

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA**  
**DEPARTAMENTO DE ORGANIZACIÓN DE EMPRESAS**  
**ECONOMÍA FINANCIERA Y CONTABILIDAD**



**ANÁLISIS DEL MODELO SCOR Y SU APLICACIÓN A**  
**UNA CADENA DE SUMINISTRO DEL SECTOR DEL**  
**AUTOMÓVIL**

TESIS DE MASTER

Realizado por:  
Alejandro Patiño Rodríguez

---

Dirigida por:  
Juan José Alfaro Sáiz

Valencia, 2008.



# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>OBJETO DE LA TESIS DE MASTER.</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO 0.</b>	<b>15</b>
<b>0 INTRODUCCIÓN.</b>	<b>17</b>
<b>CAPÍTULO 1.</b>	<b>19</b>
<b>1 ESTADO DEL ARTE.</b>	<b>21</b>
<b>1.1 Introducción.</b>	<b>23</b>
<b>1.2 Técnicas en la ayuda de la toma de decisiones.</b>	<b>24</b>
1.2.1 Decisión Multicriterio Discreta (DMD).	24
1.2.2 Análisis Jerárquico (AHP- The Analytic Hierarchy Process- Proceso Analítico Jerárquico).	26
1.2.3 Proceso de Redes Analíticas (ANP).	30
1.2.4 Resolución mediante ExpertChoice (EC).	32
<b>1.3 Aplicación del Proceso Analítico Jerárquico en la medición del rendimiento.</b>	<b>33</b>
<b>1.4 AHP/ANP en la integración de la información para uso en las organizaciones de la Cadena de Suministro.</b>	<b>37</b>
<b>1.5 Modelo General del AHP/ANP en la Gestión de la Medición del Rendimiento en la Cadena de Suministro.</b>	<b>39</b>
<b>1.6 El Balanced Scorecard (BSC) previo al modelo SCOR.</b>	<b>41</b>
<b>1.7 Modelo de referencia y metodología para la unión de los objetivos estratégicos y los KPI's.</b>	<b>43</b>
1.7.1 Introducción.	43
1.7.2 Unión de los objetivos estratégicos y los KPI's.	44
1.7.3 Formulación del modelo matemático.	47
1.7.4 Pesos de los objetivos estratégicos.	47
1.7.5 Cuantificación de las redes métricas.	48

<b>1.8 Aproximación en el proyecto SCOR.</b>	<b>49</b>
1.8.1 Introducción.	49
1.8.2 Indicadores y sistemas de indicadores.	50
1.8.3 Fases en la metodología SCOR.	52
1.8.4 Métodos de mejora de la competitividad y del rendimiento. La suma del SCOR al Lean Six Sigma.	52
1.8.5 Críticas y debilidades del modelo SCOR.	54
<b>1.9 Avances y líneas futuras de investigación.</b>	<b>57</b>
1.9.1 El e-SCOR: la herramienta de simulación basada en el SCOR.	57
1.9.2 El e-SCOR. Modelado y simulación para la gestión estratégica de la Cadena de Suministro.	58
1.9.3 Fortalezas y debilidades del e-SCOR.	60
1.9.4 El simulador G2 e-SCOR.	62
1.9.5 De la Cadena de Suministro a la Cadena de Valor, del SCOR al VCOR.	63
<b>1.10 Resumen</b>	<b>64</b>
<b>CAPÍTULO 2</b>	<b>65</b>
<b>2 PROBLEMÁTICA DE LA GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO: LA MEDICIÓN DEL RENDIMIENTO</b>	<b>67</b>
<b>2.1 Análisis del sector del automóvil</b>	<b>69</b>
2.1.1 Introducción	69
2.1.2 Descripción del sector del automóvil	70
2.1.2.1 Problemática del sector	70
2.1.2.2 Descripción del sector automovilístico español	71
2.1.3 Factores incidentes en el desarrollo de la planificación y la producción	72
2.1.3.1 Incertidumbre	72
2.1.3.2 Internet	72
<b>2.2 Descripción y comportamiento de la Cadena de Suministro</b>	<b>73</b>
2.2.1 Definición e introducción a la Cadena de Suministro	73
2.2.2 Gestión de la Cadena de Suministro	75
2.2.2.1 Definición e introducción a la GCS	75
2.2.2.2 Paradigma y estrategias competitivas	75
2.2.2.3 Fases en la integración de la Cadena de Suministro	76

2.2.3	Proveedores	77
2.2.3.1	Introducción a la evaluación de las relaciones cliente-proveedor	77
2.2.3.2	Clasificación de los proveedores	77
2.2.3.2.1	Clasificación según su nivel en la CS	77
2.2.3.2.2	Clasificación según su parcelas de gestión cubiertas	78
2.2.3.2.3	Clasificación según tipo de entrega de producto	80
2.2.3.3	Características de la industria de aprovisionamiento	80
2.2.4	Tecnologías de la información y comunicación en el contexto de la Cadena de Suministro	81
2.2.4.1	La introducción de las TIC	81
2.2.4.2	Análisis de las tecnologías de la información y comunicación	82
2.2.4.2.1	Introducción	82
2.2.4.2.2	Sistemas ERP	83
2.2.4.2.3	Planificación y programación avanzada (APS)	83
2.2.4.2.4	El e-Commerce	83
2.2.4.2.5	El e-Business	84
2.2.4.3	Cadena electrónica de aprovisionamiento (e-GCS)	84
2.2.5	Futuro de la Cadena de Suministro	85
2.2.5.1	La Cadena de Suministro dentro del nuevo marco de referencia	85
2.2.5.2	Nuevas relaciones entre clientes y proveedores	86
2.2.5.3	Interoperabilidad en la Cadena de Suministro	87
2.2.5.4	Las tecnologías de la información y comunicación en la CS	88
2.3	Sistemas de Medición del Rendimiento en la Gestión de la Cadena de Suministro	89
2.3.1	Introducción	89
2.3.2	Problemas de la Gestión de la Cadena de Suministro	89
2.3.3	Gestión del rendimiento y Sistemas de Medición del Rendimiento (SMR)	90
2.3.3.1	Necesidad de los sistemas de rendimiento en la Gestión de la Cadena de Suministro	90
2.3.3.2	Evolución de la medición-gestión del rendimiento en el ámbito de la Cadena de Suministro	91

2.3.3.3	Elementos relevantes en la Gestión del Rendimiento de la Cadena de Suministro.	95
2.3.3.3.1	Medidas uni-dimensionales y multi-dimensionales	96
2.3.3.3.2	Dinamicidad y flexibilidad de la CS	96
2.3.3.3.3	Visión global de la CS	97
2.3.3.3.4	Amplitud de la CS	97
2.3.3.3.5	Gestión interna e implicación de los sistemas de información	98
2.3.3.4	Características de los Sistemas de Medición del Rendimiento	98
<b>CAPÍTULO 3</b>		<b>101</b>
<b>3</b>	<b>APLICACIÓN DEL MODELO SCOR AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL</b>	<b>103</b>
3.1	<b>Análisis del modelo SCOR como herramienta para la Gestión del Rendimiento de la Cadena de Suministro</b>	<b>105</b>
3.1.1	Origen del SCOR	105
3.1.2	Descripción del modelo SCOR	105
3.1.3	SCOR 8.0	109
3.1.3.1	Qué es un modelo de referencia de operaciones	109
3.1.3.2	Modelo y estructura	110
3.1.3.3	Procesos del SCOR	110
3.1.3.4	Niveles del SCOR	112
3.1.3.4.1	Nivel superior. Tipos de procesos	114
3.1.3.4.2	Nivel de configuración. Categorías de procesos	116
3.1.3.4.3	Nivel de elementos de procesos	119
3.1.3.5	Implantación	120
3.1.3.6	Configurabilidad del modelo SCOR	122
3.1.4	Metodología	124
3.2	<b>Aplicación del modelo SCOR</b>	<b>125</b>
3.2.1	<b>Presentación del estado AS-IS: Descripción de la Cadena de Suministro objeto de la aplicación</b>	<b>125</b>
3.2.1.1	Nivel superior	125
3.2.1.2	Nivel de configuración	129
3.2.1.3	Nivel de elementos de procesos	134
3.2.3	Presentación del Estado TO-BE	159

---

<b>CAPÍTULO 4</b>	<b>165</b>
<b>4 CONCLUSIONES</b>	<b>167</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>171</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>191</b>
<b>A.1 Diagramas Etapa Proveedores</b>	<b>195</b>
<b>A.1.1 Diagramas de proveedores de segundo nivel</b>	<b>195</b>
<b>A.1.2 Diagramas de proveedores de primer nivel</b>	<b>206</b>
<b>A.2 Diagramas Etapa Fabricación</b>	<b>217</b>
<b>A.2.1 Diagramas Etapa Ensambladora</b>	<b>218</b>
<b>A.2.2 Diagramas Etapa Almacén Regional Fabricante</b>	<b>229</b>
<b>A.3 Diagramas Etapa Distribuidor</b>	<b>238</b>
<b>A.4 Diagramas Etapa Concesionario</b>	<b>247</b>
<b>A.5 Tablas de encuestas acerca del establecimiento de indicadores</b>	<b>256</b>





## AGRADECIMIENTOS

Llegado este momento quiero agradecer a todas aquellas personas que me han ayudado y apoyado directa e indirectamente para la realización de esta tesis.

En primer lugar, agradecer a mi Director de Tesis de Master Juan José Alfaro Saiz por las muchas horas que me ha dedicado resolviendo y atendiendo mis inquietudes, y enriqueciendo con sus puntos de vista y conocimiento el ejercicio del debate y del perfeccionamiento de todos los detalles en la elaboración de esta Tesis.

Resaltar y destacar también su apoyo brindado y su aliento de ánimo en todo momento y sobretodo en los más adversos durante el transcurso de este trabajo, y sin la cual, sobre todo en la confección esta Tesis de Master, hubiera resultado más tediosa.

Agradecer también a la empresa por su colaboración en el desarrollo de la aplicación práctica y en el entendimiento del funcionamiento de la Cadena de Suministro en el ámbito de la automoción, especialmente representado en la figuras de Julián Rodríguez Villalba y Cayetano Rodríguez Villalba por su dedicación y paciencia.

Por otra parte, del resto de personas también agradezco el apoyo y ayuda en distintos aspectos: a mis padres Fernando y Milagros, a mis amigos Sergio Argilés, Javier Álvez, José Alejandro Civera, Pablo López, Ángel López, Pablo Sospedra, Juan Antonio Díaz, Lara Buzo, Jennifer Gage, Rocío Martínez y demás compañeros del master.

Finalmente, expresar mi gratitud a todos y cada uno de los profesores que impartieron docencia en el master, en especial a Francisco-Cruz Lario, Raúl Poler, Raúl Rodríguez Rodríguez, Ángel Ortiz y Andrés Bozá.

A todos, gracias.



## **OBJETO DE LA TESIS DE MASTER**



## **Objeto de la Tesis de Master.**

El objeto de la presente Tesis de Master consiste en el análisis y aplicación del modelo SCOR como herramienta para la Gestión del Rendimiento de la Cadena de Suministro en el ámbito del sector del automóvil. Agradecer la colaboración de la empresa XXX ubicada en Vigo, que por temas de confidencialidad no ha querido revelar su identidad, la cual ha facilitado sobremanera el entendimiento y la Gestión de una Cadena de Suministro de dicho sector, y sin la cual habría resultado más difícil llevar a cabo la ejecución de este trabajo. Dicho trabajo realiza una retrospectiva de la evolución de las relaciones entre las empresas y su gestión, y avanza hacia la perspectiva futura de las nuevas relaciones y la importancia del Rendimiento de la Cadena de Suministro en un marco de mercado global.

Así mismo, otro de los objetivos de la Tesis es la introducción del concepto de “Rendimiento” y las herramientas utilizadas para determinarlo, puesto que es un concepto que está sustituyendo al tradicional baremo de la productividad centrado exclusivamente en aspectos productivos de bienes y servicios. Este concepto supone un peldaño más por alcanzar la excelencia del objetivo final definido como cliente y para ello, la optimización de todos los recursos sean o no físicos para su consecución de la forma más eficiente y eficaz. La idea de la Cadena de Suministro subyace por encima de las singularidades de las empresas pertenecientes a la cadena, creando un marco relacional en la competitividad que difiere de los actuales.

