

# **Prototipo para la Interfaz de la Norma ISA S95 con el Nivel MES**



**Hernán Felipe Bolaños Cruz  
Juan Manuel Velásquez Vélez**

**Universidad del Cauca  
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones  
Departamento de Electrónica, Instrumentación y Control  
Ingeniería en Automática Industrial  
Popayán, Septiembre de 2007**

# **Prototipo para la Interfaz de la Norma ISA S95 con el Nivel MES**



**Hernán Felipe Bolaños Cruz  
Juan Manuel Velásquez Vélez**

Director: Ing. Oscar Amaury Rojas Alvarado

**Universidad del Cauca**  
**Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones**  
**Departamento de Electrónica, Instrumentación y Control**  
**Ingeniería en Automática Industrial**  
Popayán, Septiembre de 2007

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN -----	7
1. ESTÁNDARES PARA INTEGRACIÓN EMPRESARIAL -----	7
1.1 ESTÁNDAR ISA S88 PARTE 1 -----	8
1.1.1 Nivel de Empresa -----	8
1.1.2 Nivel de Sitio -----	9
1.1.3 Nivel de Área -----	9
1.1.4 Proceso -----	9
1.1.5 Recetas -----	11
1.1.6 Información de Producción -----	11
1.2 ESTÁNDAR ISA S88 PARTE 2 -----	12
1.2.1 Modelo de Receta -----	14
1.2.2 Modelo de Equipos -----	20
1.2.3 Programa de Producción -----	21
1.2.4 Administración de la información de producción -----	22
1.3 ESTÁNDAR ISA S95 -----	24
1.3.1 Modelo de Objeto -----	25
2. ESQUEMAS BATCHML Y B2MML -----	26
2.1 ESQUEMA BATCHML (BATCH MARKUP LANGUAGE) -----	26
2.1.1 BATCH INFORMATION ELEMENT -----	27
2.1.2 CONTROL RECIPE -----	27
2.1.3 RECIPE FORMULA -----	28
2.1.4 EQUIPMENT ELEMENT -----	30
2.1.5 Modelo BATCH LIST -----	32
2.2 ESQUEMA B2MML (BUSINESS TO MANUFACTURING MARKUP LANGUAGE) -----	35
2.2.1 Programa de Producción -----	35
2.2.2 Desempeño de la Producción -----	38
2.3 MIDDLEWARE -----	41
3. MAPEO DE LA INFORMACIÓN DE BATCHML Y B2MML -----	42
3.1 DISEÑO DEL PROTOTIPO -----	56
3.1.1 Interfaz del Programa de Producción -----	57
3.1.2 Interfaz del administrador del Batch -----	60
3.1.3 Interfaz del Desempeño de la Producción -----	67
4. VALIDACIÓN DEL PROTOTIPO -----	70
4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO UHT -----	70
4.1.1 Adquisición de la leche -----	70
4.1.2 Adecuación y tratamiento previo al proceso UHT -----	71
4.1.3 Procesamiento UHT y Empacado -----	71
4.2 VALIDACIÓN -----	72
4.2.1 Validación del Programa de Producción -----	73
4.2.2 Validación del BatchML -----	76
4.2.3 Validación del Desempeño de la Producción -----	78
4.3 EXPLICACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS XML -----	80
4.3.1 Explicación de la estructura XML del Programa de Producción de B2MML -----	81
4.3.2 Explicación de la estructura XML del BatchML -----	87
4.3.3 Explicación de la estructura XML del Desempeño de la Producción -----	91

5. CONCLUSIONES -----	97
REFERENCIAS-----	101

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelo físico ISA S88-----	10
Figura 2. Modelo de Descripción ISA S88. -----	13
Figura 3. Entidades de Receta -----	15
Figura 4. Partes de las Entidades de Receta -----	17
Figura 5. Bloques de Construcción de Receta-----	18
Figura 6. Requerimientos de equipo-----	18
Figura 7. Modelo de Parámetros -----	19
Figura 8. Estructura de Equipo -----	20
Figura 9. Clases de Equipo-----	21
Figura 10. Programa Batch -----	21
Figura 11. Información de Producción-----	23
Figura 12. Descripción de los Niveles de Control y Gestión en el Modelo Físico-----	25
Figura 13. Modelo de Objeto-----	26
Figura 14. Esquema <i>Batch Information Element</i> -----	27
Figura 15. Modelo de objeto de <i>Control Recipe</i> -----	28
Figura 16. Esquema de <i>Control Recipe</i> -----	28
Figura 17. Esquema <i>Formula</i> -----	29
Figura 18. Esquema <i>Parameter</i> -----	30
Figura 19. Modelo de las definiciones del equipo -----	31
Figura 20. Esquema de <i>Equipment Element</i> -----	31
Figura 21. Modelo de Definiciones de <i>Batch List</i> -----	32
Figura 22. Esquema <i>Batch List</i> -----	32
Figura 23. Esquema <i>Batch List Entry</i> -----	34
Figura 24. Programa de Producción -----	35
Figura 25. Solicitud de Producción-----	36
Figura 26. Requerimiento de Segmento-----	37
Figura 27. Desempeño de la Producción -----	38
Figura 28. Respuesta de Producción-----	39
Figura 29. Respuesta de Segmento -----	40
Figura 30. Escenario de integración ISA S95.-----	42
Figura 31. Prototipo Flujo de Información-----	56
Figura 32. Interfaz Programa de Producción -----	57
Figura 33. Interfaz Solicitud de Producción -----	58
Figura 34. Interfaz Requerimientos de Material Producido-----	59
Figura 35. Interfaz Requerimientos de Material Consumido -----	59
Figura 36. Interfaz Requerimientos de Segmento Específicos – Etapa Recepción -----	60
Figura 37. Interfaz Principal Administrador del Batch -----	61
Figura 38. Interfaz Receta de Control -----	62
Figura 39. Interfaz Elementos de Equipo-----	62
Figura 40. Interfaz Lista Batch-----	63
Figura 41. Interfaz Información Propia del BatchML-----	64
Figura 42. Interfaz Información Propia del BatchML - Receta de Control -----	65
Figura 43. Interfaz Lógica de Procedimiento-----	65
Figura 44. Interfaz Información Propia del BatchML - Listas Batch-----	66
Figura 45. Interfaz Principal del Desempeño de la Producción-----	67
Figura 46. Interfaz Material Consumido Actual -----	68
Figura 47. Interfaz Respuestas de Segmento Específicas – Etapa Recepción -----	69
Figura 48. Interfaz Información Propia del Desempeño de la Producción -----	70
Figura 49. Esquema de la línea UHT del proceso -----	71
Figura 50. Validación del Programa de Producción -----	73

Figura 51. Validación de la Solicitud de Producción -----	74
Figura 52. Validación de los Requerimientos de Material Consumido-----	74
Figura 53. Validación del Requerimiento de Segmento Específico – Etapa Recepción ----	75
Figura 54. Validación del Requerimiento de Segmento Específico – Etapa Empacado----	75
Figura 55. Validación del BatchML-----	76
Figura 56. Validación de las Entradas de Listas Batch – Etapa Empacado -----	77
Figura 57. Validación de la Información Propia del BatchML – Receta Maestra -----	77
Figura 58. Validación del Desempeño de la Producción -----	78
Figura 59. Validación del Material Consumido Actual-----	79
Figura 60. Validación de las Respuestas de Segmento Específicas – Etapa Recepción ---	79
Figura 61. Validación de la Información Propia del Desempeño de la Producción -----	80
Figura 62. XML Programa de Producción -----	85
Figura 63. XML Requerimientos de Segmento Específicos – Etapa Recepción -----	86
Figura 64. XML Requerimiento de Segmento General -----	86
Figura 65. XML BatchML -----	90
Figura 66. XML Listas de Entrada Batch-----	91
Figura 67. XML Desempeño de la Producción -----	95
Figura 68. XML Respuesta de Segmento General-----	96
Figura 69. XML Respuestas de Segmento Específicas -----	96

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de Subclases-----	16
Tabla 2. Mapeo BatchML & B2MML -----	46
Tabla 3. Programa de Producción-----	49
Tabla 4. BatchML -----	53
Tabla 5. Desempeño de la Producción-----	55
Tabla 6. Explicación de la estructura XML del Programa de Producción de B2MML -----	84
Tabla 7. Explicación de la estructura XML del BatchML-----	89
Tabla 8. Explicación de la estructura XML del Desempeño de la Producción de B2MML --	95

## INTRODUCCIÓN

El presente proyecto es una continuación del trabajo de grado "Aplicación de la norma ISA S95 a un caso de estudio", el cual se enfocó en la etapa de modelado de la información y en realizar la instancia de los modelos de objetos planteados por el estándar ISA S95.

Con este proyecto se busca desarrollar un prototipo para la implementación del estándar ISA S95 que permita integrar la información entregada por un software administrador de Batch1 en una estructura BatchML (*Batch Markup Language*) [1] a una estructura B2MML (*Business to Manufacturing Markup Language*) [2], y viceversa, logrando así un impacto tecnológico e investigativo en el desarrollo de proyectos de integración empresarial en el sector industrial nacional y mundial a través de la obtención de sistemas con mayor grado de estandarización y flexibilidad.

### 1. ESTÁNDARES PARA INTEGRACIÓN EMPRESARIAL

Desde hace muchos años la importancia de intercambiar información del nivel de proceso con el nivel de gestión o empresarial ha crecido notablemente, tanto así que muchas empresas se han dedicado al desarrollo de tecnologías que permitan la interacción de estos ámbitos empresariales. Existen muchos desarrolladores de sistemas para Planificación de Recursos Empresariales (ERPs) y los Sistemas de Ejecución de Manufactura (MES) que han buscado subsanar este inconveniente para la industria moderna, pero debido a que no se ha trabajado en conjunto hasta ahora la integración de dichos sistemas es medianamente eficiente.

Entendiendo la problemática presente, se crea la Sociedad Internacional para la Medición y el Control ISA (*The International Society for Measurement and Control*), la cual brinda gran claridad en el desarrollo de tecnologías para el control de procesos y la automatización [3]. Actualmente en las empresas modernas de fabricación, tanto en el nivel de planificación como en el de producción, se utilizan sistemas IT (Tecnologías de la Información), que generan un gran volumen de información relevante para la producción y el funcionamiento empresarial. Cuando se debe aumentar la productividad y la eficiencia de la empresa, se tiene que aprovechar en forma óptima toda la información disponible y para esto, ambos niveles se tienen que poder comunicar. El estándar

---

<sup>1</sup> Batch es una palabra en inglés, pero de ahora en adelante se utilizara para referirse a la producción de un lote.



internacional S95 [4] proporciona la base necesaria para la conexión entre las áreas mencionadas.

Los sistemas ERP (*Enterprise Resources Planning*) [4], son un sistema utilizado para integrar la información del nivel de negocios; además, procura la optimización de las operaciones logísticas y comerciales. Se encuentra en uso desde mediados de la década del 80. Mientras que los sistemas MES (*Manufacturing Execution Systems*), de acuerdo con la definición del Instituto "Advanced Manufacturing Research (AMR) of Cambridge, EE.UU", tienen como función: "observar un producto durante todo su recorrido desde la producción hasta llegar al cliente" [4].

Una novedad en la integración de los sistemas de supervisión y control del proceso de producción con los sistemas MES es la aparición del estándar S88, el cuál se explicará de manera general a continuación.

### **1.1 ESTÁNDAR ISA S88 PARTE 1**

El estándar internacional ISA S88 [5] contiene información sobre el control por lotes, y provee terminología y modelos para definir los requisitos necesarios para los procesos de fabricación por lotes. Los modelos y la terminología definidos en este estándar enfatizan buenas prácticas para el diseño y la operación, además pueden ser usados para beneficiar el control y pueden ser aplicadas sin importar el grado de automatización de la empresa.

Uno de los mayores beneficios de S88 es que provee definiciones claras de los procesos de manufactura y los requerimientos de producción, a través del uso de terminología común y modelos de fabricación que simplifican la comunicación entre clientes, distribuidores e integradores.

A continuación se detallan algunos conceptos relevantes para una mejor comprensión de la descripción del proyecto:

#### **1.1.1 Nivel de Empresa**

La empresa es una colección de dos o más sitios y puede contener tanto sitios como áreas. La empresa es la encargada de determinar qué productos se van a manufacturar, en cuáles sitios se van a manufacturar y cómo ellos se van a manufacturar [5].

### **1.1.2 Nivel de Sitio**

Un sitio es un agrupamiento físico, geográfico o lógico determinado por la empresa. Éste puede contener áreas, líneas de producción, células de proceso y unidades de producción. La planeación y programación del sitio debe involucrar células, líneas o unidades dentro de las áreas [5].

### **1.1.3 Nivel de Área**

Un área es un agrupamiento físico, geográfico o lógico determinado por el sitio. Éste puede contener células de proceso, unidades de producción o líneas de producción [5].

En la figura 1 se muestra el modelo físico en ISA S88; en éste el nivel superior es la empresa y puede consistir en uno o más sitios o plantas. Cada sitio lo conforman múltiples áreas, como producción, envasado, almacén. Cada área está dedicada a una operación funcional específica en el flujo de producción.

Cada área se divide en entidades, llamadas centros de trabajo (Ej: líneas de envasado) que agrupan equipamiento físico usado para llevar a cabo operaciones subsiguientes (Ej: pesadora, embolsadora, etiquetadora). Cada entidad de la estructura corporativa tiene propiedades específicas que afectan la forma en que son procesadas las materias primas e intermedias, cómo se planifican las actuaciones en los centros de trabajo, cómo se controla y configura la maquinaria, etc.

### **1.1.4 Proceso**

El proceso corresponde a una secuencia de actividades químicas, físicas o biológicas para la conversión, transporte o almacenamiento de material o energía. Los procesos de la industria manufacturera pueden generalmente ser clasificados como continuos, manufactura de partes discretas o Batch. La clasificación de un proceso depende de cómo aparece la salida en el proceso, si ésta aparece como flujo continuo (proceso continuo), en cantidades finitas de partes (manufactura de partes discretas), o en cantidades finitas de material (lotes) [5].



Figura 1. Modelo físico ISA S88

En un proceso continuo, los materiales de entrada y salida fluyen de manera continua a través de los equipos del proceso, alrededor de un estado estacionario de operación. No existe un tiempo predefinido de arranque y parada. Una vez se alcanza el estado estacionario, el proceso se vuelve independiente del tiempo, lo que significa que la conformidad del producto no se ve influida por el tiempo que el proceso lleve operando [5].

En un proceso de manufactura de partes discretas, los productos son clasificados dentro de lotes de producción que se basan en materias primas, requerimientos de producción e históricos de producción comunes. En un proceso de manufactura de partes discretas, una cantidad específica de producto es movida como una unidad (grupo de partes) entre estaciones de trabajo, y cada parte mantiene una única identidad [5].

Los procesos por Batch conducen a la producción de cantidades finitas de material (lotes) sometiendo los materiales de entrada a un conjunto ordenado de actividades de proceso sobre un periodo finito de tiempo, usando uno o más equipos. El producto resultante de un proceso por Batch es llamado Batch. Los procesos por Batch son procesos

discontinuos, y no corresponden a procesos discretos o continuos; sin embargo pueden tener características de ambos [5].

### 1.1.5 Recetas

El estándar Control Batch S88 diferencia entre cuatro tipos de recetas:

- **Receta General:** La receta general identifica materias primas, sus cantidades relativas y el procesamiento requerido, pero sin la consideración específica de un sitio particular o de un equipo específico en el sitio [5].
- **Receta de Sitio:** La receta de sitio es específica de un sitio en particular. Ésta es una combinación de información específica del sitio y una receta general. Normalmente se deriva de una receta general para encontrarse las condiciones halladas en una locación de fabricación particular y proporciona el nivel de detalle necesario para el nivel de sitio y planificación a largo plazo de la producción [5].
- **Receta Maestra:** La receta maestra es aquel nivel de la receta que se centra en una célula de proceso o en un subconjunto de equipo de la célula de proceso. Una receta maestra se puede derivar de una receta general o de una receta de sitio. También se puede crear como una entidad única si el creador de la receta tiene el conocimiento necesario del proceso y del producto [5].
- **Receta de Control:** La receta de control comienza como una copia de una versión específica de una receta maestra que luego se modificará, como sea necesario, con información operacional y de programación para ser específica a un solo Batch. La receta de control contiene información del proceso del producto específico necesaria para fabricar un Batch particular del producto. Proporciona el nivel de detalle necesario para inicializar y supervisar el equipo de las entidades de procedimiento en una célula de proceso [5].

### 1.1.6 Información de Producción

Con el objetivo de contextualizar el presente proyecto, en esta sección se relacionan los aspectos generales de la información que es generada en los procesos de producción, la cual tiene que ser recolectada, organizada y puesta a disposición de diferentes niveles de la empresa. Es así como en el desarrollo del proceso de producción se necesita

información detallada de procesamiento de los lotes de producción individuales para realizar estadísticas y comparaciones para los reportes de producción, mientras que en el nivel de la célula de proceso donde los lotes de producción son ejecutados, hay una necesidad de información más detallada para controlar la producción día a día, para realizar ajustes a la programación, o para ajustar el procesamiento de un Batch a otro.

La información de la producción puede ser específica de un Batch o puede ser común a uno, varios o todos los lotes de producción producidos. La información específica del Batch puede incluir una copia de la receta de control que fue utilizada para realizar el Batch, datos de receta, datos específicos de receta, resumen de datos de Batch, comentarios del operador, datos del proceso, datos de eventos, datos de operario y datos de análisis. Por su parte, la información común del Batch puede incluir: información de control de calidad, información de sistemas de utilidad, historia del equipo, documentación operacional y la información de materiales. Toda información registrada perteneciente a un Batch es designada como "Historia del Batch". La historia del Batch incluirá típicamente información específica del Batch. En muchas industrias el registro de la historia del Batch es tan importante como el producto mismo; si no se mantiene un registro del Batch confiable y exacto, la calidad y la trazabilidad del producto no se pueden asegurar. Mantener un registro de Batch completo suministra también información que es valiosa en el análisis del proceso y en los esfuerzos de mejoramiento continuo.

La extracción de datos relacionados en uno o más lotes de producción se les denomina "Reporte Batch". La extracción y ordenamiento de los datos en un informe pueden variar dependiendo del destinatario conocido del reporte Batch. Algunos de los destinatarios típicos de los reportes Batch y los tipos de información comúnmente incluidos en sus informes son: administración de producción, desarrollo de productos, operaciones de planta, administración de calidad, autoridades y clientes [5].

## **1.2 ESTÁNDAR ISA S88 PARTE 2**

La parte 2 del estándar S88 [6] sobre control Batch define modelos de datos que describen el control Batch aplicado en los procesos industriales, las estructuras de datos para facilitar las comunicaciones entre las aplicaciones de control Batch, y las pautas del lenguaje para representar las recetas.

El modelo de datos se encarga de definir la estructura de la información que especifica un conjunto de objetos, atributos, y sus relaciones básicas que cubren los conceptos de la parte 1 de la norma S88 a un alto nivel de abstracción. Los modelos se aplican a las interfaces de los sistemas de control Batch de una manera tecnológicamente independiente y no tienen como objetivo tratar la arquitectura interna de los sistemas de control Batch. Estos modelos que se describen en la parte 2 del estándar S88 se basan en el lenguaje UML. El modelo de descripción del estándar ISA S88 presenta la estructura de alto nivel de las clases principales que son definidas y las relaciones entre estas clases para el dominio Batch que es descrito por el modelo de control de actividades de la parte 1 del estándar, tal como se representa en la figura 2 [6].

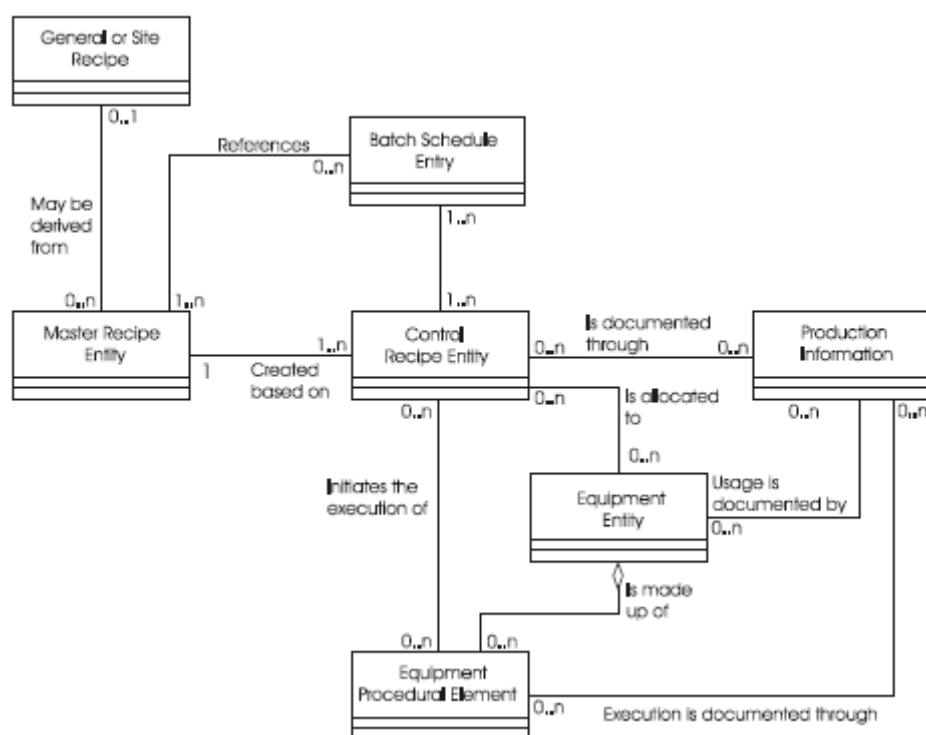


Figura 2. Modelo de Descripción ISA S88.

*Una receta general o de sitio* se compone de una jerarquía de entidades de recetas generales que corresponden a las entidades de procedimiento, tales como etapas de proceso, operaciones de proceso, y acciones del proceso [6].

*Una receta maestra* puede ser derivada de una receta general o de sitio. La receta maestra por sí misma puede considerarse como una entidad de receta maestra de nivel superior. Una receta maestra se compone de una jerarquía de entidades de recetas

maestras que corresponden a las entidades de procedimiento es decir, procedimientos, procedimientos de unidad, operaciones, fases [6].

*La entrada del programa del Batch* especifica la producción de un Batch específico con la ejecución de una receta. Un programa del Batch es, en principio, una lista que especifica la producción de los lotes de producción, e incluye la información sobre la sincronización. La información del producto específico necesaria para este propósito se deriva de la relación de las entidades de receta maestra. Basados en la *entrada del programa del Batch*, una *receta de control* inicia como una copia de una versión específica de una receta maestra, y se modifica para crear la receta que producirá el Batch. Una receta de control incluye la información necesaria para el control de equipo [6].

*Las entidades de recetas de control* son creadas, basadas en las *entidades de recetas maestras*. Una receta de control puede ser realizada con información adicional, por ejemplo, escalamiento y trabajos de equipo, y puede ser modificada, incluyendo nuevas o removiendo entidades de recetas de control [6].

*Las entidades de equipo* son seleccionadas y asignadas a las *entidades de recetas de control*. Una entidad de recetas de control puede ser conectada a una *entidad de procedimiento de equipo* dentro de las entidades de equipo (normalmente la unidad). Las entidades de procedimiento de equipo pueden ser inicializadas, y los parámetros pueden ser los valores de las recetas asignados [6].

*La información de producción* es generada durante la producción del Batch. Esta información puede ser relacionada con las entidades de receta, entidades de equipo, y/o elementos de equipo de procedimiento [6].

### **1.2.1 Modelo de Receta**

*Entidades de Receta:* las recetas son organizadas jerárquicamente, con varias categorías de información en cada nivel. La entidad de receta es la construcción que es usada para representar una pareja de datos de un nivel en particular. Tal como se muestra en la figura 3 [6], la entidad de receta es la estructura fundamental en todas las clases de recetas. La entidad de receta estructuralmente toma el lugar del elemento de procedimiento de la receta definido en la parte 1 del estándar, pero este puede incluir

algunos o todos los componentes de la receta: definiciones de procedimiento, parámetros con valores, requerimientos de equipo y otra información.

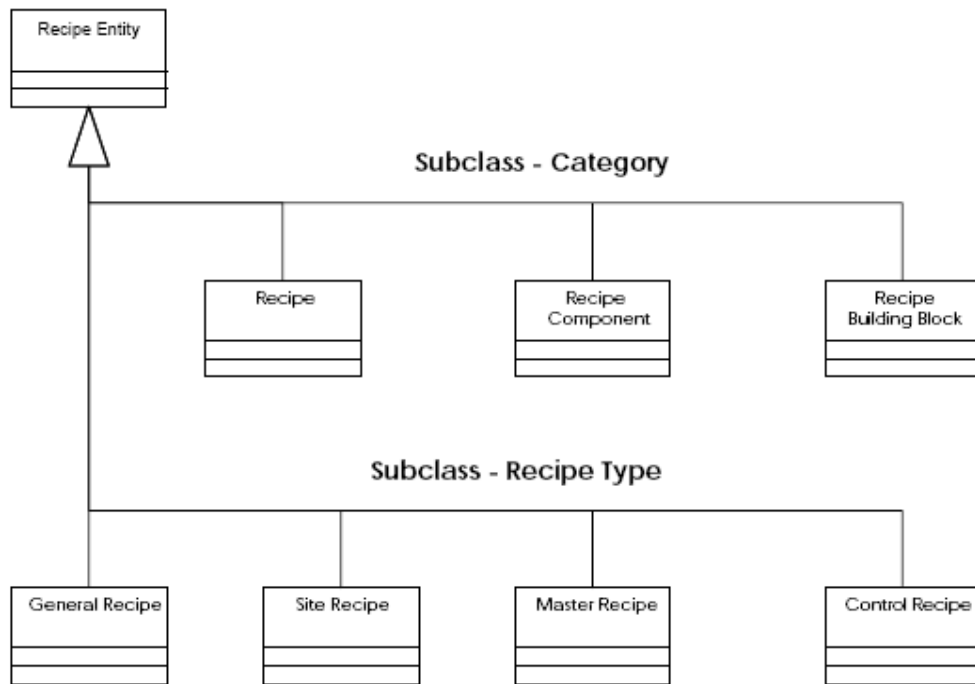


Figura 3. Entidades de Receta

El concepto de entidad es aplicado a todo tipo de recetas: general, sitio, maestra y control. Cuando una receta es ejecutada, la representación en la historia del Batch de la entidad de receta ejecutada tendrá la misma estructura, y por lo tanto ésta es mostrada como una subclase. Una perspectiva de las subclases es mostrada en la tabla 1 [6].



