruebas	Nelson Dueñas
	Probador	Andrea Enríquez

**Fuente:** propia, octubre de 2011

Finalmente, en la Figura 38, se presenta el cronograma de actividades del proyecto.

**Figura 38.** Cronograma de actividades



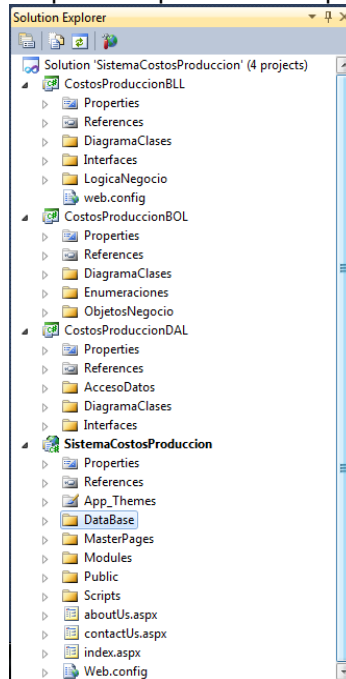
Fuente: propia, octubre de 2011

**4.2.2 Prototipo de la arquitectura de aplicación.** Se elaboró un prototipo de la arquitectura de la aplicación, especificando cada una de sus cuatro capas (ver 3.6.1 Definición de arquitectura de aplicación). Capa de acceso a datos “CostosProduccionDAL”, capa de entidades de negocio “CostosProduccionBOL”, capa de negocio “CostosProduccionBLL”, y capa de presentación “SistemaCostosProducción” (ver Figura 39).

**4.2.3 Modelo de pruebas.** El modelo de pruebas pretende evaluar el funcionamiento del aplicativo software desarrollado, cumpliendo así con el objetivo del proyecto que plantea: “evaluar el aplicativo software trabajando en línea con el software de ejecución de manufactura a medida que se ejecuta un batch del proceso productivo de la Industria Licorera del Cauca”. Es de anotar que no es posible realizar la evaluación del aplicativo trabajando en línea con el software de ejecución de manufactura de la Industria Licorera del Cauca debido a problemas técnicos existentes con la red.

Para la evaluación del aplicativo software, se definieron pruebas de caja negra y pruebas del funcionamiento general del sistema. Las pruebas de funcionamiento general se realizan una vez el aplicativo está terminado, tienen por objetivo verificar que se hayan cumplido los requerimientos especificados. Las pruebas de caja negra, tienen por objetivo comprobar que las entradas se aceptan de forma adecuada y que se producen las salidas correctas, en ellas, se identifican las clases de equivalencia y posteriormente se establecen los casos de prueba. Las clases de equivalencia son un conjunto de estados válidos y no válidos para las condiciones de entrada del programa [37].

**Figura 39.** Prototipo de arquitectura de aplicación



Fuente: propia, octubre de 2011

**1.2.3.1 Pruebas primera iteración.** Se definieron pruebas de caja negra para gestión de usuarios, clases, gestión de equipos, gestión de personal, gestión de materiales e inicio de sesión. La Tabla 42, muestra las clases de equivalencia para gestión de usuarios y los respectivos casos de prueba se detallan en la Tabla 43.

**Tabla 42.** Clases de equivalencia para gestión usuarios

c: cadena de caracteres		n: número total de la cadena de caracteres	
K : conjunto de caracteres alfanuméricos		N: conjunto de enteros positivos (naturales)	
R+: conjunto de números reales positivos			
Rol= { administrador, producción, materiales, preparación, envasado, contador }			
ASUME	ENTRADA	CLASES CORRECTAS	CLASES ERRÓNEAS
Validez de usuario	A nombre	1: { c ∈ K }	2: { n=0 }
	B identificación	3: { c ∈ N }	4.1: { c ∈ N } 4.2: { n=0 }
	C costo hora	5: { c ∈ R+ }	6: { c ∈ R+ }
	D privilegio	7: { c ∈ Rol }	8: { c ∈ Rol }
	E nombre usuario	9: { c ∈ K }	10: { n=0 }
	F contraseña	11: { c ∈ K }	12: { n=0 }

Fuente: propia, octubre de 2011

**Tabla 43.** Casos de prueba para gestión usuarios

N	CLASES	ENTRADAS	SALIDAS
1	1,3,5,7,9,11	Nombre: Jaime Humberto Mendoza Identificación: 34586953 Costo Hora: 5500 Privilegio: producción Nombre usuario: jhmendoza Contraseña: producción@	CORRECTO



2	2,4,2,6,7, 10,12	Nombre: Identificación: Costo Hora: mil Privilegio: producción Nombre usuario: Contraseña:	ERROR Se requiere nombre, Identificación, el costo por hora debe ser numérico, se requiere nombre de usuario y contraseña
---	---------------------	---	--

Fuente: propia, octubre de 2011.

Las clases de equivalencia y los casos de prueba resultantes para gestión de materiales, gestión de clases, gestión de equipos, gestión de personal e inicio de sesión se especifican en el anexo F (ítem 1.1 Pruebas de caja negra primera iteración).

**1.2.3.2 Pruebas segunda iteración.** Se definieron clases de equivalencia y casos de prueba para la funcionalidad gestionar órdenes de producción del módulo de producción, para el módulo de materiales (gestión de materiales de órdenes de producción) y para el módulo de preparación (ver anexo F ítem 1.2 Pruebas de caja negra segunda iteración).

**1.2.3.3 Pruebas tercera iteración.** Se definen las clases de equivalencia y los casos de prueba para la confirmación órdenes de envasado del módulo de envasado y para el módulo de contador (ver anexo F ítem 1.3 Pruebas de caja negra tercera iteración).

#### 4.3 FASE DE CONSTRUCCIÓN

Se desarrolló el aplicativo software basado tres iteraciones.

**4.3.1 Primera iteración.** Se implementaron las funcionalidades inicio de sesión de usuarios, gestión de clases, gestión de usuarios, gestión de equipos, gestión de materiales y gestión de personal. La Figura 40, muestra la pantalla de inicio de sesión creada para cada uno de los seis usuarios (administrador, contador, jefe de producción, encargado de preparación, coordinador de envasado y encargado de suministros y materiales) del aplicativo, cada uno de los cuales puede acceder a la aplicación mediante un nombre de usuario y una contraseña.

Figura 40. Pantalla de inicio de sesión de usuarios



Fuente: propia, noviembre de 2011

Gestionar clases implica visualizar, crear, eliminar y editar clases ya existentes. En esta parte del desarrollo, se implementaron todas las clases definidas en el diagrama de clases del modelado UML previamente realizado (ver anexo ítem 1 Diagrama de clases). La Figura 41, muestra la pantalla de creación de una clase.

**Figura 41.** Pantalla de creación de una clase

**Nueva Clase**

**Información de la Clase**

ID:

Nombre:

Tipo:

Descripción:

---

**Propiedades de la Clase**

ID:

Nombre:

Valor:

Unidad de Medida:

Descripción:

---

**Valores de la Propiedad de la Clase**

Nombre Tipo:

Valor Maximo:

Valor Minimo:

Valor Standard 1:

Valor Standard 2:

**Fuente:** propia, noviembre de 2011

La Figura 42 muestra la pantalla de visualización de una clase, la Figura 43, la lista de clases creadas y la Figura 44, la pantalla de edición de una clase.