Debido a la naturaleza relativamente joven de la Gestión de la Cadena de Suministro, no son muchas las herramientas disponibles en la literatura para la medición de la eficiencia y eficacia de este concepto organizacional. De entre todas ellas, la persona autora de este Tesis de Master, Don Alejandro Patiño Rodríguez, de acuerdo mutuo con los supervisores tutores de la Tesis de Master, se ha decantado por su mayor desarrollo presencial en el mercado y por su mayor versatilidad de implantación, por la utilización del modelo SCOR (Modelo de Referencia de Operaciones de la Cadena de Suministro).

La presente Tesis de Master servirá a su vez como Trabajo para la obtención del título “Master en Ingeniería Avanzada, Logística y Cadena de Suministro”, refrendando todos los conocimientos adquiridos y desarrollados durante el ejercicio del mismo.



# **CAPÍTULO 0**

## **0 INTRODUCCIÓN.**





## 0. Introducción.

El vertiginoso aumento del comercio internacional, fruto de la globalización y la incorporación de nuevas economías al mercado mundial, ha desarrollado mercados cada vez más competitivos. El mercado global ha dejado obsoleta la visión de que una sola empresa pueda conseguir y mantener el liderazgo en el mercado por sus propios medios y ha precipitado la edad de las *Organizaciones Virtuales* y el liderazgo de la Cadena de Suministro.

El ecosistema actual de los negocios poco a poco va cambiando el paradigma de auto-suficiencia por el de cooperación con otros miembros del canal, ya que el crecimiento no estabiliza perpetuamente la estabilidad y nivel de las empresas. En los grandes mercados, las empresas para competir se asocian con otras empresas para nivelar su desventaja competitiva, la ventaja estriba en que la empresa se centra donde es más competitiva y además tiene la posibilidad de acceder a diferentes recursos y procesos del canal, lo cual sería muy difícil en caso contrario. Esta situación, nos conduce a una rivalidad comercial ya no de empresa a empresa y en ámbitos regionales o incluso nacionales, sino una rivalidad entre Cadenas de Suministro a nivel global (Christopher y Towill, 2001).

En un mercado que tiende hacia la globalización de la economía, las organizaciones empresariales se están viendo forzadas a alcanzar niveles de excelencia a escala mundial mediante sistemas altamente flexibles y capaces de adaptarse rápidamente a las necesidades y requerimientos que implica este cambio de situación.

La mayoría de expertos son coincidentes en que para competir con éxito en el mercado global, las compañías deben efectuar cuatro grandes cambios en su estructura. La continua reingeniería organizacional, los cambios en los valores de la fuerza de trabajo, la reevaluación de medidas de actuación incidiendo en elementos claves como: la satisfacción del cliente, la utilización de la inversión, los costes de operación, la calidad y tiempo de ciclo y el abandono de la propuesta tradicional entre coste o servicio.

En el pasado, las empresas tradicionalmente han monitorizado y medido la eficiencia y productividad de sus operaciones en unidades que están limitadas a los propios límites de la compañía. El cambio para la Gestión de la Cadena de Suministro es que las medidas deben dirigirse a todos los niveles de la cadena de socios en orden jerárquico, valorando la efectividad y beneficios probables de la cadena completa.

En la Cadena de Suministro se valora la exactitud, simplicidad, coordinación de actividades y sobre todo la velocidad de la cadena. Otras agencias como la Supply Chain Council (SSC) han establecido industrias cruzadas con las mejores prácticas para que se utilice un lenguaje y un marco común en las medidas de rendimiento de la cadena suministro. El resultado del trabajo es aceptado por muchas compañías y se conoce como el Modelo de Referencia de Operaciones de la Cadena de Suministro (SCOR).

La realización de esta Tesis de Master surge de la necesidad de la adecuada Gestión de la Cadena de Suministro erigida progresivamente en una de las claves de la estrategia competitiva de las empresas. De este modo, resulta cada vez más pertinente visualizar el funcionamiento de la Cadena de Suministro, pero este análisis no puede estar soportado bajo un prisma de consideraciones subjetivas. Por este motivo, se hace indispensable el uso de una serie de parámetros cuantificables que permitan analizar y gestionar la Cadena de Suministro de una forma objetiva, ya que no se puede gestionar aquello que no se puede medir. Es decir, se necesitan una serie de indicadores mediante los cuales se pueda gestionar la cadena logística en cada uno de sus elementos, identificando y eliminando todo aquello que no aporte valor a los clientes. Este conjunto de indicadores o sistema de medición del rendimiento están alineados con las estrategias de la Cadena de Suministro, sus metas y sus objetivos.

La presente Tesis de Master se encuadra en el ámbito y líneas de investigación desarrolladas por Juan José Alfaro Saiz en su Tesis Doctoral “Sistema de Medición del Rendimiento en el Marco de la Propuesta IE-GIP. Aplicación a una PYME” y por Raúl Rodríguez Rodríguez en su Tesis Doctoral “Desarrollo de una metodología y arquitectura para la identificación y análisis de relaciones entre los indicadores de rendimiento de una organización. Aplicación a una empresa del sector textil”.

Fruto del desarrollo de este trabajo, se expondrá por orden cronológico la línea de actuación seguida para la ejecución de la misma. Se desarrolla el Estado del Arte, reflejando los trabajos recogidos en esta línea de actuación y la evolución desde las técnicas de decisión multicriterio hasta el modelo de referencia de operaciones, y las futuras líneas de actuación.

Seguidamente se procede a analizar en profundidad y de manera detallada, la problemática de la Gestión de la Cadena de Suministro y su vinculación con la necesidad de establecer Sistemas de Medición del Rendimiento. Se realizará en este capítulo un análisis del sector del automóvil, seguida de una descripción y comportamiento de la Cadena de Suministro, para finalmente versar y enlazar con los Sistemas de Medición del Rendimiento en la Gestión de la Cadena de Suministro.

Posteriormente, se expone la metodología de aplicación del modelo SCOR, y se procede a la aplicación y propuesta para el ámbito de la Cadena de Suministro en el sector de la automoción. En dicha aplicación, se identificarán las relaciones de la Cadena de Suministro desde los proveedores de segundo nivel hasta los clientes de los clientes en un marco o estado actual (AS-IS). Analizado dicho estado, se comparará con las mejores prácticas de otras Cadena de Suministro en base a una serie de indicadores clave de rendimiento, evaluando las diferencias existentes, y proponiendo y estableciendo soluciones y propuestas de mejoras para acortar dichas diferencias diseñando un estado futuro (TO-BE) propuesto, con el fin de alcanzar los objetivos y la estrategia.

Finalmente y para concluir, se establecen una serie de conclusiones generales y particulares del propio modelo SCOR y futuras líneas de investigación a desarrollar.

# **CAPÍTULO 1**

## **1 ESTADO DEL ARTE.**



<b>1.1 Introducción.</b>	<b>23</b>
<b>1.2 Técnicas en la ayuda de la toma de decisiones.</b>	<b>24</b>
<b>1.2.1 Decisión Multicriterio Discreta (DMD).</b>	<b>24</b>
<b>1.2.2 Análisis Jerárquico (AHP- The Analytic Hierarchy Process- Proceso Analítico Jerárquico).</b>	<b>26</b>
<b>1.2.3 Proceso de Redes Analíticas (ANP).</b>	<b>30</b>
<b>1.2.4 Resolución mediante ExpertChoice (EC).</b>	<b>32</b>
<b>1.3 Aplicación del Proceso Analítico Jerárquico en la medición del rendimiento.</b>	<b>33</b>
<b>1.4 AHP/ANP en la integración de la información para uso en las organizaciones de la Cadena de Suministro.</b>	<b>37</b>
<b>1.5 Modelo General del AHP/ANP en la Gestión de la Medición del Rendimiento en la Cadena de Suministro.</b>	<b>39</b>
<b>1.6 El Balanced Scorecard (BSC) previo al modelo SCOR.</b>	<b>41</b>
<b>1.7 Modelo de referencia y metodología para la unión de los objetivos estratégicos y los KPI's.</b>	<b>43</b>
<b>1.7.1 Introducción.</b>	<b>43</b>
<b>1.7.2 Unión de los objetivos estratégicos y los KPI's.</b>	<b>44</b>
<b>1.7.3 Formulación del modelo matemático.</b>	<b>47</b>
<b>1.7.4 Pesos de los objetivos estratégicos.</b>	<b>47</b>
<b>1.7.5 Cuantificación de las redes métricas.</b>	<b>48</b>

<b>1.8 Aproximación en el proyecto SCOR.</b>	<b>49</b>
<b>1.8.1 Introducción.</b>	<b>49</b>
<b>1.8.2 Indicadores y sistemas de indicadores.</b>	<b>50</b>
<b>1.8.3 Fases en la metodología SCOR.</b>	<b>52</b>
<b>1.8.4 Métodos de mejora de la competitividad y del rendimiento. La suma del SCOR al Lean Six Sigma.</b>	<b>52</b>
<b>1.8.5 Críticas y debilidades del modelo SCOR.</b>	<b>54</b>
<b>1.9 Avances y líneas futuras de investigación.</b>	<b>57</b>
<b>1.9.1 El e-SCOR: la herramienta de simulación basada en el SCOR.</b>	<b>57</b>
<b>1.9.2 El e-SCOR. Modelado y simulación para la gestión estratégica de la Cadena de Suministro.</b>	<b>58</b>
<b>1.9.3 Fortalezas y debilidades del e-SCOR.</b>	<b>60</b>
<b>1.9.4 El simulador G2 e-SCOR.</b>	<b>62</b>
<b>1.9.5 De la Cadena de Suministro a la Cadena de Valor, del SCOR al VCOR.</b>	<b>63</b>
<b>1.10 Resumen</b>	<b>64</b>

## 1.1 Introducción.

La Gestión de la Cadena de Suministro incluye la coordinación y gestión de todas las actividades, desde el aprovisionamiento de materias primas, hasta la entrega final del producto a los consumidores, bajo el empleo eficiente de tecnologías de la información. El objetivo de la Gestión de la Cadena de Suministro es optimizar globalmente los flujos de materiales e información en la Cadena de Suministro, mediante la integración horizontal entre las compañías dentro de la Cadena de Suministro y la integración vertical de los procesos existentes de cada compañía (Cooper et al., 1997).

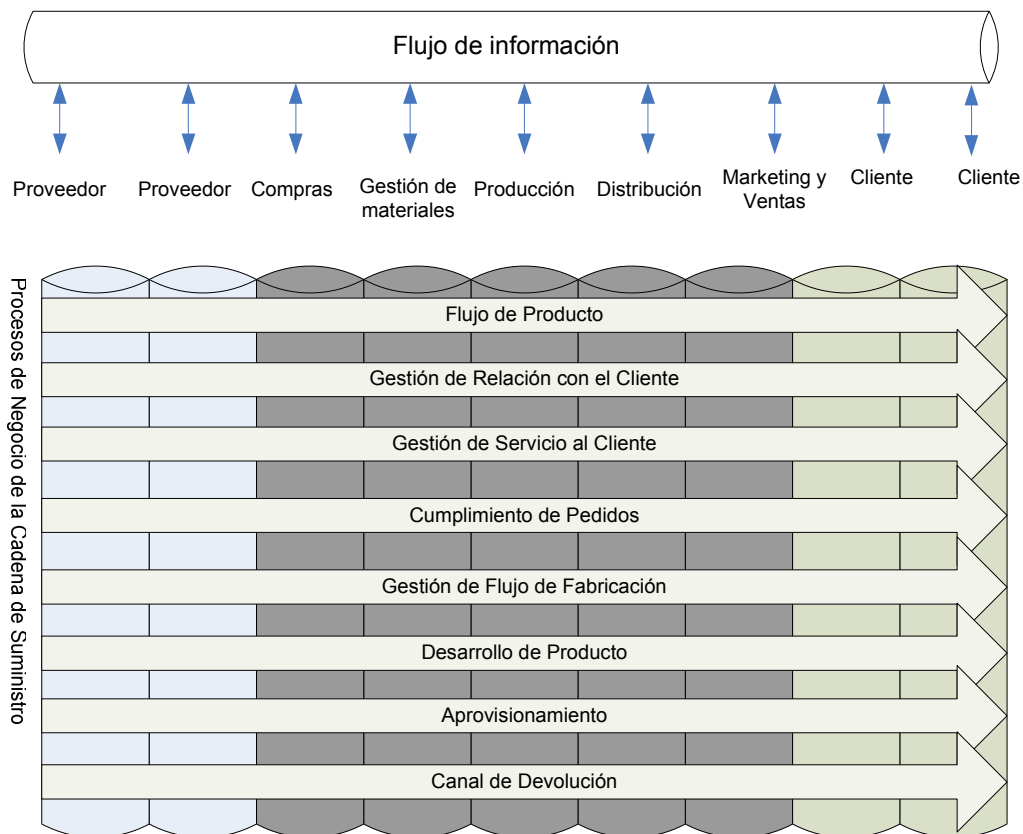


Figura 1.1. Modelo de Referencia para la Gestión de la CS (Cooper et al, 1997).