	<b>ENTIDAD DE LA RECETA GENERAL</b>	<b>ENTIDAD DE LA RECETA DE SITIO</b>	<b>ENTIDAD DE LA RECETA MAESTRA</b>	<b>ENTIDAD DE LA RECETA DE CONTROL</b>
<b>RECETA</b>	Una Receta General completa y autónoma	Una Receta de Sitio completa y autónoma	Una Receta Maestra completa y autónoma	Una Receta de Control completa y autónoma
<b>BLOQUE DE CONSTRUCCION DE RECETA</b>	Un tipo de Entidad de Receta General genérica que puede ser instanciada en una receta específica o en otro bloque de construcción.	Los Bloques de Construcción para las Recetas de Sitio pueden no existir. Las Recetas de Sitio son normalmente modificadas usando bloques de construcción de la Receta General.	Un tipo de Entidad de Receta Maestra genérica que puede ser instanciada en una receta específica o en otro bloque de construcción.	Los Bloques de Construcción para las Recetas de Control no existen. Las Recetas de Control son normalmente modificadas usando bloques de construcción de la Receta Maestra.
<b>COMPONENTE DE LA RECETA</b>	Un componente de una Receta General o un elemento de Librería que puede ser una instanciación de un bloque de construcción.	Un componente de una Receta de Sitio o un elemento de Librería que puede ser una instanciación de un bloque de construcción de la Receta General.	Un componente de una Receta Maestra o un elemento de Librería que puede ser una instanciación de un bloque de construcción.	Un componente de una Receta de Control que puede ser una instanciación de un bloque de construcción.

Tabla 1. Descripción de Subclases

*Partes de las Entidades de Receta:* tal como se ilustra en la figura 4 [6], el modelo muestra las categorías de información de una receta como se especifica en la parte 1 del estándar. El modelo indica que esos componentes pueden existir en algún nivel de la descomposición de la receta, por ejemplo una receta de unidad puede tener propios requerimientos de equipo.

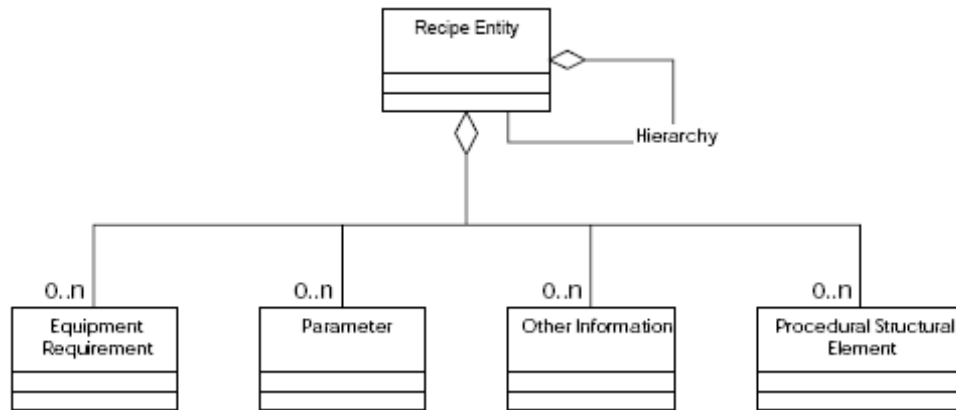


Figura 4. Partes de las entidades de receta

*Relación de Entidad de Receta (estructura de procedimiento):* las entidades de receta son descompuestas jerárquicamente a lo largo de las estructuras para entidades de procedimientos definidas en la parte 1 del estándar; es decir, una receta de procedimiento contiene unidades de procedimiento que contienen operaciones que contienen fases. Esta jerarquía es modelada usando contenidos repetidamente [6].

Los elementos estructurales de procedimiento incluyen los elementos de la receta de procedimiento y las conexiones que son usadas para ordenarlos, por ejemplo los elementos estructurales de procedimiento de una receta de unidad son las operaciones y el ordenamiento de esas operaciones contenidas dentro de éstas. Los elementos estructurales de procedimiento pueden ser relacionados con otros elementos estructurales de procedimiento.

*Bloques de Construcción de Recetas:* el bloque de construcción de receta es un concepto importante en el modelo de datos. La figura 5 [6] representa las relaciones en un único nivel de la jerarquía de procedimiento. Los bloques de construcción de recetas son los bloques de construcción de los cuales las recetas maestras son creadas. Cuando un bloque de construcción de receta está en una receta maestra como una entidad de receta maestra, ésta puede llevar parámetros, requerimientos de equipo, y otra información que puede ser asignada en valores específicos en la receta maestra. El nivel más bajo contenido en un bloque de construcción de receta por ejemplo las entidades de recetas subordinadas, puede ser copiado dentro de las entidades de recetas maestras. Esos mismos niveles contenidos pueden también ser accesibles por referencia para el bloque de construcción de receta.

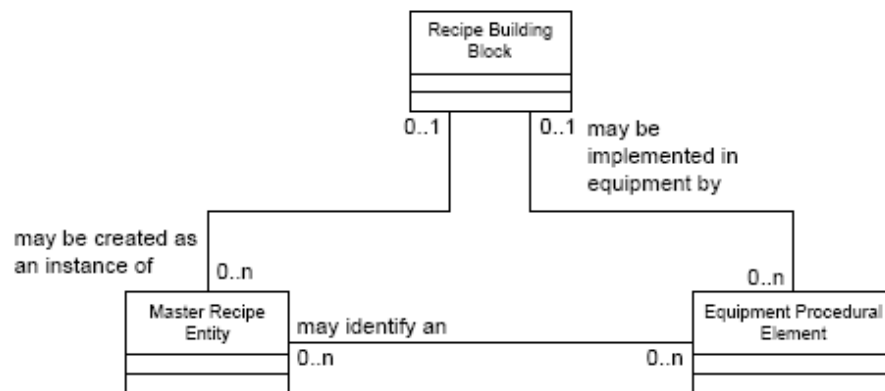


Figura 5. Bloques de Construcción de Receta

*Requerimientos de Equipo:* tal como se muestra en la figura 6 [6], las entidades de receta pueden contener requerimientos de equipo. Una referencia específica de requerimientos de equipo es un tipo de propiedad de equipo por ejemplo un tipo de propiedad de equipo puede ser el tamaño del contenedor o el revestimiento del contenedor. Un requerimiento de equipo específico podría entonces especificar un valor mínimo para el tamaño de un contenedor. Una entidad de equipo es una pieza específica de equipo, y puede ser reemplazada por una clase de equipo.

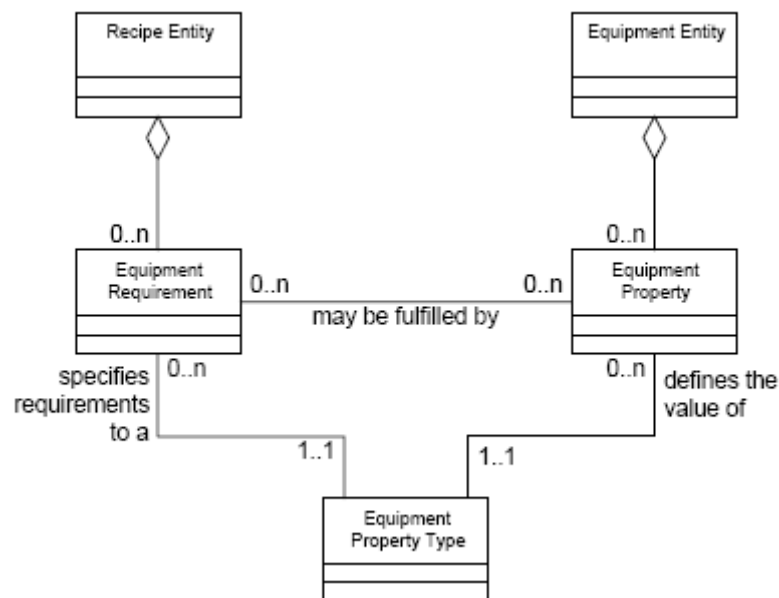


Figura 6. Requerimientos de equipo

Las entidades de receta de control inicialmente contendrán los requerimientos de equipo que son copiados desde las entidades de recetas maestras, y éstas necesitan ser llenadas por la correspondiente propiedad de una o más entidades de equipo para que equipos

específicos sean asignados. Los requerimientos iniciales de equipo pueden ser reemplazados por asignaciones específicas de equipos. Estas asignaciones son también modeladas como requerimientos de equipo.

*Parámetros de Receta:* tal como se muestra en la figura 7 [6], los parámetros son variables asociadas con entidades de receta. Esas variables pueden ser usadas por elementos de procedimiento de equipo, pueden ser usadas por otras actividades por ejemplo programas, o pueden ser referenciadas por otras partes de la receta, por ejemplo criterios de transición.

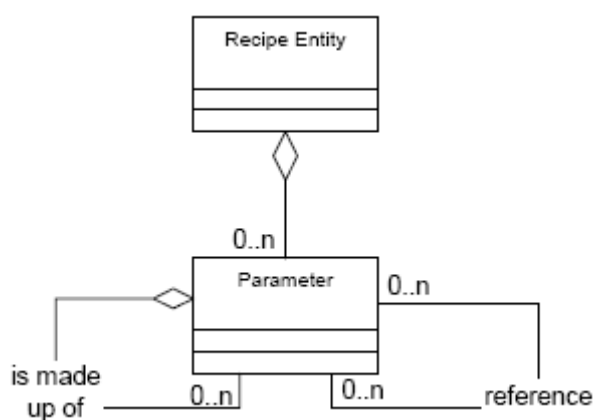


Figura 7. Modelo de Parámetros

Los parámetros pueden ser categorizados como entradas de proceso, salidas de proceso o parámetros de proceso. El modelo está soportado en el concepto de parámetros estructurados, por lo tanto, el modelo permite la posibilidad de incluir parámetros de diversos tipos (parámetros de proceso, entradas de proceso, salidas de proceso) en la misma estructura así como definir un solo tipo de estructuras de datos. Los valores de los parámetros pueden ser valores simples, expresiones, o referencias para parámetros que son definidos en el mismo nivel o niveles más altos en la jerarquía del proceso. Los valores que son expresiones pueden incluir referencias para otros parámetros.

La fórmula es representada en el modelo de datos como parámetros de receta. Una fórmula de receta es una colección de parámetros seleccionados para el procedimiento de la receta, y ésta puede también incluir parámetros que son definidos en niveles más bajos de la jerarquía del proceso.

### 1.2.2 Modelo de Equipos

En la figura 8 [6] se muestra la estructura de equipo. La estructura física de la planta necesita ser considerada dentro de la evaluación para la selección del equipo durante la ejecución de la receta. En particular, las capacidades de transferencia entre el equipo o la capacidad de asignar el equipo compartido son importantes para direccionar un Batch. Las entidades de equipo son definidas jerárquicamente como se especifica en la parte 1 del estándar; por tanto esta jerarquía es modelada a través de la naturaleza recursiva de los objetos, lo cual permite la configuración de expansibilidad y colapsibilidad.

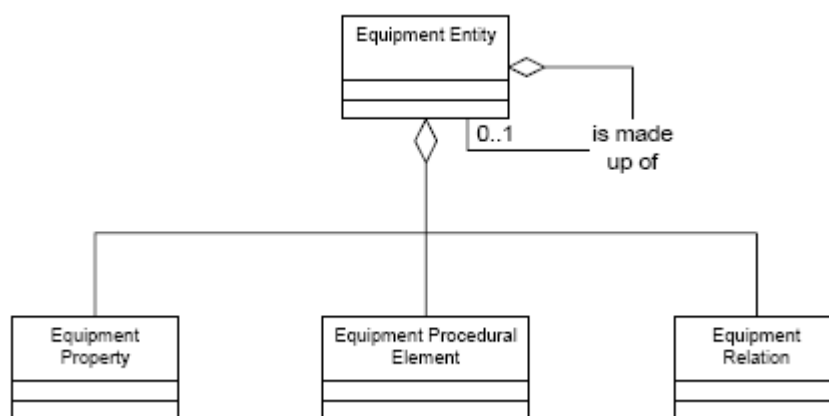


Figura 8. Estructura de Equipo

De acuerdo a la figura 8, los equipos pueden tener propiedades, las cuales son específicas para cada implementación y pueden ser usadas para examinar las características del equipo y los requerimientos del conjunto de equipos para la receta.

Las clases de equipo tal como se ilustra en la figura 9 [6], proveen un medio para grupos de entidades de equipo con características comunes. Las entidades de equipo pueden ser miembros de una o más clases de equipo, o pueden no encajar en ninguna clase. Las clases de equipo pueden ser usadas para especificar grupos de unidades y pueden ser usadas como alternativas durante la selección del equipo. Las entidades de equipo pueden ser miembros de una clase de equipo, y la clase determina algunas de las propiedades de los miembros de la clase. Como ejemplo, ciertas propiedades de equipo son compartidas con la clase. Las clases de equipo pueden determinar algunas o todas las propiedades de equipo, los elementos de procedimiento de equipo y relaciones de equipo de las entidades de equipo referenciadas.

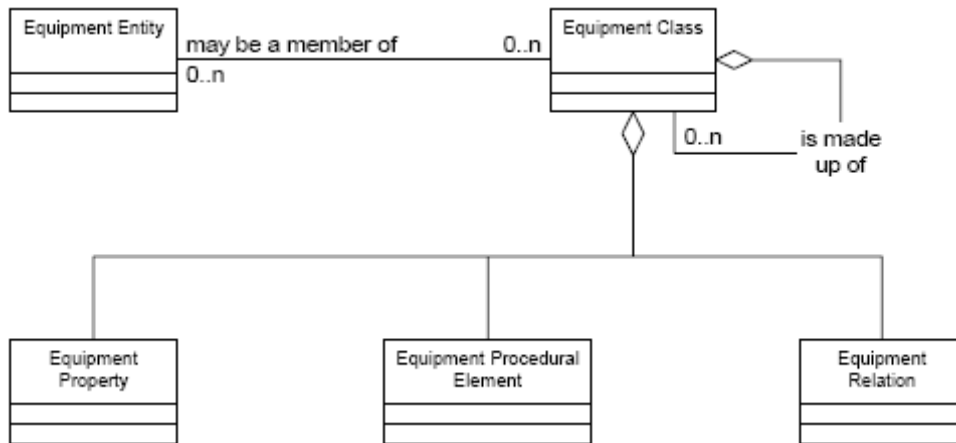


Figura 9. Clases de Equipo

### 1.2.3 Programa de Producción

Tal como se muestra en la figura 10 [6], la entidad central en un programa es la entrada del programa del Batch. Este objeto define como debe ejecutarse uno o más Batches, recetas de control, u otras entidades de recetas de control, típicamente unidades de procedimiento. La entrada del programa del Batch puede también ser usada para programar otras actividades, por ejemplo una parada de equipos. Una entrada del programa del Batch puede incluir fórmula y valores de parámetros que pueden ser usados en una receta de control. La entrada del programa del Batch puede ser usado para representar el programa de las entidades de nivel más alto (por ejemplo una orden de producción).

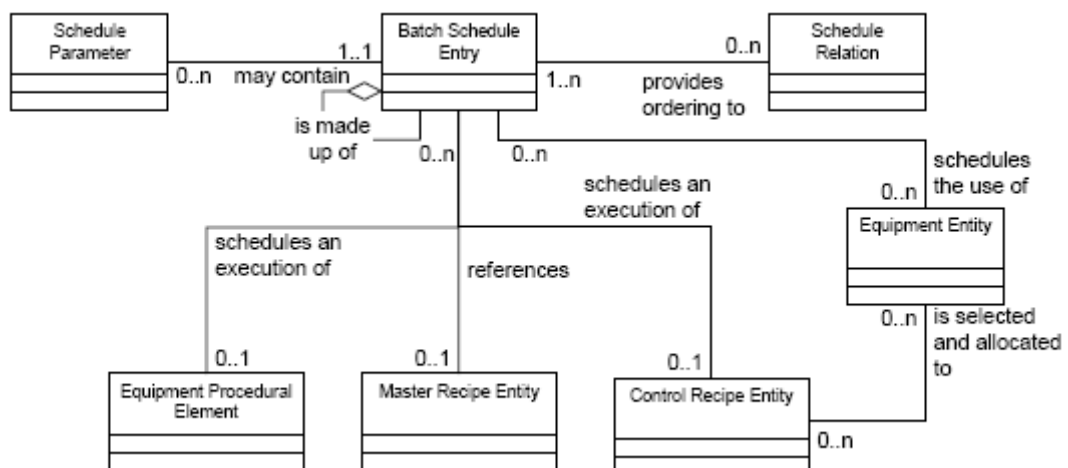


Figura 10. Programa Batch

*Las relaciones del programa* pueden ser usadas para representar el subconjunto relevante de programas de las relaciones de recetas por ejemplo, las relaciones correspondientes para transferir al Batch. En los niveles más altos, pueden ser usados para representar relaciones necesarias o deseables entre entradas de programa. Las subclases específicas y las características de las relaciones de entrada del programa no se modelan en esta parte del estándar [6].

La entrada del programa del Batch del nivel más alto incluirá las entradas y relaciones del programa de los niveles más bajos, por ejemplo una orden programada puede incluir los lotes programados y relaciones entre estos Batch.

En el más simple de los casos, la entrada del programa del Batch representa un Batch en una lista de ejecución de un Batch o una secuencia que está esperando para ser inicializada. Planear tiempos de inicio y proyectar la duración y tiempos de finalización que pueden ser agregados. Adicionalmente, la asignación de equipos y el uso de otros recursos pueden ser especificados por la entrada del programa del Batch. La programación puede suceder en niveles más detallados, por ejemplo programación de las recetas de unidad de forma individual y su asignación de equipo y eventualmente programación de operaciones o fases de manera individual, proyectar su duración, y su consumo de recursos, incluyendo recursos comunes o de uso exclusivo que limiten el programa. Las unidades y módulos de equipo son asignadas o desasignadas como sea requerido por la receta de control específica.

#### **1.2.4 Administración de la información de producción**

Esta sub-cláusula describe los modelos que define la lista de la *información de producción*. De acuerdo a figura 11 [6], la información de producción incluye información oportuna de cómo las cosas tienen que ocurrir, puede incluir también *información específica del Batch* y obviar información específica o común del Batch.

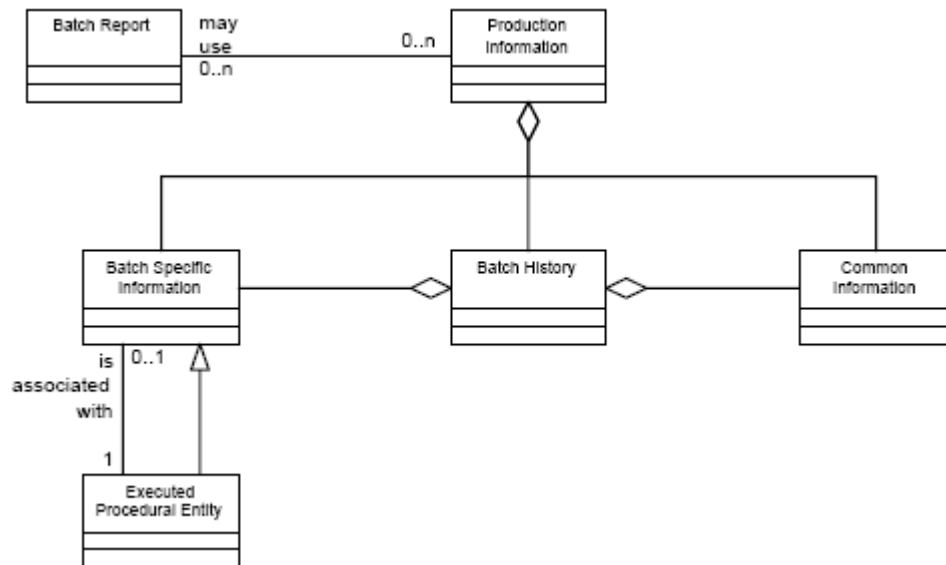


Figura 11. Información de Producción

La información de producción puede incluir lo siguiente:

- a) Una copia de la receta de control
- b) Una copia de la receta maestra
- c) Información acerca de materiales que son usados y producidos
- d) Información de tendencias
- e) Alarmas y mensajes
- f) Interacción del operario con el Batch
- g) Registro de fechas y registros asíncronos
- h) Información adicional (por ejemplo, asignación, inicio/parada)

Una *Entidad de Procedimiento de Ejecución* está registrando una instancia de la ejecución de una entidad de receta o una entidad de procedimiento de equipo. Los datos están asociados con la ejecución de la instancia y son mantenidos en la relación de los registros de históricos del Batch [6].

Los *reportes Batch* son ilustrados para extraer algún dato del Batch de la información de producción para ser desplegados sobre una pantalla, o sobre un papel, o para transferir a otro sistema [6].



### 1.3 ESTÁNDAR ISA S95

Gradualmente, el estándar ISA S95 [7] está convirtiéndose en la principal referencia para el desarrollo e integración de los sistemas de ejecución de manufactura, debido a que describe los procesos en la capa MES, define modelos de datos para la implementación de sistemas MES en varios tipos de industria y ofrece una interfaz estandarizada para establecer conexiones de datos entre sistemas MES y sistemas ERP. Los sistemas ERP se concentran en la cantidad de productos finalizados, es decir, el rendimiento de la planta, y la cantidad de materias primas requeridas. No obstante, en el nivel productivo, se necesita información más detallada para garantizar una fabricación eficiente.

El modelo físico estructurado consta de los siguientes niveles: empresa, sitio, área, célula de manufactura, unidad, módulo de equipo y módulo de control. La norma S95 aplica a los niveles de empresa, sitio y área; por su parte los niveles inferiores son cubiertos por la norma S88 que hace referencia al control de los procesos por lote o tipo Batch. La Figura 12 [7] ilustra de manera más clara los niveles abarcados por las normas ISA S95 e ISA S88. La norma S95 está subdividida en tres partes:

**PRIMERA PARTE (S95.00.01):** Modelos y Terminologías (publicada en el 2000), pone a disposición modelos y terminologías estándar en cuanto a la definición de las interfaces entre los sistemas comerciales de una empresa y sus sistemas de control en la producción [8].

**SEGUNDA PARTE (S95.00.02):** Estructuras y Atributos de los Datos (publicada en el 2001); en conjunto con la Parte 1 define el contenido de la interfaz entre las funciones de control en la producción y otras funciones de la empresa [8].

**TERCERA PARTE (S95.00.03):** Modelos de Procesos de Producción (terminada); define las actividades para desarrollos de la información en la producción que permiten una integración sistémica entre el nivel de empresa y el de control de la producción [8].

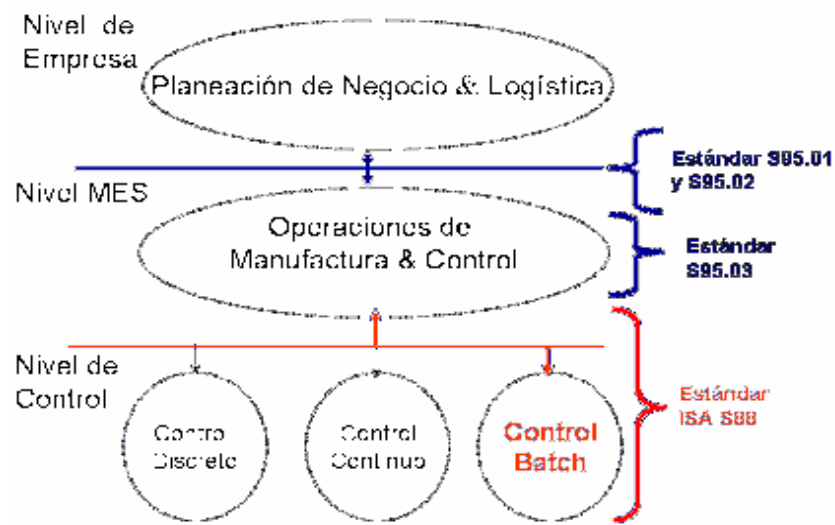


Figura 12. Descripción de los Niveles de Control y Gestión en el Modelo Físico

Actualmente el comité de la ISA encargado del desarrollo de la norma se encuentra trabajando en tres partes más: la cuarta parte ISA S95.00.04: Modelo de Objetos y atributos de Manejo de Operaciones de Manufactura (en borrador); la quinta parte ISA S95.00.05: Transacciones de Negocios a Manufactura (en borrador) y la sexta parte que se encuentra en estudio ISA S95.00.06: Transacciones de Operaciones de Manufactura. Estas tres últimas partes hacen referencia al manejo de seguridad y a la forma de intercambio de la información tomando como base las tres primeras ya mencionadas; se cree que con ellas se concluirá con la reglamentación total de la Norma.

### 1.3.1 Modelo de Objeto

Alguna parte de la información manejada dentro de cada una de las áreas debe ser compartida entre el sistema de control de manufactura (MES) y el sistema de negocios (ERP), tal como se ilustra en la figura 13 [8].

El programa de producción corresponde a un documento utilizado por el nivel de negocios (ERP) para comunicar los requerimientos de producción al nivel de manufactura (MES), indicando los tipos de productos, cantidades y presentaciones que deben ser elaboradas dentro de un lapso de tiempo específico.

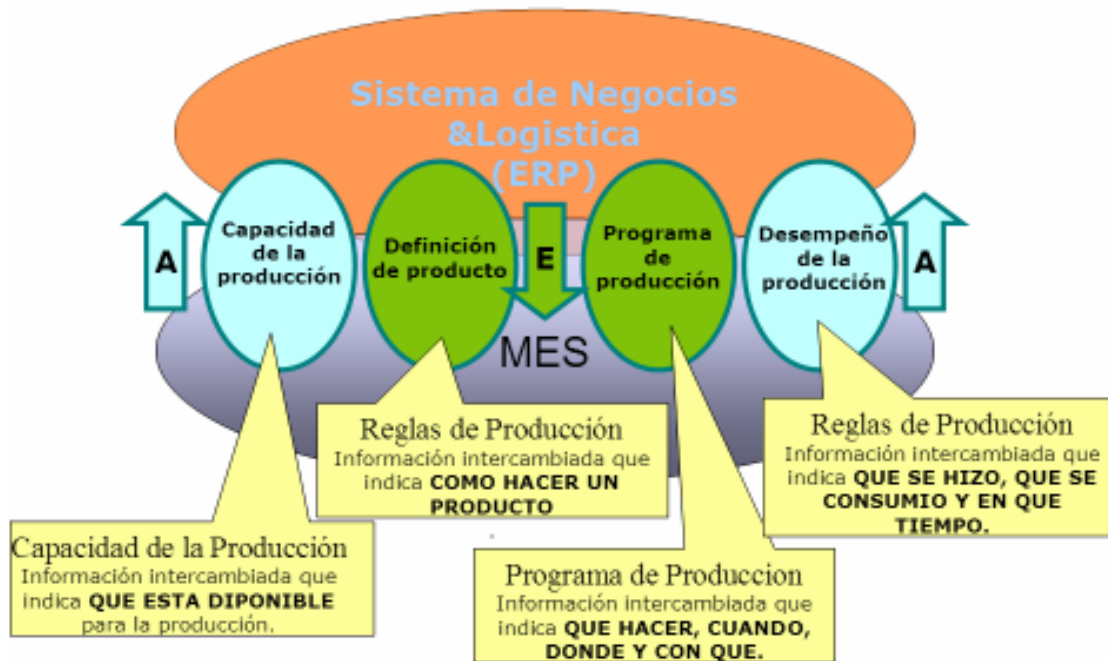


Figura 13. Modelo de Objeto

El desempeño de la producción relaciona un documento utilizado por el nivel de manufactura (MES) para comunicar al nivel de negocios (ERP) los resultados obtenidos en los procesos productivos, incluyendo datos relacionados con cantidades de producto terminado, materias primas consumidas, tiempos de operación, etc.