**Figura 42.** Visualización clase esencias

ID	ESE				
Nombre	Esencias				
Descripción	Grupo de sustancias líquidas anisadas y de composición aromática empleadas para darle el sabor al aguardiente caucano.				
Propiedad	Descripción	Valor			Unidad de Medida
		Mínimo	Máximo	Standard	
Rango de temperatura tolerable	Hace referencia al rango de temperatura en que las esencias deben almacenarse para que se conserven estables.	16	25		°C
Densidad	Densidad de las esencias.	0,9347	0,9747		g/ml
		0,9642	1,0042		g/ml
Índice de refracción	Hace referencia al índice de refracción de las esencias.	1,5065	1,5145		
		1,553	1,561		
Peso bruto	Indica la cantidad de esencia contenida en cierta presentación.	4,20,50 o 100			Kg
Referencia	Es un identificador que diferencia un tipo de esencia anisada de otra.	82417A – 83310 A			
Color	Color de las esencias anisadas.	Incoloro			

**Fuente:** propia, noviembre de 2011

**Figura 43.** Lista de clases implementadas

Lista Clases						
Id	IdNombre	Tipo	TipoClase	Ver	Editar	Eliminar
1	Esencias	ESE	M	Ver	Editar	Eliminar
2	Cajas	CAJ	M	Ver	Editar	Eliminar
3	Tapas	TAP	M	Ver	Editar	Eliminar
4	Etiquetas	ETI	M	Ver	Editar	Eliminar
5	Envases	ENV	M	Ver	Editar	Eliminar
6	Pegantes	PEG	M	Ver	Editar	Eliminar
7	Licores	LCS	M	Ver	Editar	Eliminar
8	Licores envasados	LCE	M	Ver	Editar	Eliminar
9	Licores empacado	LCEE	M	Ver	Editar	Eliminar
10	Sin clase	SCLA	M	Ver	Editar	Eliminar

1 2 3 4

Fuente: propia, noviembre de 2011

**Figura 44.** Pantalla de edición de una clase

### Editar Clase

**Información Clase**

ID:

Nombre:

Tipo:

Descripción:

**Propiedades de la Clase**

Propiedades Clase:

Valores Propiedad:

**Valores de la Propiedades de la Clase**

Nombre Tipo:

Valor Máximo:

Valor Mínimo:

Valor Standard 1:

Valor Standard 2:

#### Gestión Clases

- 
- 
- 
-

Fuente: propia, noviembre de 2011

Gestionar usuarios implica crear, visualizar, eliminar y editar usuarios. Para la gestión de usuarios se implementan seis usuarios: administrador, coordinador de envasado, jefe de producción, preparador, contador y encargado de suministros y materiales. Se adicionan los operarios de envasado como usuarios del sistema. La Figura 45, muestra la pantalla de creación de un usuario y la Figura 46, pantalla de edición de un usuario.

**Figura 45. Pantalla de creación de un usuario**

**Información Usuario**

**Información Personal**

Nombre:

Numero de Cedula:

Valor Hora Trabajo:

**Información Cuenta**

Privilegio:

Login:

**Gestión Usuarios**

Inicio

Listar Usuarios

Nuevo Usuario

**Fuente:** propia, noviembre de 2011

**Figura 46. Pantalla de creación de un usuario**

**Editar Usuario**

**Información Personal**

Nombre:

Numero de Cedula:

Valor Hora Trabajo:

**Información Cuenta**

Privilegio:

Login:

Password:

**Gestión Usuarios**

Inicio

Listar Usuarios

Nuevo Usuario

**Fuente:** propia, noviembre de 2011

Se instancian los equipos requeridos para el proceso de elaboración de aguardiente tradicional en la Industria Licorera del Cauca (ver anexo D, ítem 2.2 Instanciación de equipos). Se implementa la funcionalidad creación de equipos, en la Figura 47 se muestra pantalla de visualización de algunos de los equipos creados.

**Figura 47. Pantalla de visualización equipos creados**

**Lista Equipos**

Id	IdNombre	Nombre	Estado	Ver	Editar	Eliminar
1	MTB1	Motobomba	A	Ver	Editar	Eliminar
2	CUBA	Cuba A	A	Ver	Editar	Eliminar
3	CUBB	Cuba B	A	Ver	Editar	Eliminar
4	AGRA	Agitador A	A	Ver	Editar	Eliminar
5	AGRB	Agitador B	A	Ver	Editar	Eliminar
6	FILA	Filtro A	A	Ver	Editar	Eliminar
7	FILB	Filtro B	A	Ver	Editar	Eliminar
8	MTC1	Montacargas	A	Ver	Editar	Eliminar
9	DPT1	Despaletizador	A	Ver	Editar	Eliminar
10	STR1	Sistema de transporte	A	Ver	Editar	Eliminar

1 2




**Fuente:** propia, noviembre de 2011

Para la gestión de materiales, se implementan los materiales requeridos en la elaboración de aguardiente tradicional (ver anexo D, Tabla 1. Agrupación de Definiciones de Material en Clases). En la Figura 48, se muestra la pantalla de visualización del material clear y en la Figura 49, la pantalla de visualización de algunos de los materiales definidos.

**Figura 48.** Pantalla de visualización material clear

Informacion Material					
ID	CLE				
Nombre	Clear				
Descripción	Líquido transparente viscoso, mezcla de compuestos químicos, empleado para darle brillantes a los productos líquidos.				
Propiedad	Descripción	Valor			Unidad de Medida
		Mínimo	Máximo	Standard	
Inspección organoléptica		0	0	Sin olor	
		0	0	Incoloro	
		0	0	Sin sabor	
		0	0	Líquido viscoso	
Peso molecular	No identificado por ser mezcla compleja				
Densidad (a 20°C)		1,2447	1,2847		g/cc
Índice de refracción (a 20°C)		1,409	1,417		

**Gestión Materiales**

-  Inicio
-  Listar Materiales
-  Nuevo Material

Fuente: propia, noviembre de 2011

**Figura 49.** Pantalla de visualización materiales definidos

Lista Materiales						
Id	IdNombre	Nombre	ProcesoRealizado	Ver	Editar	Eliminar
1	CLE	Clear	Ninguno	ver	Editar	Eliminar
2	AGT	Agua tratada	Ninguno	ver	Editar	Eliminar
3	AEN	Alcohol etílico extra neutro	Ninguno	ver	Editar	Eliminar
4	ANM	Anís Murcia	Ninguno	ver	Editar	Eliminar
5	ANN	Anís Natural	Ninguno	ver	Editar	Eliminar
6	EAM	Envase de vidrio media botella 375 cc	Ninguno	ver	Editar	Eliminar
7	EAB	Envase de vidrio botella 750 cc	Ninguno	ver	Editar	Eliminar
8	EAG	Envase de vidrio garrafa 1500 cc	Ninguno	ver	Editar	Eliminar
9	EAP	Envase PET 375 cc	Ninguno	ver	Editar	Eliminar
10	ETAM	Etiqueta para media botella de aguardiente	Ninguno	ver	Editar	Eliminar

1 2 3 4

Fuente: propia, noviembre de 2011

Se implementa la funcionalidad gestión de personal, definiendo el personal involucrado en la elaboración de aguardiente tradicional. La Figura 50, muestra la clase personal de preparación.

**Figura 50.** Pantalla de visualización materiales definidos

ID		C_JPRO			
Nombre		Jefe de producción			
Descripción		Agrupa todo el personal encargado de dirigir la producción.			
Propiedad	Descripción	Valor			Unidad de Medida
		Mínimo	Máximo	Standard	
AT_JPRO	Asignación de trabajo del jefe de producción.	Preparación/envasado			
VHMO_JPRO	Valor hora de mano de obra por hora de jefe de producción				pesos
VTMO_JPRO	Valor hora de mano de obra por turno del jefe de producción				pesos
VMO_JPRO	Valor hora de mano de obra por lote de licor preparado del jefe de producción				pesos
TMO_PRE	Tipo de mano de obra	Directa/Indirecta			

Fuente: propia, noviembre de 2011

**4.3.2 Segunda iteración.** Se implementa parte del módulo de producción (gestión de órdenes de producción, confirmación de inicio de órdenes de producción), el módulo de materiales y suministros (gestión de materiales de órdenes de producción) y el módulo de preparación (confirmar orden de preparación, finalizar orden y reportar equipos en fallo). Una vez el usuario jefe de producción ha iniciado sesión con su respectivo nombre y contraseña, puede crear una orden de producción, especificar el tipo de licor y la cantidad (ver Tabla 9. Formato órdenes de producción). La Figura 51, muestra la pantalla de creación de órdenes de producción.

**Figura 51.** Pantalla de creación de órdenes de producción

Agregar Orden Producción

**Información Orden de Producción**

Nombre:

Tipo de Licor:

Presentación:

Cantidad de Cajas:

Cantidad de Botellas:

**Menu**

-  Inicio
-  Listar Ordenes Producción
-  Nueva Orden Producción

Fuente: propia, noviembre de 2011




En la Figura 52, se muestra la pantalla que permite confirmar el inicio de una orden de producción una vez ha sido creada.

**Figura 52.** Pantalla de confirmación de inicio de órdenes de producción.

**Listado Ordenes de Producción**

Id	Cantidad Cajas	Unidades	Presentación	Estado	Fecha Inicio	Fecha Fin	Acciones	
1	1000	12000	BOT	PROD	26/01/2012	01/01/0001	Iniciar	Editar
2	1000	12000	BOT	IPROD	30/01/2012	01/01/0001	Iniciado	Editar

**Menu**

-  Inicio
-  Listar Ordenes Producción
-  Nueva Orden Producción

**Fuente:** propia, noviembre de 2011.

Para el módulo suministros y materiales, se crea una interfaz en la cual, el usuario puede visualizar las órdenes de producción creadas y el estado de cada una de ellas (ver Figura 53).