Para alcanzar el objetivo de la Cadena de Suministro, los gestores que operan dentro de la cadena necesitan tomar decisiones estratégicas para la selección de proveedores, compra de equipamiento, evaluación del rendimiento de los proveedores, relación de larga duración entre los compradores y los proveedores, distribución efectiva, etc. Estas decisiones son usualmente ambiguas, e incluyen factores tangibles e intangibles bajo complicados criterios con independencia de las relaciones, así como, presentan problemas carentes de estructuración o definición, con las vicisitudes que reporta en la toma de decisiones.

El AHP (Analytic Hierarchy Process) y su extensión, ANP (Analytic Network Process) son una de tantas aproximaciones que pueden tratar con factores cualitativos y cuantitativos bajo múltiples criterios (Tomokatsu et al, 2004). Ambas son herramientas de análisis de decisión multicriterio cuya aplicación ha sido empleada en varios campos de negocios e industrias.

## 1.2 Técnicas en la ayuda de la toma de decisiones.

### 1.2.1 Decisión Multicriterio Discreta (DMD).

“La toma de decisiones es un proceso de selección entre cursos alternativos de acción, basado en un conjunto de criterios, para alcanzar uno o más objetivos” (H. Simon, 1960). Como bien describe Eduardo Martínez en su libro “Evaluación y Decisión Multicriterio”(1998), un proceso de toma de decisión comprende de manera global los siguientes pasos:

- Análisis de la situación;
- Identificación y formulación del problema;
- Identificación de aspectos relevantes que permitan evaluar las posibles soluciones;
- Identificación de las posibles soluciones;
- Aplicación de un modelo de decisión para obtener un resultado global; y
- Realización de análisis de sensibilidad.

La opinión de un único decisor puede tornarse insuficiente cuando se analizan problemas complejos, sobre todo aquellos cuya solución puede afectar a muchas otras personas. Debido a lo anterior, se debe abogar por generar discusión e intercambio entre los decisores, que por su experiencia y conocimiento, pueden ayudar a estructurar el problema y a evaluar las posibles soluciones.

Para abordar una situación de un problema de toma de decisión, en la que se presentan diversos objetivos o criterios que simultáneamente deben ser tenidos en cuenta, surgió la Metodología Multicriterio como Sistema de Ayuda a la Decisión del ser humano.

Un criterio clasificador en la Decisión Multicriterio corresponde al número, que puede ser finito o infinito, de las alternativas a tener en cuenta en la decisión. Dependiendo de esta situación existen diferentes métodos. Cuando las funciones objetivo toman un número infinito de valores distintos, que conducen a un número infinito de alternativas posibles del problema se llama **Decisión Multiobjetivo**.

Aquellos problemas en los que las alternativas de decisión son finitas se denominan problemas de **Decisión Multicriterio Discreta (DMD)**. Estos problemas son los más comunes en la realidad y son los que se consideran en este documento.



Los métodos de Decisión Multicriterio Discreta se utilizan para realizar una evaluación y decisión respecto de problemas que, por naturaleza o diseño, admiten un número finito de alternativas de solución y donde sea preciso seleccionar una alternativa como la más conveniente, ordenando un conjunto de alternativas en función de su nivel de preferencias y clasificarlas conforme a cierta cantidad de criterios. Esto se realiza a través de:

1. Un conjunto de alternativas estable, generalmente finito (soluciones factibles que cumplen con las restricciones posibles o previsibles); se asume que cada una de ellas es perfectamente identificada, aunque no son necesariamente conocidas en forma exacta y completa todas sus consecuencias cuantitativas y cualitativas;
2. Una familia de criterios de evaluación (atributos, objetivos) que permiten evaluar cada una de las alternativas (analizar sus consecuencias), conforme a los pesos (o ponderaciones) asignados por el agente decisor y que reflejan la importancia (preferencia) relativa de cada criterio;
3. Una matriz de decisión o de impactos que resumen la evaluación de cada alternativa conforme a cada criterio; una valoración (precisa o subjetiva) de cada una de las soluciones a la luz de cada uno de los criterios; la escala de medida de las evaluaciones puede ser cuantitativa o cualitativa, y las medidas pueden expresarse en escalas cardinal (razón o intervalo), ordinal, nominal, y probabilística;
4. Una metodología o modelo de agregación de preferencias en una síntesis global; ordenación, clasificación, partición o jerarquización de dichos juicios para determinar la solución que globalmente recibe las mejores evaluaciones;
5. Un proceso de toma de decisiones (contexto de análisis) en el cual se lleva a cabo una negociación consensual entre los actores o interesados (analista-“experto”-, decisor y usuario)” (Eduardo Martínez, 1998).

Una de las ventajas sobre otras propuestas del DMD es que permite realizar una jerarquía del proceso de decisión (Figura 1.2).

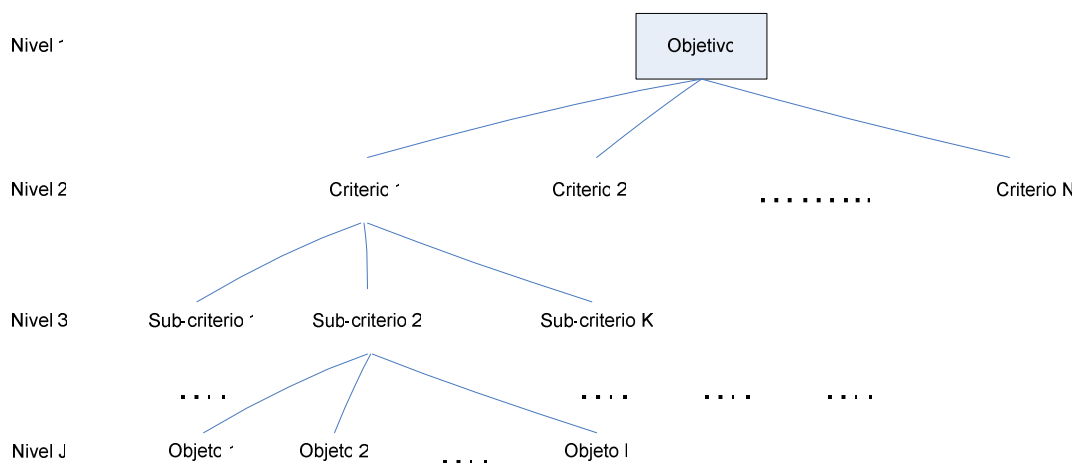


Figura 1.2. Jerarquía representada en el árbol de decisión, Zahedi (1986).

Los principales métodos de evaluación y decisión multicriterio discretos son: Ponderación Lineal (scoring), Utilidad Multiatributo (MAUT), Relaciones de Superación y Análisis Jerárquico (AHP- The Analytic Hierarchy Process-Proceso Analítico Jerárquico).

### **1.2.2 Análisis Jerárquico (AHP- The Analytic Hierarchy Process-Proceso Analítico Jerárquico).**

Este método fue desarrollado por el matemático Thomas Saaty (1980) y consiste en formalizar la comprensión intuitiva de problemas complejos mediante la construcción de un Modelo Jerárquico (Forman y Gass, 2001).

El propósito del método es permitir que el agente decisor pueda estructurar un problema multicriterio de forma visual, mediante la construcción de un Modelo Jerárquico que básicamente contiene tres niveles: meta u objetivo, criterios y alternativas. AHP proviene del DMD por varios motivos:

- Existe coincidencia en las características de los problemas que se pretende resolver.
- Las estrategias de resolución son similares, se definen criterios y se valoran las preferencias utilizando funciones de utilidad.

Según Yosuff et al (2001) la estructura jerárquica del AHP es una de las particularidades del éxito de este método, al punto que está reflejada en su nombre. De hecho no hay otras propuestas que permitan una discriminación tan acabada del proceso de decisión, mediante la representación de tantos criterios y subcriterios como sea necesario.

Una objeción recibida en este aspecto es de Johnson (1979) donde se advierte que si la jerarquía es incompleta pueden distorsionarse los pesos, así como Epstein y King (1982) incorporan la posibilidad de estructurar el proceso de decisión a través de una jerarquía, las diferencias de información en cada uno de los elementos de dicha jerarquía, deben introducir distorsiones en las valoraciones de sus elementos. Según Saaty, señala que el problema es de disponibilidad de información, no del método.

Los pasos a seguir para la estructuración del modelo jerárquico son (Wasil y Goleen, 2003):

- Identificación del problema.

Situación que se desea resolver mediante la selección de una de las alternativas de las que se dispone o se prioriza, comparando unas con otras mediante la evaluación de los criterios que permitan conocer los “pros” y los “contras” de cada una de las alternativas a considerar.

- Definición del objetivo.

El objetivo servirá para mejorar la situación existente, y estará conformado por un conjunto de elementos que serán los subobjetivos o criterios, subcriterios y alternativas para la consecución del mismo.

- Identificación de criterios.

Son los aspectos relevantes que afectan significativamente a los objetivos y deben expresar las preferencias en la toma de decisiones, incluyendo aspectos cuantitativos y cualitativos. Éstos últimos pueden influir poderosamente en la decisión final, pero no son incorporados debido a su complejidad para ser definidos y medidos.

- Identificación de alternativas.

Propuestas factibles que permitirán el logro del objetivo general definido inicialmente. Cuando se construye la jerarquía, se puede hacer de arriba hacia abajo o viceversa. La construcción de arriba hacia abajo se inicia con la identificación de los criterios más globales, es decir, desde lo más general hasta lo más particular. De esta manera, todos los aspectos generales recopilados en la definición del problema están presentes en ese primer nivel en forma de criterios.

Cada criterio identificado debe ir acompañado de una descripción de lo que significa. Si se requiere de los criterios pueden desprenderse subcriterios, guardando una relación jerárquica con el criterio del que se desprenden.

En la construcción de abajo hacia arriba el proceso se desarrolla a la inversa. Primero se generan las características que permiten diferenciar las alternativas, y posteriormente se construye el modelo jerárquico agrupando aquellas que mantienen un factor común de criterios o subcriterios hasta llegar al objetivo final.

El sentido de la construcción dependerá de los datos disponibles y de los decisores. Si en la elaboración están definidas las alternativas y se conocen sus “pros” y “contras”, se puede iniciar un modelo de abajo hacia arriba. En caso contrario, se recomienda iniciar desde arriba hacia abajo, puesto que es un enfoque para situaciones de planificación estratégica en donde los objetivos están más claros que las alternativas.

Lo que le hace diferente de los otros modelos, es que dentro de la evaluación se tienen en cuenta los juicios subjetivos e intereses de los grupos involucrados en la decisión. Finalmente logra combinar los juicios en un todo, quedando las alternativas organizadas y priorizadas desde la óptima, seguida sucesivamente del resto de alternativas en orden de adecuación y validez.