## 2. ESQUEMAS BatchML Y B2MML

### 2.1 ESQUEMA BatchML (*Batch Markup Language*)

Los esquemas BatchML son documentos XML [9] (*Extensible Markup Language* o Lenguaje de Marcado Extensible) referenciados por el World Batch Forum - WBF, que se usan para el intercambio de información entre recetas, equipos, y listas Batch. Estos esquemas definen el intercambio de información y no definen el uso o encapsulación de la información en cualquier transacción definida. Estos esquemas están definidos para crear documentos XML usados en el intercambio de datos Batch así como servicios base para corporaciones, sistemas o aplicaciones de esquemas específicos que pueden ser derivados de los esquemas BatchML [10].

Los esquemas definen tipos y elementos simples o complejos para recetas, equipos y datos de listas Batch comúnmente encontrados en aplicaciones Batch. Un conjunto de

modelos de datos es presentado para recetas, equipos y listas Batch, donde cada modelo ilustra los elementos de nivel superior equivalentes de XML que corresponden a los objetos de nivel superior identificados en la parte 2 del estándar ISA S88.

### 2.1.1 BATCH INFORMATION ELEMENT

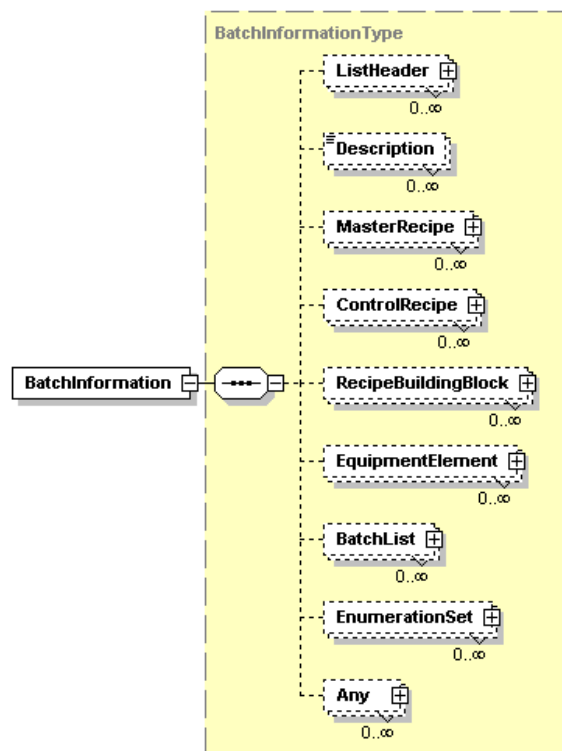


Figura 14. Esquema *Batch Information Element*

Un *Batch Information Element* sirve principalmente como contenedor. Tal como se muestra en la figura 14 [10], se compone de cero o más elementos de nivel superior, es decir: recetas maestras, recetas de control, bloques de construcción de recetas, definiciones de equipo, listas Batch, y conjuntos de enumeración.

### 2.1.2 CONTROL RECIPE

Un *Control Recipe* utiliza el mismo formato que una *Master Recipe*, con la información adicional sobre la ejecución. Un *Control Recipe* no necesita indicar todos los pasos y transiciones. La figura 15 [10] ilustra el modelo de la receta de control.

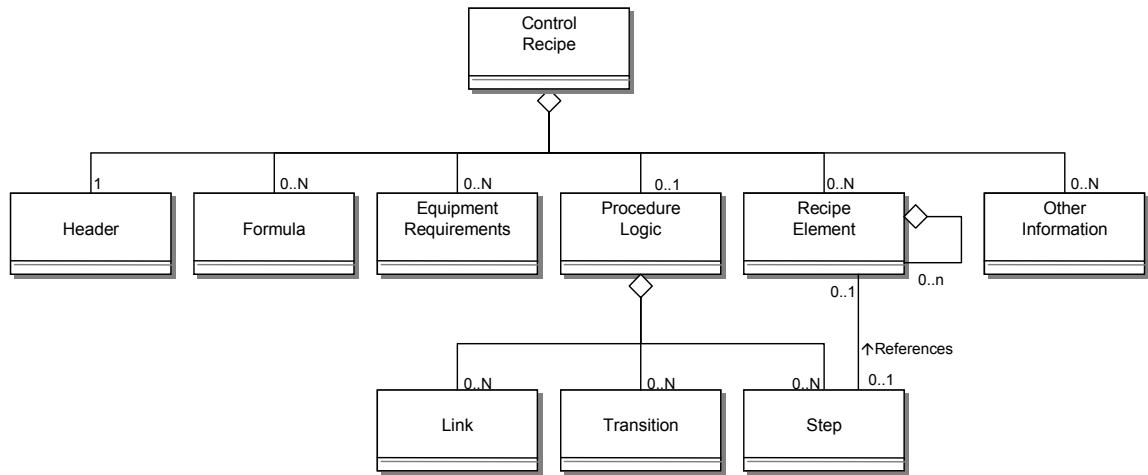


Figura 15. Modelo de objeto de *Control Recipe*

*Control Recipe Element*: el modelo de objeto de *Control Recipe* representado en la figura 15, se describe en el esquema XML mostrado en la figura 16 [10]:

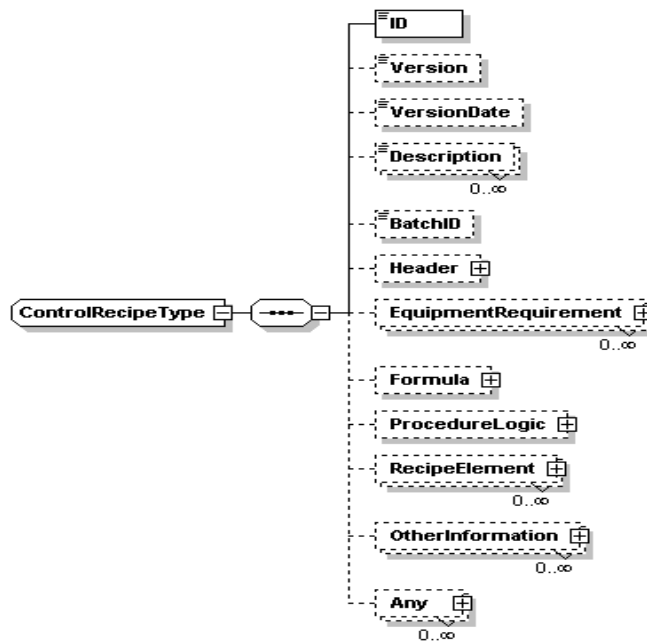


Figura 16. Esquema de *Control Recipe*

### 2.1.3 RECIPE FORMULA

Un *Recipe Formula* es una categoría de información que incluye entradas de proceso, parámetros de proceso, y salidas del proceso.

- Una entrada de proceso es la identificación y la cantidad de la materia prima o de otro recurso requerido para hacer el producto. Además de las materias primas que

se consumen en el proceso Batch en la fabricación de un producto, las entradas de proceso pueden también incluir energía y otros recursos tales como mano de obra. Las entradas de proceso consisten en el nombre del recurso y la cantidad requerida para hacer una cantidad específica de producto terminado. Las cantidades se pueden especificar como valores absolutos o como las ecuaciones basadas sobre otros parámetros de la fórmula o el Batch o el tamaño del equipo.

- Un parámetro del proceso detalla la información tal como la temperatura, presión o tiempo que sea pertinente al producto pero no cabe dentro de la clasificación de entrada o de salida. Los parámetros de proceso se pueden utilizar como set points, valores de comparación, o en lógica condicional.
- Una salida de proceso es la identificación y la cantidad de un material y/o de energía esperados como resultado de una ejecución de la receta.

Una información de *recipe formula* se describe en una lista de *Formula Element*. Las entradas de proceso y las salidas de proceso se representan como parámetros.

*Formula Element*: la información de la *formula* se representa en el esquema XML a través de la figura 17 [10] y los *parámetros* de la *formula* en la figura 18 [10]:

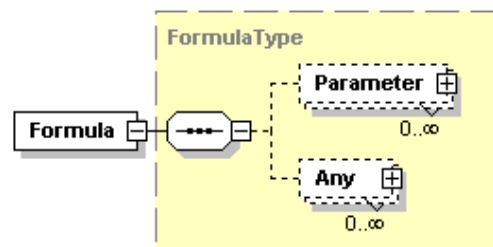


Figura 17. Esquema *Formula*

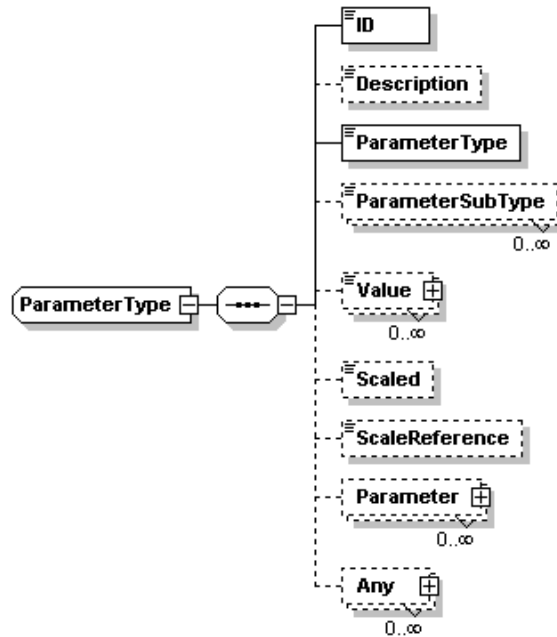


Figura 18. Esquema *Parameter*

#### 2.1.4 EQUIPMENT ELEMENT

El equipo y las clases de equipo se representan en *Equipment Elements*. El equipo puede estar definido en sitios, áreas, unidades de producción, líneas de producción, células de trabajo, células de proceso, o unidades. Los datos representados en estos esquemas se derivan del modelo UML de la figura 19 [10]. Este modelo se deriva de los modelos de objeto en la parte 2 del estándar ISA S88.

El estándar ANSI/ISA-88 incluye la habilidad de intercambiar al usuario definiendo conjuntos de enumeraciones. Pueden usarse enumeraciones como parámetros en los elementos procedimentales de la receta y los elementos procedimentales de equipo (normalmente fases). Hay un elemento de *EnumerationSet* para cada conjunto de enumeración. Dentro del conjunto hay un elemento *Enumeration* para cada valor de la enumeración.

El Modelo de Objeto de la figura 19, se representa en el esquema XML a través de la figura 20 [10].

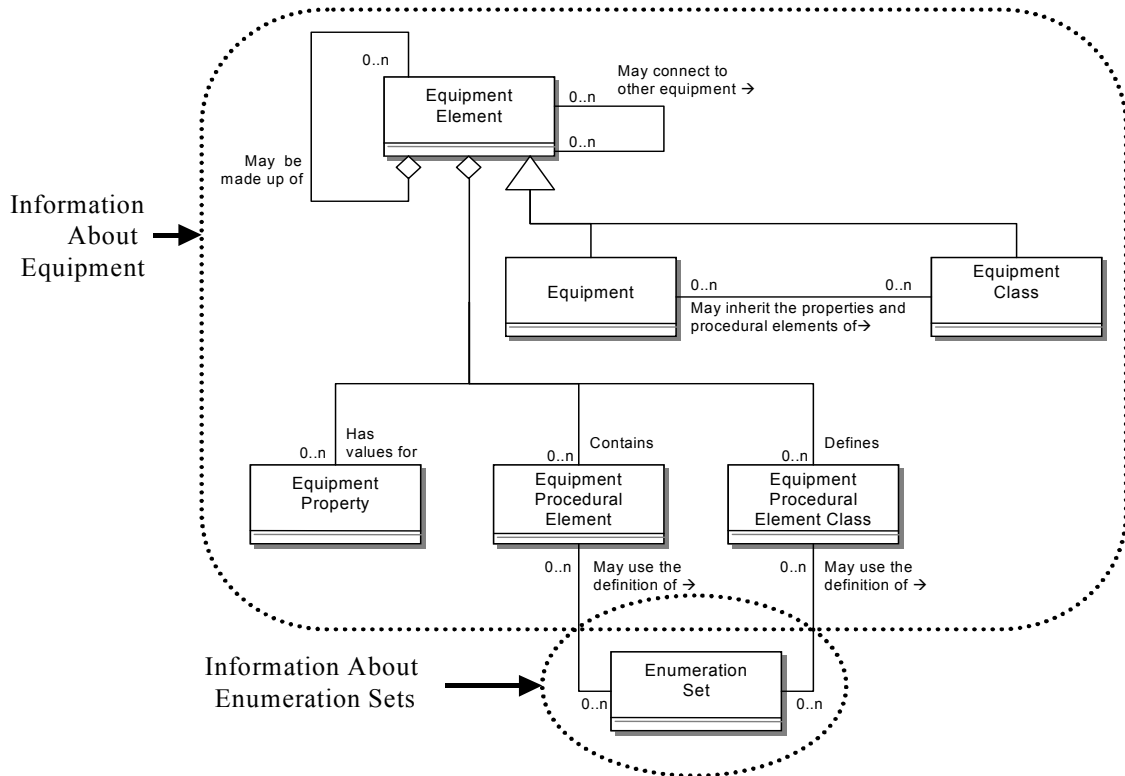


Figura 19. Modelo de las definiciones del equipo

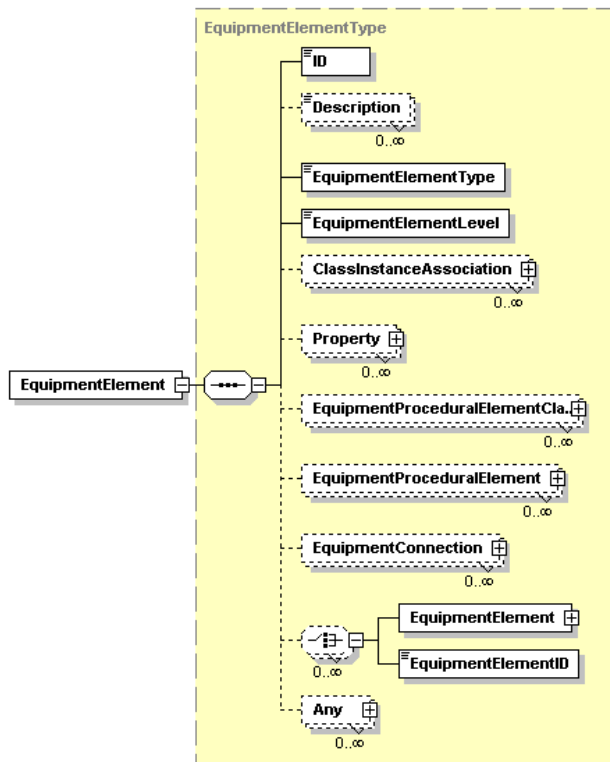


Figura 20. Esquema de *Equipment Element*



### 2.1.5 Modelo *BATCH LIST*

Los datos representados en este esquema se derivan del modelo UML de la figura 21 [10]. Este modelo se deriva de los modelos de objeto en la parte 2 del estándar ISA S88 Cláusula 4, pero no implementa directamente las definiciones completas de los elementos del programa Batch definidas en la Cláusula 5 de la parte 2.

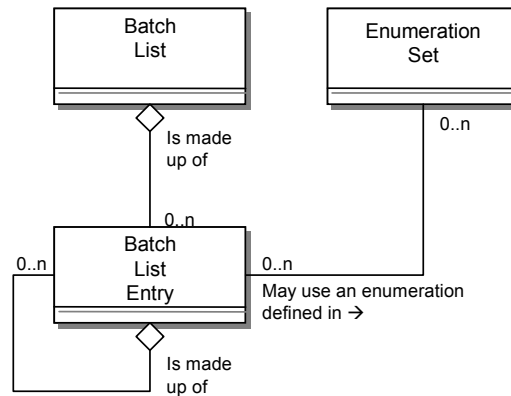


Figura 21. Modelo de Definiciones de *Batch List*

*Batch List*: el elemento de la estructuración principal de la definición del esquema es el *Batch List*. Tal como se muestra en la figura 22 [10], el elemento *Batch List* puede contener cero o más entradas de listas Batch.

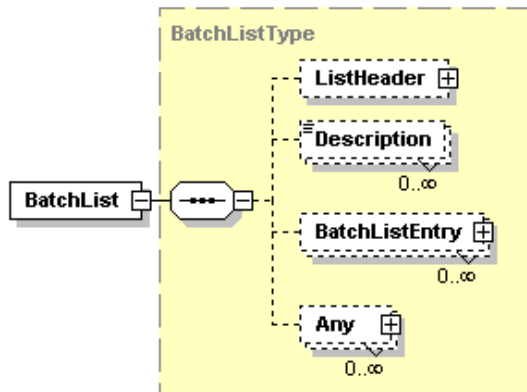


Figura 22. Esquema *Batch List*

Una *Batch List* contiene la lista de los lotes para una célula de proceso. Ésta puede ser una lista de lotes para ser adicionada a la célula, la lista de lotes se fija actualmente en la célula, o la lista de lotes se fija actualmente y se completa en la célula.

*Batch List Entry*: una entidad de lista Batch se representa en un elemento de *Batch List Entry*. Una entrada de lista Batch normalmente corresponde a un solo Batch con una sola receta maestra. Una entrada de lista Batch puede contener entradas de múltiples Batch, esto permite la estructura para describir una variedad amplia de situaciones. Una lista Batch también puede usarse para describir los procedimientos de unidad y operaciones dentro de una receta, si éste es el detalle manejado por una célula de proceso. Una entrada de lista Batch tal como se muestra en la figura 23 [10], contiene información sobre las condiciones de arranque, tiempos fijados, tiempos actuales, tamaño programado del Batch, tamaño actual del Batch, y enlaces de equipo.

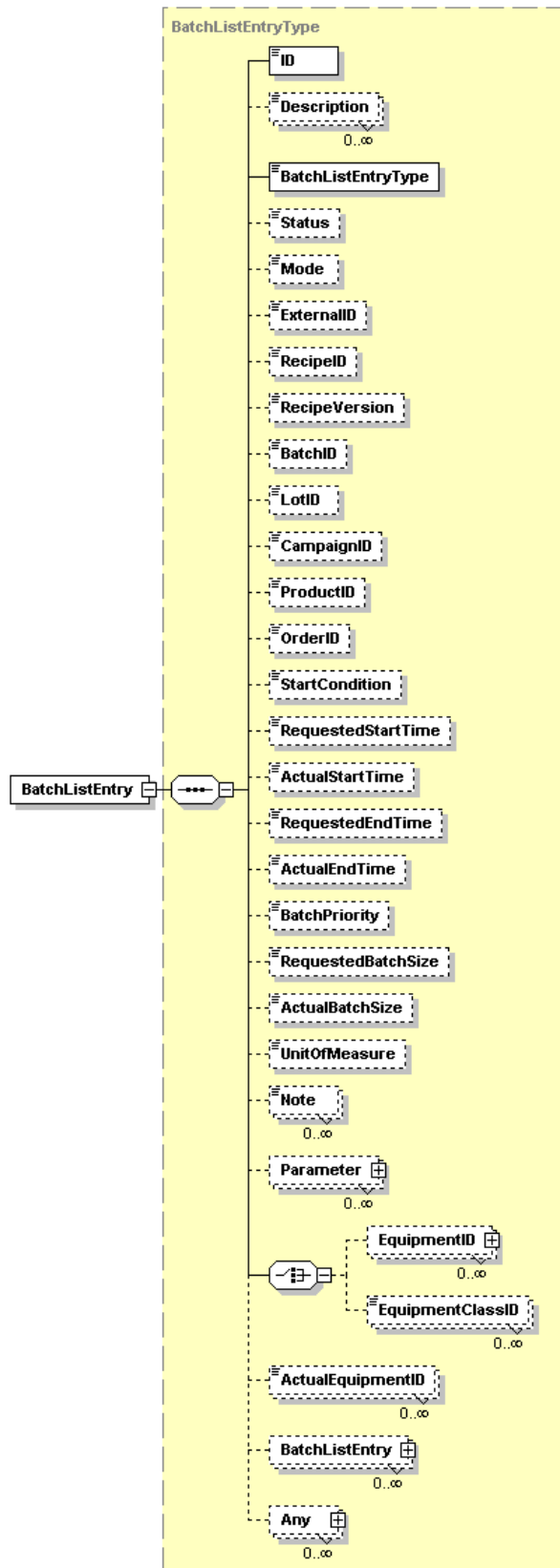


Figura 23. Esquema *Batch List Entry*

## 2.2 ESQUEMA B2MML (*Business to Manufacturing Markup language*) [11]

B2MML es una implementación en XML de la familia de estándar ISA S95, conocido como IEC/ISO 62264. B2MML consiste en un conjunto de esquemas XML escritos en el lenguaje de esquemas XML (XSD) del *World Wide Web Consortium* que implementa los modelos de objetos del estándar ISA S95. B2MML está diseñado para ser un formato de datos común para el enlace entre los ERP y el sistema de administración de la cadena de suministro con los sistemas de manufactura tales como los sistemas de control y los sistemas de ejecución de manufactura (MES). De acuerdo al Modelo de Objeto descrito en la Figura 3, a continuación se realiza el estudio de la información teniendo en cuenta el Programa de Producción y el Desempeño de la Producción.

### 2.2.1 Programa de Producción

El programa de producción define la información acerca de los programas de producción enviados desde el sistema de negocios (ERP) al sistema de operaciones de manufactura (MES). Un Programa de Producción está compuesto de un conjunto de 1 o más solicitudes de producción. El programa de producción tal como se muestra en la figura 24 [11], contiene información que define el contexto del programa, tal como tiempos de inicialización, tiempos de finalización, localización y fechas de publicación. El elemento principal de la estructuración de la definición del esquema es el Programa de Producción.

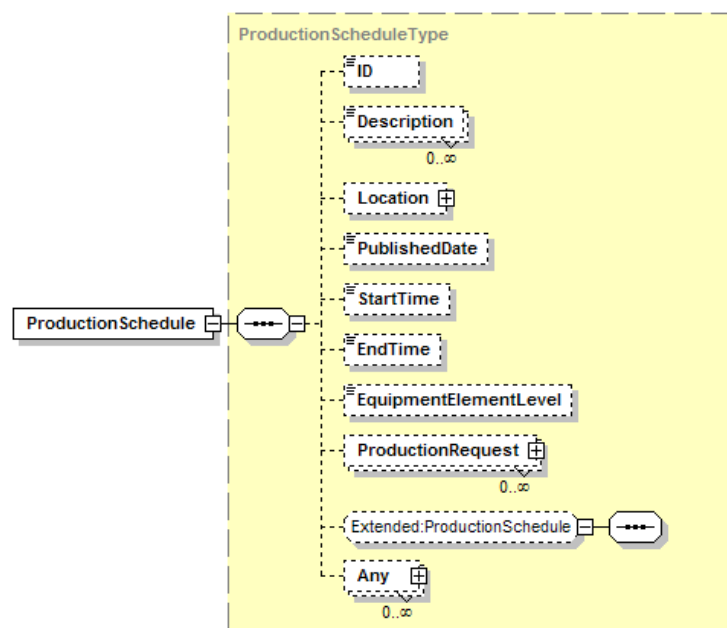


Figura 24. Programa de Producción

*Solicitudes de Producción:* una solicitud de producción define una solicitud para la producción de un producto identificada por una regla de producción. Una solicitud de producción contiene la información requerida por manufactura para realizar la producción programada. Una solicitud de producción tal como se muestra en la figura 25 [11], debe contener como mínimo un requerimiento de segmento, además debe contener una definición de un elemento de solicitud de producción de un programa de producción, incluyendo el producto asociado a ser producido, el rango de tiempo de la petición, la prioridad de la petición, los requerimientos del segmento de la petición, y la definición de la respuesta de segmento esperada.



Figura 25. Solicitud de Producción

*Requerimiento de Segmento:* una solicitud de producción está compuesta de uno o más requerimientos de segmento. Cada requerimiento de segmento puede corresponder o referenciar, a un proceso identificado o un segmento de producto. El requerimiento de segmento referencia la capacidad del segmento a la cual corresponden el personal, el equipo y parámetros de producción asociados. Tal como se muestra en la figura 26 [11], un requerimiento de segmento contiene una definición de la programación para un segmento de proceso específico, incluyendo una identificación del producto asociado o segmento de proceso, el rango de tiempo de la petición, la duración esperada de la petición, los parámetros de producción para el segmento, y la definición del personal,

equipos, material producido, material consumido y bienes consumibles a ser utilizados en la producción.



Figura 26. Requerimiento de Segmento

*Requerimiento de Equipos:* la solicitud de la producción puede incluir uno o más requerimientos para el equipo que se facilita usar en el proceso de la producción para el artículo fijado. Los requerimientos pueden ser tan genéricos como los materiales de construcción, o tan específico como una pieza particular de equipo. Cada uno de estos requerimientos es un caso de la clase de requerimiento de equipo [11].

*Requerimiento de Material Producido:* un requerimiento de material producido es una identificación de un material ha ser producido a partir de la petición de producción. Un requerimiento de material producido puede incluir la cantidad total del material ha ser producido y la unidad de medida, tal como 5000 Lbs., y un rango aceptable para la

cantidad de material. El material puede ser definido por el ID de la clase material, ID de la definición de material, ID del lote de material, y/o el ID del sublote de material [11].

*Requerimientos de Material Consumido:* Un requerimiento de material consumido es una identificación de un material ha ser utilizado a partir de la petición de producción. Un requerimiento de material producido puede incluir la cantidad total del material ha ser utilizado y la unidad de medida, tal como 5000 Lbs., y un rango aceptable para la cantidad de material. El material puede ser definido por el ID de la clase material, ID de la definición de material, ID del lote de material, y/o el ID del sublote de material [11].

Cada uno de los elementos del Programa de Producción que sirven para realizar el mapeo de la información con BatchML, se encuentran descritos en el Tabla 2.

### 2.2.2 Desempeño de la Producción

Un informe del desempeño de la producción se compone de un conjunto de 1 o más respuestas de producción. El desempeño de la producción tal como se muestra en la figura 27 [11], también contiene la información que define el contexto del informe, tal como la hora de inicio, el tiempo de finalización, la localización, y la fecha de publicación.

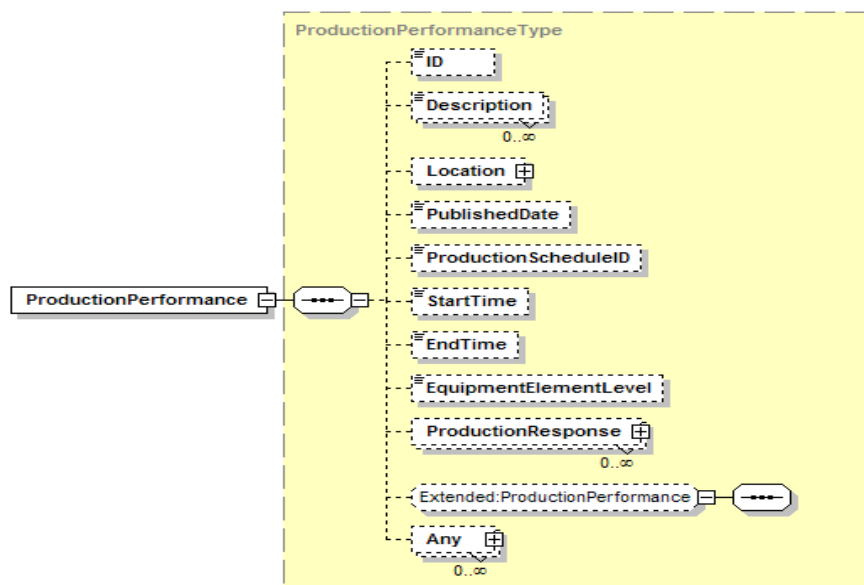


Figura 27. Desempeño de la Producción

*Respuesta de Producción:* las respuestas de producción son la respuesta de la fabricación que es asociada con una petición de producción. Puede haber unas o más respuestas de producción para una sola petición de producción si la producción necesita partir la

petición en elementos más pequeños de trabajo. Tal como se muestra en la figura 28 [11] una respuesta de producción incluye la identificación asociada de la solicitud de producción, el producto producido, la duración del informe, y los segmentos que componen la respuesta de la producción.