**Figura 53.** Pantalla de visualización de estado de órdenes de producción

**Lista Ordenes de Producción**

Id	Cantidad Cajas	Unidades	Presentación	Estado	Fecha Inicio	Fecha Fin	Acciones		
1	1000	12000	BOT	IMAT	26/01/2012	01/01/0001	Ver	Iniciada	Editar
2	1000	12000	BOT	IPROD	30/01/2012	01/01/0001	Ver	Asignar	Editar
3	500	3000	GAR	PROD	30/01/2012	01/01/0001	Ver	No Iniciada	Editar

**Fuente:** propia, noviembre de 2011

Una vez las órdenes de producción están en estado “iniciadas”, el usuario suministros puede asignar los materiales y la cantidad a cada una de ellas (ver Figura 54).

**Figura 54.** Pantalla de asignación de materiales a órdenes de producción

**Agregar Materiales y Sumistros**

**Información de la Material y Sumistros**

Orden Producción:

Nombre:

Descripción:

---

**Materiales**

Material:

Cantidad Estimada:

Lista Materiales:

Anís Natural

Envase de vidrio media botella 375 cc

Envase de vidrio botella 750 cc

Envase de vidrio garrafa 1500 cc

Envase PET 375 cc

Etiqueta para media botella de aguardiente

Etiqueta para garrafa de aguardiente

Etiqueta para envase PET

Tapa de seguridad

Tapa pilfer proof de 38 mm de diámetro

Tapa pilfer proof de 28 mm de diámetro

Caja de cartón wrap around para PET

Caja de cartón wrap around para media botella

Caja de cartón wrap around para botella

Caja de cartón wrap around para garrafa

Pegante cascol para etiqueta

Pegante cascol para PET

Pegante gomel para cajas

Etiqueta para botella de aguardiente

Glicerina

Disolvente

Tinta Videojet

Tinta Unicornio

Solución Lavado





**Fuente:** propia, noviembre de 2011

El módulo de preparación, permite confirmar el inicio de la orden de preparación, finalizar la orden y reportar fallo de equipos durante el proceso de preparación. El usuario de preparación, visualiza una lista de las órdenes de producción y su estado. Si una orden de producción ha sido confirmada en suministros y materiales (estado IMAT), el usuario asigna los equipos y el personal del proceso de preparación (ver Figura 55).

**Figura 55.** Pantalla de asignación

Lista Ordenes de Producción							
Id	Cantidad Cajas	Unidades	Presentación	Estado	Fecha Inicio	Fecha Fin	Asignar
1	1000	12000	BOT	IPREP	28/01/2012	01/01/0001	Iniciada
2	1000	12000	BOT	IPREP	30/01/2012	01/01/0001	Iniciada
3	500	3000	GAR	IPREP	30/01/2012	01/01/0001	Iniciada
4	500	12000	MED	IMAT	30/01/2012	01/01/0001	Asignar
5	100	2400	MED	IPROD	30/01/2012	01/01/0001	No Iniciada
6	200	1200	GAR	PROD	30/01/2012	01/01/0001	No Iniciada

**Menu**

-  Inicio
-  Confirmar Orden Preparación
-  Finalizar Orden Preparación
-  Equipos Fallo

Fuente: propia, noviembre de 2011

La Figura 56, muestra la pantalla de asignación de equipos y personal para el proceso de preparación. Una vez el encargado de preparación asigna el equipo y personal a la orden de preparación puede confirmar el inicio de la misma (ver Figura 57).

**Figura 56.** Pantalla de asignación de equipos y personal en preparación

### Nueva Orden de Preparación

**Información Orden de Preparación**

Orden Producción:

Nombre:

Estado:

Descripción:

**Información de Operarios**

Operario:

Lista Operarios:

**Información de Equipos**

Equipo:

Lista Equipos:

Fuente: propia, noviembre de 2011



**Figura 57.** Pantalla de confirmación de orden de preparación

Lista Ordenes de Producción

Id	Cantidad Cajas	Unidades	Presentación	Estado	Fecha Inicio	Fecha Fin	Asignar
1	1000	12000	BOT	IPREP	28/01/2012	01/01/0001	Iniciada
2	1000	12000	BOT	PREP	30/01/2012	01/01/0001	Iniciar
3	500	3000	GAR	IPREP	30/01/2012	01/01/0001	Iniciada
4	500	12000	MED	MAT	30/01/2012	01/01/0001	No Iniciada
5	100	2400	MED	IPROD	30/01/2012	01/01/0001	No Iniciada
6	200	1200	GAR	PROD	30/01/2012	01/01/0001	No Iniciada

Menu

- Inicio
- Confirmar Orden Preparación
- Finalizar Orden Preparación
- Equipos Fallo

Fuente: propia, noviembre de 2011

Si el proceso de preparación está ejecutándose y se presenta fallo en los equipos, el operario puede informar qué equipos están fallando (ver Figura 58).

**Figura 58.** Pantalla de equipos en fallo preparación

Lista Ordenes de Preparación

Id	Estado	Fecha Inicio	Fecha Fin	Equipos
1	FIN	30/01/2012 13:07:32	30/01/2012 13:20:49	Equipos
2	FIN	30/01/2012 13:35:15	30/01/2012 13:38:05	Equipos
3	FIN	30/01/2012 14:08:13	30/01/2012 14:07:59	Equipos
4	EJE	30/01/2012 14:58:05	01/01/0001 0:00:00	Equipos

Menu

- Inicio
- Confirmar Orden Preparación
- Finalizar Orden Preparación
- Equipos Fallo

Fuente: propia, noviembre de 2011

En la Figura 59, se muestra la cuba A como equipo en fallo.

**Figura 59.** Pantalla de selección de equipos en fallo preparación

Equipos de Preparación

Lista Equipos de Preparación:

- Motobomba
- Cuba A
- Cuba B

Descripción:

Es una de las cubas usadas para la mezcla de alcohol, agua y esencias en la reparación de aguardiente tradicional.

Estado:

Fallo

Editar Equipo Preparación

Guardar Cancelar

Fuente: propia, noviembre de 2011.

Una vez finaliza el proceso de preparación, el operario puede confirmar la finalización de la orden de preparación (ver Figura 60) e informar los datos reales de licor preparado (ver Figura 61).

**Figura 60.** Pantalla de finalización de orden de preparación

Id	Estado	Fecha Inicio	Fecha Fin	Editar
1	FIN	30/01/2012 13:07:32	30/01/2012 13:20:49	Editar
2	FIN	30/01/2012 13:35:15	30/01/2012 13:38:05	Editar
3	FIN	30/01/2012 14:08:13	30/01/2012 14:07:59	Editar
4	EJE	30/01/2012 14:56:05	30/01/2012 14:59:30	Editar

Fuente: propia, noviembre de 2011

**Figura 61.** Pantalla datos reales de licor preparado  
 Editar Orden de Preparación

Fuente: propia, noviembre de 2011

**4.3.3 Tercera iteración.** Se implementa el módulo de envasado, se complementa el módulo de producción (visualización del proceso de producción, visualización de costos de producción) y se realiza el modulo contador (visualización de costos de producción).

Una vez el proceso de preparación ha sido finalizado (ver Figura 62), el operario de envasado puede asignar el personal a la orden de envasado (ver Figura 63).

**Figura 62.** Pantalla de visualización órdenes de envasado

Id	Nombre	Cantidad Cajas	Unidades	Estado	Fecha Inicio	Fecha Fin	Acciones	
1	SPRO1	1000	12000	IFREP	28/01/2012	01/01/0001	Asignar	Editar
2	SPRO2	1000	12000	IPREP	30/01/2012	01/01/0001	Asignar	Editar
3	SPRO	500	3000	IPREP	30/01/2012	01/01/0001	Asignar	Editar
4	SPRO	500	12000	PREP	30/01/2012	01/01/0001	Iniciada	Editar
5	SPRO	100	2400	IPROD	30/01/2012	01/01/0001	No Iniciada	Editar
6	SPRO	200	1200	PROD	30/01/2012	01/01/0001	No Iniciada	Editar

Fuente: propia, noviembre de 2011

**Figura 63.** Pantalla de asignación de personal en envasado

**Información Orden de Envasado**

Orden Producción:

Nombre:

Estado:

Descripción:

---

**Información de Operarios**

Operario:

Lista Operarios:

Fuente: propia, noviembre de 2011

Si durante la ejecución del proceso de envasado ocurren fallos en los equipos, la información de cuáles equipos están en fallo debe actualizarse en la base de datos desde

el sistema de supervisión y control. En este caso, no fue posible actualizar los datos de los equipos directamente desde el sistema de supervisión y control de envasado debido a las fallas técnicas en la red; por ello, se creó una aplicación que simulará la actualización de los datos de los equipos como si se estuviera haciendo directamente desde el sistema de supervisión y control (ver anexo G). La finalización del proceso de envasado también debe actualizarse de manera automática en la aplicación.