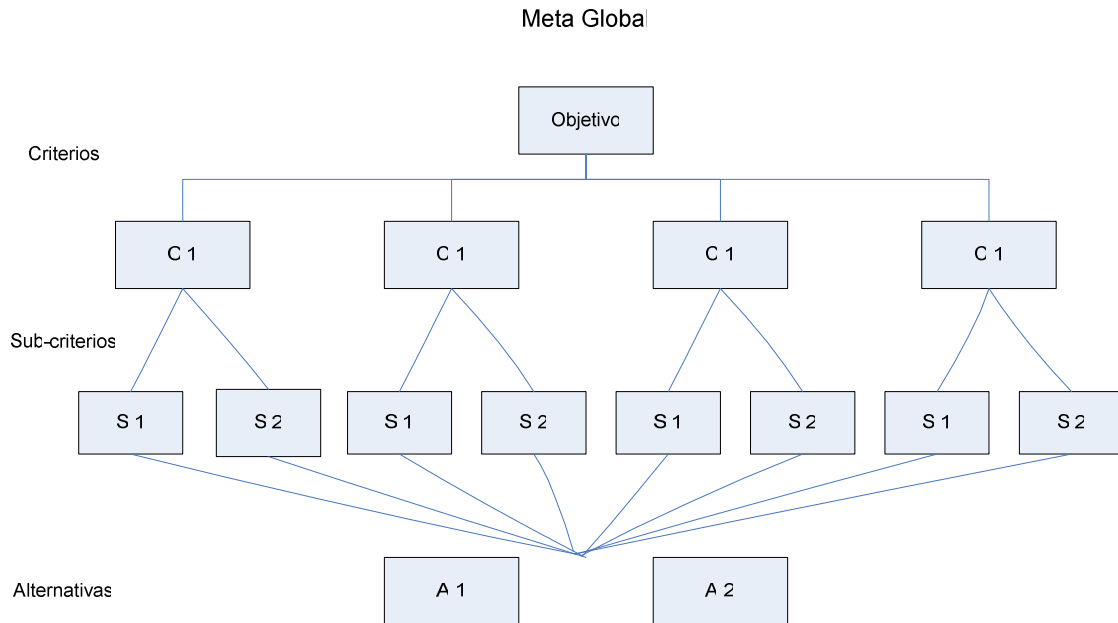


Figura 1.3. Modelo Jerárquico para la Toma de Decisiones con el AHP (Fuente propia).

Algunos de estos componentes pueden ser medidos fácilmente porque se refieren a aspectos cuantitativos. La ventaja del AHP consiste en que adicionalmente permite incorporar aspectos cualitativos, que suelen quedarse fuera de los análisis debido a su complejidad para ser medidos, pero que pueden ser relevantes para algunos decisores involucrados en la toma de decisión, como es el caso de riesgo, la incertidumbre, la equidad y la participación, entre otros.

Una vez construido el Modelo Jerárquico, se realizan comparaciones a pares entre dichos elementos (criterios-subcriterios y alternativas) y se atribuyen valores numéricos a las preferencias señaladas por las personas, entregando una síntesis de las mismas mediante la agregación de esos juicios parciales.

El fundamento del proceso de Saaty descansa en el hecho que permite dar valores numéricos a los juicios dados por las personas, logrando medir cómo contribuye cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desprende. Para estas comparaciones se utilizan escalas de razón en términos de preferencia, importancia o probabilidad, sobre la base de una escala numérica propuesta por el mismo Saaty (1995), que va desde 1 hasta 9.

Intensidad de Importancia	Definición	Explicación
1	Igual	Dos actividades contribuyen de igual modo al objetivo
3	Moderada	La experiencia y el juicio favorecen levemente una actividad sobre la otra
5	Fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre la otra
7	Muy fuerte o demostrada	Una actividad es mucho más favorecida que la otra, su predominancia se demostró en la práctica
9	Extrema	Las pruebas que favorecen a una actividad más que otra son del nivel de aceptación más alto posible
2, 4, 6 y 8	Para transitar entre los valores anteriores	A veces es necesario interponer numéricamente un juicio de transacción puesto que no hay una palabra apropiada para describirlo
Recíprocos de lo anterior	Si a la actividad i se le ha asignado uno de los números distintos de cero mencionados cuando se compara con la actividad j, entonces j tiene el recíproco cuando se le compara con i	Una comparación que surge de la elección del elemento más pequeño como unidad, para estimar el mayor como múltiplo de esa unidad
Racionales	Coefficientes que surgen de la escala	Si se forzara la consistencia obteniendo n valores numéricos para abarcar la matriz
1.1 a 1.9	Para actividades vinculadas	Cuando los elementos son cercanos y casi no se distinguen: moderado es 1.3 y extremo es 1.9

Figura 1.4. Tabla numérica de las relaciones entre criterios (Saaty, 1980).

Una vez obtenido el resultado final, el AHP permite llevar a cabo el análisis de sensibilidad. El AHP posee un software de apoyo y su aplicación comprende una variada gama de experiencias prácticas en campos muy diversos en diferentes países del mundo.

Toskano Hurtado y Gérard Bruno (2004) presentan en su tesis\* algunas de las ventajas del AHP frente a otros métodos de Decisión Multicriterio son:

- Presentar un sustento matemático;
- Permitir desglosar y analizar un problema por partes;
- Permitir medir criterios cuantitativos y cualitativos mediante una escala común;
- Incluir la participación de diferentes personas o grupos de interés y generar un consenso;
- Permitir verificar el índice de consistencia (CR) y hacer las correcciones, si fuere el caso;

\* “El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) como Herramienta para la Toma de Decisiones en la Selección de un Proveedor” Toskano Hurtado y Gérard Bruno, 2004, UNMSM.

- Generar una síntesis y dar la posibilidad de realizar análisis de sensibilidad; y
- Ser de fácil uso y permitir que su solución se pueda complementar con métodos matemáticos de optimización.

En la literatura se encuentran una serie de ventajas sobre el uso del AHP expuestas por diversos autores como Beynon (2002) quien indica:

1. Se permite evaluaciones en las que existen factores de orden cualitativo.
2. Se obtiene pesos asignados a cada uno de los elementos, los cuales son usados como criterio de decisión.
3. El uso de computadoras permite realizar análisis de sensibilidad en los resultados.

Harker y Vargas (1987), manifiestan que esta técnica facilita el consenso entre las personas que actúan como decisores, cuando se trabaja en grupos, al facilitar la comunicación entre ellos. Por otra parte y según Condon (2003), AHP permite identificar y tomar en cuenta las inconsistencias de los decisores, ya que rara vez estos son consistentes en sus juicios con respecto a factores cualitativos.

Otra valoración, es que la aplicación resulta muy laboriosa, por la necesidad de comparar todas las parejas posibles de elementos, desarrollada por autores como Takeda (1987) y Harper (1987). Respecto a la medición por preferencias y prioridad destacan algunas observaciones tales como:

- las comparaciones por parejas inducen a errores e inconsistencias.
- Los errores no pueden eliminarse completamente.
- Las comparaciones por parejas dotan de laboriosidad al método.
- Es preferible un ordenamiento global.
- Las escalas no son adecuadas.

Sólo la primera de ellas afecta a la cuestión central, ya que las siguientes realizan aportes para mejorar el modelo. Y respecto a esta ya desde el DMD no hay definición acerca de cual de las estrategias es válida, ordenamiento global o comparaciones específicas.

### **1.2. 3 Proceso de Redes Analíticas (ANP).**

El AHP es un caso dentro del ANP (Claudio Garuti y Mario Sandoval, 2002), la diferencia entre estos dos métodos está esquematizada en la tabla 1.5. ANP modela problemas de sistemas en los cuales las relaciones entre niveles no son fácilmente jerarquizables, estos sistemas son conocidos como sistemas con retroalimentación y se refieren a sistemas donde un nivel puede dominar y ser dominado por otros atributos de decisión o niveles.

El ANP introduce algunos conceptos, como los nodos de control que son identificados como las siglas BOCR (beneficios, oportunidades, costes y riesgos). Estos son méritos bajo los cuales serán evaluados los criterios y alternativas. Otros términos son los de componentes y elementos, los últimos forman parte de los primeros, siendo componentes los factores influyentes en la decisión y los subfactores los elementos dentro de cada factor a considerar, (en términos del problema de localización industrial).

Para Amalia Medina Palomera et al. (2002), mediante esta herramienta los elementos del sistema son representados como nodos en una red y realiza en su libro\* una comparación entre las herramientas ANP y AHP. Dos nodos son conectados mediante un arco que representa la dominancia o influencia que uno tiene sobre el otro.

La solución es obtenida construyendo matrices de preferencia (influencia o impacto) entre los elementos, llamada súper matriz. Para obtener la influencia de cada elemento con relación a todos los demás, la súper matriz se eleva a la n potencia.

AHP	ANP
Solución de problemas complejos siguiendo un ordenamiento jerárquico	Se utiliza para modelar sistemas interrelacionados
En general en una jerarquía se busca la distribución de una propiedad (la meta) entre los elementos que son comparados, para juzgar cual influencia o es influenciada, o tiene más de esa propiedad	Las redes buscan la distribución de la influencia de los elementos sobre algún elemento o algunos elementos con respecto a una propiedad
Los elementos en cada nivel son comparados de acuerdo a la dominancia o influencia con relación a los elementos en el nivel inmediatamente superior a él	Las comparaciones se hacen de acuerdo a la influencia dominante de cada elemento con otro elemento del mismo componente o de uno diferente

Figura 1.5. Tabla comparativa del AHP y ANP (Meade y Sarkis, 1999).

AHP ha sido una herramienta eficaz para la determinación de la estructura de los criterios y la ponderación de los mismos, tanto desde el punto de vista conceptual como práctico. ANP es adecuada, entre otros problemas para el cálculo de potencial de localización de plantas industriales, ya que los expertos la identificaron como adecuada y representativa de la realidad, y adicionalmente la validación por localización de industrias existentes resultó más favorable para esta herramienta.

En relación a la comparación de las dos herramientas, el resultado utilizando ANP es más ajustado a la realidad, y presenta mayor aproximación en las áreas desérticas, aunque esta herramienta presenta el inconveniente de requerir más tiempo para su ejecución tanto para el modelado como para el proceso comparativo que cuando es utilizado AHP. Por otro lado, los expertos del sector de planificación gubernamental identificaron el resultado utilizando AHP como de mayor utilidad, pues muestra en detalle áreas con potencial de localización que anteriormente no habían sido consideradas.

**Medina Palomera, Amalia, Vicente A. Cloquell Ballester, Cristina Santamarina y Victor Cloquell, "Aportaciones a la resolución del problema de la localización industrial en el periodo 1997-2002"**

### 1.2.4 Resolución mediante ExpertChoice (EC).

La herramienta EC ([www.expertchoice.com](http://www.expertchoice.com)) fue utilizada para aplicar el método AHP a un problema de estudio. La figura 1.6 muestra la jerarquía decisional obtenida a partir de los datos del problema. Una vez diseñada esta jerarquía, se inicia el proceso de valoración.

En una primera instancia debe realizarse una evaluación de la importancia de los criterios con relación a su contribución a la consecución de la meta, y luego respecto de cada criterio debe determinarse cuál es la importancia relativa de los atributos que dependen de él. El proceso de valoración debe proseguir con la apreciación de la importancia de las alternativas respecto de cada uno de los atributos existentes y valorados.

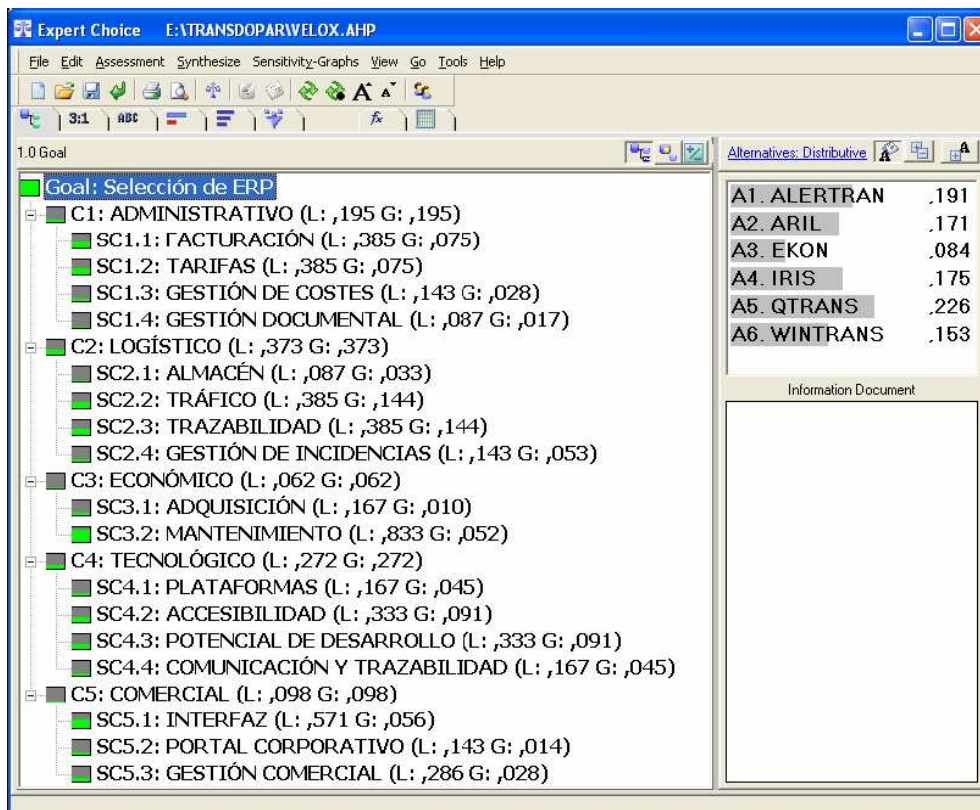


Figura 1.6. Ejemplo selección ERP con Expertchoice (“<http://www.expertchoice.com>”, Expert Choice Inc., 2005).