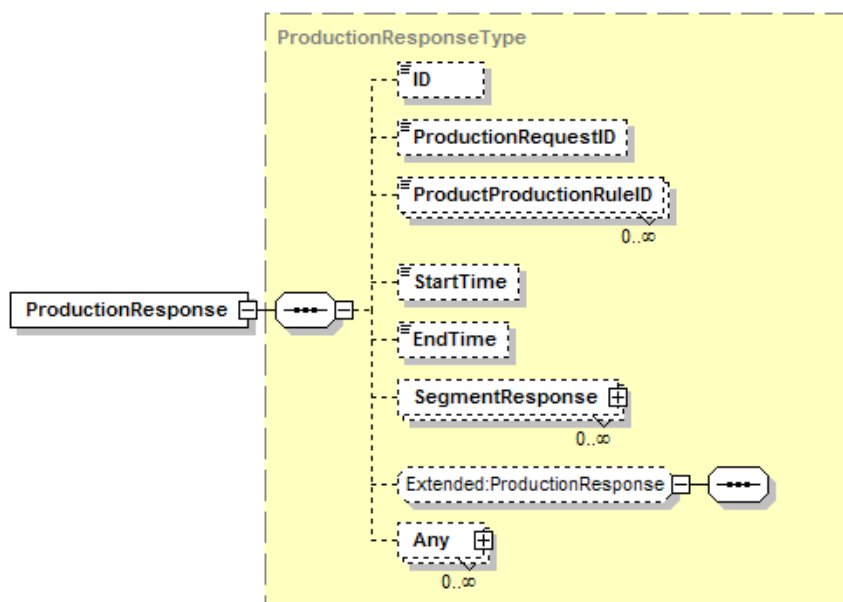


Figura 28. Respuesta de Producción

*Respuesta de Segmento*: la respuesta de producción para un segmento específico de producción está definida como una respuesta de segmento. Una respuesta de segmento tal como se muestra en la figura 29 [11], se puede componer de cero o más conjuntos de información sobre datos de la producción, el personal actual, el equipo actual, los materiales consumidos actuales y los materiales producidos actuales. Una respuesta de segmento puede incluir una identificación del segmento de proceso asociado, el tiempo de inicialización, el tiempo de finalización actual y la duración del segmento.



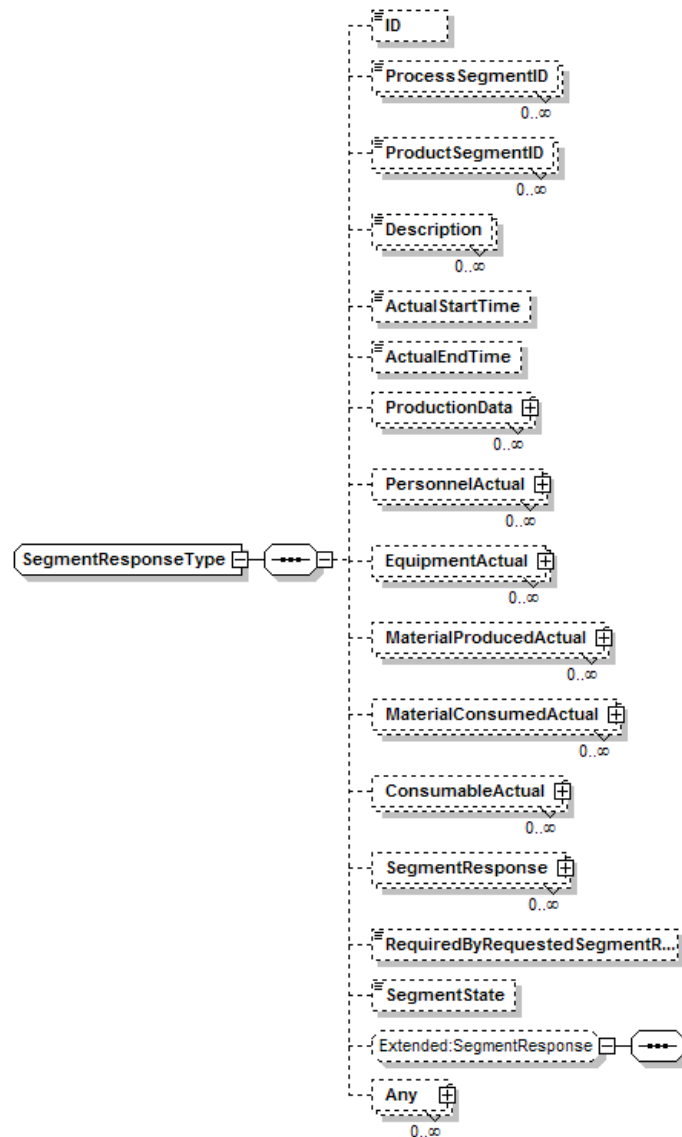


Figura 29. Respuesta de Segmento

*Equipo Actual:* el equipo actual en una respuesta de producción que identifica un recurso de equipo por el ID de la clase o por el ID de la instancia usada durante el segmento de producción específico [11].

*Material Producido Actual:* el material producido actual en una respuesta de producción que identifica un recurso de material por el ID de la clase, el ID de la definición, el ID del lote, y/o el ID del sublote producido durante el segmento de producción específico [11].

*Material Consumido Actual*: el material consumido actual en una respuesta de producción que identifica un recurso de material por el ID de la clase, el ID de la definición, el ID del lote, y/o el ID del sublote producido durante el segmento de producción específico [11]. Cada uno de los elementos del Desempeño de la Producción que sirven para realizar el mapeo de la información con BatchML, se encuentran descritos en el Tabla 2.

### **2.3 MIDDLEWARE [12]**

El middleware es un módulo intermedio que actúa como conductor entre sistemas, permitiendo a cualquier usuario de sistemas de información comunicarse con varias fuentes de información que se encuentran conectadas por una red. Los middleware deben permitir conectar entre sí a una variedad de productos procedentes de diferentes proveedores. De esta forma se puede separar la estrategia de sistemas de información de soluciones propietarias de un solo proveedor.

Los middleware tienen una gran importancia, ya que son aplicaciones software utilizadas para garantizar una interfaz estándar y genérica a través del intercambio de documentos con el formato B2MML. Tal como se muestra en la figura 30, los middleware necesarios en la implementación de la norma ISA S95, son el ERP middleware y el middleware para la comunicación con los administradores Batch. El ERP middleware es la aplicación encargada de transformar la información desde el formato propietario del ERP a una estructura B2MML, y viceversa; mientras que el middleware para Batch corresponde a la aplicación encargada de transformar la información entregada por un software administrador de Batch en una estructura BatchML a una estructura B2MML, y viceversa.

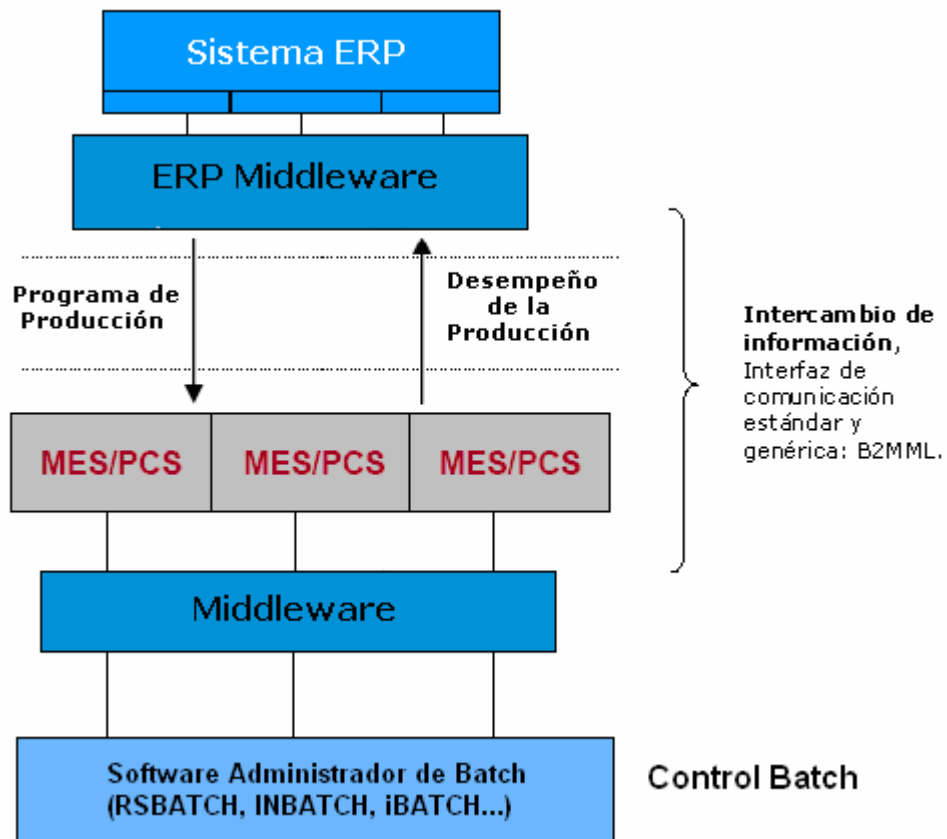


Figura 30. Escenario de integración ISA S95.

### 3. MAPEO DE LA INFORMACIÓN DE BatchML Y B2MML

Para el diseño del prototipo genérico y estándar conocido como middleware, el cual permita integrar la información entregada por un software administrador de Batch en una estructura BatchML (Batch Markup Language) a una estructura B2MML (Business to Manufacturing Markup language o Lenguaje de Marcado entre la Gestión y la Fabricación), y viceversa, se debe realizar como primera instancia un mapeo de la información que maneja tanto BatchML como B2MML teniendo en cuenta los objetivos y la información relacionada en estos esquemas. A continuación en la tabla 2 se muestra el mapeo de la información entre los esquemas de BatchML, Programa de Producción y Desempeño de la Producción.

BATCH_ML	Desempeño de la Producción (Batch_ML AL B2MML)	Programa de Producción (B2MML AL Batch_ML)
<b>MasterRecipeType</b>		
<b>IDType:</b> Una secuencia que contiene la identificación de un elemento.	<b>ProductionSchedule/ID:</b> <i>ProductionPerformance/ ProductionSchedule/ID</i>	<b>ID:</b> <i>ProductionSchedule/ID</i>  Una secuencia que contiene la identificación de un elemento.
<b>ProductNameType:</b> <i>Header/ProductName</i>  Una secuencia que contiene un nombre de un producto.	<b>DescriptionType:</b> <i>MaterialProducedActual/Description</i>  Una secuencia que contiene una descripción de un elemento.	<b>DescriptionType:</b> <i>MaterialProducedRequirement/Description</i>  Una secuencia que contiene una descripción de un elemento.
<b>NominalType:</b> <i>Header/BatchSize/Nominal</i>  Es un Numero flotante que define un valor nominal (tamaño de Batch).	<b>QuantityStringType:</b> <i>MaterialProducedActual/Quantity</i>  Una secuencia que contiene el valor de una cantidad,	<b>QuantityStringType:</b> <i>MaterialProducedRequirement/Quantity</i>  Una secuencia que contiene el valor de una cantidad,
<b>ParameterType:</b> <i>Formula/Parameter/ID</i>  Define un valor de un parámetro usado en una receta, un equipo, o una entrada de lista Batch.	<b>ParameterProductionID:</b> <i>SegmentResponse/ProductionData/ID</i>  Es el ID del Parámetro de producción	<b>ParameterType:</b> <i>ProductionParameter/Parameter/ID</i>  Un tipo complejo que define un parámetro, con un ID y un valor. También pueden anidarse parámetros.
<b>DescriptionType:</b> <i>Formula/Parameter/Description</i>  Una secuencia que contiene una descripción de un elemento.		<b>DescripcionType:</b> <i>ParameterProduction/Parameter/Description</i>  Una secuencia que contiene una descripción de un elemento.
<b>ValueStringType:</b> <i>Parameter/Value/ValueString</i>  Una secuencia que contiene el valor actual para un valor.	<b>ValueStringType:</b> <i>ProductionData/Value/ValueString</i>  El valor codificado como una secuencia.	<b>ValueStringType:</b> <i>ProductionParameter/Parameter/Value...</i>  El valor codificado como una secuencia.
<b>DataTypeType:</b> <i>Parameter/Value/DataType</i>  Una identificación del tipo de un parámetro. Las enumeraciones estándar son: "String", "byte", "unsignedByte", "binary", "integer", "positiveInteger"....	<b>DataTypeType:</b> <i>ProductionData/Value/ValueString</i>  Una identificación del tipo de un parámetro. Las enumeraciones estándar son: "String", "byte", "unsignedByte", "binary", "integer", "positiveInteger"....	<b>DataTypeType:</b> <i>ProductionParameter/Parameter/Value...</i>  Una identificación del tipo de un parámetro. Las enumeraciones estándar son: "String", "byte", "unsignedByte", "binary", "integer", "positiveInteger"....
<b>UnitOfMeasureType:</b> <i>Parameter/Value/UnitOfMeasure</i>  Una secuencia que contiene una unidad de medida.	<b>UnitOfMeasureType:</b> <i>ProductionData/Value/UnitOfMeasure</i>  Una secuencia que contiene una unidad de medida.	<b>UnitOfMeasureType:</b> <i>ProductionParameter/Parameter/Value...</i>  Una secuencia que contiene una unidad de medida.
<b>ControlRecipeType</b>		
<b>IDType:</b>  Una secuencia que contiene la identificación de un elemento.	<b>ProductionScheduleID:</b> <i>ProductionSchedule/ID</i>  Es el ID del Programa de Producción.	<b>ID:</b> <i>ProductionSchedule/ID</i>  Una secuencia que contiene la identificación de un elemento.
<b>ProductNameType:</b> <i>Header/ProductName</i>  Una secuencia que contiene un nombre de un producto.	<b>DescriptionType:</b> <i>MaterialProducedActual/Description</i>  Una secuencia que contiene una descripción de un elemento.	<b>DescriptionType:</b> <i>MaterialProducedRequirement/Description</i>  Una secuencia que contiene una descripción de un elemento.
<b>BatchID:</b>	<b>ProductionRequestID:</b> <i>ProductionRequest/ID</i>	<b>ID:</b> <i>ProductionRequest/ID</i>

Una secuencia que contiene el ID de un Batch.	Es el ID de la Solicitud de producción.	Una secuencia que contiene la identificación de un elemento.
<b>NominalType:</b> <i>Header/BatchSize/Nominal</i>  Es un Numero flotante que define un valor nominal (tamaño de Batch).	<b>QuantityStringType:</b> <i>MaterialProducedActual/Quantity</i>  Una secuencia que contiene el valor de una cantidad,	<b>QuantityStringType:</b> <i>MaterialProducedRequirement/Quantity</i>  Una secuencia que contiene el valor de una cantidad,
<b>ParameterType:</b> <i>Formula/Parameter/ID</i>  Define un valor de un parámetro usado en una receta, un equipo, o una entrada de lista Batch.	<b>ParameterProductionID:</b> <i>SegmentResponse/ProductionData/ID</i>  Es el ID del Parámetro de producción.	<b>ParameterType:</b> <i>ProductionParameter/Parameter/ID</i>  Un tipo complejo que define un parámetro, con un ID y un valor. También pueden anidarse parámetros.
<b>ValueStringType:</b> <i>Parameter/Value/ValueString</i>  Una secuencia que contiene el valor actual de un valor.	<b>ValueStringType:</b> <i>ProductionData/Value/ValueString</i>  El valor codificado como una secuencia.	<b>ValueStringType:</b> <i>ProductionParameter/Parameter/Value...</i>  El valor codificado como una secuencia.
<b>DataType:</b> <i>Parameter/Value/DataType</i>  Una identificación del tipo de un parámetro. Las enumeraciones estándar son: "String", "byte", "unsignedByte", "binary", "integer", "positiveInteger"....	<b>DataType:</b> <i>ProductionData/Value/ValueString</i>  Una identificación del tipo de un parámetro. Las enumeraciones estándar son: "String", "byte", "unsignedByte", "binary", "integer", "positiveInteger"....	<b>DataType:</b> <i>ProductionParameter/Parameter/Value...</i>  Una identificación del tipo de un parámetro. Las enumeraciones estándar son: "String", "byte", "unsignedByte", "binary", "integer", "positiveInteger"....
<b>UnitOfMeasureType:</b> <i>Parameter/Value/UnitOfMeasure</i>  Una secuencia que contiene una unidad de medida.	<b>UnitOfMeasureType:</b> <i>ProductionData/Value/UnitOfMeasure</i>  Una secuencia que contiene una unidad de medida.	<b>UnitOfMeasureType:</b> <i>ProductionParameter/Parameter/Value...</i>  Una secuencia que contiene una unidad de medida.
<b>EquipmentElement</b>		
<b>IDType:</b>  Una secuencia que contiene la identificación de un elemento.	<b>EquipmentIDType:</b> <i>Location/EquipmentID</i>  Una secuencia que contiene la identificación de un elemento de equipo.	<b>EquipmentIDType:</b> <i>Location/EquipmentID</i>  Una secuencia que contiene la identificación de un elemento de equipo.
<b>EquipmentElementLevelType:</b>  Una identificación del nivel de una elemento de equipo: "Enterprise", "Site", "Area", "ProcessCell", "Unit"...	<b>EquipmentElementLevelType:</b> <i>Location/EquipmentElementLevel</i>  Una identificación del nivel de una elemento de equipo: "Enterprise", "Site", "Area", "ProcessCell", "Unit"...	<b>EquipmentElementLevelType:</b> <i>Location/EquipmentElementLevel</i>  Una identificación del nivel de una elemento de equipo: "Enterprise", "Site", "Area", "ProcessCell", "Unit"...
<b>BatchListEntry</b>		
<b>IDType:</b>  Una secuencia que contiene la identificación de un elemento.	<b>IDType:</b> <i>SegmentResponse/ID</i>  Una secuencia que contiene la identificación de un elemento.	<b>IDType:</b> <i>SegmentRequirement/ ProductSegmentID</i>  Una secuencia que contiene la identificación de un elemento.
<b>DescriptionType:</b>  Una secuencia que contiene una descripción de un elemento.	<b>DescripcionType:</b> <i>SegmentResponse/Description</i>  Una secuencia que contiene una descripción de un elemento.	<b>DescripcionType:</b> <i>SegmentRequirement/Description</i>  Una secuencia que contiene una descripción de un elemento.
<b>StatusType:</b>  Una identificación del tipo de un estado de un elemento: "Idle", "Running", "Complete",	<b>SegmentStateType:</b> <i>SegmentResponse/SegmentState</i>  Una secuencia usada por el tipo de respuesta del segmento para indicar	

"Pausing", "Paused".....	el estado del segmento cuando el documento fue creado: "Ready", "Running", "Completed", "Aborted", "Holding", or "Other".	
<b>RecipeIDType:</b> Una secuencia que contiene el ID de una receta.	<b>ProductProductionRuleID:</b> <i>Productionresponse/ ProductProductionRuleID</i>  Las reglas de producción son definidas como la información utilizada para instruir a las operaciones de manufactura en el cómo se debe producir un producto. Esto puede ser llamado una receta general, de sitio o maestra....	<b>ProductProductionRuleID:</b> <i>ProductionRequest/ ProductProductionRuleID</i>  Las reglas de producción son definidas como la información utilizada para instruir a las operaciones de manufactura en el cómo se debe producir un producto. Esto puede ser llamado una receta general, de sitio o maestra....
<b>BatchIDType:</b> Una secuencia que contiene la ID de un Batch.		<b>ProductionRequest/ID:</b> <i>ProductionRequest/ID</i>  Una secuencia que contiene una identificación de una petición de producción.
<b>LotIDType:</b> Una secuencia que contiene la identificación de un lote de material.	<b>MaterialLotID:</b> <i>Segmentresponse/materialproducedactual/ MaterialLotID</i>  Una secuencia que contiene una identificación de un lote de material.	<b>MaterialLotID:</b> <i>SegmentRequirement/ materialproducedrequirement/materialLotID</i>  Una secuencia que contiene una identificación de un lote de material.
<b>RequestedStartTimeType:</b> Una Fecha/Hora que define la hora de inicialización solicitada de un Batch.		<b>EarliestStartTime:</b> <i>SegmentRequirement/EarliestStartTime</i>  Una Fecha/Hora que define la hora y la fecha de inicialización más reciente de un elemento.
<b>ActualStartTimeType:</b> Una Fecha/Hora que define una hora de inicialización actual de un Batch o de una entrada de lista Batch.	<b>ActualStartTimeType:</b> <i>SegmentResponse/ActualStartTime</i>  Una Fecha/Hora que define la hora de inicialización actual de un elemento.	
<b>RequestedEndTimeType:</b> Una Fecha/Hora que define la hora de finalización solicitada de un Batch.		<b>LatestEndTime:</b> <i>SegmentRequirement/EarliestEndTime</i>  Un Fecha/Hora que contiene el tiempo de finalización más reciente de un elemento.
<b>ActualEndTimeType:</b> Una Fecha/Hora que define la hora de finalización actual de un Batch o de una entrada de lista Batch.	<b>ActualEndTimeType:</b> <i>SegmentResponse/ActualEndTime</i>  Una Fecha/Hora que define la hora de finalización actual de un elemento.	
<b>BatchPriorityType:</b> Un entero que especifica una prioridad de una entrada de lista Batch.		<b>PriorityType:</b> <i>ProductionRequest/Priority</i>  Un entero que especifica una prioridad de una petición.
<b>RequestedBatchSizeType:</b> Un flotante que contiene el tamaño requerido de un Batch.	<b>QuantityStringType:</b> <i>MaterialProducedActual/Quantity</i>  Una secuencia que contiene el valor de una cantidad, codificado como tipo de la secuencia.	<b>QuantityStringType:</b> <i>MaterialProducedRequirement/Quantity</i>  Una secuencia que contiene el valor de una cantidad, codificado como tipo de la secuencia.

<b>UnitOfMeasureType:</b> Una secuencia que contiene una unidad de medida.	<b>UnitOfMeasureType:</b> <i>MaterialActual/Quantity</i> Una secuencia que contiene una unidad de medida.	<b>UnitOfMeasureType:</b> <i>MaterialRequirement/Quantity</i> Una secuencia que contiene una unidad de medida.
<b>ParameterType:</b> Define un valor de un parámetro usado en una receta, un equipo, o una entrada de lista Batch.		<b>ParameterType:</b> <i>ProductionParameter/Parameter</i> Un tipo complejo que define un parámetro, con un ID y un valor.
<b>EquipmentIDType:</b> Una secuencia que contiene la identificación de un elemento de equipo.	<b>EquipmentIDType:</b> <i>EquipmentActual/EquipmentID</i> Una secuencia que contiene la identificación de un elemento de equipo.	<b>EquipmentIDType:</b> <i>EquipmentRequirement/EquipmentID</i> Una secuencia que contiene la identificación de un elemento de equipo.
<b>EquipmentClassIDType:</b> Una secuencia que contiene la ID de una clase de equipo.	<b>EquipmentClassIDType:</b> <i>EquipmentActual/EquipmentClassID</i> Una secuencia que contiene una identificación de una clase de equipo.	<b>EquipmentClassIDType:</b> <i>EquipmentRequirement/EquipmentClassID</i> Una secuencia que contiene una identificación de una clase de equipo.

Tabla 2. Mapeo BatchML & B2MML

La primera columna muestra todos los campos pertenecientes al BatchML que se relacionan de alguna manera con el B2MML. La segunda columna muestra la información que representa la relación entre el flujo de información de BatchML a B2MML de acuerdo al modelo de Desempeño de la Producción. La tercera columna muestra la información que representa la relación entre el flujo de información de B2MML a BatchML de acuerdo al modelo de Programa de Producción.

Como segunda instancia se identifican los campos propios de cada esquema, es decir que los tres modelos, tanto el Programa y Desempeño de la Producción como el administrador del Batch tienen información que se maneja de forma interna y la cual no es mapeada hacia otros niveles, puesto que no es necesario que toda la información de BatchML tenga correspondencia en B2MML y viceversa. Para efectos de la aplicación es importante identificar cuál es esta información; en la tabla 3 se muestran todos los campos pertenecientes al esquema del Programa de Producción con el mapeo y la información propia del esquema.

Los campos que se encuentran en color verde corresponden al flujo de información que representa la relación entre el Programa de Producción y el administrador del Batch o B2MML y BatchML respectivamente como se muestra en la tabla 3. Los campos en color azul corresponden a la información propia del Programa de Producción, la cual es

mostrada en la aplicación debido a su importancia para el administrador del Batch para efectos de su configuración interna.

En la tabla 4 se muestran todos los campos del BatchML pertenecientes al modelo del administrador del Batch con el mapeo y la información propia del esquema. Los campos en color verde corresponden al mapeo entre B2MML y BatchML, es decir la información que el administrador del Batch mapea del Programa de Producción para configurar el Batch. Los campos en color azul corresponden a la información propia del administrador que es mostrada en la aplicación y que posteriormente es mapeada al modelo de Desempeño de la Producción.

En la tabla 5 se muestran todos los campos pertenecientes al esquema de Desempeño de la Producción con el mapeo y la información propia del esquema. Los campos en color verde corresponden al mapeo entre BatchML y B2MML, es decir el flujo de información que el administrador del Batch genera de la ejecución de éste y la cual es mapeada al nivel superior en el modelo de Desempeño de la Producción. Los campos en color azul corresponden a la información propia del modelo mostrado en la aplicación y la cual hace parte del reporte final generado de la ejecución del Batch.

Los campos en blanco de las tablas 3, 4 y 5, corresponden a información propia de cada modelo que se configura de acuerdo con los requerimientos de cada nivel. Tanto el Programa y el Desempeño de la Producción manejan información correspondiente al nivel de MES y el administrador del Batch al nivel de control.