Una vez finalizado el módulo de envasado, se complementa el módulo de producción adicionando las funcionalidades visualizar estado del proceso de producción y visualizar costos de producción. El jefe de producción, puede ver el estado del proceso productivo mediante la respuesta de segmento del área de producción (ver Figura 64). La respuesta contiene información de materiales (ver Figura 65), personal y equipos reales empleados tanto en preparación (ver Figura 66) como en envasado (ver Figura 67).

**Figura 64.** Pantalla de respuesta de producción

RESPUESTA DE PRODUCCIÓN	
SPRO2	
ID	RP2
ID DE SOLICITUD DE PRODUCCIÓN	SP2
TIEMPO DE INICIACIÓN	30/01/2012 10:28:36
TIEMPO DE FINALIZACIÓN	30/01/2012 16:25:26
RESPUESTA DE SEGMENTO	
REQUISICIÓN MATERIALES	SMAT3
ORDEN DE PREPARACIÓN	SPRE3
ORDEN DE ENVASADO	SENV2

Fuente: propia, noviembre de 2011

**Figura 65.** Pantalla requisición de materiales

ORDEN PRODUCCIÓN	MATERIAL			FECHA DESPACHO
	ID	NOMBRE	CANTIDAD	
2	22	Pegante gomel para cajas	112,458	30/01/2012 13:49:18
	1	ClearL	20	
	2	Agua tratadaL	1500	
	3	Alcohol etílico extra neutroL	2	
	13	Tapa de seguridadL	12000	





Fuente: propia, noviembre de 2011.

**Figura 66.** Pantalla respuesta de producción del segmento preparación

**Respuesta de Segmento Orden de Preparación**

RESPUESTA DE PREPARACIÓN		
AGUARDIENTE TRADICIONAL		
ID SEGMENTO DE PROCESO	SPRE1	
DESCRIPCIÓN		
TIEMPO DE INICIO REAL	30/01/2012 13:07:32	
TIEMPO DE FINALIZACIÓN REAL	30/01/2012 13:20:49	
DATOS DE PRODUCCIÓN		
ID	DESCRIPCIÓN	VALOR
Concentración alcohólica	Parámetro que indica la concentración alcohólica del licor.	12
Color	Parámetro que indica el color característico del aguardiente tradicional.	incolore
Olor	Parámetro que indica el olor del aguardiente tradicional.	inholore
EQUIPO REAL	Equipo	
MATERIAL PRODUCIDO REAL		
MATERIAL CONSUMIDO REAL	Material	
PERSONAL REAL	Personal	
ESTADO DEL SEGMENTO	Finalizado	

**Menu**

-  Inicio
-  Gestión Ordenes Producción
-  Proceso Producción
-  Costos Producción

Fuente: propia, noviembre de 2011

**Figura 67.** Pantalla respuesta de producción del segmento envasado

**Respuesta de Segmento Orden de Envasado**

RESPUESTA DE ENVASADO		
AGUARDIENTE TRADICIONAL		
ID SEGMENTO DE PROCESO	SENV2	
DESCRIPCIÓN		
TIEMPO DE INICIO REAL	30/01/2012 16:24:05	
TIEMPO DE FINALIZACIÓN REAL	30/01/2012 16:25:26	
DATOS DE PRODUCCIÓN		
ID	DESCRIPCIÓN	VALOR
Tipo de licor	Parámetro que indica.	guaro
Envase	Parámetro que indica el tipo envase en el que está contenido el licor.	1500
Tapa	Parámetro que indica el tipo de tapa con la que se ha sellado el envase.	1620
Etiqueta	Parámetro que indica el tipo de etiqueta con la que se etiquetado el producto.	1652
Caja	Parámetro que indica el tipo de caja en la que ha encartonado el producto.	150
Peso Caja	Parámetro que indica el peso de la caja de producto.	150
EQUIPO REAL	Equipo	
MATERIAL PRODUCIDO REAL		
MATERIAL CONSUMIDO REAL	Material	
PERSONAL REAL	Personal	
ESTADO DEL SEGMENTO	Finalizado	

**Menu**

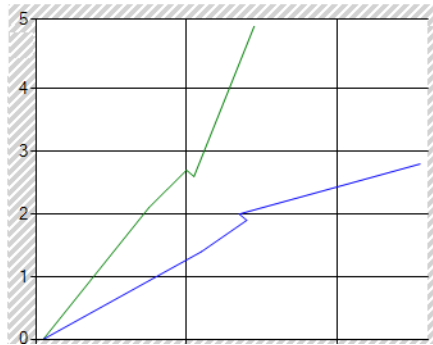
-  Inicio
-  Gestión Ordenes Producción
-  Proceso Producción
-  Costos Producción

Fuente: propia, noviembre de 2011

El jefe de producción puede visualizar los costos estimados, costos reales de producción y la desviación entre estos (ver Figura 68).

**Figura 68.** Pantalla visualización costos totales de producción

COSTOS DE PRODUCCIÓN			
	COSTOS ESTIMADOS	COSTOS REALES	DESVIACIÓN %
PRODUCCIÓN TOTAL	5000000	5100000	70710,67
PREPARACIÓN	2800000	2680000	84852,81
ENVASADO	2200000	2420000	15556,34



Fuente: propia, noviembre de 2011

**Figura 69.** Pantalla visualización costos de preparación

COSTOS DE PREPARACIÓN			
	COSTOS ESTIMADOSs	COSTOS REALES	DESVIACIÓN %
Mano de Obra Directa	0	0	0
Materiales Directa	0	0	0
Costos Indirectos de Fabricación	0	0	0
Consumo de Energia	0	0	0
Consumo de Agua	0	0	0

Fuente: propia, noviembre de 2011

**Figura 70.** Pantalla visualización costos de envasado

COSTOS DE PRODUCCIÓN			
	COSTOS ESTIMADOSs	COSTOS REALES	DESVIACIÓN %
Mano de Obra Directa	0	0	0
Materiales Directa	0	0	0
Costos Indirectos de Fabricación	0	0	0
Consumo de Energia	0	0	0
Consumo de Agua	0	0	0

Fuente: propia, noviembre de 2011

Finalmente, el módulo contador puede visualizar los costos de la misma manera que el usuario jefe de producción (ver Figura 68, Figura 69 y Figura 70) con la diferencia que tiene permiso para editar los costos en caso de que fuese necesario.

#### 4.4 FASE DE TRANSICIÓN.

En esta fase se elaboran los manuales de usuario (ver anexo G), se realizan las pruebas de software definidas en la fase de planeación y se instala la aplicación en el servidor del ingeniero de mantenimiento (usuario administrador) de la ILC. El aplicativo no se entrega funcionando en un hosting debido a la inexistencia de éste en la empresa y como ya se mencionó, el sistema de supervisión y control de envasado no se encuentra en funcionamiento, por tanto, los datos de envasado no se actualizan automáticamente en la aplicación (ver anexo G).

La evaluación del aplicativo, se realiza mediante las pruebas de caja negra y pruebas de funcionamiento general. A continuación, se realiza una descripción de las pruebas de caja negra realizadas para cada una de las tres iteraciones de la fase de construcción. Todos los casos de prueba, se ejecutaron en repetidas ocasiones, se corrigieron las fallas en la programación y se probaron nuevamente hasta que arrojaran los resultados esperados.

**4.4.1 Ejecución de pruebas primera iteración.** Se realizan las pruebas para gestión de usuarios, clases, gestión de equipos, gestión de personal y gestión de materiales. Los casos de prueba realizados para la funcionalidad gestión de usuarios se detallan en la Tabla 44.