Una vez determinadas las valoraciones para los elementos superiores de la jerarquía, se deben evaluar las alternativas respecto de cada uno de los atributos. En este caso se ha utilizado el método de las medidas relativas, en lugar del procedimiento de comparaciones pareadas.



Con ANP, la aplicación de esta herramienta requiere inicialmente una definición de la red asociada al problema que muestre todas las interrelaciones y dependencias que existen entre los componentes identificados y relevantes desde el punto de vista de la toma de decisiones.

En este caso se han incorporado de forma gradual las relaciones de interdependencia más importantes, y en cada escenario se han registrado los cambios producidos, con el objetivo de establecer la repercusión que tiene el proceso de modelización sobre el resultado final.

### **1.3 Aplicación del Proceso Analítico Jerárquico en la medición del rendimiento.**

El último paso en la aplicación y desarrollo del proceso analítico jerárquico se centra en el uso del modelo (Zahedi, 1986; Ghodspour y O'Brien, 1998; Argawal y Shankar, 2003; Yurdankul, 2003). Los modelos cualitativos y cuantitativos se construyen para ayudar a evaluar, analizar y diseñar políticas para la Cadena de Suministro. El diseño de una nueva política para la gestión de la cadena es una actividad de asignación de las alternativas de valores a los parámetros, de interrelación entre los diferentes elementos del sistema o adición de nuevos elementos en el modelo. Debido a sus características, el AHP es una metodología estructurada para la toma de decisiones que puede aplicarse en una gran variedad de situaciones, tanto a nivel comercial o de negocios.

Desde el punto de vista de negocios, su cobertura es muy amplia, excluyendo las decisiones de tipo automáticas, donde modelos de simulación podrían ser mejores alternativas debido a tiempos instantáneos de decisión. Se puede aplicar en planificación de escenarios, selección/calificación/promoción del personal, adquisición de productos o servicios, asignación de recursos, decisiones de marketing, evaluación de planes y como parte de una optimización de procesos.

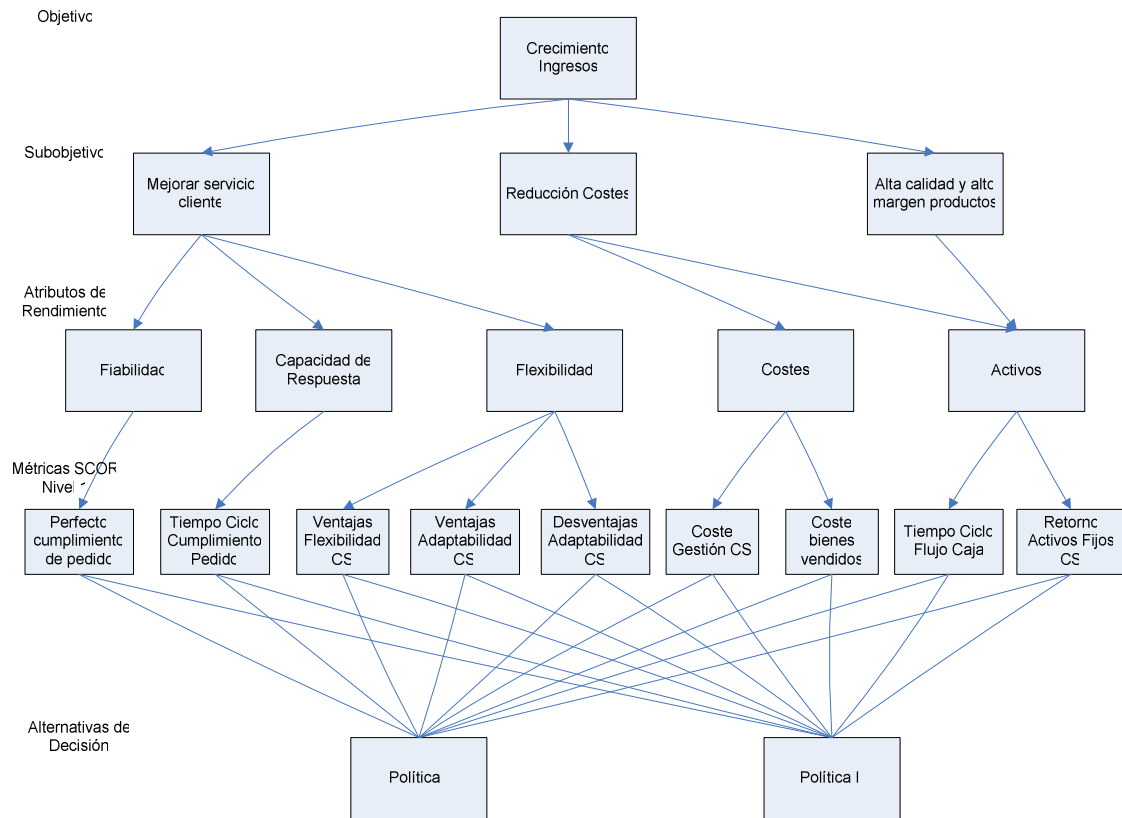


Figura 1.7. Políticas evaluación usando AHP (Changrui Ren et al., 2006).

El desarrollo de esta metodología está basado en el AHP y el “preemptive goal programming” (PGP), incorporando ambos factores cualitativos y cuantitativos. Aplicando la síntesis por descomposición se aproxima a resolver problemas como la selección de proveedores en la Cadena de Suministro.

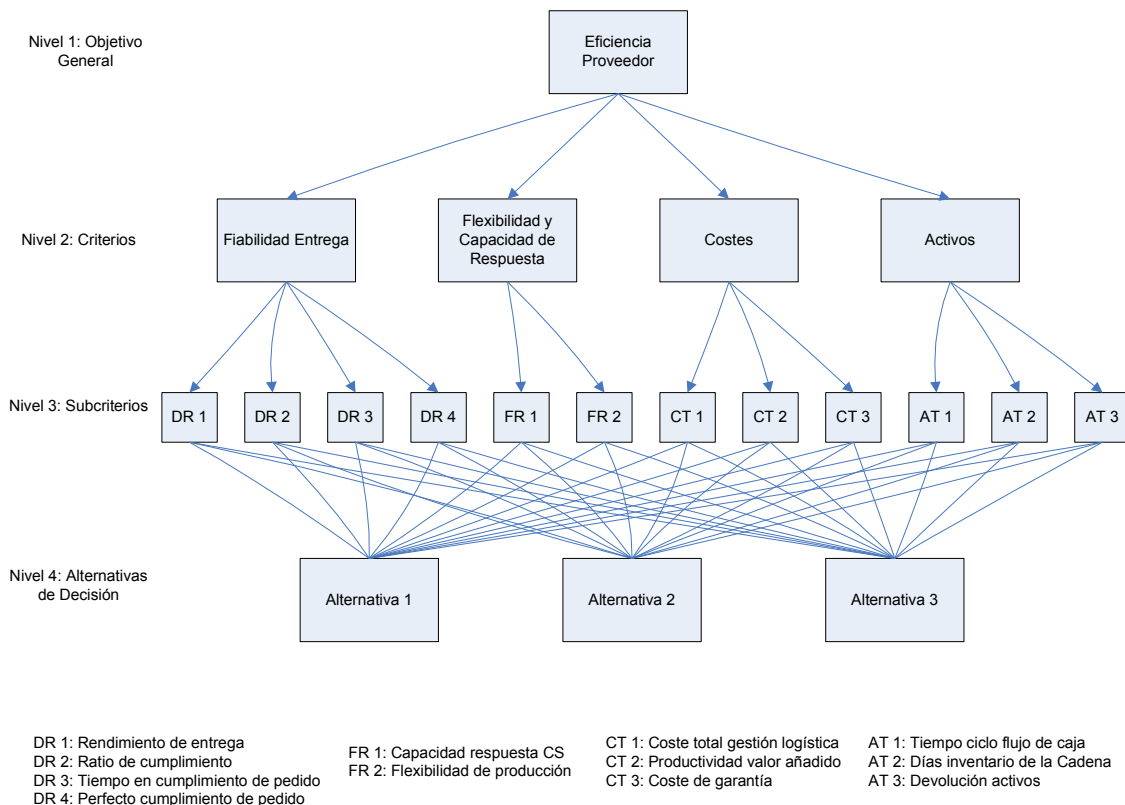


Figura 1.8. Propuesta de modelo AHP para jerarquía de métricas de rendimiento de primer nivel de SCOR (G. Wang et al, 2004).

Los trabajos de Ge Wang et al (2004) ilustran el desarrollo del AHP basado en el modelo SCOR para el primer nivel de la jerarquía de métricas de rendimiento. A continuación se procede a una aproximación de síntesis por descomposición usando AHP:

- Etapa 1. Descomposición del problema: el problema de decisión multicriterio es descompuesto acorde a los principales componentes, con el objetivo de conseguir una eficiencia óptima. La eficiencia consiste en las categorías, fiabilidad, flexibilidad y capacidad de respuesta, costes y activos. Cada categoría contiene un número específico de métricas de rendimiento, las cuales son identificadas en la etapa 2.
- Etapa 2. Definir los criterios de selección: Las métricas de rendimiento del primer nivel del modelo SCOR son usadas como criterio de selección. Estas son las medidas de rendimiento estándar apoyadas por el Consejo de Cadena de Suministro, las cuales están pensadas para ser estándar en la industria de la Cadena de Suministro.
- Etapa 3. Diseño de jerarquías: la jerarquía consiste en un conjunto de objetivos, criterios y subcriterios (pueden tener varios subniveles), y alternativas de decisión (figura 1.8). Esquemáticamente se ilustra la jerarquía propuesta basadas en las métricas SCOR.

- Etapa 4. Comparación y priorización por parejas del rendimiento: una vez el problema ha sido descompuesto y la jerarquía construida, comienza el procedimiento de priorización para determinar la importancia relativa de los elementos dentro de cada nivel. El juicio o comparación por parejas comienza desde el nivel 2 y continúa hacia el nivel 3. Basándose en las características del producto y correspondiendo a la estrategia de la Cadena de Suministro, la importancia relativa de los criterios y subcriterios es determinada por la experiencia de los gestores.
- Etapa 5. Rango de alternativas: similar a la etapa 4, las alternativas de decisión deberán ser comparadas por parejas. La comparación está hecha con respecto a cada uno de los subcriterios del nivel 3.
- Etapa 6. Calcular los pesos de los criterios: generalmente, dada un matriz de comparación, la prioridad de los pesos para cada atributo puede ser calculada en base a métodos estándar provistos por Saaty (1980).
- Etapa 7. Computar el total de los resultados de cada síntesis de jerarquía: por integración de la asignación de pesos de los criterios, el resultado final es determinado en orden para desarrollar el proceso total de evaluación.
- Etapa 8. Toma de decisiones: la decisión o alternativa escogida será la que presente los mejores índices para el caso considerado, obviando la existencia de restricciones de capacidad.

Los modelos cuantitativos pueden usarse para contestar acerca de un rango de cuestiones acerca de que pasaría si cambiamos uno o más elementos, y que impacto tendría sobre los otros elementos. Este tipo de políticas permite a las empresas experimentar con las políticas potenciales, acciones o condiciones antes de su cumplimiento.

Las estrategias a diseñar son actualmente y fundamentalmente problemas de optimización, ya que debe encontrarse el conjunto de acciones a tomar para conseguir los objetivos obteniendo beneficios ventajosos dentro un horizonte de tiempo, que por regla general se extiende a medio o corto plazo. Por ejemplo, un objetivo sería conseguir un 90% en el perfecto cumplimiento de los pedidos, pero posteriormente deberá estudiarse la relación entre los indicadores y las métricas, observando como afectan las variaciones porcentuales de un indicador respecto a los indicadores interrelacionados con el mismo, cómo por ejemplo observar cómo repercutiría éste en las métricas de precio (Raúl Rodríguez Rodríguez, 2007).