<p><b>ProductionSchedule</b></p> <p>El Programa de Producción contiene información que define el contexto del programa, tal como tiempos de inicio, tiempos de finalización, localización y fechas de publicación</p>	ID					
	Description					
	Location	EquipmentID				
		EquipmentElementLevel				
	PublishedDate					
	StartTime					
	EndTime					
	EquipmentElementLevel					
	<b>ProductionRequest:</b>	ID				
		Description				
		ProductProductionRuleID				
		StatTime				
		EndTime				
		Priority				
		SegmentResponse				
	Una Solicitud de Producción define una petición para producción para un simple producto identificada por una regla de producción. Una petición de producción contiene la información requerida por manufactura para realizar la producción programada. Esto puede ser un subconjunto de la información de órdenes de producción de negocios, o este puede contener información adicional que normalmente no es usada por el sistema de negocios.	<b>SegmentRequirement:</b>	Contiene una definición de la programación para un segmento de proceso específico, incluyendo una identificación del producto asociado o segmento de proceso, el rango de tiempo de la petición, la duración esperada de la petición, parámetros de producción para el segmento, y la definición del personal, equipos, material producido, material consumido y bienes consumibles a ser utilizados en la producción.	ID		
				ProductSegmentID		
				ProcessSegmentID		
				Description		
				EarliestStartTime		
				LatestEndTime		
				Duration		
		<b>ProductionParameter</b>		ProductSegmentID		
			ProcessSegmentID			
			Parameter	ID		
				Value		
				Description		
	<b>EquipmentRequirement:</b>	Contiene una definición de un requerimiento de equipo para un requerimiento de segmento, incluyendo una identificación de la cantidad del recurso utilizado, o una definición de subconjuntos requeridos identificados por propiedades de recurso.	EquipmentClassID			
			EquipmentID			
			Description			
			Location			
			Quantity	QuantityString		
				Data Type		
				UnitOfMeasure		
			EquipmentRequirement Property	ID		
				Description		
				Value		
				Quantity		

			<p><b>MaterialProducedRequirement:</b></p> <p>Contiene una definición del material a ser producido por un requerimiento de segmento, incluyendo una identificación de la cantidad del recurso producido, o una definición de subconjuntos requeridos identificados por propiedades de recurso.</p>	MaterialClassID MaterialDefinitionID MaterialLotID MaterialSubLotID Description Location Quantity MaterialProduced RequirementProperty	ID Description Value Quantity
			<p><b>MaterialConsumedRequirement:</b></p> <p>Contiene una definición del material a ser consumido por un requerimiento de segmento, incluyendo una identificación de la cantidad del recurso consumido, o una definición de subconjuntos requeridos identificados por propiedades de recurso.</p>	MaterialClassID MaterialDefinitionID MaterialLotID MaterialSubLotID Description Location Quantity MaterialConsumed RequirementProperty	ID Description Value Quantity
			<p><b>ConsumableExpectedRequirement</b></p> <p>Contiene una definición de un material consumible utilizado para un requerimiento de segmento, incluyendo una identificación de la cantidad del recurso consumido, o una definición de subconjuntos requeridos identificados por propiedades de recurso.</p>	MaterialClassID MaterialDefinitionID Description Location Quantity ConsumableExpected RequirementProperty	ID Description Value Quantity
			<b>Segment Requirement</b>		

Tabla 3. Programa de Producción

<b>BatchInformation</b>  Un elemento BatchInformation sirve como un contenedor. Se compone de cero o más elementos de nivel superior: Recetas maestras, Recetas de control, recetas BuildingBlock, definiciones de Equipo, listas Batch, y conjunto de Enumeración.	<b>ListHeader</b>	ID					
		Version					
		Description					
		Origin					
		CreateDate					
	ModificationLog						
	<b>Description</b>						
	<b>MasterRecipe</b>  Una Receta Maestra es una receta de plantilla que se utiliza para crear Recetas de Control. Una Receta Maestra define la fórmula y el procedimiento para un producto (Batch) y apunta a una célula de proceso (o a la clase de la célula de proceso).	<b>ID</b>	ID				
			Version				
			VersionDate				
			Description				
		<b>Header</b>  Un encabezado (Header) de receta contiene la información sobre el propósito, fuente y versión de la receta tal como la identificación del producto, creador, estado, las aprobaciones, y fecha de la edición.	<b>ModificationLog</b>	ModificationLog		ModifiedDate	
				Description		Author	
			<b>ApprovalHistory</b>	ApprovalHistory		FinalApprovalDate	
				Version		Description	
				IndividualApproval			
				EfectiveDate			
			ExpirationDate				
			ProductID				
			ProductName				
			<b>BatchSize</b>	BatchSize		Nominal	
		Min					
		Max					
ScaledReference							
ScaledSize							
UnitOfMeasure							
ActualProductProduced							
Status							
<b>Equipment Requirement</b>	ID						
	Constraint						
	Description						
<b>Formula</b>  Una Formula de la receta es una categoría de la información que incluye entradas de proceso, parámetros, y salidas del proceso.	<b>Parameter</b>	Parameter		ID			
		Description					
		ParameterType					
		ParameterSubType					
		Value			ValueString		



			EquipmentRequirement		
			Parameter		
			ProcedureLogic		
	<b>ControlRecipe</b>	ID			
		Version			
		VersionDate			
		Description			
		BatchID			
		Header			
		EquipmentRequirement			
		Formula			
		ProcedureLogic			
		RecipeElement			
	<b>RecipeBuildingBlock</b>	Description			
		RecipeElement			
	<b>EquipmentElement</b>	ID			
		Description			
		EquipmentElementType			
		EquipmentElementLevel			
		ClassInstanceAssociation	ClassEquipmentID		
			MemberEquipmentID		
			Description		
		Property	ID		
			Description		
			Value		
			Property		
		EquipmentProceduralElementClass			
		EquipmentProceduralElement	ID		
			Description		
			EquipmentProceduralElementType		
			EquipmentProceduralElementClasse		
			Parameter		
			Any		
		EquipmentConnection	ID		
			Description		
			ConnectionType		
			FromEquipmentID		
			ToEquipmentID		
		EquipmentElement			

		EquipmentElementID				
<b>BatchList</b>	ListHeader					
	Description					
	<b>BatchListEntry</b>  Una entidad de lista Batch se representa en un elemento de BatchListEntry. Una entrada de lista Batch normalmente corresponde a un solo Batch, con una sola Receta Maestra. Una entrada de lista Batch contiene información sobre las condiciones de arranque, tiempos fijados, tiempos actuales, tamaño del Batch fijado, tamaño del Batch actual, y enlaces de equipo.	ID				
		Description				
		BatchListEntryType				
		Status				
		Mode				
		ExternalID				
		RecipeID				
		RecipeVersion				
		BatchID				
		LotID				
		CampaignID				
		ProductID				
		OderID				
		StartCondition				
		RequestedStartTime				
		ActualStartTime				
		RequestedEndTime				
		ActualEndTime				
		BatchPriority				
		RequestedBatchSize				
		ActualBatchSize				
		UnitOfMeasure				
		Note				
	Parameter					
	EquipmentID					
EquipmentClassID						
ActualEquipmentID						
BatchListEntry						
EnumerationSet	ID					
	Description					
	Enumeration	EnumerationNumber				
		EnumerationString				
	Description					

Tabla 4. BatchML

<p><b>Production Performance:</b></p> <p>Contiene una definición de un informe sobre el funcionamiento de la producción, incluyendo la localización del funcionamiento, la fecha de la publicación del informe de funcionamiento, la ID del plan de fabricación asociado, la duración del funcionamiento de la producción, y de la lista de las respuestas de la producción que componen el informe del funcionamiento de la producción. Puede incluir elementos definidos específicos de la aplicación.</p>	ID				
	Description				
	Location	EquipmentID			
		EquipmentElementLevel			
	PublishedDate				
	ProductionScheduledID				
	StartTime				
	EndTime				
	EquipmentElementLevel				
	<b>Production Response:</b>	ID			
		ProductionRequestID			
		ProductProductionRuleID			
		StartTime			
		EndTime			
	<b>Segment Response:</b>	ID			
		ProcessSegmentID			
		ProductSegmentID			
		Description			
		ActualStartTime			
		ActualEndTime			
	<b>Production Data</b>	ID			
		Description			
	Contiene una definición de un elemento de datos de la producción.	Value			ValueString
				DataType	
				UnitOfMeasure	
<b>Equipment Actual</b>	EquipmentClassID				
	EquipmentID				
	Description				
	Location (repite)				
	Quantity			QuantityString	
				DataType	
				UnitOfMeasure	
	EquipmentActualProperty			ID	
				Description	
				Value(repite)	
				Quantity(repite)	
<b>Material Produced Actual</b>	MaterialClassID				
	MaterialDefinitionID				

			<p>Contiene un informe sobre los recursos materiales actuales producidos. Puede definir la cantidad del recurso producido, o puede contener una lista de las propiedades de las definiciones y de las cantidades para cada propiedad del subconjunto.</p>	<table border="1"> <tr><td>MaterialLotID</td></tr> <tr><td>MaterialSubLotID</td></tr> <tr><td>Description</td></tr> <tr><td>Location(repite)</td></tr> <tr><td>Quantity(repite)</td></tr> <tr><td>MaterialProducedActualProperty</td></tr> <tr><td>ID</td></tr> <tr><td>Description</td></tr> <tr><td>Value(repite)</td></tr> <tr><td>Quantity(repite)</td></tr> </table>	MaterialLotID	MaterialSubLotID	Description	Location(repite)	Quantity(repite)	MaterialProducedActualProperty	ID	Description	Value(repite)	Quantity(repite)		
MaterialLotID																
MaterialSubLotID																
Description																
Location(repite)																
Quantity(repite)																
MaterialProducedActualProperty																
ID																
Description																
Value(repite)																
Quantity(repite)																
			<p><b>Material Consumed Actual</b></p> <p>Contiene un informe sobre los recursos materiales actuales consumidos. Puede definir la cantidad del recurso consumido, o puede contener una lista de las propiedades de las definiciones y de las cantidades para cada propiedad del subconjunto.</p>	<table border="1"> <tr><td>MaterialClassID</td></tr> <tr><td>MaterialDefinitionID</td></tr> <tr><td>MaterialLotID</td></tr> <tr><td>MaterialSubLotID</td></tr> <tr><td>Description</td></tr> <tr><td>Location(repite)</td></tr> <tr><td>Quantity(repite)</td></tr> <tr><td>MaterialConsumedActualProperty</td></tr> <tr><td>ID</td></tr> <tr><td>Description</td></tr> <tr><td>Value(repite)</td></tr> <tr><td>Quantity(repite)</td></tr> </table>	MaterialClassID	MaterialDefinitionID	MaterialLotID	MaterialSubLotID	Description	Location(repite)	Quantity(repite)	MaterialConsumedActualProperty	ID	Description	Value(repite)	Quantity(repite)
MaterialClassID																
MaterialDefinitionID																
MaterialLotID																
MaterialSubLotID																
Description																
Location(repite)																
Quantity(repite)																
MaterialConsumedActualProperty																
ID																
Description																
Value(repite)																
Quantity(repite)																
			<p><b>Consumable Actual</b></p> <p>Contiene un informe sobre los materiales consumibles actuales usados.</p>	<table border="1"> <tr><td>MaterialClassID</td></tr> <tr><td>MaterialDefinitionID</td></tr> <tr><td>Description</td></tr> <tr><td>Location(repite)</td></tr> <tr><td>Quantity(repite)</td></tr> <tr><td>ConsumableActualProperty</td></tr> <tr><td>ID</td></tr> <tr><td>Description</td></tr> <tr><td>Value(repite)</td></tr> <tr><td>Quantity(repite)</td></tr> </table>	MaterialClassID	MaterialDefinitionID	Description	Location(repite)	Quantity(repite)	ConsumableActualProperty	ID	Description	Value(repite)	Quantity(repite)		
MaterialClassID																
MaterialDefinitionID																
Description																
Location(repite)																
Quantity(repite)																
ConsumableActualProperty																
ID																
Description																
Value(repite)																
Quantity(repite)																
			SegmentResponse(repite)													
			<b>Segment State</b>													

Tabla 5. Desempeño de la Producción



### 3.1 DISEÑO DEL PROTOTIPO

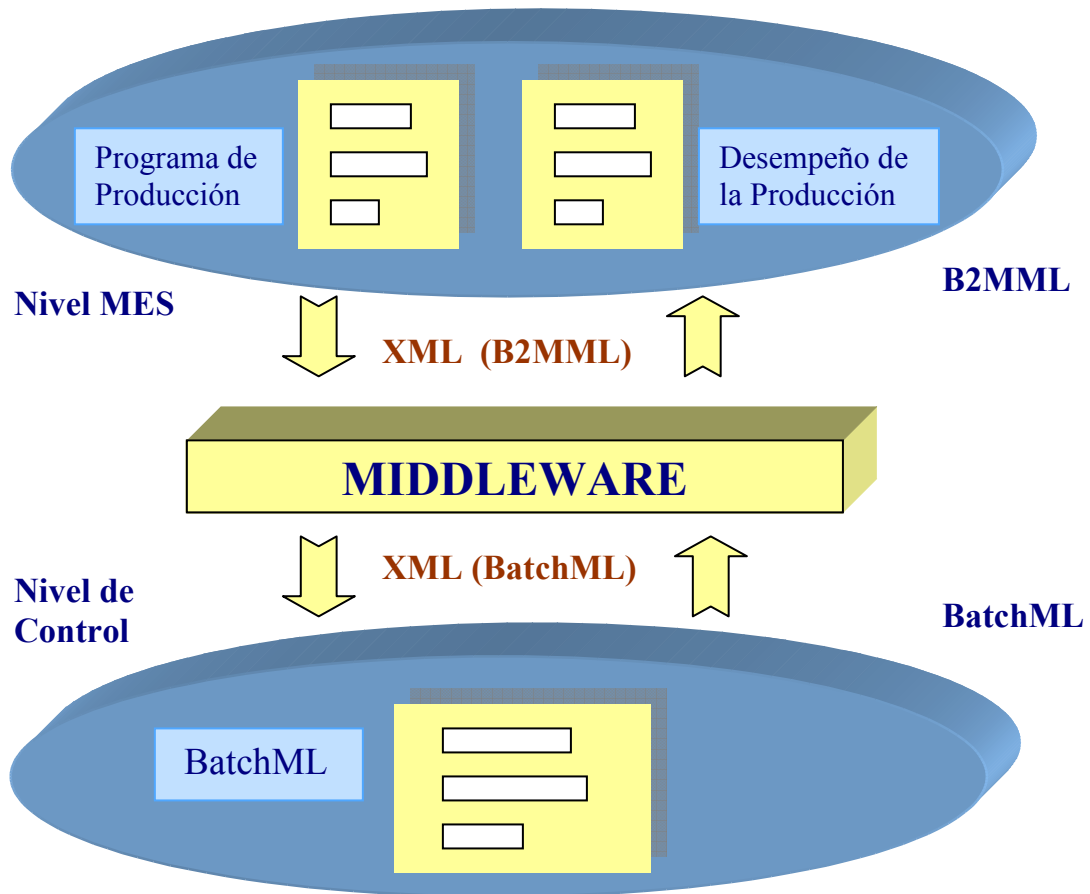


Figura 31. Prototipo Flujo de Información

Tal como se muestra en la figura 31, el prototipo inicia con la programación del Programa de Producción de acuerdo a las políticas de producción del sistema de negocios & Logística (ERP) y la estructura que maneja el estándar B2MML. Una vez configurado el Programa de Producción, éste entrega un documento XML en la estructura B2MML, el cual pasa por el middleware que se encarga de comunicar la información entregada por el sistema MES (B2MML) en el Programa de Producción al formato del administrador del Batch en el nivel de control (BatchML). El middleware básicamente se encarga de transformar la información en XML entregada por el sistema MES en la estructura B2MML a una estructura también en XML compatible con el administrador del Batch en la estructura BatchML, cumpliéndose el objetivo de este proyecto. Una vez que el administrador del Batch recibe la información del Programa de Producción en la estructura BatchML gracias al middleware, es decir se realiza el mapeo de esta información, el siguiente paso es terminar de configurar el Batch con la información

propia de su administrador; una vez terminada la programación del Batch, es ejecutado para finalmente obtener el reporte en BatchML de la producción. Este documento XML es utilizado por el nivel de control para comunicar al nivel de manufactura (MES) los resultados obtenidos de la ejecución del Batch; esta información pasa a través del middleware, el cual se encarga de transformar la información en XML entregada por el administrador del Batch en la estructura BatchML a una estructura también en XML compatible con el Desempeño de la Producción en su estructura B2MML. Por esta razón se dice que el prototipo del middleware es bidireccional correspondiente con la figura 31.

Estas fases serán detalladas a continuación con la presentación del prototipo desarrollado para la validación del middleware, utilizando el software "Microsoft Visual Studio 2005".

### 3.1.1 Interfaz del Programa de Producción

**PROGRAMA DE PRODUCCION**

Programa Producción | Solicitud de producción | Requerimientos de Material Producido | Requerimientos de Material Consumido | Requerimientos de Segmento

**Programa de Producción:**

ID Programa de Producción:

Localización de Equipo:

ID del Equipo:

Nivel de Equipo:

Tiempo de Inicio:

Tiempo de Finalización:

Se define la información del programa de producción establecido para la celula de proceso de leche saborizada donde se indican los tipos de producto y sus cantidad que se deben elaboradas en las fechas especificadas

Se especifica el lapso de tiempo en el cual el sistema de negocios espera que todo el Plan de Produccion sea ejecutado

BatchML

Guardar Información

Figura 32. Interfaz Programa de Producción

La figura 32 muestra la interfaz principal del prototipo para el Programa de Producción; en ella se define la información principal para la programación de la célula de proceso correspondiente, como el ID, localización de equipo y programación de tiempos. Además está compuesta por la solicitud de producción, requerimientos de material producido, requerimientos de material consumido y requerimientos de segmento. La interfaz cuenta con un botón llamado "Guardar Información", el cual es utilizado para guardar la información una vez es configurado el programa, es decir que con éste se genera el

documento XML correspondiente a la estructura B2MML del nivel de MES, el cual es transformado a la estructura BatchML del nivel de control a través del middleware según la figura 31. Finalmente la interfaz cuenta con un botón llamado “BatchML”, el cual se utiliza para acceder a la interfaz del administrador del Batch una vez realizada la programación de la producción.

*Interfaz de la Solicitud de Producción:* la figura 33 muestra la interfaz para la solicitud de producción en el programa de producción. En ella se configuran aspectos de la regla de producción del producto, prioridad del Batch, recursos a utilizar para elaborar el producto y parámetros para el segmento del proceso.

**PROGRAMA DE PRODUCCION**

Programa Producción | **Solicitud de producción** | Requerimientos de Material Producido | Requerimientos de Material Consumido | Requerimientos de Segmento

**Solicitud de Producción:**

ID de Solicitud de Producción:    
 ID Regla de Produccion:    
 Prioridad:

Se especifica el ID de la Regla de Producción que define como se debe elaborar el producto

**Requerimiento de Segmento General:**

ID del Segmento de Producto:    
 Duración:   
 Ej: P02H05M02.378

Requerimientos que establecen los recursos que se utilizaran dentro de la célula de proceso de Leche Saborizada, para la elaboración del Batch

**Parametros de Producción:**

ID del Parametro: **Sabor**  
 Valor:    
 Descripción: Indica el sabor del producto que se elaborará

Se establecen los parámetros para el segmento de proceso, los cuales varían su valor de acuerdo al producto a elaborar

Figura 33. Interfaz Solicitud de Producción

*Interfaz de los Requerimientos de Material Producido:* en la figura 34 se muestra la interfaz para los requerimientos de material producido en el Programa de Producción. Se configuran aspectos como la identificación del lote de material y las cantidades a utilizar para la elaboración del Batch.

**PROGRAMA DE PRODUCCION**

Programa Producción | Solicitud de producción | **Requerimientos de Material Producido** | Requerimientos de Material Consumido | Requerimientos de Segmento

**Requerimientos de Material Producido:**

ID del Lote de Material:  ID del lote de material que se va a producir

Descripción:

Cantidad:  Unidades Se establece la cantidad que se requiere que se elabore

Figura 34. Interfaz Requerimientos de Material Producido

*Interfaz de los Requerimientos de Material Consumido:* la figura 35 muestra la interfaz para los requerimientos de Material Consumido en el Programa de Producción. En ella se configuran los lotes de material y cantidades ha utilizar para la producción del Batch.

**PROGRAMA DE PRODUCCION**

Programa Producción | Solicitud de producción | Requerimientos de Material Producido | **Requerimientos de Material Consumido** | Requerimientos de Segmento

**Requerimientos de Material Consumido:**

<p><b><u>Leche Cruda Entera</u></b></p> <p>ID del Lote de Material: <b>LCE01</b></p> <p>Cantidad: <input type="text"/> Litros</p>	<p><b><u>Tripolifosfato</u></b></p> <p>ID del Lote de Material: <b>TP045</b></p> <p>Cantidad: <input type="text"/> Kilos</p>
<p><b><u>Azucar</u></b></p> <p>ID del Lote de Material: <b>AZ03</b></p> <p>Cantidad: <input type="text"/> Kilos</p>	<p><b><u>Saborizante</u></b></p> <p>ID del Lote de Material: <input type="text"/></p> <p>Cantidad: <input type="text"/> Kilos</p>
<p><b><u>Carragenina</u></b></p> <p>ID del Lote de Material: <b>CR04</b></p> <p>Cantidad: <input type="text"/> Kilos</p>	<p>Es la identificación de los Lotes de Material a utilizar para realizar la producción</p>

Figura 35. Interfaz Requerimientos de Material Consumido

*Interfaz de los Requerimientos de Segmento:* la figura 36 muestra la interfaz para los Requerimientos de Segmento del Programa de Producción. Estos requerimientos son la parte más importante en la configuración; para esta aplicación se definen 6

Requerimientos de Segmento Específicos que corresponden a las etapas para la producción del Batch. En ellos se configuran aspectos como tiempos de inicio y finalización de cada etapa, lotes de material a utilizar de acuerdo al requerimiento, unidades de equipo y unidades de medida.

The screenshot displays a web application interface titled "PROGRAMA DE PRODUCCION". It features a navigation bar with tabs: "Programa Producción", "Solicitud de producción", "Requerimientos de Material Producido", "Requerimientos de Material Consumido", and "Requerimientos de Segmento". The main content area is titled "Requerimientos de Segmento Específicos:" and includes sub-tabs for "Etapa Recepción", "Etapa Estandarización", "Etapa Terminación", "Etapa Dosificación", "Etapa Ultrapasteurización", and "Etapa de Empacado".

The "Etapa de Recepción:" section contains the following fields:

- ID Segmento de Producto:** A dropdown menu.
- ID Clase de Equipo:** RCPN\_UNIT1
- Descripción:** Requerimientos que establecen los recursos que se utilizarán dentro de la Etapa de Recepción, para la elaboración del Batch. (Unitad que Contiene los equipos que realizan la Recepción de la Leche)
- Cantidad:** A text input field followed by "Unidades".
- ID del lote de Material:** A dropdown menu.
- Propiedad de Requerimientos de Equipo:**
  - ID:** CAP\_RCPN\_UNIT
  - Descripción:** Capacidad de la Unidad de Recepción
  - Valor:** A text input field followed by "Litros/Hora".
- Tiempo de Inicio:** 2007-07-17 T 14:16:29
- Tiempo de Finalización:** 2007-07-17 T 14:16:29

Figura 36. Interfaz Requerimientos de Segmento Específicos – Etapa Recepción

### 3.1.2 Interfaz del administrador del Batch

*Interfaz Mapeo BatchML:* la figura 37 muestra la interfaz principal para el administrador del Batch. Ésta cuenta con 2 interfaces secundarias para un mejor entendimiento de la aplicación; la primera corresponde al mapeo de la información del Programa de Producción una vez transformada a la estructura BatchML mediante el middleware, y simplemente a través del botón "Cargar Información" se llenan los campos correspondientes. La interfaz del Mapeo BatchML está conformada por la Receta Maestra, Receta de Control, Elementos de Equipo y las listas Batch. La Receta Maestra cuenta con un ID, nombre del producto y parámetros para la producción, todos estos mapeados del Programa de Producción. En ésta se define también la fórmula y el procedimiento para la ejecución del Batch correspondiente a la célula de proceso. Además la interfaz cuenta con un botón "guardar información", el cual genera el documento XML en la estructura BatchML que es transformada a la estructura B2MML del nivel MES a través del

middleware una vez completado el Batch. Este flujo de información contiene toda la información de la ejecución del Batch, que es mapeada hacia el Desempeño de la Producción. Finalmente la interfaz cuenta con un botón “Desempeño de Producción”, utilizado para acceder a la interfaz del Desempeño de la Producción una vez finalizada la ejecución del Batch.

The screenshot displays the 'BatchML' interface. At the top, there are two tabs: 'MAPEO BatchML' and 'INFORMACION PROPIA DEL BatchML'. Below these, there are four sub-tabs: 'Receta Maestra', 'Receta de Control', 'Elementos de Equipo', and 'Lista Batch'. The 'Receta Maestra' tab is active, showing a form with the following fields and buttons:

- RECETA MAESTRA:**
  - ID de la Receta Maestra:
  - Nombre del Producto:
- Una Receta Maestra define la fórmula y el procedimiento para realizar un producto (batch) y apunta a una célula de proceso.**
- Parámetros:**
  - ID del Parámetro:
  - Descripción:
  - Valor:
- Cargar Información** (button)
- Guardar Información** (button)
- Desempeño de Producción** (button)

Figura 37. Interfaz Principal Administrador del Batch

*Interfaz Receta de Control:* la figura 38 muestra la interfaz para la Receta de Control en el administrador del Batch. En ésta se mapea información correspondiente a la ejecución del Batch, además una receta de control tiene el mismo formato que una receta maestra, con la diferencia que la primera contiene información operacional y de programación para ser específica ha un solo Batch y proporciona el nivel de detalle necesario para inicializar y supervisar el equipo de las entidades de procedimiento en una célula de proceso.

**BatchML**

MAPEO BatchML INFORMACION PROPIA DEL BatchML

Receta Maestra **Receta de Control** Elementos de Equipo Lista Batch

**RECETA DE CONTROL:**

ID de la Receta de Control:

Nombre del Producto:

ID del Batch:

**Parametros:**

ID del Parametro:

Descripción:

Valor:

Una Receta de Control es el mismo formato que una receta maestra, con la información adicional sobre la ejecución.

Figura 38. Interfaz Receta de Control

*Interfaz Elementos de Equipo:* la figura 39 muestra la interfaz de los Elementos de Equipo. En ésta se mapean el ID y nivel de equipo requerido para la ejecución del Batch.

**BatchML**

MAPEO BatchML INFORMACION PROPIA DEL BatchML

Receta Maestra Receta de Control **Elementos de Equipo** Lista Batch

**ELEMENTOS DE EQUIPO:**

ID de Equipo:

Nivel de Equipo:

Figura 39. Interfaz Elementos de Equipo

*Interfaz Listas Batch:* la figura 40 muestra la interfaz de la Lista Batch General en el administrador del Batch. Esta interfaz consta de 6 Listas Batch, una por cada requerimiento de segmento. En cada una se mapean los datos específicos para la ejecución del Batch a través de las etapas de producción. Las interfaces para cada Requerimiento tienen la misma configuración que la figura 40.

**BatchML**

MAPEO BatchML > INFORMACION PROPIA DEL BatchML

Receta Maestra | Receta de Control | Elementos de Equipo | **Lista Batch**

**Entradas de Lista Batch**

Lista Batch | Etapa Recepción | Etapa Estandarización | Etapa Termización | Etapa Dosificación | Etapa Ultrapasteurización | Etapa Empacado

**Lista Batch General:**

ID:

Descripción:

ID de la Receta:

ID del Batch:

ID del Lote:

Prioridad del Batch:

Tamaño Requerido del Batch:

Unidad de Medida:

**Parametros de Producción:**

ID del Parametro:

Descripción:

Valor:

Tiempo de Inicialización Solicitado: label120

Tiempo de Finalización Solicitado: label120

Figura 40. Interfaz Lista Batch

Las figuras 37, 38, 39 y 40 corresponden en el prototipo al mapeo entre el nivel de control y nivel MES, una vez transformadas las estructuras de B2MML a BatchML por medio del middleware, cumpliendo así con el objetivo de este proyecto.