**Tabla 44.** Ejecución casos de prueba para gestión usuarios

CASO DE PRUEBA 1		
	PLANEADA	EJECUCIÓN
E N T R A D A	<b>Nombre:</b> Jaime Humberto Mendoza <b>Identificación:</b> 34586953 <b>Costo Hora:</b> 5500 <b>Privilegio:</b> producción <b>Nombre usuario:</b> jhmendoza <b>Contraseña:</b> producción@	<div style="text-align: right;"><b>Nuevo Usuario</b></div> <hr/> <b>Información Personal</b> <p>Nombre: <input type="text" value="Jaime Humberto Mendoza"/></p> <p>Numero de Cedula: <input type="text" value="43587659"/></p> <p>Valor Hora Trabajo: <input type="text" value="5500"/></p> <hr/> <b>Información Cuenta</b> <p>Privilegio: <input type="text" value="Produccion"/></p> <p>Login: <input type="text" value="jhmendoza"/></p> <p>Password: <input type="password" value="....."/></p> <p>Re-Password: <input type="password" value="....."/></p> <p style="text-align: right;"> <input type="button" value="Guardar"/> <input type="button" value="Limpiar"/> </p>
S A L I D A	CORRECTO	

CASO DE PRUEBA 2		
	PLANEADA	EJECUCIÓN
E N T R A D A	<b>Nombre:</b> <b>Identificación:</b> <b>Costo Hora:</b> mil  <b>Privilegio:</b> administrador <b>Nombre usuario:</b> <b>Contraseña:</b>	<p style="text-align: center;"><b>Nuevo Usuario</b></p> <p><b>Información Personal</b></p> <p>Nombre: <input type="text"/> *</p> <p>Numero de Cedula: <input type="text"/> *</p> <p>Valor Hora Trabajo: <input type="text" value="mil"/> *</p> <p><b>Información Cuenta</b></p> <p>Privilegio: <input type="text" value="Administrador"/> ▼</p> <p>Login: <input type="text"/> *</p> <p>Password: <input type="text"/> *</p> <p>Re-Password: <input type="text"/> *</p> <p style="text-align: center;"> <input type="button" value="Guardar"/> <input type="button" value="Limpiar"/> </p>
	<b>S A L I D A</b>	<b>ERROR</b> Se requiere nombre, Identificación, el costo por hora debe ser numérico, se requiere nombre de usuario y contraseña

Fuente: propia, enero de 2012

La ejecución de pruebas para gestión de clases, gestión de equipos, gestión de personal y gestión de materiales se detalla en el anexo F (numeral 2.1 Ejecución de pruebas primera iteración).

**4.4.2 Ejecución de pruebas segunda iteración.** Se realizan las pruebas para la funcionalidad gestionar órdenes de producción del módulo de producción, para el módulo de materiales (gestión de materiales de órdenes de producción) y para el módulo de preparación. La ejecución de pruebas de esta iteración se detalla en el anexo F (numeral 2.2 Ejecución de pruebas segunda iteración).

**4.4.3 Ejecución pruebas tercera iteración.** Se ejecutan los casos de prueba para la funcionalidad confirmación órdenes de envasado (módulo de envasado) y para el módulo de contador (ver anexo F, numeral 2.1 Ejecución de pruebas tercera iteración).

Una vez realizadas las pruebas de caja negra se hicieron las pruebas de funcionamiento general de aplicativo, tal como se había definido en la fase de planeación. Se ejecutaron tres posibles casos de ocurrencia: producción normal, fallos en preparación y fallos en envasado.



**4.4.4 Ejecución de orden de producción normal.** Se ejecuta una orden de producción normal. El usuario jefe de producción inicia sesión con su nombre de usuario y contraseña (ver Figura 71) y posteriormente crea una orden de producción. La orden de producción corresponde a trescientas cajas de aguardiente en presentación media, lo que equivale a siete mil doscientas unidades (ver Figura 72).

**Figura 71.** Inicio sesión jefe de producción

Industria Licorera del Cauca | Universidad del Cauca Ingeniería Automática 2011-2012

> Inicio > Acerca de... > Contactenos Bienvenid@: [Invitado](#) [Iniciar Sesión](#)

**Inicio de Sesión**

Nombre Usuario:

Contraseña:

Recordar la próxima vez

**Menu**

- [Inicio](#)
- [Acerca de...](#)
- [Contáctenos](#)

**Fuente:** propia, febrero de 2012

**Figura 72.** Inicio sesión jefe de producción

**Agregar Orden Producción**

**Información Orden de Producción**

Nombre:

Tipo de Licor:

Presentación:

Cantidad de Cajas:

Cantidad de Botellas:

**Fuente:** propia, febrero de 2012

Una vez creada y confirmada la orden de producción, el encargado de suministros y materiales asignan el material respectivo. La figura muestra los materiales asignados para la orden de producción (ver Figura 73), las cantidades necesarias para producir la orden de producción están predefinidas.

**Figura 73.** Confirmación de materiales

### Agregar Materiales y Sumistros

---

**Información de la Material y Suministros**

Orden Producción:

Nombre:

Descripción:

---

**Materiales**

Material:

Cantidad Estimada:

Lista Materiales:

- Tinta Videojet
- Glicerina
- Pegante gomel para cajas
- Caja de cartón wrap around para media botella
- Envase de vidrio media botella 375 cc
- Alcohol etílico extra neutro
- Anís Natural
- Anís Murcia
- Etiqueta para media botella de aguardiente
- Tapa de seguridad
- Solución Lavado
- Disolvente
- Pegante cascol para etiqueta
- Tapa pilfer proof de 28 mm de diámetro
- Agua tratada

**Fuente:** propia, febrero de 2012

Una vez asignados los materiales se inicia el proceso de preparación de la orden de producción. El operario de producción asigna los equipos de preparación y confirma el inicio del proceso de preparación (ver Figura 74 ).

El operario de preparación realizó sus actividades en diez minutos confirma la finalización de mano de obra (ver Figura 75). Una vez finalizada la preparación del lote confirma la finalización del proceso e introduce los datos de concentración alcohólica real, color y olor del licor preparado (ver Figura 76).

**Figura 74.** Confirmación de preparación  
Nueva Orden de Preparación

**Información Orden de Preparación**

Orden Producción:

Nombre:

Estado:

Descripción:

Operario:

Lista Operarios:

**Información de Equipos**

Equipo:

Lista Equipos:

Fuente: propia, febrero de 2012

**Figura 75.** Confirmación mano de obra de preparación  
Lista Ordenes de Preparación

Id	Estado	Fecha Inicio	Fecha Fin	Acciones
7	PRE	23/02/2012 10:00:00 a.m.		Finalizar Personal

Lista Personal Orden de Preparación

Id	Nombre	Cedula	Costo Minuto	Finalizar
6	Jaime Perez Díaz	1000000005	148,5	Finalizada

Fuente: propia, febrero de 2012

**Figura 76.** Confirmación de preparación  
Lista Ordenes de Preparación

Id	Estado	Fecha Inicio	Fecha Fin	Acciones
6	LIS	23/02/2012 10:00:56 a.m.	23/02/2012 12:20:20 p.m.	Finalizar

**Datos de Preparación**

Lista Datos Preparación: Concentración alcohólica  
Color  
Olor

Descripción:

Valor: 20%  
inholoro  
incoloro

Editar Datos Preparación

Guardar Cancelar

**Fuente:** propia, febrero de 2012

Cuando el licor está listo para ser envasado, el operario de envasado asigna el personal (ver Figura 77) y confirma el inicio del proceso.

**Figura 77.** Confirmación de personal envasado  
Agregar Orden de Envasado

**Información Orden de Envasado**

Orden Producción: 11

Nombre: SENV

Estado: Ejecucion

Descripción:

**Información de Operarios**

Operario: Jaime Hernando Perdomo B.

Agregar Operario

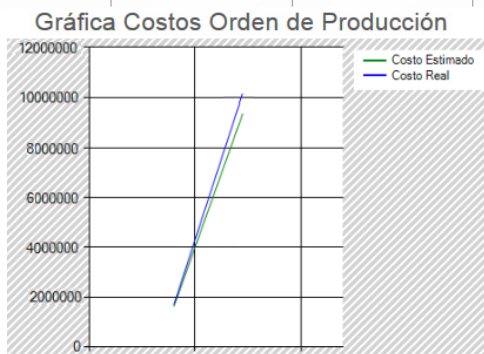
Lista Operarios: Gabino Caldon Quira  
Daniel Marino Campo V.  
Antonio Jose Suarez Lopez  
Mercedes Velasco

**Fuente:** propia, febrero de 2012

Una vez finalizado el proceso de envasado el operario digita la cantidades reales producidas. El costo estimado y el costo real se pueden ver en la Figura 78 , así como la desviación entre éstos.