Así, para el diseño de una política óptima de control de inventario con el objetivo de conseguir maximizar beneficios, puede emplearse el modelo de la figura 1.9, que se desarrolla a continuación.

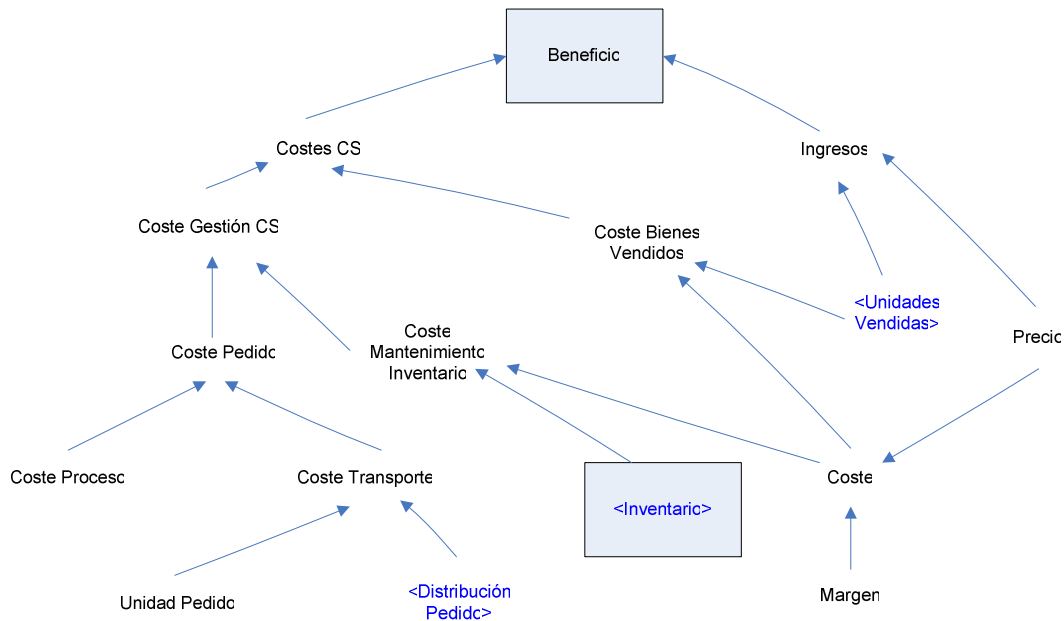


Figura 1.9. Modelo para diseño de política de beneficios.

#### 1.4 AHP/ANP en la integración de la información para uso en las organizaciones de la Cadena de Suministro.

Como se ha mencionado a lo largo de este capítulo, la aplicación del Proceso de Análisis Jerárquico ha sido extendida por las principales empresas e instituciones a nivel mundial. Dadas sus características, el AHP es una metodología estructurada para la toma de decisiones que puede aplicarse a una gran variedad de situaciones a nivel empresarial, ya sea a nivel estratégico, táctico u operativo, excluyendo los casos que se requiera decisiones de tipo automáticas, donde como se ha mencionado anteriormente los modelos de simulación proporcionan mejores alternativas debido a tiempos instantáneos de decisión.

Entre las aplicaciones usuales del AHP se tiene:

- Planificación Estratégica: proceso de evaluación sistemática de la naturaleza de una organización, que permite definir los objetivos a largo plazo, identificar metas y objetivos cuantitativos, y desarrollar estrategias para alcanzar dichos objetivos.
- Planificación de territorio: proceso que conduce a armonizar la disponibilidad de los recursos naturales, condiciones ambientales y las características del territorio, con las actividades económicas y sociales que tiene efecto sobre el entorno natural.

- Planificación por escenarios: consiste básicamente en proyectar (con un alto grado de realismo) en qué contexto estará un país, región o mercado, en un determinado plazo. Esto permite desarrollar estrategias y alineamientos de acción para afrontar eventos futuros.
- Selección, calificación y promoción del personal: procesos relacionados con la administración de recursos humanos, que deben conducir a la contratación, evaluación y reconocimiento del personal de una organización.
- Selección de productos o servicios: proceso de decisión previo a la producción, en el que defiende los productos y/o servicios que la empresa proveerá al mercado.
- Selección de proveedores: etapa del proceso industrial de compra, en la que el comprador revisa las propuestas y basándose en sus requerimientos selecciona al proveedor o proveedores adecuados.
- Asignación de recursos: consiste en la distribución de recursos entre las unidades productivas para su desempeño eficiente.
- Selección de rutas de transportes: dentro de los proyectos de infraestructura vial, la selección de rutas permite sugerir, bajo criterios técnicos y socio-económicos, la mejor alternativa para la construcción de una vía de comunicación terrestre. Además, la selección de rutas, permite a las empresas elegir la mejor ruta de transporte, considerando los criterios de tiempo, economía y seguridad.
- Localización de instalaciones: consiste en la ubicación estratégica de almacenes, centros de ventas, plantas de producción, etc.
- Decisiones de marketing: realización de negocios a través de la satisfacción de las necesidades y requerimientos de los consumidores.
- Evaluaciones de planes: una evaluación de un plan, consiste en medir, mediante indicadores, el desarrollo y logros del plan.
- Optimización de procesos: consiste en la transformación, mejora o rediseño de los procesos internos de una empresa, para que se desempeñen eficiente y eficazmente.
- Análisis costo-beneficio: consiste en evaluar comparativamente el costo y beneficio que involucran las diferentes alternativas de decisión, permitiendo reconocer la mejor alternativa respecto a estos dos criterios.
- Formulación de estrategias de mercado: la formulación de estrategias de mercado tiene como objetivo determinar los mercados en los que se concentrará la empresa y determinará cómo deberán ser atendidos.

## 1.5 Modelo General del AHP/ANP en la Gestión de la Medición del Rendimiento en la Cadena de Suministro.

El AHP, especialmente en la Gestión de la Cadena de Suministro, ha sido muy popular en la selección de proveedores, diseño de redes de Cadena de Suministro, evaluación del rendimiento de proveedores, etc. ANP también ha sido aplicado en el mismo tipo de problemas en la Gestión de la Cadena de Suministro como AHP, porque ANP permite a las redes modelar estructuras incluyendo todos los modelos AHP. El modelado de capacidad de la red suma al ANP nuevas aplicaciones a la gestión tanto análisis de decisiones estratégicas como relaciones a largo plazo entre los integrantes de cadena dentro de la Cadena de Suministro.

AHP permite que una serie de características complejas sean comparadas con la importancia de cada característica relativa y su impacto en la solución del problema. El ANP es una forma más general de AHP, incorporando realimentaciones y relaciones interdependientes entre los atributos de decisión y alternativas (Saaty, 1996).

El modelo de referencia de evaluación basado en ANP, es seleccionado para la utilización en el ámbito de la CS por tres factores:

- Analizar el rendimiento de la Cadena de Suministro puede verse también como un problema de decisión multicriterio.
- Muchos factores, catalizadores y criterios de decisión son dependientes unos de otros (Véase los trabajos realizados en la relación e interdependencia de los indicadores y métricas por Raúl Rodríguez \*, 2007).
- Algunos de los criterios, facilitadores o dimensiones consideradas son de carácter subjetivo.

Un resumen gráfico del modelo ANP y su medio de decisión para el rendimiento de la Cadena de Suministro es mostrado en la siguiente figura.

**\*“Desarrollo de una metodología y arquitectura para la identificación y análisis de relaciones entre los indicadores de rendimiento de una organización. Aplicación a una empresa del sector textil”  
Raúl Rodríguez Rodríguez, 2007. UPV**

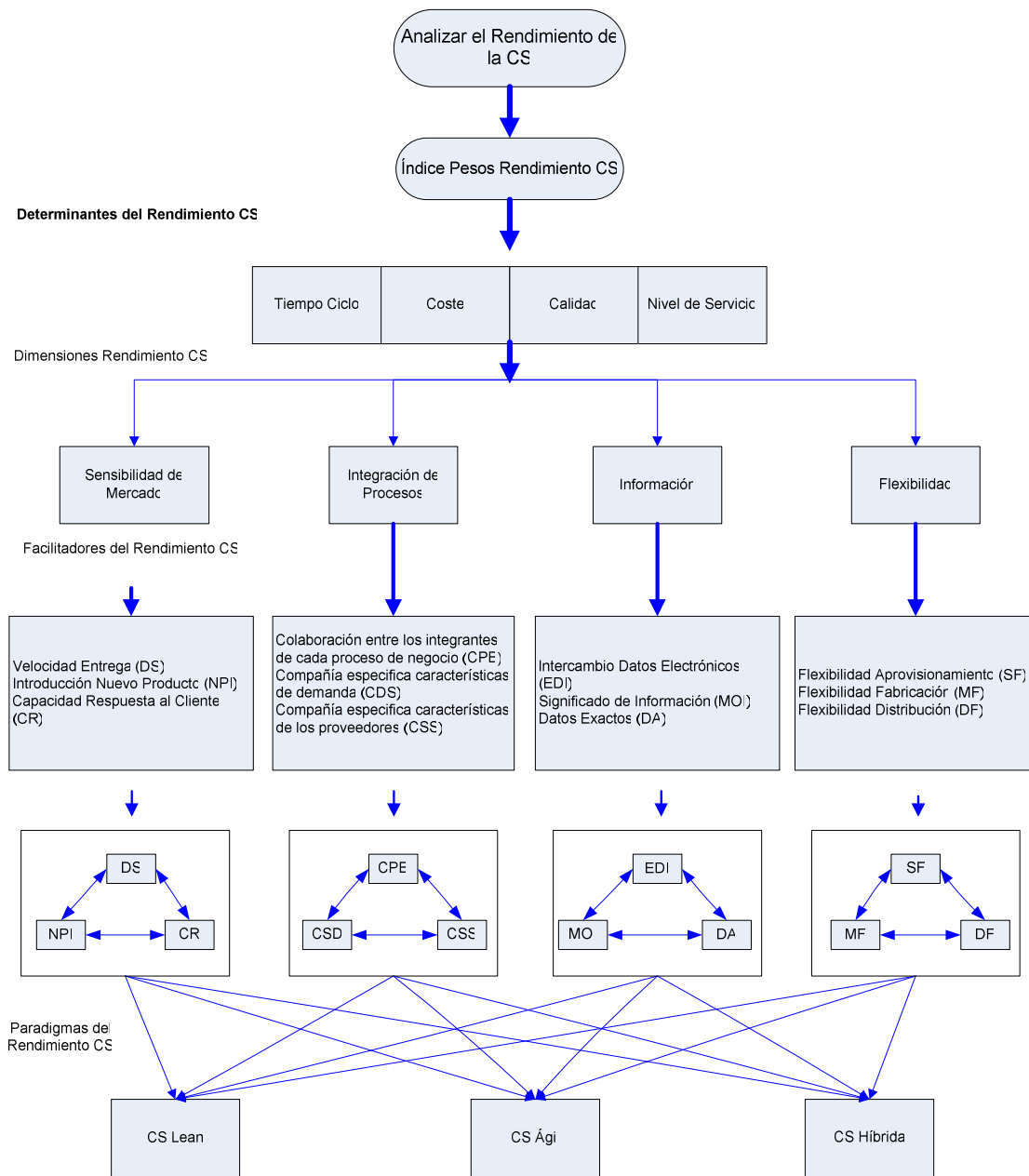


Figura 1.10. Framework basado en ANP para modelado de métricas de rendimiento de la Cadena de Suministro, Argawal y Shankar (2001).

La interdependencia entre los diferentes niveles en el modelo de referencia del rendimiento de la CS ha sido desarrollada en la literatura por diversos autores (Katayama and Bennett, 1999; Van Hoek, 2000; Christopher, 2000; Prater et al, 2001; Bruce et al, 2004) y a través de discusiones con los expertos de casos de CS, los cuales incorporan experiencias y opiniones de las redes de proveedores, fabricantes, distribuidores y minoristas para el rápido movimiento de los bienes de consumo.



El modelo ANP propuesto es una ayuda para los gestores de la CS cuando las variables decisión hacen de la toma de decisión una tarea compleja. El modelo es usado en la selección apropiada de alternativas que mejoren el rendimiento de la CS, siendo una herramienta importante en la toma de decisiones estratégica. Los criterios y atributos usados en el modelo están enfocados en la estrategia y requerimientos del rendimiento de la CS.