*Información Propia del BatchML:* la figura 41 corresponde a la segunda interfaz secundaria del administrador del Batch y hace referencia a la información propia del BatchML. Esta interfaz cuenta con 3 interfaces más, que corresponden a la Receta Maestra, Receta de Control y Listas Batch. Todas contienen información complementaria importante para la ejecución del Batch, puesto que sin ella el reporte final sobre la producción sería incompleto e igualmente el Desempeño de la Producción. Para la aplicación todos estos campos se llenarán de forma manual por falta de la herramienta Software para el administrador del Batch que permita la ejecución; además no hace parte de este proyecto; pero es de aclarar que cualquier administrador de Batch debería tener configurado previamente toda esta información dentro de las recetas. La receta maestra contiene información general de la célula de proceso para la ejecución del Batch, que una vez mapeada y configurada esta información se carga a la Receta de Control mediante el botón "Cargar Datos".



Figura 41. Interfaz Información Propia del BatchML

Información Propia del BatchML – Interfaz Receta de Control: la figura 42 muestra la interfaz de la Receta de Control con la información propia del administrador del Batch. Esta interfaz contiene 2 interfaces con información referente a la lógica de procedimiento para la ejecución del Batch. La interfaz del Encabezado contiene el ID del Link o enlace configurado en la Receta Maestra, que una vez seleccionado es posible cargar los datos como autor, tamaño del Batch, estado de la Receta Maestra mediante el botón “Cargar Datos”. El Link o enlace permite visualizar las fases y transiciones en la ejecución del Batch.

La figura 43 muestra la interfaz para la Lógica de Procedimiento una vez seleccionado el ID del Link. Esta interfaz contiene las fases con su respectivo ID de acuerdo con la etapa o transición en la que se encuentre la ejecución del Batch. Es posible visualizar en esta interfaz el nombre de la transición y estado del Batch conforme es ejecutada la lógica de procedimiento del Batch.

**BatchML**

MAPEO BatchML **INFORMACION PROPIA DEL BatchML**

Receta Maestra **Receta de Control** Listas Batch

**RECETA DE CONTROL:**

Encabezado **Logica de Procedimiento**

**Encabezado:**

**Introduzca la ID del Link:**

Fecha de Modificación:

Autor:

Tamaño del Batch:

Unidad de Medida:

Estado:

Figura 42. Interfaz Información Propia del BatchML - Receta de Control

**BatchML**

MAPEO BatchML **INFORMACION PROPIA DEL BatchML**

Receta Maestra **Receta de Control** Listas Batch

**RECETA DE CONTROL:**

Encabezado **Logica de Procedimiento**

**Fases:**

ID: <input type="text"/>	Nombre: <input type="text"/>	<input type="button" value="Fases"/>	label139
ID: <input type="text"/>	Nombre: <input type="text"/>		
ID: <input type="text"/>	Nombre: <input type="text"/>		
ID: <input type="text"/>	Nombre: <input type="text"/>		
ID: <input type="text"/>	Nombre: <input type="text"/>		
ID: <input type="text"/>	Nombre: <input type="text"/>		
ID: <input type="text"/>	Nombre: <input type="text"/>		
ID: <input type="text"/>	Nombre: <input type="text"/>		

**Logica de Procedimiento:**

**Transiciones:**

Nombre:

Estado del Batch:

Figura 43. Interfaz Lógica de Procedimiento

*Información Propia del BatchML – Interfaz Listas Batch:* la figura 44 muestra la interfaz de Listas Batch con la información complementaria para cada Requerimiento de Segmento.

The screenshot displays the 'BatchML' application interface. At the top, there is a blue header with the text 'BatchML'. Below this, a navigation bar contains two tabs: 'MAPEO BatchML' and 'INFORMACION PROPIA DEL BatchML', with the latter being the active tab. Underneath, a secondary navigation bar has three tabs: 'Receta Maestra', 'Receta de Control', and 'Listas Batch', with 'Listas Batch' selected. The main content area is titled 'LISTAS BATCH:' and contains a sub-section 'Listas Batch:' with a light green background. This section includes a form with the following fields: 'Versión de la Receta:' (a dropdown menu), 'ID de la Orden:' (a dropdown menu), 'ID del Producto:' (a text input field), 'Tamaño Requerido del Batch:' (a text input field), 'Unidad de Medida:' (a text input field), and 'Tamaño Actual del Batch:' (a text input field). At the bottom of this section, a yellow box contains the text: 'Información que corresponde a todas las Entradas de Listas Batch'.

Figura 44. Interfaz Información Propia del BatchML - Listas Batch

Una vez se mapea y configura la información en el administrador del Batch, es posible ejecutar el Batch. Finalizado éste y mediante el botón "Guardar Información" se genera el documento XML correspondiente a la estructura BatchML en el nivel de control, el cual mediante el middleware es transformado a la estructura B2MML del nivel de MES hacia el Desempeño de la Producción. En este punto es importante mencionar el carácter **bidireccional** del middleware, dado que permite intercambiar información entre el Nivel MES en la estructura B2MML y el Nivel de Control en la estructura BatchML y viceversa, gracias al diseño del prototipo del middleware correspondiente con la figura 31, cumpliendo así con el objetivo de este proyecto.

### 3.1.3 Interfaz del Desempeño de la Producción

*Interfaz Mapeo Desempeño de la Producción:* la figura 45 muestra la interfaz principal para el Desempeño de la Producción. Ésta cuenta al igual que el administrador del Batch con 2 interfaces secundarias para un mejor entendimiento de la aplicación; la primera corresponde al mapeo de la información del administrador del Batch una vez transformada a la estructura B2MML mediante el middleware, y simplemente a través del botón "Cargar Información" se llenan los campos correspondientes. La interfaz del Mapeo Desempeño de la Producción está conformada por Desempeño de la Producción, Material Consumido Actual y Respuestas de Segmento Específicas. El Desempeño de la Producción cuenta con información general del reporte como el ID, con datos sobre la Respuesta de Producción como el ID de la regla utilizada para el producto, los tiempos de inicio y finalización, datos de producción y material producido actual, todos estos mapeados del reporte entregado por el administrador del Batch. Además la interfaz cuenta con un botón "guardar información", el cual genera el documento XML en la estructura B2MML del nivel MES, definiendo así el contexto del informe en el nivel. Este flujo de información contiene todos los resultados de la ejecución del Batch en el administrador.

DESEMPEÑO DE LA PRODUCCIÓN:

MAPEO DESEMPEÑO DE LA PRODUCCIÓN DESEMPEÑO DE LA PRODUCCIÓN

Desempeño de la Producción Material Consumido Actual Respuestas de Segmento Específicas

**Desempeño de la Producción**

Desempeño de la Producción:

ID Programa de Producción:

Localización de Equipo:

ID del Equipo:

Nivel de Equipo:

Respuesta de Producción:

ID de la Solicitud de Producción:

ID de la Regla de Producción:

Tiempo de Inicio Actual:

Tiempo de Finalización Actual:

ID del Segmento de Producto:

Estado del Segmento:

Datos de Producción:

ID:  Descripción:   
Valor:  Parámetro que indica el sabor del Milking fabricado.

ID:  Descripción:   
Valor:  % Porcentaje de grasa utilizado en la preparación del tipo de Milking especificado.

Material Producido Actual:

ID del lote de Material:

Descripción:

Cantidad:

Unidad de Medida:

Cargar Información

Guardar Información

Figura 45. Interfaz Principal del Desempeño de la Producción

*Interfaz Material Consumido Actual:* la figura 46 muestra la interfaz para los Materiales Consumidos Actuales en el Desempeño de la Producción. Esta información como el ID del material, cantidad y unidad de medida, corresponden al consumo real de éstos durante la producción del Batch. Para la aplicación se cuenta con 5 lotes de material para la realización del Batch, que hacen referencia a la información mostrada en la figura 46. Toda la información es mapeada del reporte final entregado por el administrador del Batch.

**DESEMPEÑO DE LA PRODUCCION:**

MAPEO DESEMPEÑO DE LA PRODUCCION DESEMPEÑO DE LA PRODUCCION

Desempeño de la Producción Material Consumido Actual Respuestas de Segmento Específicas

**Material Consumido Actual:**

ID del Lote de Material:	<input type="text"/>	ID del Lote de Material:	<input type="text"/>
Descripción:	<input type="text"/>	Descripción:	<input type="text"/>
Cantidad:	<input type="text"/>	Cantidad:	<input type="text"/>
Unidad de Medida:	<input type="text"/>	Unidad de Medida:	<input type="text"/>
ID del Lote de Material:	<input type="text"/>	ID del Lote de Material:	<input type="text"/>
Descripción:	<input type="text"/>	Descripción:	<input type="text"/>
Cantidad:	<input type="text"/>	Cantidad:	<input type="text"/>
Unidad de Medida:	<input type="text"/>	Unidad de Medida:	<input type="text"/>
ID del Lote de Material:	<input type="text"/>	Información sobre el material consumido realmente durante la producción del Batch.	
Descripción:	<input type="text"/>		
Cantidad:	<input type="text"/>		
Unidad de Medida:	<input type="text"/>		

Figura 46. Interfaz Material Consumido Actual

*Interfaz Respuestas de Segmento Específicas:* la figura 47 muestra la interfaz para las Respuestas de Segmento Específicas del Desempeño de la Producción. La información registrada en los requerimientos es la parte más importante en la interfaz, ya que muestran los datos acerca de los recursos utilizados y generados en cada segmento o etapa de la producción; para esta aplicación se definen 6 Respuestas de Segmento Específicas que corresponden a las etapas para la producción del Batch. En ellas se registran aspectos como tiempos de inicio y finalización de cada etapa, lotes de material ha utilizar de acuerdo al requerimiento y unidades de equipo.

**DESEMPEÑO DE LA PRODUCCIÓN:**

MAPEO DESEMPEÑO DE LA PRODUCCIÓN DESEMPEÑO DE LA PRODUCCIÓN

Desempeño de la Producción Material Consumido Actual Respuestas de Segmento Especificas

**Respuestas de Segmento Especificas:**

Etapa Recepción Etapa Estandarización Etapa Termización Etapa Dosificación Etapa Ultrapasteurización Etapa Empacado

**Etapa de Recepción:**

ID del Segmento de Producto:

Tiempo de Inicio Actual:

Tiempo de Finalización Actual:

Localización de Equipo:

ID del Equipo:

Nivel de Equipo:

ID de Clase de Equipo:

ID del Lote de Material:

Información sobre los recursos utilizados y generados en el Segmento de Recepción en la preparación de Milking

Figura 47. Interfaz Respuestas de Segmento Específicas – Etapa Recepción

*Interfaz Información Propia del Desempeño de la Producción:* la figura 48 muestra la interfaz para la información propia del Desempeño de la Producción. En la interfaz se registra la información general acerca del Desempeño de la Producción establecido para la celda de proceso.

**DESEMPEÑO DE LA PRODUCCION:**

MAPEO DESEMPEÑO DE LA PRODUCCIÓN
DESEMPEÑO DE LA PRODUCCIÓN

**Desempeño de la Producción:**

ID del Desempeño de la Producción :

ID de la Respuesta de Producción:

Fecha de Publicación:

Tiempo de Inicio:

Tiempo de Finalización:

Este documento contiene la información del Desempeño de la Producción establecido para la celda de proceso de leche saborizada donde se indica el tipo de producto y las cantidades elaboradas del mismo con las fechas específicas.

Figura 48. Interfaz Información Propia del Desempeño de la Producción

## 4. VALIDACIÓN DEL PROTOTIPO

### 4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO UHT

A continuación se realiza la descripción del proceso industrial caso de estudio, utilizado para la validación del prototipo para la Interfaz de la Norma ISA S95 con el Nivel MES en este proyecto, donde se detalla en orden cada una de las etapas involucradas en la elaboración de leche saborizada en sus diferentes presentaciones (fresa, chocolate, vainilla), desde la recolección de la leche, procesamientos intermedios, proceso UHT y por último el empaclado y respectivo embalaje del producto [13].

#### 4.1.1 Adquisición de la leche

Actualmente en los procesos industriales y especialmente en los procesos industriales alimenticios es muy importante tener en cuenta la calidad en la fabricación de los productos. Para nuestro caso la calidad de la leche es determinante en los diferentes procesos de producción. La etapa de adquisición de leche consta de etapas muy

importantes como son la etapa de recolección y recepción, la etapa de control de calidad y la etapa de recepción de la leche cruda.

#### 4.1.2 Adecuación y tratamiento previo al proceso UHT

Para llevar a cabo la adecuación y el tratamiento al proceso UHT, se deben tener en cuenta distintas etapas importantes entre ellas están las etapas de filtrado, enfriamiento, estandarización y clarificación, Termización, dosificación de aditivos y el almacenamiento temporal de la leche.

#### 4.1.3 Procesamiento UHT y Empacado

Este proceso consta de varias etapas las cuales realizan una tarea específica que garantizan la mejor calidad del producto terminado. La figura 49 [13] representa el esquema de la línea UHT para el caso de estudio. Dentro de este proceso se identifican varias etapas importantes, entre ellas está la recepción en el tanque de balance, en donde el propósito es el de garantizar un flujo constante de leche hacia el proceso. Otras etapas son la regeneración que también es llamada precalentamiento, la Homogenización, la Ultra pasteurización y Esterilización, el enfriamiento, el empackado y por último el almacenamiento y embalaje [13].

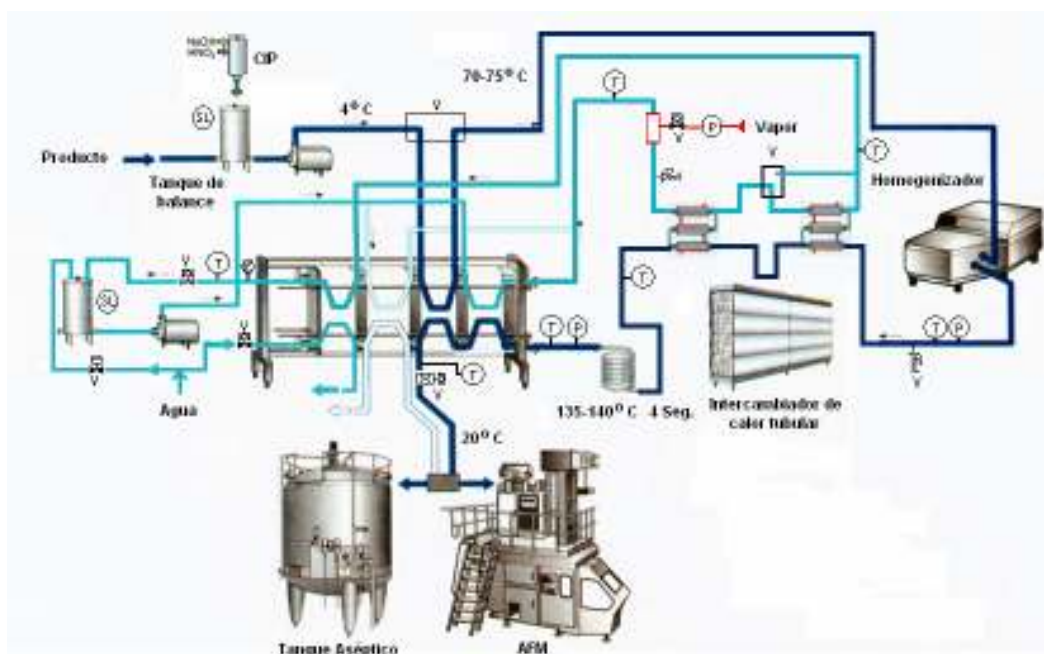


Figura 49. Esquema de la línea UHT del proceso



## 4.2 VALIDACIÓN

Una vez descrito el procedimiento UHT y las distintas interfaces con las cuales cuenta el prototipo, el siguiente paso es la validación del mismo. El primer paso para describir la validación es ofrecer una breve explicación de la información que debe ser introducida en los distintos campos con los cuales cuenta el prototipo. La primera interfaz con la cual el usuario se encuentra es el Programa de Producción. A continuación se brinda una explicación de la información que es necesaria para programar el Programa de Producción.

### CONSIDERACIONES PARA EL CASO DE ESTUDIO

Teniendo en cuenta los objetivos del proyecto, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para la validación del prototipo para la implementación del estándar ISA S95, que permita integrar la información entregada por un software administrador de Batch en una estructura BatchML (*Batch Markup Language*) a una estructura B2MML (*Business to Manufacturing Markup language o Lenguaje de Marcado entre la Gestión y la Fabricación*), y viceversa, se tomará la información del proyecto "Aplicación de la Norma ISA 95 a un caso de estudio" desarrollada por los estudiantes Fabián Yesid Vidal López y Libardo Steven Muñoz Trochez, con el fin de hacer uso de esta información para configurar las interfaces del Programa de Producción, administrador del Batch y Desempeño de la Producción. Esto se realiza dado que los sistemas involucrados en los proyectos de integración son muy costosos y a los cuales no se tiene acceso (Sistemas ERP Y MES).
- Se supone que el nivel de negocios genera un programa de producción que hace referencia a la ejecución de un solo Batch para el caso de estudio; este programa es enviado al MES; después de recibir esta información, el MES realiza la asignación de equipos y demás tareas realizadas por las actividades del nivel de manufactura y envía los datos necesarios hacia el nivel 2 mediante los comandos operacionales, con el fin de que allí se realice la ejecución de la producción tal y como se ha planeado con las interfaces propuestas en el prototipo de la figura 31.

- Algunos datos en las interfaces del prototipo son ingresados de forma manual, como los correspondientes a la ejecución del Batch en el administrador del Batch, ya que no se cuenta con el sistema para su realización.

#### 4.2.1 Validación del Programa de Producción

En la figura 50 se muestra la interfaz principal del Programa de Producción una vez introducida la información correspondiente; es decir el ID del Programa de Producción, el ID del Equipo, la identificación del Nivel de Equipo y la especificación del tiempo de inicialización y de finalización del plan de producción. De la misma forma las figuras 51, 52, 53 y 54 muestran información que debe ser introducida para poder programar el Programa de Producción. Cabe mencionar que el prototipo está en la capacidad de mostrar un mensaje de error en el momento en que el usuario introduzca valores incorrectos, como por ejemplo introducir caracteres alfanuméricos en campos donde sólo se puede introducir valores numéricos. Otra cualidad importante del prototipo es que no permite guardar la información ni pasar a la siguiente interfaz si el usuario no ha completado todos los campos o si no ha introducido la información correcta en ellos.

The screenshot displays a web interface titled "PROGRAMA DE PRODUCCION". At the top, there is a navigation bar with tabs: "Programa Producción", "Solicitud de producción", "Requerimientos de Material Producido", "Requerimientos de Material Consumido", and "Requerimientos de Segmento". The main content area is titled "Programa de Producción:" and contains the following fields and controls:

- ID Programa de Producción:** A dropdown menu with the value "PP01".
- Localización de Equipo:** A label above two dropdown menus: "ID del Equipo" (value: "CP\_LS") and "Nivel de Equipo" (value: "Celda de Proceso").
- Tiempo de Inicio:** A dropdown menu with the value "2007-07-12 T 11:00:57".
- Tiempo de Finalización:** A dropdown menu with the value "2007-07-12 T 12:10:10".

On the right side of the form, there are two buttons: "BatchML" and "Guardar Información". A yellow tooltip box is visible near the time fields, containing the text: "Se especifica el lapso de tiempo en el cual el sistema de negocios espera que todo el Plan de Produccion sea ejecutado".

Figura 50. Validación del Programa de Producción

La figura 50 muestra la interfaz principal para el Programa de producción con la información correspondiente en cada campo, de acuerdo con el proceso industrial caso de estudio.

**PROGRAMA DE PRODUCCION**

Programa Producción | **Solicitud de producción** | Requerimientos de Material Producido | Requerimientos de Material Consumido | Requerimientos de Segmento

**Solicitud de Producción:**

ID de Solicitud de Producción: SP\_01  
 ID Regla de Producción: RPROD\_MKG\_CHC  
 Prioridad: 4

**Requerimiento de Segmento General:**

ID del Segmento de Producto: LS\_CHC  
 Duración: P01H10M00,00S  
 Ej: P02H05M02.37S

**Parametros de Producción:**

ID del Parametro: Sabor  
 Valor: Chocolate  
 Descripción: Indica el sabor del producto que se elaborará

Se especifica el ID de la Regla de Producción que define como se debe elaborar el producto

Requerimientos que establecen los recursos que se utilizaran dentro de la célula de proceso de Leche Saborizada, para la elaboración del Batch

Se establecen los parámetros para el segmento de proceso, los cuales varían su valor de acuerdo al producto a elaborar

Figura 51. Validación de la Solicitud de Producción

La figura 51 muestra la solicitud de producción, correspondiente a la ejecución de un solo Batch para el caso de estudio (Elaboración de leche saborizada).

**PROGRAMA DE PRODUCCION**

Programa Producción | Solicitud de producción | Requerimientos de Material Producido | **Requerimientos de Material Consumido** | Requerimientos de Segmento

**Requerimientos de Material Consumido:**

<p><b>Leche Cruda Entera</b></p> <p>ID del Lote de Material: LCE01          Cantidad: 120 Litros</p> <p><b>Azucar</b></p> <p>ID del Lote de Material: AZ03          Cantidad: 98 Kilos</p> <p><b>Carragenina</b></p> <p>ID del Lote de Material: CR04          Cantidad: 56 Kilos</p>	<p><b>Tripolifosfato</b></p> <p>ID del Lote de Material: TP045          Cantidad: 27 Kilos</p> <p><b>Saborizante</b></p> <p>ID del Lote de Material: SBCH78          Cantidad: 110 Kilos</p> <p>Es la identificación de los Lotes de Material a utilizar para realizar la producción</p>
---	--

Figura 52. Validación de los Requerimientos de Material Consumido

La figura 52 muestra la interfaz para la configuración de los materiales requeridos y cantidades específicas de cada uno en la elaboración del producto caso de estudio.

The screenshot shows a web application interface titled "PROGRAMA DE PRODUCCION". At the top, there are navigation tabs: "Programa Producción", "Solicitud de producción", "Requerimientos de Material Producido", "Requerimientos de Material Consumido", and "Requerimientos de Segmento". The main content area is titled "Requerimientos de Segmento Especificos:" and contains sub-tabs for different production stages: "Etapa Recepción", "Etapa Estandarización", "Etapa Terminación", "Etapa Dosificación", "Etapa Ultrapasteurización", and "Etapa de Empacado". The "Etapa de Recepción" tab is active, showing the following details:

- ID Segmento de Producto:** RCPN\_CHC
- ID Clase de Equipo:** RCPN\_UNIT1
- Descripción:** Requerimientos que establecen los recursos que se utilizaran dentro de la Etapa de Recepción, para la elaboración del Batch. (Unitad que Contiene los equipos que realizan la Recepción de la Leche)
- Cantidad:** 1 Unidades
- ID del lote de Material:** MK145NR
- Propiedad de Requerimientos de Equipo:**
  - ID:** CAP\_RCPN\_UNIT
  - Descripción:** Capacidad de la Unidad de Recepción
  - Valor:** 210 Litros/Hora
- Tiempo de Inicio:** 2007-07-12 T 11:06:33
- Tiempo de Finalización:** 2007-07-12 T 11:16:33

Figura 53. Validación del Requerimiento de Segmento Específico – Etapa Recepción

La figura 53 y 54 muestran las interfaces con los datos respectivos para cada uno de los segmentos específicos o etapas, involucrados en la "Elaboración de Leche Saborizada".

The screenshot shows the same web application interface as Figure 53, but with the "Etapa de Empacado" tab active. The main content area is titled "Etapa de Empacado:" and contains sub-tabs for production parameters: "1. Parametros de Producción", "2. Requerimientos de Equipo", "3. Rqs. de Material Producido", and "4. Rqs. de Material Consumido". The "1. Parametros de Producción" tab is active, showing the following details:

- ID Segmento de Producto:** EPDO\_CHC
- Descripción:** Requerimientos que establecen los recursos que se utilizaran dentro de la Etapa de Empacado, para la elaboración del Batch.
- Presentación:**
  - Valor:** 1000 ml
  - Descripción:** Indica el contenido en ml que se debe empaclar para constituir una unidad de milking
- Empaque:**
  - Valor:** Tetrabrick
  - Descripción:** Indicación del empaque
- Tiempo de Inicio:** 2007-07-12 T 12:00:01
- Tiempo de Finalización:** 2007-07-12 T 12:10:12

Figura 54. Validación del Requerimiento de Segmento Específico – Etapa Empacado

#### 4.2.2 Validación del BatchML

The screenshot shows the 'BatchML' application interface. At the top, there are two tabs: 'MAPEO BatchML' and 'INFORMACION PROPIA DEL BatchML'. Below these, there are four sub-tabs: 'Receta Maestra', 'Receta de Control', 'Elementos de Equipo', and 'Lista Batch'. The 'Receta Maestra' tab is active, displaying a form titled 'RECETA MAESTRA:'. The form contains the following fields:

- 'ID de la Receta Maestra:' with the value 'PP01'.
- 'Nombre del Producto:' with the value 'Milking Chocolate'.
- A section titled 'Parametros:' containing:
  - 'ID del Parametro:' with the value 'Sabor'.
  - 'Descripción:' with the value 'Indica el sabor del producto que se elaborará'.
  - 'Valor:' with the value 'Chocolate'.

To the right of the form, a tooltip states: 'Una Receta Maestra define la fórmula y el procedimiento para realizar un producto (batch) y apunta a una célula de proceso.'

Figura 55. Validación del BatchML

La figura 55 muestra la interfaz de la Receta Maestra del BatchML una vez cargada o mapeada la información del Programa de Producción, es decir el ID de la Receta Maestra, el nombre del producto, y la identificación, descripción y el valor del parámetro de producción. De la misma forma la figura 56, muestra el mapeo de la información del Programa de Producción correspondiente a la etapa de empaclado.

**BatchML**

NAPEO BatchML INFORMACION PROPIA DEL BatchML

Receta Maestro Receta de Control Elementos de Equipo Lista Batch

**Entradas de Lista Batch**

Lista Batch Etapa Recepción Etapa Estandarización Etapa Terminación Etapa Dosificación Etapa Ultrapasteurización Etapa Empacado

**Etapa de Empacado:**

ID: EPDO\_OHC

Descripción: Requerimientos que establecen los recursos que se utilizarán dentro de la Etapa de Empacado, para la elaboración del Batch

ID de la Receta: RPPCO\_MKG\_C

ID del Batch: SP\_01

ID del Lote: MK145NE

Prioridad del Batch: 3

Tamaño Requerido del Batch: 38889

Unidad de Medida: Unidades

ID de Clase de Equipo: EPDO\_UNIT1

**Parámetros de Producción:**

**Presentación**

Valor: 1000

Unidad de Medida: ml

Descripción: Indica el contenido en ml que se debe empaquetar para constituir una unidad de milking

**Empaque**

Valor: Tetrabrick

Descripción: Indicación del empaque

Tempo de Inicialización Solicitado: 2007-07-12 T 11:50:33

Tempo de Finalización Solicitado: 2007-07-12 T 12:00:33

Figura 56. Validación de las Entradas de Listas Batch – Etapa Empacado

La figura 57 muestra la interfaz que ayuda a configurar la Receta Maestra en la información propia del BatchML.