**Figura 78.**Costos de envasado  
Costos Orden de Producción

COSTOS DE PRODUCCIÓN			
	COSTOS ESTIMADOS	COSTOS REALES	DESVIACIÓN
PRODUCCIÓN TOTAL	9835473,4	10013507,7	178034,28
PREPARACIÓN	2403725,4	2452739,68	49014,28
ENVASADO	7431748	7560768	129020



Fuente: propia, febrero de 2012

La ejecución de orden de producción con fallos de equipos en preparación y ejecución de orden de producción con fallos de equipos en envasado se detallan en el anexo F.

#### 4.5 SIMULACIONES

Con el objetivo de verificar y analizar los resultados arrojados por el aplicativo en situaciones reales, se realizaron cinco simulaciones de órdenes de producción de la Industria Licorera del Cauca. Todas las órdenes de producción corresponden al licor aguardiente tradicional en presentación media botella. En la Tabla 45, se muestra para cada orden de fabricación la cantidad estimada y la cantidad real de: litros, unidades, cajas, tiempo de jefe de producción en preparación, tiempo de preparador, tiempo total del proceso preparación y tiempo total de envasado.

**Tabla 45.** Lotes de entrada

ORDEN		DATOS DE ORDEN DE PRODUCCION			PREPARACION			ENVASADO
		Litros	Unidades	Cajas	jefe	Preparador	Preparación	Tiempo
1	Estimada	9000	24000	1000	14,2	42,54	7	7
	Real	9200	24000	1000	20,32	45,52	6,5	7,12
2	Estimada	9000	24000	1000	14,2	42,54	7	7
	Real	9100	24024	1001	25,04	45,01	7,05	7,22
3	Estimada	9000	24000	1000	14,2	42,54	7	7
	Real	9020	24052	1002	16,42	51,03	6,47	6,48
4	Estimada	9000	24000	1000	14,2	42,54	7	7
	Real	10000	24050	1002	18,22	38,1	7,10	8,30
5	Estimada	9000	24000	1000	14,2	42,54	7	7
	Real	9040	24027	1001	22,33	43	6,96	8,40

Fuente: propia, marzo de 2012

En la Tabla 46, se presentan los resultados de costos estimados, costos reales y la desviación entre estos, para el proceso de preparación de cada orden de producción.

**Tabla 46.** Costos de preparación y desviación estándar de costos de preparación

LOTES		PREPARACION			DESVIACION ESTANDAR DE COSTOS		
		MD	MOD	CIF	MD	MOD	CIF
1	Estándar	5258491,64	10332,5222	942023,19	58427,685	1140,8177	28565,215
	Real	5375347,01	12614,1576	884892,76			
2	Estándar	5258491,64	10332,5222	942023,19	29243,84	1822,07505	71320,668
	Real	5316979,32	13976,6723	799381,854			
3	Estándar	5258491,64	10332,5222	942023,19	5842,765	937,75485	30279,1175
	Real	5270177,17	12208,0319	881464,955			
4	Estándar	5258491,64	10332,5222	942023,19	292138,42	296,9649	5713,041
	Real	5842768,48	10926,452	953449,272			
5	Estándar	5258491,64	10332,5222	942023,19	11685,535	2473,7764	30850,4215
	Real	5281862,71	15280,075	880322,347			

Fuente: propia, marzo de 2012

En la Tabla 48, se presentan los resultados de costos estimados, costos reales y la desviación estándar entre estos, para el proceso de envasado de cada orden de producción.

**Tabla 47.** Costos de envasado y desviación estándar de costos de envasado

LOTES		ENVASADO			DESVIACION ESTANDAR DE COSTOS		
		MD	MOD	CIF	MD	MOD	CIF
1	Estándar	14096482,9	219789,53	3768092,76	39194,3	3370,915	27422,595
	Real	14174871,5	213047,7	3822937,95			
2	Estándar	14096482,9	219789,53	3768092,76	44687,05	1874,79	50274,76
	Real	14185857	216039,95	3868642,28			
3	Estándar	14096482,9	219789,53	3768092,76	1379567,35	12946,09	27422,62
	Real	11337348,2	193897,35	3822938			
4	Estándar	14096482,9	219789,53	3768092,76	761054,4	14283,32	297078,12
	Real	15618591,7	248356,17	4362249			
5	Estándar	14096482,9	219789,53	3768092,76	756335,85	15779,44	319930,32
	Real	15609154,6	251348,41	4407953,4			

Fuente: propia, marzo de 2012

En la Tabla 48, se presentan los resultados de costos totales estimados, costos totales reales y la desviación estándar entre estos, para cada orden de producción.

**Tabla 48.** Costos de producción y desviación estándar de costos de producción

LOTES	PREPARACION			DESVIACION ESTANDAR DE COSTOS		
	PREPARACION	ENVASADO	PRODUCCION	PREPARACION	ENVASADO	PRODUCCION
1	6272853,92	18223471,3	24496325,2	31003,2839	69553,055	100556,329
2	6130337,85	18284515,9	24414853,7	40254,7511	100075,355	59820,5789
3	6163850,16	17942028,6	24105878,8	23498,5961	71168,295	94666,8711
4	6807144,2	18263017,4	25070161,6	298148,4239	89326,105	387474,529
5	6175053,75	18375731,5	24550785,3	17896,8011	145683,155	127786,379

Fuente: propia, marzo de 2012

Realizando un promedio de las desviaciones estándar de cada uno de los elementos de costo de los procesos preparación y envasado, se obtienen los datos mostrados en la Tabla 49.

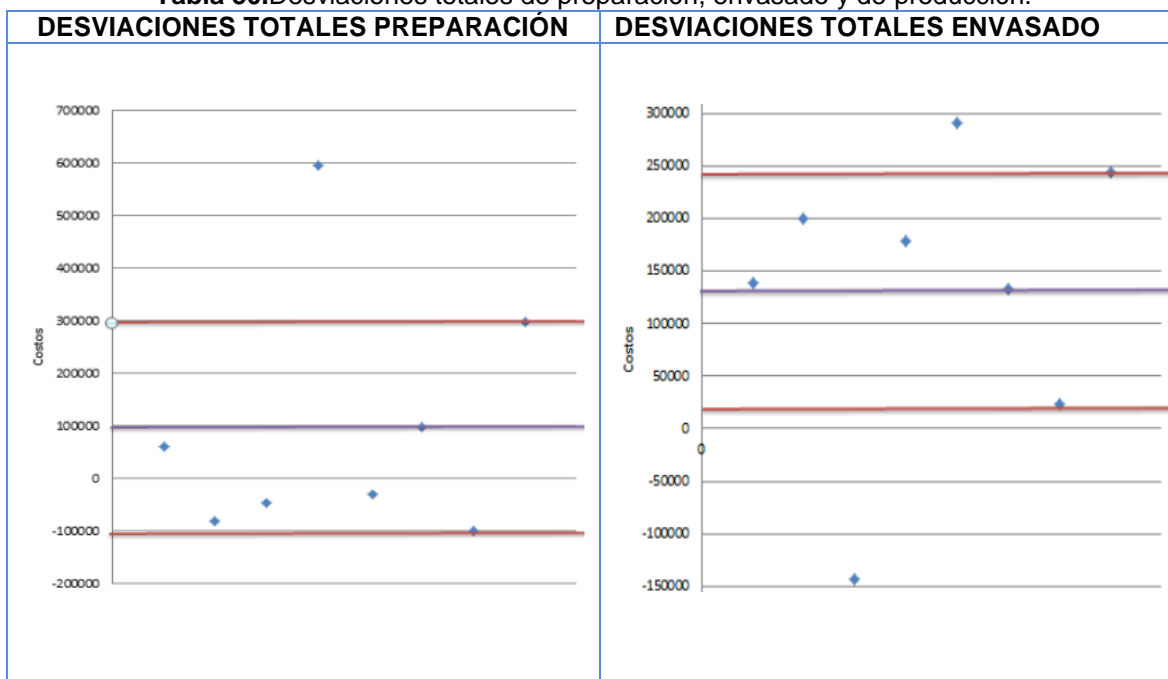
**Tabla 49.** Promedio de producción real y de desviaciones estándar de costos