Como ventajas de la técnica ANP podrían derivarse decisiones estratégicas de carácter vital para el crecimiento y supervivencia de la empresa. La mejora del rendimiento de la CS implica que la cadena es capaz de responder rápidamente a las variaciones de la demanda del cliente con una reducción efectiva de costes, un ejemplo de ello, es la maximización del beneficio a través del aprovisionamiento personalizado en función de los requerimientos del cliente.

## **1.6 El Balanced Scorecard (BSC) previo al Modelo SCOR.**

La Cadena de Suministro se caracteriza por su complejidad, adaptabilidad y dinamicidad de los sistemas no lineales que la componen, sus retardos y realimentaciones de la propia cadena. Inexorablemente, resulta difícil a los gestores de la Cadena de Suministro entender claramente los mecanismos operacionales de la cadena y con ello tomar las decisiones apropiadas en un tiempo determinado para adaptarse al medio cambiante, mejorar la competitividad y responder de la mejor manera al turbulento entorno de negocio.

La medición del rendimiento es un camino efectivo para saber la eficacia y eficiencia de las operaciones de la cadena, sin embargo, el valor actual de los indicadores clave de rendimiento (KPIs) o métricas de rendimiento, presentan a menudo para los gestores preguntas como:

- ¿Qué impacto tendría en un inventario un incremento del 5% del total del coste?
- ¿Podría ser un cuello de botella el causante de un decrecimiento de los ingresos de un 5% en los últimos 6 meses?
- ¿A qué operaciones deberían de prestarse mayor atención y qué acciones deberían de tomarse para conseguir un crecimiento de los ingresos de un 5%?

La medición del rendimiento ayuda a identificar los problemas existentes en la Cadena de Suministro, de este modo esto ayuda a la identificación y exploración de las causas de estos problemas y consiguientemente a la elección de las acciones correspondientes en la mejora del rendimiento de la Cadena de Suministro. Así, hay una diferencia entre los objetivos estratégicos y las operaciones de la Cadena de Suministro, siendo necesario la unión de ambos de modo que sea más efectiva la toma de decisiones de la cadena.

El Balanced Scorecard (BSC) (Kaplan y Norton, 1996) no es sólo un sistema de medición del rendimiento, sino más bien una herramienta de gestión de estrategia que puede facilitar encontrar los caminos de mejora del rendimiento, explorar y describir mapas de acciones estratégicas precisas para implementar las estrategias efectivamente. El BSC ayuda al balance estratégico centrado en 4 perspectivas (financieras, procesos de negocio internos, cliente, aprendizaje y crecimiento), las relaciones complejas de causa-efecto, indicadores tangibles e intangibles y al desarrollo más sistemático de estrategias alineadas.

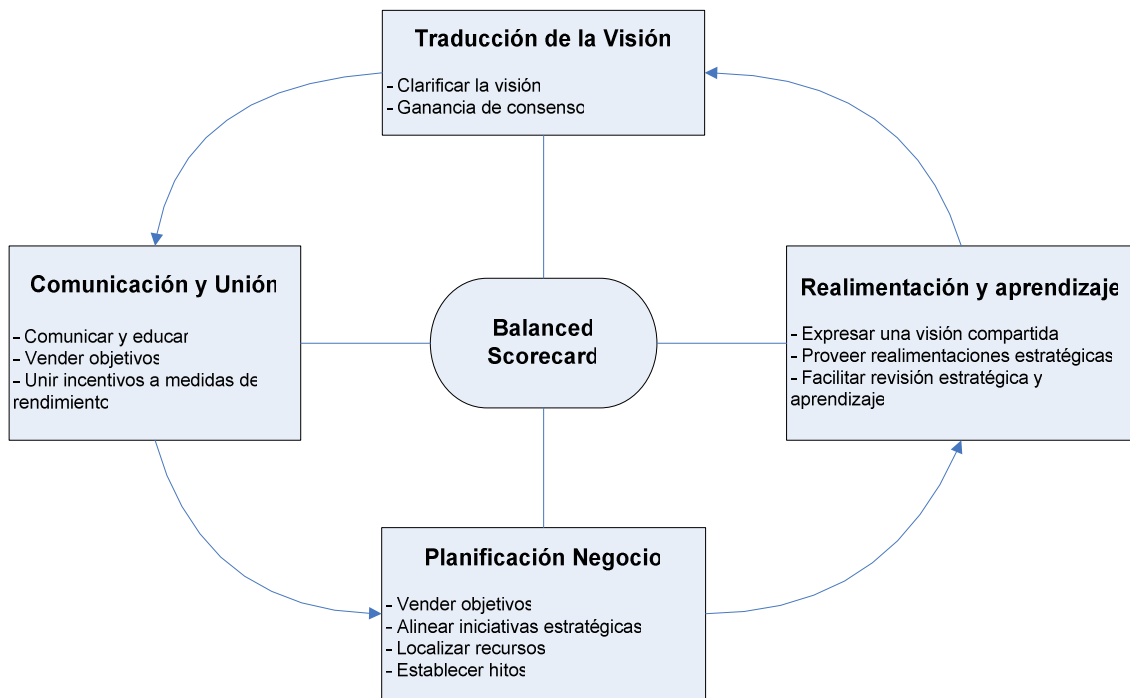


Figura 1.11. Los cuatro procesos para la gestión de la estrategia (Kaplan y Norton 1997).

Sin embargo, a pesar del amplio reconocimiento de la importancia del BSC en la gestión de la estrategia, algunos autores muestran que la teoría y la práctica del BSC tienen algunas limitaciones. Akkermans y Oorschot (2002), propusieron cinco limitaciones en el desarrollo del BSC. Las limitaciones propuestas son: causalidad unidireccional demasiado simplista; no separar causa-efecto en tiempo real; no tener mecanismos de validación; insuficiencia entre estrategia y operaciones y; centrado demasiado internamente.

Desde la perspectiva de la medición del rendimiento, también ha surgido la idea emergente de estudiar las relaciones entre las métricas de rendimiento. Santos et al. (2002) incorporaron sistemas dinámicos y análisis multicriterio para analizar las relaciones entre las métricas de rendimiento. Suwignjo et al (2000) emplearon mapas cognoscitivos, diagramas causa-efecto y el proceso de análisis jerárquico (AHP) para construir modelos jerárquicos y determinar prioridades de las métricas de rendimiento. Malina y Selto (2006) y Eanker et al (2004) usaron estadísticas y métodos de minería de datos para estudiar el “balance” del BSC basado en históricos de datos. Uniendo métricas de rendimiento a formas lógicas que podrían ayudar tanto en la medición del rendimiento como en la toma de decisiones.

## 1.7 Modelo de referencia y metodología para la unión de los objetivos estratégicos y los KPI's.

### 1.7.1 Introducción.

Changrui Ren, Jin Dong et al\* (2006) proponen un marco de referencia con la metodología y herramientas de soporte para hacer más efectiva la toma de decisiones de la Cadena de Suministro mediante la unión de los objetivos estratégicos y las operaciones, las cuales incorporan características cualitativas y cuantitativas.

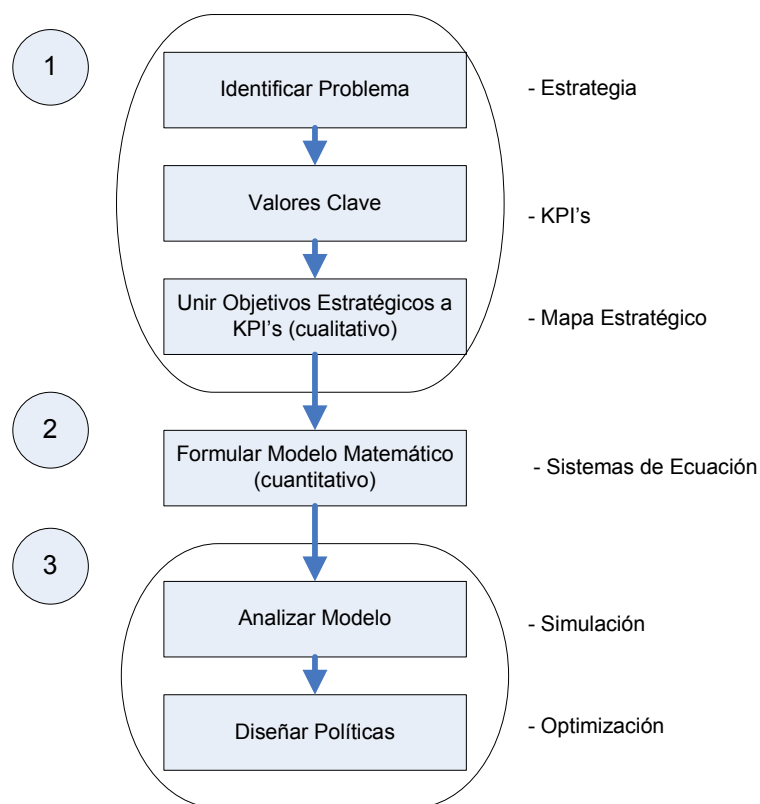


Figura 1.12. Proceso de toma de decisiones uniendo objetivos estratégicos y operaciones (Changrui et al., 2006).

Los siguientes tres principales procesos son identificados en el marco de referencia:

- 1.- Unir objetivos estratégicos con los KPI's.
- 2.- Formular el modelo matemático.
- 3.- Analizar y decidir.

\*Changrui Ren, Jin Dong, Honwei Ding y Wei Wang, "Linking Strategic Objectives Operations towards a more effective Supply Chain Decision Making", Proceedings of the 2006 Winter Simulation Conference

### 1.7.2 Unión de los objetivos estratégicos y los KPI's.

En este proceso, el mapa estratégico y las redes métricas son usados para unir los objetivos estratégicos a los KPIs (métricas de rendimiento) desde dos diferentes niveles respectivamente. A nivel alto, la utilización del mapa estratégico para expresar la relación causa-efecto entre los objetivos estratégicos. A nivel bajo, las métricas son usadas para organizar los valores que conduzcan a los objetivos desde la perspectiva operacional. Obviamente la unión entre estos dos niveles es importante.

El concepto de mapa estratégico (Kaplan y Norton 1996, 2000, 2001) se origina desde el BSC, el cual provee una representación visual de los objetivos críticos de la cadena y las relaciones entre ellos que conducen al rendimiento organizacional de la cadena.

El BSC provee un marco de referencia para la organización de objetivos estratégicos desde cuatro perspectivas:

- Financiera: estrategia de crecimiento, rentabilidad y riesgo desde la perspectiva de los integrantes de la cadena.
- Cliente: la estrategia para la creación de valores y diferenciación desde la perspectiva del cliente.
- Procesos de negocio interno: las prioridades estratégicas de varios procesos de negocio para satisfacer al cliente y integrantes.
- Aprendizaje y crecimiento: prioridades para crear un clima que soporte cambios organizacionales, innovación y crecimiento.

En la figura siguiente, se muestra un ejemplo de cómo el Balance Scorecard une los objetivos estratégicos desde diferentes perspectivas conjuntas.