**BatchML**

NAPEO BatchML INFORMACION PROPIA DEL BatchML

Receta Maestro Receta de Control Listas Batch

**RECETA MAESTRA:**

**Encabezado:**

Fecha de Modificación: 2007-07-12 T 11:37:35

Autor: Felipe Bolaños Cruz

Tamaño del Batch: 38889

Unidad de Medida: Unidades

Estado: Running

**Parámetros de Producción:**

ID del Parámetro: PGrasa

Descripción: Parámetro que indica el porcentaje de grasa utilizado en la preparación del tipo de Milking especificado

Valor: 25 %

**Logica de Procedimiento:**

**Link:**

ID: 001

El elemento Link en la Logica de Procedimiento describe un enlace de la secuencia de ejecución entre los Step y las Transiciones

Cargar Datos

Se cargan todos los datos de la Receta Maestra a la Receta de Control

Figura 57. Validación de la Información Propia del BatchML – Receta Maestra

### 4.2.3 Validación del Desempeño de la Producción

La figura 58 muestra la interfaz principal del Desempeño de la Producción una vez cargada o mapeada la información del administrador del Batch en la estructura B2MML por medio del middleware; aquí se encuentra información importante como el ID del Programa de Producción, la localización de equipo, el tiempo de inicialización y de finalización de la producción, el estado del segmento de producción, la información de los parámetros, la identificación y la cantidad del material producido.

The screenshot displays a web interface titled "DESEMPEÑO DE LA PRODUCCION". At the top, there are two tabs: "MAPEO DESEMPEÑO DE LA PRODUCCION" and "DESEMPEÑO DE LA PRODUCCION". Below these, there are three sub-tabs: "Desempeño de la Producción", "Material Consumido Actual", and "Respuestas de Segmento Especificas". The main content area is titled "Desempeño de la Producción" and is divided into several sections:

- Desempeño de la Producción:**
  - ID Programa de Producción: PP01
  - Localización de Equipo:
  - ID del Equipo: CP\_LS
  - Nivel de Equipo: Celda de Proceso
- Datos de Producción:**
  - ID: Sabor
  - Valor: Chocolate
  - Descripción: Parámetro que indica el sabor del Milking fabricado.
  - ID: PGrasa
  - Valor: 25 %
  - Descripción: Porcentaje de grasa utilizado en la preparación del tipo de Milking especificado.
- Respuesta de Producción:**
  - ID de la Solicitud de Producción: SP\_01
  - ID de la Regla de Producción: RPROD\_MKG\_CHC
  - Tiempo de Inicio Actual: 2007-07-12 T 11:34:07
  - Tiempo de Finalización Actual: 2007-07-12 T 12:34:07
  - ID del Segmento de Producto: LS\_CHC
  - Estado del Segmento: Running
- Material Producido Actual:**
  - ID del lote de Material: MK145N
  - Descripción: Milking Chocolate
  - Cantidad: 38889
  - Unidad de Medida: Unidades

Figura 58. Validación del Desempeño de la Producción

De igual forma las figuras 59 y 60 muestran el mapeo de la información del administrador del Batch en la estructura B2MML por medio del middleware, correspondiente al material consumido actual y a la respuesta de segmento específica de la etapa de Recepción.

**DESEMPEÑO DE LA PRODUCCIÓN:**

MAPEO DESEMPEÑO DE LA PRODUCCIÓN DESEMPEÑO DE LA PRODUCCIÓN

Desempeño de la Producción Material Consumido Actual Respuestas de Segmento Específicas

**Material Consumido Actual:**

ID del Lote de Material:	<input type="text" value="LCE01"/>	ID del Lote de Material:	<input type="text" value="TP045"/>
Descripción:	<input type="text" value="Leche Cruda Entera"/>	Descripción:	<input type="text" value="Tripolifosfato"/>
Cantidad:	<input type="text" value="110"/>	Cantidad:	<input type="text" value="21"/>
Unidad de Medida:	<input type="text" value="Litros"/>	Unidad de Medida:	<input type="text" value="Kilos"/>
ID del Lote de Material:	<input type="text" value="AZ03"/>	ID del Lote de Material:	<input type="text" value="SBCH78"/>
Descripción:	<input type="text" value="Azucar"/>	Descripción:	<input type="text" value="Saborizante"/>
Cantidad:	<input type="text" value="215"/>	Cantidad:	<input type="text" value="100"/>
Unidad de Medida:	<input type="text" value="Kilos"/>	Unidad de Medida:	<input type="text" value="Kilos"/>
ID del Lote de Material:	<input type="text" value="CR04"/>		
Descripción:	<input type="text" value="Carragenina"/>		
Cantidad:	<input type="text" value="100"/>		
Unidad de Medida:	<input type="text" value="Kilos"/>		

Información sobre el material consumido realmente durante la producción del Batch.

Figura 59. Validación del Material Consumido Actual

Cada dato mapeado en la figura 59 y 60 hace parte del reporte final entregado de la ejecución del Batch en el nivel de control.

**DESEMPEÑO DE LA PRODUCCIÓN:**

MAPEO DESEMPEÑO DE LA PRODUCCIÓN DESEMPEÑO DE LA PRODUCCIÓN

Desempeño de la Producción Material Consumido Actual Respuestas de Segmento Específicas

**Respuestas de Segmento Específicas:**

Etapa Recepción Etapa Estandarización Etapa Termización Etapa Dosificación Etapa Ultrapasteurización Etapa Empacado

**Etapa de Recepción:**

ID del Segmento de Producto:	<input type="text" value="RCPN_CHC"/>	
Tiempo de Inicio Actual:	<input type="text" value="2007-07-13 T 08:39:19"/>	Información sobre los recursos utilizados y generados en el Segmento de Recepción en la preparación de Milking
Tiempo de Finalización Actual:	<input type="text" value="2007-07-13 T 08:39:19"/>	
Localización de Equipo:		
ID del Equipo:	<input type="text" value="CP_LS"/>	
Nivel de Equipo:	<input type="text" value="Celda de Proceso"/>	
ID de Clase de Equipo:	<input type="text" value="RCPN_UNIT1"/>	
ID del Lote de Material:	<input type="text" value="MK145NR"/>	

Figura 60. Validación de las Respuestas de Segmento Específicas – Etapa Recepción



La figura 61 muestra la interfaz para la información propia del Desempeño de la Producción que es necesaria para completar este reporte. Una vez introducida correctamente toda la información, el usuario podrá guardar y obtener un reporte XML completo de todos los parámetros utilizados en la producción del Batch. Estos parámetros son configurados de forma manual y son tomados del documento XML entregado por el administrador del Batch una vez finalizada la producción.

Figura 61. Validación de la Información Propia del Desempeño de la Producción

### 4.3 EXPLICACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS XML

En el momento en que se configura completamente y de forma correcta cada interfaz el usuario podrá guardar esta información y obtendrá un reporte en XML de acuerdo a la estructura establecida por las normas ISA 88 e ISA 95; es decir, tanto en el Programa de Producción como en el Desempeño de la Producción se establece un reporte en XML de acuerdo con la estructura B2MML que establece la norma ISA 95. Por otro lado, en el administrador del Batch se obtendrá un reporte en XML de acuerdo con la estructura BatchML que establece la norma ISA 88. A continuación se brinda una breve explicación de las distintas estructuras XML.

### 4.3.1 Explicación de la estructura XML del Programa de Producción de B2MML

Para la estructuración de la información en el formato B2MML se tomará como base las especificaciones de la versión 3 del B2MML y algunos de los documentos que ésta incluye (B2MML-V03-Common.doc, B2MML-V0300-ProductionSchedule), los cuales explican de manera clara y precisa el concepto de la estructura B2MML para el modelo de programa de producción y sus partes constitutivas. Las especificaciones que proveen los esquemas XML establecen la manera como el Programa de Producción debe ser especificado en XML para que sea conforme con la estructura B2MML establecida. La Tabla 6 - **Explicación de la estructura XML del Programa de Producción de B2MML** - muestra la explicación de la definición del programa de producción en la estructura B2MML.

EXPLICACIÓN DE LA ESTRUCTURA XML DEL PROGRAMA DE PRODUCCIÓN	
ETIQUETA	DESCRIPCIÓN
<pre>&lt;Production Schedule xmlns="http://www.wbf.org/xml/b2mml-v0300" xmlns:Extended="http://www.wbf.org/xml/b2mml-v0300-extensions" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:schemaLocation="http://www.wbf.org/xml/b2mml-v0300. D:\B2MMLS~1\B2MML-V0300-ProductionSchedule.xsd"&gt;</pre>	<p><i>Production Schedule</i> es el contenedor de toda la información referente al programa de producción; se podría decir que sería como el título del modelo de objetos para este documento.</p> <p>Contiene la información de solicitudes de producción, requerimientos por segmento y los materiales, equipos y parámetros necesarios para ejecutar la producción así como lo que se necesita ser producido.</p>
<ID> </ID>	Identificador del plan del producción que se está enviando hacia el nivel 3.
<Description> </Description>	Permite realizar una descripción de la información que contiene el documento.
<Location>	En esta etiqueta se almacena la información acerca del lugar a donde se va a enviar el plan de producción.
<EquipmentID> </EquipmentID>	Aquí se coloca el identificador del lugar Ej. Planta de Producción de Leche
<EquipmentElementLevel> </EquipmentElementLevel>	Aquí se coloca a qué nivel de la empresa hace referencia el lugar a donde se va a enviar el plan, esto teniendo en cuenta la jerarquía del modelo de equipos. Ej: Área.
<Location>	Fin de esta etiqueta.
<PublishedDate> </PublishedDate>	Fecha de publicación del plan de producción.
<StartTime> </ StartTime >	Tiempo en que inicia el plan de producción
<EndTime> </ EndTime >	Tiempo en que debe terminar el tiempo del plan de producción.
<ProductionRequest>	Etiqueta que contiene la información sobre la solicitud de producción al nivel 3.
<ID> </ID>	Identificador de la solicitud de producción. De estas solicitudes pueden haber varias en un solo plan de producción, por esta razón este identificador es muy importante ya que para cada solicitud de producción habrá una respuesta de producción cuando la misma finaliza, además no todas las solicitudes pedirán la misma información entonces es por esta razón la importancia de este identificador.

<Description> </Description>	Descripción de la solicitud de producción
<ProductProductionRuleID> </ ProductProductionRuleID >	Identificador de la regla de producción que se va a utilizar en la solicitud de producción
<StartTime></ StartTime >	Tiempo en que debe iniciar la producción
<EndTime></ EndTime >	Tiempo en que debe finalizar la solicitud de producción
<Priority></ Priority >	Prioridad de la solicitud de producción, esto es muy importante cuando hay varias solicitudes y es un programa el que maneja la ejecución de las mismas.
<SegmentRequeriment>	Etiqueta que contiene la información del requerimiento por segmento, dependiendo si es un segmento de proceso o de producto
<ID> </ID>	Identificador del requerimiento de segmento
<ProductSegmentID> </ProductSegmentID>  O  <ProcessSegmentID> </ProcessSegmentID>	Identificador del segmento de proceso o de segmento de producto con el cual se identifica el segmento, es decir si el segmento es orientado al proceso entonces se utilizará el identificador del segmento de proceso, esto ocurre cuando el segmento es independiente del producto que se fabrica. Se utilizará el identificador de segmento de producto cuando el segmento no es independiente del producto que se está fabricando, es decir que la configuración del segmento depende del producto a fabricar.
<Description> </Description>	Descripción del requerimiento de segmento.
<EarliestStartTime> </EarliestStartTime>	El tiempo mínimo en que el requerimiento de segmento se debe ejecutar, en ocasiones pueden existir rangos de tiempo en el que puede iniciar.
<LatestEndTime> </LatestEndTime>	El tiempo máximo en que el requerimiento de segmento se debe ejecutar, en ocasiones pueden existir rangos de tiempo.
<Duration></Duration>	Se define la duración del segmento de proceso si es conocida.
<ProductionParameter>	Esta etiqueta contiene la información sobre los parámetros de producción.
<Parameter>	Esta etiqueta contiene la información sobre el valor del parámetro.
<ID></ID>	Identificador del parámetro
<Value>	Etiqueta que contiene el valor del parámetro
<ValueString></ValueString>	Valor del parámetro.
<DataType></DataType>	Tipo de dato del parámetro.
<UnitOfMeasure> </UnitOfMeasure>	Unidad de medida del parámetro si aplica.
</Value>	Fin de esta etiqueta
<Description> </Description>	Descripción del parámetro
</Parameter>	Fin de esta etiqueta
</ProductionParameter>	Fin de esta etiqueta
<EquipmentRequeriment>	Etiqueta que contiene la información sobre el requerimiento de equipo para el segmento
<EquipmentID> </EquipmentID>  O  <EquipmentClassID> </EquipmentClassID>	Se define el identificador para el equipo, se puede hacer mediante el identificador del equipo específico o mediante el identificador de la clase del mismo. Generalmente en el caso de los equipos esto siempre se hace mediante el identificador del equipo específico ya que los requerimientos pueden variar, es por esto que tanto en el segmento de proceso y en la definición del producto esta parte se deja de manera general.

<Description> </Description>	Descripción del requerimiento del equipo que se está definiendo.
<Location> </Location>	Aquí se especifica la localización donde se encuentra el equipo, esto hace referencia a los niveles establecidos dentro del modelo de equipo.
<Quantity>	Etiqueta que contiene información sobre la cantidad del equipo
<QuantityString> </QuantityString>	En esta etiqueta se especifica la cantidad del equipo. Ej: 1
<DataType></DataType>	El tipo de dato a utilizar para esta cantidad.
<UnitOfMeasure> </UnitOfMeasure>	Unidad de medida si aplica, generalmente es muy utilizada en el caso de los materiales.
</Quantity>	Etiqueta de finalización.
<EquipmentRequirementProperty>	Esta etiqueta contiene la información sobre las propiedades de los equipos requeridos en el segmento.
<ID> </ID>	Identificador de la propiedad.
<Description> </Description>	Descripción de la propiedad.
<Value>	Etiqueta que contiene la información sobre él la propiedad.
<ValueString> </ValueString>	Valor de la propiedad del equipo.
<DataType></DataType>	Tipo de dato del valor asignado a la propiedad.
<UnitOfMeasure> </UnitOfMeasure>	Unidad de medida del valor de la propiedad.
</Value>	Fin de la etiqueta.
</EquipmentRequirementProperty>	Fin de esta etiqueta.
</EquipmentRequirement>	Fin de esta etiqueta
<MaterialProducedRequirement>	Etiqueta que contiene la información sobre el requerimiento de material que debe producir o debe generar cada segmento durante la ejecución del plan.
<MaterialClassID> </MaterialClassID> o <MaterialDefinitionID> </MaterialDefinitionID >	Se define el identificador del material mediante el identificador de la clase de material o de la definición del material.
<MaterialLotID></MaterialLotID>	Identificador del lote de material
<Description></Description>	Descripción del requerimiento de material producido para este segmento.
<Location> </Location>	Aquí se especifica el lugar donde se encuentran los materiales a ser utilizados.
<Quantity>	Etiqueta que contiene información sobre la cantidad del material.
<QuantityString> </QuantityString>	En esta etiqueta se especifica la cantidad del material que debe producirse. Ej: 10
<DataType> </DataType>	El tipo de dato a utilizar para esta cantidad.
<UnitOfMeasure> </UnitOfMeasure>	Unidad de medida si aplica, generalmente es muy utilizada en el caso de los materiales. Ej: Litros
</Quantity>	Etiqueta de finalización.
<MaterialProducedRequirement Property>	Esta etiqueta contiene la información sobre las propiedades del material que debe producirse.
<ID> </ID>	Identificador.
<Description> </Description>	Descripción de la propiedad del material que debe ser producido.
<Quantity>	Etiqueta que contiene información sobre la cantidad del equipo.
<QuantityString> </QuantityString>	En esta etiqueta se especifica la cantidad del material que debe producirse. Ej. 10

<DataType> </DataType>	El tipo de dato a utilizar para esta cantidad.
<UnitOfMeasure> </UnitOfMeasure>	Unidad de medida si aplica, generalmente es muy utilizada en el caso de los materiales. Ej. Litros
</Quantity>	Etiqueta de finalización.
</MaterialProducedRequirement Property >	Fin de esta etiqueta.
</MaterialProducedRequeriment>	Fin de esta etiqueta.
<MaterialConsumedRequeriment>	Etiqueta que contiene la información sobre el material que es utilizado en la Producción dentro de este segmento.
<MaterialClassID> </MaterialClassID>	Aquí se elige el identificador del material el cuál puede ser mediante su clase o mediante el identificador de la definición del mismo. Esta elección depende de cómo se haya definido en la definición de producto.
<MaterialDefinitionID> </MaterialDefinitionID >	
<MaterialLotID></MaterialLotID>	Aquí se coloca el identificador del lote del material que se va a utilizar. Este lote es muy importante ya que le indica al nivel 3 de donde se debe tomar el material que se quiere utilizar.
<Description></Description>	Descripción del material que se va a utilizar.
<Location> </Location>	Localización donde se encuentra el material.
<Quantity>	Etiqueta que contiene información sobre la cantidad del material a utilizar
<QuantityString> </QuantityString>	En esta etiqueta se especifica la cantidad del material que se va a utilizar. Ej. 10
<DataType></DataType>	El tipo de dato a utilizar para esta cantidad.
<UnitOfMeasure> </UnitOfMeasure>	Unidad de medida, generalmente es muy utilizada en el caso de los materiales. Ej. Kg.
</Quantity>	Etiqueta de finalización.
</MaterialConsumedRequeriment>	Fin de esta etiqueta
<ConsumableExpectedRequirement> </ConsumableExpectedRequirement>	Esta etiqueta contiene la información sobre los materiales que no hacen referencia a los materiales que intervienen en el proceso productivo como materias primas, sino a los elementos utilizados para otras funciones como blanqueadores o ácidos utilizados para la limpieza de los equipos.
<SegmentRequeriment> </SegmentRequeriment>	En esta etiqueta se almacena la información correspondiente a un requerimiento de segmento que hace parte del requerimiento de segmento general que se está definiendo
</SegmentRequeriment>	Fin de esta etiqueta
<SegmentResponse>	Esta etiqueta contiene información sobre la información que se espera sea devuelta después de la ejecución de la producción es decir la información que se espera en el desempeño de la producción. En resumen, en esta parte se hace saber al Nivel 3 la información que es requerida por el Nivel 4 cuando la producción termine.
</SegmentResponse>	Fin de esta etiqueta
</ProductionRequest>	Fin de esta etiqueta
</ProductionSchedule>	Fin de esta etiqueta

Tabla 6. Explicación de la estructura XML del Programa de Producción de B2MML

En las figuras 62, 63 y 64 se muestra el programa de producción utilizando la herramienta software *altova XML Spy*, la cual puede ser obtenida en el sitio Web [www.altova.com](http://www.altova.com).

The screenshot displays the XML Spy interface for an XML document. The document is titled 'ScheduleProduction' and has the following structure:

- Root Element:** `ScheduleProduction` (xmlns: Programa de Produccion)
  - ID:** `PP01`
  - Location:**
    - `EquipmentID:` CP\_LS
    - `EquipmentElementLevel:` Celda de Proceso
  - StartTime:** `2007-07-11 T 17:32:40`
  - EndTime:** `2007-07-11 T 18:42:40`
  - ProductionRequest:**
    - `ID:` SP\_01
    - `ProductProductionRuleID:` RPROD\_MKG\_CHC
    - `Priority:` 4
    - SegmentRequirement:**
      - `ProductSegmentID:` LS\_CHC
      - `Description:` Requerimientos que establecen los recursos que se utilizaran dentro c
      - `Duration:` P01H10M00,00S
      - ProductionParameter:**
        - `Parameter:`
          - `ID:` Sabor
          - `Value:` [checked]
          - `Description:` Indica el sabor del producto que se elaborará

Figura 62. XML Programa de Producción

▲ SegmentRequirement	
ProductSegmentID	RCPN_CHC
Description	Requerimientos que establecen los recursos que se utilizaran dentro de la Etapa de Recepción,
EarliestStartTime	2007-07-11 T 17:33:50
LastedStartTime	2007-07-11 T 17:43:50
▲ EquipmentRequirement	
EquipmentClassID	RCPN_UNIT1
▲ Quantity	
QuantityString	1
DataType	nonNegativeInteger
UnitOfMeasure	Unidades
▲ EquipmentRequirementProperty	
ID	CAP_RCPN_UNIT
▲ Value	
ValueString	123
DataType	float
UnitOfmeasure	Litros/Hora
▲ MaterialProducedRequirement	
MaterialLotID	MK145NR

Figura 63. XML Requerimientos de Segmento Específicos – Etapa Recepción

▲ SegmentRequirement		
ProductSegmentID	LS_CHC	
Description	Requerimientos que establecen los recursos que se utilizaran dentro de la célula de pro	
Duration	P01H10M00,00S	
▲ ProductionParameter		
▲ Parameter		
ID	Sabor	
▲ Value		
ValueString	Chocolate	
Datatype	string	
Description	Indica el sabor del producto que se elaborará	
▲ MaterialProducedRequirement		
MaterialLotID	MK145N	
Description	Milking Chocolate	
▲ Quantity		
QuantityString	38889	
UnitOfMeasure	Unidades	
▲ MaterialConsumedRequirement (5)		
MaterialLotID	Description	Quantity
1 LCE01	Leche Cruda Entera	▲ Quantity
		QuantityString 110
		UnitOfMeasure Litros
2 AZ03	Azucar	▲ Quantity
		QuantityString 215
		UnitOfMeasure Kilos
3 CR04	Carragenina	▲ Quantity
		QuantityString 100
		UnitOfMeasure Kilos
4 TP045	Tripolifosfato	▲ Quantity
		QuantityString 21
		UnitOfMeasure Kilos
5 SBCH78	Saborizante	▲ Quantity
		QuantityString 100
		UnitOfMeasure Kilos

Figura 64. XML Requerimiento de Segmento General

### 4.3.2 Explicación de la estructura XML del BatchML

Para estructurar la información en el formato BatchML se tomará como base las especificaciones de la versión 2 del BatchML, el cual explican de manera clara y precisa el concepto de la estructura del BatchML.

A continuación en la Tabla 7 - **Explicación de la estructura XML del BatchML** - se presenta una explicación detallada de la estructura XML del BatchML.

EXPLICACIÓN DE LA ESTRUCTURA XML DEL BatchML	
ETIQUETA	DESCRIPCIÓN
<BatchInformation xmlns="BatchML">	Un elemento Batch Information sirve como un contenedor. Se compone de cero o más elementos de nivel superior: Recetas maestras, Recetas de control, Recipe Building Block, definiciones de Equipo, listas Batch, y conjunto de Enumeración.
<MasterRecipe >	Una receta maestra es una receta de plantilla que se utiliza para crear recetas de control. Una receta maestra define la fórmula y el procedimiento para un producto (Batch) y apunta a una célula de proceso (o a la clase de la célula de proceso).
<ID> </ID>	Una secuencia que contiene la identificación de un elemento.
<Header>	Un encabezado (Header) de receta contiene la información sobre el propósito, fuente y versión de la receta tal como la receta e identificación del producto, creador, estado, las aprobaciones, y fecha de la edición.
<ModificationLog>	Define un registro de modificaciones a un elemento, incluyendo la fecha de la modificación, una descripción y el autor que hace la modificación.
<ModifiedDate> </ModifiedDate>	Una fecha/Tiempo de la modificación de un elemento.
<Author> <Author/>	Una secuencia que contiene la identificación del autor de un elemento.
</ModificationLog>	Cierre de la etiqueta <ModificationLog>
<ProductName> </ProductName>	Una secuencia que contiene un nombre de un producto.
<BatchSize>	Una definición del tamaño de un Batch.
<Nominal> </Nominal>	Un número flotante que define un valor nominal.
<UnitOfMeasure> </UnitOfMeasure>	Una secuencia que contiene una unidad de medida.
</BatchSize>	Cierre de la Etiqueta <BatchSize>
<Status> </Status>	Es una identificación del tipo de estado de un elemento.
</Header>	Cierre de la etiqueta </Header>
<Formula>	Una formula de la receta es una categoría de la información que incluye entradas de proceso, parámetros de proceso, y salidas del proceso.
<Parameter>	Define un valor del parámetro usado en una receta, un equipo, o una entrada de la lista Batch.
<ID> </ID>	Identificador del parámetro. Ej: Sabor.
<Decription> </Decription>	Descripción del Parámetro.
<Value>	Define un valor, incluyendo cómo el valor debe ser



	interpretado, el tipo de datos del valor, y la unidad de la medida del valor.
<ValueString> </ValueString>	Una secuencia que contiene el valor actual de un valor.
<DataType> </DataType>	Una identificación del tipo de un parámetro.
</Value>	Cierre de la etiqueta </Value>.
</Parameter>	Cierre de la etiqueta </Parameter>.
</Formula>	Cierre de la etiqueta </Formula>.
<ProcedureLogic>	ProcedureLogic contiene una definición de la lógica procedimental en un procedimiento de la receta, según lo definido en ANSI/ISA-88.00.02 la lógica del procedimiento se compone de Step, las transiciones, y los link.
<Link>	Un elemento Link en un elemento de Procedure Logic describe un enlace de la secuencia de ejecución entre los Step y las transiciones.
<ID> </ID>	Identificador del Link. Ej: 001.
</Link>	Cierre de la etiqueta <Link>.
<Step>	Un elemento Step en un elemento de Procedure Logic describe una sola instancia del uso de un elemento de la receta (unidad de operaciones, operación, o fases).
<ID> </ID>	Identificador del Step. Ej: 006.
<Decription> </Decription>	Descripción del Step.
</Step>	Cierre de la etiqueta <Step>.
<Transition>	Un elemento de Transition de un elemento de Procedure Logic describe una sola instancia de una transición en la lógica.
<ID> </ID>	Identificador de la Transition. Ej: 007.
</Transition>	Cierre de la etiqueta <Transition>.
</ProcedureLogic>	Cierre de la etiqueta <ProcedureLogic>.
</MasterRecipe>	Cierre de la etiqueta <MasterRecipe>.
<ControlRecipe>	Una receta de control es el mismo formato que una receta maestra, con la información adicional sobre la ejecución.
<BatchID> </BatchID>	Una secuencia que contiene la ID de un Batch. Ej: SP_01.
</ControlRecipe>	Cierre de la etiqueta </ControlRecipe>.
<EquipmentElement>	El equipo y las clases del equipo se representan en Equipment Elements. El equipo puede ser definiciones de sitios, de áreas, de unidades de producción, de líneas de producción, de células de trabajo, de células de proceso, o de unidades.
<ID> </ID>	Identificador del equipo. Ej: CP_LS
<EquipmentElementLevel> </EquipmentElementLevel>	Una identificación del nivel de un Equipment Element. Ej: Celda de Proceso.
</EquipmentElement>	Cierre de la etiqueta <EquipmentElement>.
<BatchList>	El elemento de la estructuración principal de la definición del esquema es BatchList. Contiene cero o más entradas de listas Batch. Una Batch List contiene la lista de Batches para una célula de proceso.
<BatchListEntry>	Una entidad de lista Batch se representa en un elemento de Batch List Entry. Una entrada de lista Batch normalmente corresponde a un solo Batch, con una sola receta maestra.
<ID> </ID>	Identificador de una entrada de lista Batch. Ej: LS_CHC.
<Decription> </Decription>	Descripción del Batch List Entry.
<Status> </Status>	Es una identificación del tipo de estado de un elemento.