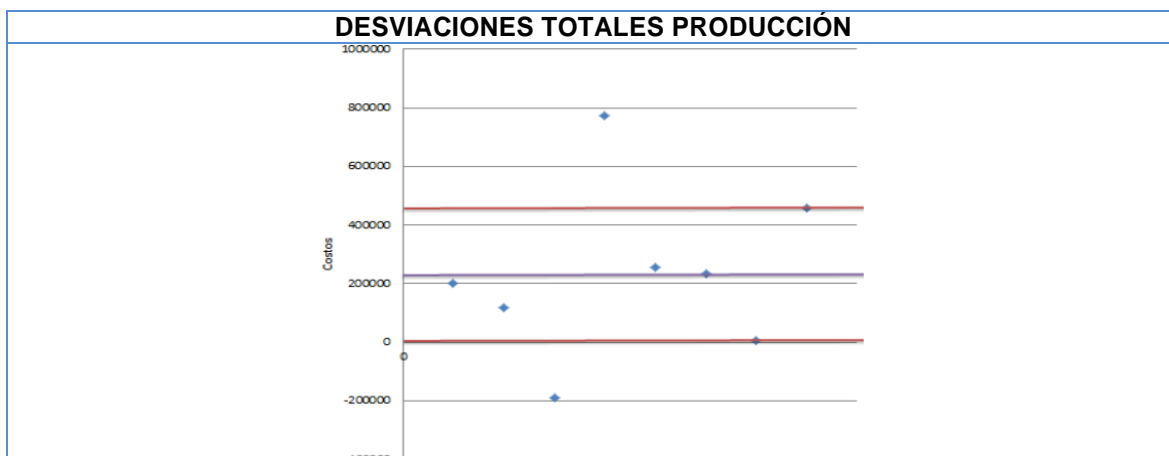
<b>PRODUCCIÓN REALES PROMEDIO</b>	LITROS	9272
	UNIDADES	24020,8
	CAJAS	1001
<b>PREPARACIÓN</b>	MD	79467,649
	MOD	1334,27778
	CIF	33345,6926
	TOTAL	82160,37122
<b>ENVASADO</b>	MD	
	MOD	
	CIF	
	TOTAL	95161,193
<b>PRODUCCION TOTAL</b>		154060,944

Fuente: propia, marzo de 2012

En la Tabla 50, se presenta la gráfica de las desviaciones totales de preparación, envasado y totales de producción. El rango de desviaciones que no se encuentra entre las franjas de color rojo se considerara como fuera de lo normal.

**Tabla 50.** Desviaciones totales de preparación, envasado y de producción.





**Fuente:** propia, marzo de 2012

Al analizar el promedio las desviaciones de costos y la desviación estándar de las mismas se observa que:

- A pesar, que en el tercer lote se obtuvieron ochocientas cajas, se logró ajustar la cantidad de unidades a producir incrementando la producción en las órdenes tres y cuatro. El incremento de la producción ocasionó sobre costo de mano de obra en el proceso de envasado, sin embargo, el sobrecosto no es muy significativo.
- La producción en el proceso de preparación siempre es mayor de lo presupuestado. Se están produciendo en promedio doscientos litros más, sin embargo, el sobrecosto asociado corresponde únicamente a cien mil pesos.
- El mayor sobrecosto del proceso de preparación corresponde al consumo de materiales directos.
- El mayor sobrecosto se presenta en el proceso de envasado. El setenta y cinco por ciento de los sobrecostos de envasado corresponden a costos indirectos de fabricación, producto de la programación de horas extras.
- El costo total de producción de la cuarta orden de fabricación, es demasiado alto, en tanto, está por fuera de la variación esperada. El sobrecosto de la cuarta orden está localizado en los dos procesos (envasado y preparación).
- El costo total de producción de la tercera orden de fabricación es mucho menor de lo esperado. La disminución en el costo de esta orden está en el proceso de envasado.
- Se espera que las desviaciones de costos de preparación de las órdenes de producción de aguardiente tradicional de veinticuatro mil unidades en presentación media botella no sean mayores a 297919,12 pesos ni menores que -99917,868.
- Se espera que las desviaciones de costos de envasado de las órdenes de producción de aguardiente tradicional de veinticuatro mil unidades en presentación media botella no sean mayores a 243677,48 pesos ni menores a 23098.028
- Se espera que las desviaciones de costos de producción total de las órdenes de producción de aguardiente tradicional de veinticuatro mil unidades en presentación media botella no sean mayores a 458686,69 pesos ni menores a 6090,3618.



## 4.6 RESULTADOS

Con el desarrollo del aplicativo se cumple la totalidad de los requerimientos planteados por la ILC (ver Tabla 51). En la Tabla 52 se muestran las ventajas que la ILC obtendría con la implantación del aplicativo software.

**Tabla 51.** Especificación de cumplimiento de requerimientos de la ILC

REQUERIMIENTOS	CUMPLIMIENTO DE REQUERIMIENTOS
Un modelo de costos que permita establecer un costeo predeterminado del proceso productivo de la ILC	Se definió un modelo de costeo híbrido que permite realizar el costeo predeterminado y el costeo real del proceso productivo de la ILC.
Un modelo de costos que permita calcular los costos reales del proceso productivo de la ILC.	(ver ítem 3.3.1 Definición del modelo de costos de producción).
Una aplicación software que sea accesible por el encargado de costos de producción del área de contabilidad y costos de la ILC y permita visualizar la desviación entre costos predeterminados y costos reales de producción en tiempo de ejecución.	Con el módulo contador del aplicativo, el contador puede acceder al aplicativo en cualquier momento y visualizar los costos estándar, reales y la desviación entre estos de una orden de producción específica.
El aplicativo software debe permitir la visualización del costo real de producción durante la ejecución del proceso productivo y/o en cualquier momento del período contable.	
Una guía o manual de uso del aplicativo software.	En el anexo G se adjuntan los manuales de usuario.
El aplicativo debe almacenar el costo de producción real de cada orden de fabricación.	El aplicativo permite visualizar el costo de cada orden de producción desde el usuario jefe de producción y desde el usuario contador.

Fuente: propia, febrero de 2012

**Tabla 52.** Ventajas del aplicativo software

ANTES	AHORA
Los costos de producción reales se obtenían al final de mes	Los costos de producción reales se pueden obtener para cada lote de producción.
No se contaba con retroalimentación del proceso productivo y el sistema de negocios.	Existe retroalimentación del proceso con el sistema de negocios basada en estándares internacionales.
El contador debía esperar a finalizar el período contable (un mes) para disponer de la información de costos de producción.	El contador cuenta con la información de costos de producción.
Calculo manual de variaciones de costos.	Automatización del proceso de cálculo de variaciones de costos.
Se debía esperar a finalizar el mes para analizar las desviaciones ocurridas por mano de obra, materiales directos o por costos indirectos de fabricación.	Se obtiene la desviación de costos por mano de obra, por materiales directos y por costos indirectos de fabricación por orden de producción.
No se conocía el estado de las órdenes de producción.	Seguimiento de la orden de producción, por tanto conocimiento del estado real de la misma.
No se conocía el estado de los procesos de preparación y envasado.	Visualización de los estado se los procesos de preparación y envasado.
No se conocían los recursos reales empleados en la fabricación de una orden de producción específica.	Se tiene conocimiento del equipo, material y personal real empleado en cada orden de fabricación.
No se tenía conocimiento del costo de cada producción.	Permite identificar porqué unas producciones cuestan más que otras y así reducir los costos al máximo.