<RecipeID> </RecipeID>	Una secuencia que contiene la ID de una receta. Ej: RPROD_MKG_CHC.
<RecipeVersion> </RecipeVersion>	Una secuencia que contiene la versión de una receta.
<ProductID> </ProductID>	Una secuencia que contiene la ID de un producto. Ej: LS_CHC.
<OrderID> </OrderID>	Una secuencia que contiene la identificación de la orden (es) de la producción o de los pedidos del cliente con las cuáles este reporte de programación es relacionado.
<BatchID> </BatchID>	Una secuencia que contiene la ID de un Batch. Ej: SP_01.
<LotID> </LotID>	Una secuencia que contiene la ID de un lote de material. Ej: MK145N.
<RequestedStartTime> </RequestedStartTime>	Una fecha/hora que define la hora de inicialización solicitada de un Batch. Ej: 2007-07-09 T 14:33:03.
<RequestedEndTime> </RequestedEndTime>	Una fecha/hora que define la hora de finalización solicitada de un Batch. Ej: 2007-07-09 T 16:30:02.
<BatchPriority> </BatchPriority>	Un Entero que especifica una prioridad de una entrada de lista Batch. Números más bajos tienen prioridad más alta (Ej: la prioridad 1 es más importante que la prioridad 5).
<RequestedBatchSize> </RequestedBatchSize>	Un flotante que contiene el tamaño requerido de un Batch.
<ActualBatchSize> </ActualBatchSize>	Un flotante que contiene el tamaño actual de un Batch.
<UnitOfMeasure></UnitOfMeasure>	Una secuencia que contiene una unidad de medida.
<Parameter> </Parameter>	Define un valor del parámetro usado en una receta, un equipo, o una entrada de la lista Batch.
<EquipmentClassID> </EquipmentClassID>	Una secuencia que contiene la ID de una clase de equipo. Ej: EPDO_UNIT1.
</BatchListEntry>	Cierre de la etiqueta <BatchListEntry>.
</BatchList>	Cierre de la etiqueta <BatchList>.
</BatchInformation>	Cierre de la etiqueta <BatchInformation>.

Tabla 7. Explicación de la estructura XML del BatchML

En las figuras 65 y 66 se muestra el BatchML utilizando la herramienta software *altova XML Spy*, la cuál puede ser obtenida en el sitio Web [www.altova.com](http://www.altova.com).

XML	
xmlstylesheet type="text/xsl" href="book.xsl"	
BatchInformation	
xmlns	BatchML
MasterRecipe	
xmlns	
ID	PP01
Header	
ModificationLog	
ModifiedDate	2007-07-11 T 17:36:28
Author	Felipe Bolaños Cruz
ProductName	Milking Chocolate
BatchSize	
Nominal	38889
UnitOfMeasure	Unidades
Status	Running
Formula	
Parameter	
ID	Sabor
Description	Indica el sabor del producto que se elaborará
Value	
ValueString	Chocolate
DataType	String
Parameter	
ID	PGrasa
Description	Parámetro que indica el porcentaje de grasa ut
Value	
ValueString	25
DataType	Float
UnitOfMeasure	%
ProcedureLogic	
Link	
ID	001
ControlRecipe xmlns=	

Figura 65. XML BatchML

BatchInformation	
xmlns	BatchML
MasterRecipe	xmlns=
ControlRecipe	xmlns=
EquipmentElement	
xmlns	
ID	CP_LS
EquipmentElementLevel	Celda de Proceso
BatchList	
xmlns	
BatchListEntry	
ID	LS_CHC
Description	Requerimientos que establecen los recursos que se utilizaran c
State	Running
RecipeID	RPROD_MKG_CHC
RecipeVersion	RM_001
ProductID	LS_CHC
OrderID	ID_O_001
BatchID	SP_01
LotID	MK145N
RequestedStartTime	2007-07-11 T 17:32:40
RequestedEndTime	2007-07-11 T 18:42:40
BatchPriority	4
RequestedBatchSize	38889
ActualBatchSize	38887
UnitOfMeasure	Unidades
Parameter	
ID	Sabor
Description	Indica el sabor del producto que se elaborará
Value	
ValueString	Chocolate
BatchListEntry (6)	

Figura 66. XML Listas de Entrada Batch

#### 4.3.3 Explicación de la estructura XML del Desempeño de la Producción

Para la estructuración de la información en el formato B2MML se tomará como base las especificaciones de la versión 3 del B2MML y algunos de los documentos que ésta incluye (B2MML-V03-Common.doc, B2MML-V0300- Production Performance), los cuales explican de manera clara y precisa el concepto de La estructura B2MML para el modelo de Desempeño de la Producción y sus partes constitutivas. Las especificaciones que proveen los esquemas XML establecen la manera como el Desempeño de la Producción debe ser especificado en XML para que sea conforme con la estructura B2MML establecida. La Tabla 8 - **Explicación de la estructura XML del Desempeño de la Producción de B2MML** - muestra la explicación de la definición del Desempeño de la Producción en la estructura B2MML.

<b>EXPLICACIÓN DE LA ESTRUCTURA XML DEL DESEMPEÑO DE LA PRODUCCION</b>	
<b>ETIQUETA</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<pre>&lt;ProductionPerformance xmlns="http://www.wbf.org/xml/b2mml-v0300" xmlns:Extended="http://www.wbf.org/xml/b2mml-v0300-extensions" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:schemaLocation="http://www.wbf.org/xml/b2mml-v0300. D:\B2MML-V03\B2MML-V0300-ProductionPerformance.xsd"&gt;</pre>	<p><i>Production Performance</i> es el contenedor de toda la información referente al desempeño de la producción; se podría decir que sería como el título del modelo de objetos.</p> <p>Contiene la información de los recursos utilizados y generados durante la producción, así como parámetros configurados y demás datos de producción, tiempos de inicio y de finalización y estado de los pasos de producción.</p>
<pre>&lt;ID&gt; &lt;/ID&gt;</pre>	Identificador del documento de desempeño de producción.
<pre>&lt;Description&gt; &lt;/Description&gt;</pre>	Descripción de la información contenida en el documento.
<pre>&lt;Location&gt;</pre>	Localización de la información, es decir desde donde sale la información de este documento.
<pre>&lt;EquipmentID&gt;&lt;/EquipmentID&gt;</pre>	Identificador asignado al área, sitio, celda de proceso, si es una área y esta contiene varias de células de proceso, entonces se debe definir el área y dentro de esta la célula a la cuál corresponde la información contenida en el documento.
<pre>&lt;EquipmentElementLevel&gt; &lt;/EquipmentElementLevel&gt;</pre>	Esta es una enumeración donde uno elige el tipo de equipo, si es área, célula de proceso etc. Generalmente la información del desempeño de la producción solo contiene máximo hasta el nivel de célula, ya que de allí para abajo son niveles destinados solo para control.
<pre>&lt;/Location&gt;</pre>	Fin de esta etiqueta.
<pre>&lt;PublishedDate&gt;&lt;/PublishedDate&gt;</pre>	Contiene la información de la fecha de publicación de este documento o cada vez que se hagan cambios a este.
<pre>&lt;StartTime&gt;&lt;/ StartTime &gt;</pre>	Tiempo en que inicio realmente a ejecutarse la Producción (cumplir los objetivos del programa de producción).
<pre>&lt;EndTime&gt;&lt;/ EndTime &gt;</pre>	Tiempo en que termino realmente de ejecutarse la producción (cumplir los objetivos del programa de producción).
<pre>&lt;ProductionResponse&gt;</pre>	Esta etiqueta es el núcleo del desempeño de la producción, ya que contiene toda la información sobre recursos utilizados, productos generados y parámetros configurados durante la producción.
<pre>&lt;ID&gt; &lt;/ID&gt;</pre>	ID de la respuesta de producción.
<pre>&lt;ProductionRequestID&gt; &lt;/ProductionRequestID&gt;</pre>	ID de la solicitud de producción que fue enviada en el programa de producción y la cuál se asocia a esta respuesta de producción.
<pre>&lt;ProductProductionRuleID&gt; &lt;/ProductProductionRuleID&gt;</pre>	ID de la regla de producción (receta) que se utilizó.
<pre>&lt;StartTime&gt;&lt;/ StartTime &gt;</pre>	Tiempo en que inició realmente la a ejecutarse la respuesta.
<pre>&lt;EndTime&gt;&lt;/ EndTime &gt;</pre>	Tiempo en que terminó de generarse la respuesta de producción.
<pre>&lt;SegmentResponse&gt;</pre>	Esta etiqueta contiene información sobre la información que se espera sea devuelta después de la ejecución de la producción es decir la información que se espera en el desempeño de la producción, la información contenida en esta etiqueta, es la respuesta a una solicitud de producción del programa de producción.
<pre>&lt;ID&gt; &lt;/ID&gt;</pre>	ID de la respuesta de segmento.

<ProcessSegmentID> </ ProcessSegmentID>	Generalmente la información que se comparte entre el nivel 3 y el nivel 4 se define a partir de un consenso que se hace entre ambos, o dependiendo de los requerimientos que se tenga en la empresa.
<Description> </Description>	Descripción de la información contenida en la respuesta de segmento.
<ActualStartTime> </ ActualStartTime>	Tiempo real de inicio de la respuesta de segmento
<ActualEndTime> </ ActualEndTime>	Tiempo real de ejecución de la respuesta de seg.
<ProductionData>	Información que incluye datos de producción, como parámetros programados, información sobre desviaciones del proceso de puntos de operación, datos o parámetros de calidad etc.
<ID> </ID>	Identificador del dato de producción. Ej. Sabor
<Description> </Description>	Descripción del dato de producción. Ej. El sabor que se utilizó para preparar este producto.
<Value>	Esta etiqueta contiene la información sobre el valor del dato de producción.
<ValueString> </ValueString>	Aquí se coloca el valor del dato de producción.
<DataType></DataType>	Aquí se coloca el tipo de dato del valor del dato de producción. Ej: Chocolate.
<UnitOfMeasure> </UnitOfMeasure>	Aquí va la unidad de medida del valor del dato de producción, si aplica.
</Value>	Fin de esta etiqueta.
</ProductionData>	Fin de esta etiqueta.
<EquipmentActual>	Información sobre el equipo que se utilizó realmente en la producción.
<EquipmentClassID> </EquipmentClassID>	Como se sabe qué clase de equipo y que equipo en específico se utilizó, entonces se puede enviar una información algo detallada hacia el nivel 4. Esto depende de los requerimientos que tenga el nivel de negocios.
<EquipmentID> </EquipmentID>	
<Description> </Description >	Descripción del equipo relacionado
<Location>	Localización del equipo en la empresa
<EquipmentID> </EquipmentID>	Identificación del lugar donde se encuentra el equipo. Ej. Celula1
<EquipmentElementLevel> </EquipmentElementLevel>	Nivel del modelo jerárquico de equipo donde se encuentra el equipo. Ej: <i>Process Cell</i> .
</Location>	Finalización de esta etiqueta
<Quantity>	Etiqueta que contiene información sobre la cantidad del equipo.
<QuantityString> </QuantityString>	En esta etiqueta se especifica la cantidad del equipo utilizado.
<DataType> </DataType>	El tipo de dato a utilizar para esta cantidad.
<UnitOfMeasure> </UnitOfMeasure>	Unidad de medida si aplica, generalmente es muy utilizada en el caso de los materiales.
</Quantity>	Etiqueta de finalización.
<EquipmentActualProperty> </EquipmentActualProperty>	Si la información que es requerida por el nivel 4 necesita las propiedades de cada uno de los recursos, en este caso de los equipos, entonces se debe especificar, para este trabajo estas propiedades no son tenidas en cuenta
</EquipmentActual>	Fin de esta etiqueta.
<MaterialProducedActual>	Esta etiqueta contiene la información sobre los materiales producidos reales en la producción en este segmento.
<MaterialClassID> </MaterialClassID >	Como se sabe que clase de materiales y que definición de material en específico se utilizó, entonces se puede enviar una información algo detallada hacia el nivel 4. Esto depende de los requerimientos que tenga el nivel de negocios.
<MaterialDefinitionID> </MaterialDefinitionID >	

<MaterialLotID> </MaterialLotID>	Se indica el lote que se asignó material producido
<MaterialSubLotID> </MaterialSubLotID>	Si es necesario y se esta trabajando con sublotes, se indica también el identificador del sublote.
<Description></Description> <Location> </Location>	Descripción del material producido Localización donde se almacena el producto final, por ejemplo si es en una almacén (warehouse1), entonces el nivel de equipo seria 'Storage Zone' y si se quiere ser mas especifico y se coloca el Rack 1 o silo 2 esto haría referencia a un nivel de equipo 'Storage Unit'.
<Quantity>	Etiqueta que contiene información sobre la cantidad del material.
<QuantityString> </QuantityString>	Etiqueta que contiene el valor de la cantidad del material.
<DataType> </DataType>	En esta etiqueta se especifica el tipo de dato de la cantidad de material.
<UnitOfMeasure> </UnitOfMeasure>	Unidad de medida si aplica, generalmente es muy utilizada en el caso de los materiales.
</Quantity>	Fin de esta etiqueta.
</MaterialProducedActual> <MaterialConsumedActual>	Fin de esta etiqueta. Etiqueta que contiene la información sobre el material consumido realmente durante la producción.
<MaterialClassID> </MaterialClassID >	Como se sabe que clase de materiales y que definición de material en especifico se utilizó, entonces se puede enviar una información algo detallada hacia el nivel 4. Esto depende de los requerimientos que tenga el nivel de negocios.
<MaterialDefinitionID> </MaterialDefinitionID >	
<MaterialLotID> </MaterialLotID>	Se indica el lote de donde se sacó este material para la producción
<MaterialSubLotID> </MaterialSubLotID>	Si es necesario y se esta trabajando con sublotes, se indica también el identificador del sublote de donde se sacó.
<Description></Description> <Location> </Location>	Descripción del material utilizado en la producción Localización de donde se sacó el producto a consumido, por ejemplo si es en una almacén (warehouse1), entonces el nivel de equipo seria 'Storage Zone' y si se quiere ser mas especifico y se coloca el Rack 1 o silo 2 esto haría referencia a un nivel de equipo 'Storage Unit'.
<Quantity>	Etiqueta que contiene información sobre la cantidad del material.
<QuantityString> </QuantityString>	Etiqueta que contiene el valor de la cantidad del material.
<DataType> </DataType>	En esta etiqueta se especifica el tipo de dato de la cantidad de material
<UnitOfMeasure> </UnitOfMeasure>	Unidad de medida si aplica, generalmente es muy utilizada en el caso de los materiales.
</Quantity>	Fin de esta etiqueta.
</MaterialConsumedActual> <ConsumableActual> </ConsumableActual>	Fin de esta etiqueta. Contiene la información sobre Consumibles reales, aquí se tiene en cuenta los materiales que no han sido tenidos en cuenta en la lista de materiales. Como agua, detergentes y químicos utilizados en la limpieza de equipos etc., vapor, gas etc.
<SegmentResponse> </SegmentResponse>	Si se tiene un segmento dentro de otro, entonces así mismo será la respuesta de segmento, se tiene que anidar, una dentro de la otra.
<SegmentState> </SegmentState>	Esta etiqueta contiene la información sobre el estado del segmento, hay que recordar que el

	desempeño de la información no solo se envía al finalizar la producción, este se puede enviar en cualquier momento como se haya programado para efectos de conocer datos durante el proceso de producción. entonces la información contenida en esta parte del desempeño indicará el estado del segmento, si esta corriendo si ya termino y esta listo para empezar etc.
</SegmentResponse>	Fin de esta etiqueta.
</ProductionResponse>	Fin de esta etiqueta.
</ ProductionPerformance>	Fin de esta etiqueta.

Tabla 8. Explicación de la estructura XML del Desempeño de la Producción de B2MML

En las figuras 67, 68, y 69 se muestra el Desempeño de la Producción utilizando la herramienta software *altova XML Spy*, la cual puede ser obtenida en el sitio Web [www.altova.com](http://www.altova.com).

The screenshot displays the XML structure of 'ProductionPerformance' in Altova XML Spy. The tree view on the left shows the following hierarchy:

- ProductionPerformance
  - xmlns Desempeño de la Producción
  - ID xmlns=
  - Description xmlns=
  - ProductionScheduleID xmlns=
  - PublishedDate xmlns=
  - StartTime xmlns=
  - EndTime xmlns=
  - Location
    - xmlns
    - EquipmentID CP\_LS
    - EquipmentElementLevel Celda de Proceso
  - ProductionResponse
    - xmlns
    - ID RP01
    - ProductionRequestedID SP\_01
    - ProductProductionRuleID RPROD\_MKG\_CHC
    - StartTime 2007-07-11 T 17:32:40
    - EndTime 2007-07-11 T 18:42:40
    - SegmentResponse
      - ProductSegmentID LS\_CHC
      - ProductionData
        - ID Sabor
        - Description Parámetro que indica el sabor del Milking fabricado.
        - Value
          - ValueString Chocolate
          - DataType String
      - ProductionData
        - ID PGrasa
        - Description Porcentaje de grasa utilizado en la preparación del t
        - Value
          - ValueString 25
          - DataType Int
          - UnitOfMeasure %

Figura 67. XML Desempeño de la Producción



SegmentResponse		
ProductSegmentID	LS_CHC	
ProductionData		
ProductionData		
MaterialProducedActual		
MaterialLotID	MK145N	
Description	Milking Chocolate	
Quantity		
QuantityString	38889	
DataType	nonNegativeInteger	
UnitOfMeasure	Unidades	
MaterialConsumedActual (5)		
MaterialLotID	Description	Quantity
1 LCE01	Leche Cruda Entera	Quantity
		QuantityString 110
		UnitOfMeasure Litros
2 AZ03	Azucar	Quantity
		QuantityString 215
		UnitOfMeasure Kilos
3 CR04	Carragenina	Quantity
		QuantityString 100
		UnitOfMeasure Kilos
4 TP045	Tripolifostato	Quantity
		QuantityString 21
		UnitOfMeasure Kilos
5 SBCH78	Saborizante	Quantity
		QuantityString 100
		UnitOfMeasure Kilos

Figura 68. XML Respuesta de Segmento General

SegmentResponse	
ProductSegmentID	RCPN_CHC
Description	Información sobre los recursos utilizados y generados en el Segmento de Recepción en la
ActualStartTime	2007-07-11 T 17:33:50
ActualEndTime	2007-07-11 T 17:43:50
EquipmentActual	
EquipmentClassID	RCPN_UNIT1
Location	
EquipmentID	CP_LS
EquipmentElementLevel	Celda de Proceso
MaterialProducedActual	
MaterialLotID	MK145NR
SegmentResponse	
ProductSegmentID	ESTHZ_CHC
Description	Información sobre los recursos utilizados y generados en el Segmento de Estandarización
ActualStartTime	2007-07-11 T 17:43:09
ActualEndTime	2007-07-11 T 17:53:09
EquipmentActual	
EquipmentClassID	ESTHZ_UNIT1
Location	
MaterialProducedActual	
MaterialLotID	MK145NEH
SegmentResponse	
ProductSegmentID	TZN_CHC
Description	Información sobre los recursos utilizados y generados en el Segmento de Termización en k
ActualStartTime	2007-07-11 T 17:53:22
ActualEndTime	2007-07-11 T 18:03:22
EquipmentActual	
MaterialProducedActual	
MaterialLotID	MK145NT

Figura 69. XML Respuestas de Segmento Específicas

## 5. CONCLUSIONES

- ✓ Con este proyecto se ha desarrollado un prototipo para la implementación del estándar ISA S95 que permite la interfaz entre la información entregada por un software administrador de batch en una estructura BatchML (*Batch Markup Language*) a una estructura B2MML (*Business to Manufacturing Markup language* o *Lenguaje de Mercado entre la Gestión y la Fabricación*), y viceversa.
- ✓ En este trabajo se ha mostrado el proceso de aplicación de los estándares ISA S95 y S88, ofreciendo una visión clara y concisa de la manera adecuada de abordar un proyecto de integración entre el nivel de negocios y el nivel de manufactura y control en los proyectos de automatización industrial.
- ✓ Gracias al estudio detallado del estándar ISA S88, se puede entender que uno de los grandes beneficios de este estándar es que provee una definición clara de los procesos de manufactura y de los requerimientos de producción. Usando terminología común y modelos de manufactura que simplifican la comunicación entre los distintos niveles de la empresa.
- ✓ Tanto el estándar ISA S95 como el estándar S88 son no sólo estándares para equipos, software y procedimientos, sino también una nueva filosofía de modelar los procesos de planta. Comprender ambos ayuda a las empresas a diseñar mejores procesos y fabricar mejores productos.
- ✓ Los esquemas BatchML propuestos por el WBF proporcionan un conjunto de esquemas XML basados en la familia de estándares S88, los cuales se pueden utilizar para diseñar interfaces en los distintos sistemas de control, apropiar los requerimientos específicos de los proyectos de automatización y documentar diseños y datos reales del producto y del proceso.
- ✓ El estándar ISA S95 identifica una metodología clara para abordar el problema de integración a través de los modelos que se plantean, partiendo de un modelado de la información a una implementación a través del intercambio de documentos B2MML, en una arquitectura software que hace uso de middlewares para la transformación de formatos.

- ✓ La fase de modelado planteado por el estándar inicia con la recolección de información, identificándose los componentes de la empresa que participan en intercambio de datos a través de la frontera empresa-control; posteriormente se define la información que debe ser intercambiada entre los dos niveles y finalmente se realiza la estructuración del conocimiento en un lenguaje común, el cual permite el flujo dinámico de los datos entre diferentes plataformas.
- ✓ El proyecto presenta un prototipo de un middleware genérico y estándar, que se encarga de transformar la información entregada por un software administrador de batch en una estructura BatchML a una estructura B2MML, y viceversa, basado en los lineamientos establecidos por las normas ISA S88 y ISA S95, superando las limitaciones físicas y logísticas que impiden que los procesos de fabricación lleguen a aprovechar todo el potencial que las nuevas tecnologías pueden ofrecer en este campo y de las que ya se están aprovechando otras áreas del negocio.
- ✓ Con el prototipo desarrollado, se ha definido claramente el flujo de información presente en cada uno de los niveles de negocios, manufactura y control, bajo la estructura propuesta por las normas ISA S88 e ISA S95, lográndose solucionar el problema de intercambio de información entre los sistemas de administración de procesos Batch y los sistemas MES en la integración empresa – control.
- ✓ El prototipo que se ha desarrollado corresponde a una aplicación software que sirve para garantizar una interfaz estándar y genérica a través del intercambio dinámico de documentos con el formato B2MML; dándole solución a uno de los mayores problemas en la integración, dado que la unificación entre diferentes proveedores se dificulta, ya que cada uno establece sus interfaces con formatos y estructuras propietarias.
- ✓ El presente proyecto ha permitido obtener la implementación de un prototipo software estándar independiente de cualquier aplicación propietaria, permitiendo a las industrias trabajar con estándares internacionales y soluciones de bajo costo, incrementando de esta manera sus niveles de competitividad en el mercado.
- ✓ Con la arquitectura propuesta para el prototipo, en donde sólo existe una interfaz con las características ya mencionadas, es posible separar claramente los

procesos del nivel de negocios, de manufactura y control. Además en esta arquitectura, el middleware permite transformar la información entregada por un software administrador de Batch en una estructura BatchML a una estructura B2MML, y viceversa.

- ✓ La aplicación software desarrollada posee la característica de bidireccional, algo muy importante en la integración empresa - control, ya que permite la implementación de las normas ISA 95 y S88 a través de las estructuras definidas por éstas en sus esquemas de programación y desempeño de los sistemas de producción.
- ✓ En cuanto al Programa de Producción se debe resaltar que cada campo presente en la aplicación desarrollada corresponde a la información propia y al mapeo realizado entre los esquemas B2MML y BatchML, dando como resultado los parámetros generales para cualquier proyecto de integración, es decir que, no importa la aplicación específica que se tenga, los campos presentes aquí son los necesarios para una correcta implementación de las normas conforme a los esquemas planteados en ellas.
- ✓ En cuanto al administrador del Batch, los campos presentes en la aplicación corresponden al flujo de información mapeado del Programa de Producción una vez transformado a la estructura B2MML a través del middleware, y al igual que el Programa de Producción son los parámetros generales necesarios para cualquier proyecto de integración sin importar el tipo de software de administración.
- ✓ En cuanto al Desempeño de la Producción, la información en el documento B2MML de desempeño de la producción no sólo es reportada al finalizar el proceso de producción, sino que también puede ser enviada hacia el nivel 4 durante la ejecución del mismo; esto permite tener información de importancia sin que el proceso haya finalizado con el fin de realizar los cambios que se requieran.
- ✓ Finalmente la aplicación está basada en un caso de estudio ideal, es decir que su funcionamiento siempre es el mismo y no contempla fallos o interrupciones, dado que las normas no especifican claramente las condiciones que se deben presentar si existen éstos en la ejecución del Batch.

- ✓ Teniendo en cuenta la creciente aceptación de los estándares ISA S95 y S88, se espera que en un futuro no lejano los proveedores de sistemas MES y Batch cumplan con los mismos e incluyan la implementación de los esquemas en B2MML y BatchML para facilitar el intercambio de información y así acercarse a un esquema de automatización integrado real.

## REFERENCIAS

- [1] BatchML (Batch Markup Language). Versión 2. Septiembre 23 de 2003.  
<http://www.wbf.org/displaycommon.cfm?an=1&subarticlenbr=43>
- [2] B2MML V04 XML Schemas and Documentation. Octubre 6 de 2005.  
<http://www.wbf.org/displaycommon.cfm?an=1&subarticlenbr=45>
- [3] VAZQUEZ, Modesto. Automatización: Un dilema de convivencia. Artículo. 2003.  
<http://www.manufacturaweb.com>
- [4] SIEMENS, La Norma S95 Crea Claridad. Artículo parte1, 2004.  
<http://www.electroindustria.com/siemens/Advance2-2004/pagina8.htm>
- [5] ISA-88.01. Batch Control Part 1: "Models and Terminology", International Society for Measurement and Control. 1995.
- [6] ISA-88.02. Batch Control Part 2: "Data Structures and Guidelines for Languages", International Society for Measurement and Control. 2001.
- [7] GRUPO I+D AUTOMATICA INDUSTRIAL, Panorama de la Norma ISA 95. Diapositivas 2005.
- [8] ISA S95.00.01. Enterprise - Control System Integration Part 1: "Models and Terminology", International Society for Measurement and Control. 1995.
- [9] XML (Extensible Markup Language)  
<http://www.w3.org/XML/> - 16k
- [10] World Batch Forum. BatchML - V02 (Batch Markup Language Version 2). September 23. 2003.
- [11] World Batch Forum. B2MML - V03 (Business to Manufacturing Version 3). 2005.
- [12] MIDDLEWARE. Definición  
<http://www.csae.map.es/csi/silice/Global15.html>
- [13] MUÑOZ, Libardo Steven y VIDAL, Fabián Yesid. "Aplicación de la Norma ISA S95 a Caso de Estudio", Proyecto de Grado. Universidad del Cauca 2007.