Fuente: propia, febrero de 2012

## CONCLUSIONES

- La definición de los modelos de materiales, equipos, personal, programa de la producción, segmento de producto y segmentos de proceso del estándar ISA 95 facilitaron la identificación de los elementos de costos de los procesos de preparación y envasado en la Industria Licorera del Cauca.
- La obtención directa desde el sistema de supervisión y control de los datos de equipos en fallo, tiempo real de producción, tiempo de uso de cada máquina, materiales reales consumidos y materiales producidos, permitiría realizar un cálculo más preciso de costos de materiales directos y costos indirectos de fabricación y por tanto optimizar la obtención de costos reales de fabricación en tiempo de ejecución.
- El aplicativo software desarrollado, contribuye con la búsqueda de integración empresarial de la Industria Licorera del Cauca, ya que, con su implantación se lograría que la información de costos de producción esté disponible en el formato, tiempo y lugar requeridos.
- El aplicativo software desarrollado en el presente trabajo, calcula la desviación entre costos estimados y costos reales a través con datos reales en tiempo de ejecución del proceso productivo de elaboración de aguardiente en la Industria Licorera del Cauca, pues al evaluar su funcionamiento con diferentes órdenes de producción se obtuvieron costos y resultados dentro de lo esperado por el departamento de contabilidad y costos de la empresa.
- El procedimiento desarrollado para obtener la desviación entre costos reales y costos estimados de una industria manufacturera, facilita la comunicación del departamento de contabilidad y costos (nivel de negocios) con el departamento de producción (nivel de ejecución de manufactura) de una empresa.
- El aplicativo software desarrollado en este trabajo constituye un gran aporte para el programa de Automática Industrial de la Universidad del Cauca en el tema de la integración empresarial, pues es el punto de partida para el desarrollo de diferentes módulos de integración empresarial que no son cubiertos por los sistemas ERP, tales como gestión robusta de mantenimiento y gestión de calidad.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] BRAVO, Oscar. Contabilidad de costos. Mc Graw Hill. 2008.
- [2] “¿Cómo calcular los costos?”. [En línea]. (Consulta: 15 Mayo de 2011) <URL: [http:// www.infomipyme.com](http://www.infomipyme.com)>
- [3] MENG GALVEZ, Guido Rolando. “Propuesta de un modelo de control de costos para una empresa productora de alimentos”, Monografía de Grado, Universidad de San Carlos de Guatemala 2005.
- [4] ESPINOZA GUTIERREZ, Carlos Luis y JIMENEZ BOULANGER, Francisco. Costos industriales. Primera Edición. Editorial Tecnológica Costa Rica. 2007. p. 274.
- [5] PIÑA PEREZ, Rafael Piña. Cuadernillo de apuntes “Contabilidad de Costos”. Pág. 64
- [6] ZAPATA SÁNCHEZ, Pedro. Contabilidad de Costos. Mc Graw Hill. Pág. 137, 187.
- [7] “Sistema de costos en ingeniería industrial”. [En línea]. (Consulta 17 de Mayo de 2011) <URL: [http://www.sappiens.com/pdf/comunidades/contabilidad/teoria\\_de\\_costos.pdf](http://www.sappiens.com/pdf/comunidades/contabilidad/teoria_de_costos.pdf)>
- [8] “¿Cuáles son los elementos del costo de una empresa manufacturera?”. [En línea]. (Consulta 17 de Mayo de 2011) <URL:<http://www.gestiopolis.com/recursos/experto/catsexp/pagans/fin/37/ctoman.htm>>
- [9] IZQUIERDO POLANCO, Luis Enrique y SINISTERRA VALENCIA, Gonzalo. Contabilidad Administrativa. Segunda Edición. ECOE Ediciones. 2007. ISBN: 978-958-648-515-9.
- [10] “Determinación y control de los costos de producción”. [En línea]. (Consulta 17 de Mayo de 2011) <URL: [http://189.203.26.193/Biblioteca/Costos\\_I/Pdf/Unidad\\_17.pdf](http://189.203.26.193/Biblioteca/Costos_I/Pdf/Unidad_17.pdf) >
- [11] ARRIECHE, Marbella. Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”. “Contabilidad de costos para administradores”. [En línea]. (Consulta 17 de Mayo de 2011) <URL: <http://es.scribd.com/doc/7249279/Costo-Estandar-p>>
- [12] “El análisis de la información como ventaja competitiva”. Axesor Marketing Intelligence. [En línea]. (Consulta: 19 de Mayo de 2011). <URL:<http://marketing-intelligence.axesor.es/sala-prensa/opinion/analisis-informacion>>
- [13] FRANCOIS, Vernadat. Enterprise and integration principles and applications. Chapman & Hall. 1a Edición.1996. ISBN: 0412605503.
- [14] MUÑIS, Luis. ERP, Guía para la selección e implantación: Enterprise Resource Planning o Sistema de Planificación de Recursos Empresariales. Ediciones 2000. 2004. ISBN: 84-8088-359-6. p. 22. >
- [15] ISA-95. “ISA-95: the international standard for the integration of enterprise and control systems”. [En línea]. (Consulta: 20 de Mayo de 2011). <URL: <http://www.isa-95.com/>>
- [16] ISA S95.00.01. Enterprise - Control System Integration Part 1: “Models and Terminology”, International Society of Automation. 1995
- [17] ARÉVALO CASARIEGO, Juan Carlos ; CORREA MOROCHO, Reucher y SAAVEDRA ARANGO, Moisés David. “Arquitectura Empresarial para el Valor”. [En línea]. (Consulta: 21 de Julio de 2011). <<http://www.eumed.net/ce/2009b/mac.htm>>
- [18] LÓPEZ, Miguel. “Integración ERP-MES. Estado Actual”. 2006
- [19] CHACON, E.A; COLINA, E. y MONTILVA, J.A. Universidad de los Andes. “Método de automatización integral para sistemas de producción continua”.
- [20] CALVO GIRALDO, Jhon Jairo y HERRERA GAITÁN, Jhon Geiber. “Integración de las plataformas FactoryTalk y SAP R3 para la categoría de administración de operaciones de Producción del estándar ISA 95 a un caso de Estudio”, Monografía de Grado, Universidad del Cauca. 2011

- [21] SCHOLTEN, Bianca. ISA. "The Road to Integration: A Guide to Applying the ISA-95 Standard in manufacturing". ISBN: 978-0-9792343-8-5. 2007
- [22] ISA 95 y GIFFORD, Charlie. The Hitchhiker's Guide to Manufacturing Operations ISA-95 Best Practices Book 1.0. 2007. ISBN: 987-0-09792342-9-2
- [23] ARBOLEDA, Liliana. "Servicios WEB: Distribución e integración", Universidad Icesi 2004.
- [24] SALTO, Luis. Redes de comunicaciones Industriales Automatización II, Universidad Nacional de Santiago del Estero. 2009
- [25] COSTAL COSTA, Dolores y TENIENTE LÓPEZ, Especificación de sistemas software en UML. 1a Edición. Edicions UPC. 2003. ISBN: 84-8301-723-7.
- [26] MARCOS, Esperanza, VARA, Juan y VELA, Belén. Diseño de bases de datos objeto - relacionales con UML. Editorial DYKINSON S.L. 2005. ISBN: 84-9772-723-7
- [27] BOOCH, Grady, JACOBSON, Ivar y RUMBAUGH, Jim. "UML El lenguaje unificado de modelado". [En línea]. (Consulta: 20 de Julio de 2011). <URL: <http://elvex.ugr.es/decsai/java/pdf/3E-UML.pdf/>>
- [28] Industria Licorera del Cauca. Industria Licorera del Cauca. [En línea]. (Consulta: 20 Agosto de 2011). <URL: <http://www.aguardientecaucano.com/home>>
- [29] INDUSTRIA LICORERA DEL CAUCA. Documentación Certificación ISO 9001:2000. 2011.
- [30] ESCRIBANO FERNÁNDEZ, Gerardo. Introducción a xtreme programming. [En línea]. (Consulta: 5 de Octubre de 2011). <URL:<http://www.info-ab.uclm.es/asignaturas/42551/trabajosAnteriores/Presentacion-XP.pdf>>
- [31] MORALES PRADO, José Ricardo y RUEDA CHACÓN, Julio César. "Aplicación de la metodología RUP para el desarrollo rápido de las aplicaciones basado en el estándar J2EE". Monografía de grado. Universidad San Carlos de Guatemala. 2006.
- [32] CÓRDOBA, Ernesto y SANDOVAL, Andrés. "Diseño e Implementación de un sistema supervisorio de la nueva línea de envasado de la Industria Licorera Del Cauca". Monografía de Grado, Universidad del Cauca. 2007
- [33] E. Gamma et al, Design Patterns, Elements of reusable software. Addison Wesley Professional. 1995
- [34] Ian Sommerville, Ingeniería de Software. Sexta Edición. Addison Wesley. 2002
- [35] CALVARRO, Nelson, DE LA TORRE LLORENTE, Cesar, RAMOS, Miguel Angel, LLORENTE y ZORRILLA CASTRO, Unai. Guía para la arquitectura de n capas orientada al dominio con .net.
- [36] Microsoft Corporation. Application Architecture for .NET: Designing Applications and Services.2002
- [37] DEWIT, Olivier. ASP.NET. Programación Web con Visual Studio y Web Matrix. Eni ediciones.  
COBO, Ángel; GÓMEZ, Patricia, PÉREZ; Daniel y ROCHA, Rocío. PHP y MySQL
- [38] Tecnologías para el desarrollo de aplicaciones web. Ediciones Díaz Santos. ISBN: 84-7978-706-6.
- [39] TOROSI, Gustavo. El proceso unificado de desarrollo de software.
- [40] JURISTO, Natali, MORENO, Ana y VEGAS, Sira. Técnicas de Evaluación de software. 2005