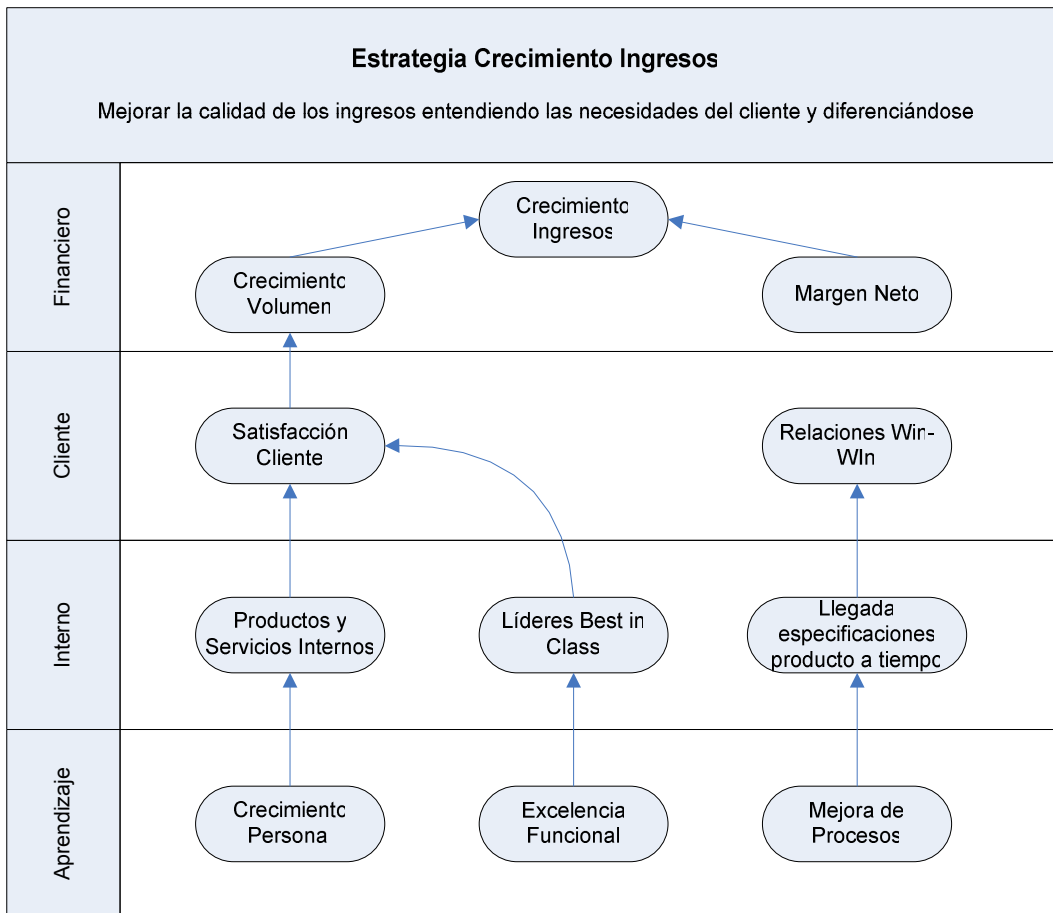


Figura 1.13. Mapa estratégico del crecimiento de ingresos.

El mapa estratégico ayuda a estructurar los objetivos estratégicos en una secuencia lógica, de modo que puede traducirse estos objetivos en operaciones, las cuales son más importantes pero complejas. Afortunadamente el modelo SCOR proveerá un marco de referencia y una serie de métricas que pueden ser usadas como punto de partida para la construcción de métricas y descomposición de objetivos estratégicos.

El modelo SCOR intenta describir las actividades de negocio, operaciones y tareas correspondientes a todos los niveles, para satisfacer la demanda del cliente. Además el buen conocimiento de la reingeniería de procesos de negocio y de las buenas prácticas, SCOR también define una serie de métricas que pueden usarse para evaluar los procesos de cada nivel de la jerarquía de procesos. Los atributos de rendimiento y las métricas son medidas en cinco categorías como son la flexibilidad de la cadena, fiabilidad, capacidad de respuesta, costes y gestión de activos.

Basándonos en el SCOR, pueden construirse métricas para cada objetivo estratégico, así conseguimos la descomposición estratégica en medidores de operaciones a diferentes niveles. En la figura, puede observarse la unión del mapa estratégico a las métricas. En la parte izquierda se produce la descomposición por objetivos, mientras que en la derecha las métricas SCOR proporcionan los fundamentos para trasladar los objetivos estratégicos a las operaciones de la Cadena de Suministro a diferentes niveles.

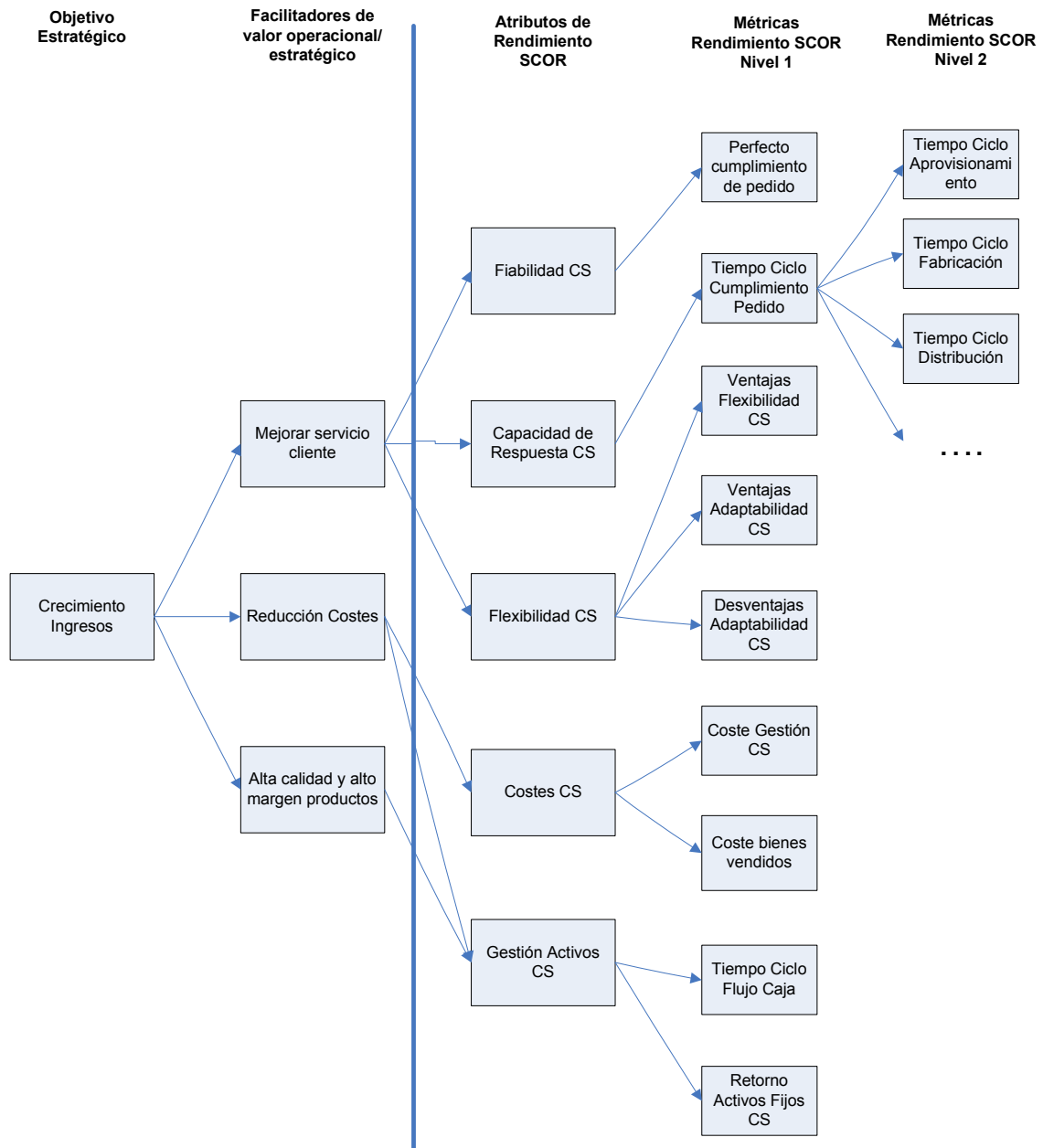


Figura 1.14. Unión mapa estratégico con las métricas de rendimiento.

### 1.7.3 Formulación del modelo matemático.

El mapa estratégico y las redes métricas ponen sólidos fundamentos más allá del proceso de toma de decisión, sin embargo, la unión entre estos mapas se hace de forma cualitativa, los cuales representan dependencias lógicas o causales. Así, el siguiente paso en esta interacción es extender el modelo inicial cualitativo a series de ecuaciones matemáticas interrelacionadas que especifiquen cómo los elementos están relacionados cuantitativamente.

Tal y como se desarrollan en los estudios de Perrone, Wieland, Liu et al. (2006), las relaciones cuantitativas no son fáciles de obtener en los mapas estratégicos y las uniones de redes métricas. Así, se diseña un mecanismo híbrido que utiliza AHP para el peso del mapa estratégico y las uniones para métricas de bajo nivel, mientras aplica sistemas dinámicos (SD) para redes métricas en la exploración de mecanismos operacionales en la Cadena de Suministro.

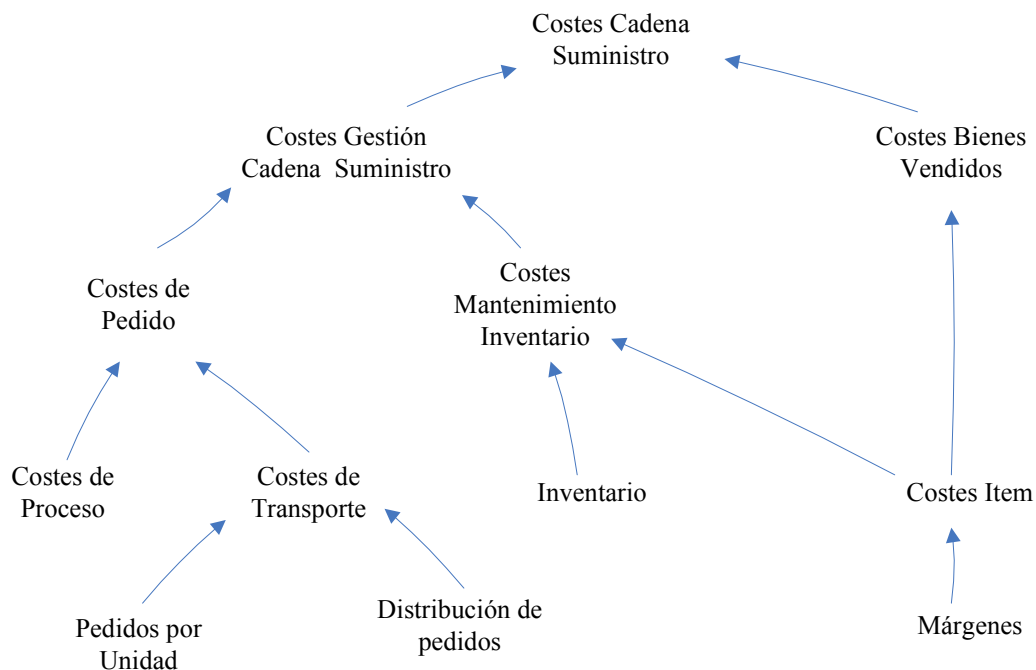


Figura 1.15. Redes métricas para Costes de la Cadena de Suministro.

### 1.7.4 Pesos de los objetivos estratégicos.

Se emplea el AHP para asignar pesos a cada uno de los elementos desde objetivos estratégicos hasta atributos de rendimiento de la Cadena de Suministro, acorde a la contribución de cada uno en los nodos del mapa. El AHP es comúnmente utilizado como herramienta de solución multicriterio en la toma de decisiones y en proveer un marco con situaciones multicriterio incluyendo tangibles e intangibles, y aspectos cuantitativos y cualitativos. Consiste en tres pasos principales:

- Descomponer el problema jerárquicamente en diferentes niveles.
- Usar una metodología de medición para establecer prioridades entre los elementos.
- Sintetizar los elementos prioritarios para establecer las decisiones finales.

El AHP ayuda a clasificar y tomar decisiones, los pesos pueden ser cambiados acorde a las diferentes compañías o industrias pertenecientes a la cadena, siendo un tipo de análisis de información flexible. Permite la flexibilidad para soportar la gestión de la toma de decisiones de los procesos de negocio y reducir los activos.

### **1.7.5 Cuantificación de las redes métricas.**

A nivel operacional, las métricas asociadas a los procesos de negocio pueden ser más fácilmente cuantificables, así se introducen sistemas dinámicos para cuantificar las redes métricas. Ayudados de sistemas dinámicos, los factores dinámicos y realimentaciones causales son permitidos a este nivel, pudiendo aumentar el nivel de detalle en la asignación de operaciones.

En general, la estructura de las métricas puede ser dividida en dos partes: las estructuras bien definidas y las estructuras mal definidas. En las estructuras bien definidas, las relaciones entre las métricas pueden ser directamente cuantificadas por ecuaciones matemáticas, las cuales incluyen ecuaciones algebraicas, ecuaciones diferenciales y ecuaciones lógicas.

Por otra parte aquellas que sólo pueden ser semicuantitativas o cualitativas para expresar las relaciones de estructuras definidas débilmente. Así, se aplican sistemas dinámicos para todas las redes métricas, diseñando un proceso para cuantificar las estructuras mal definidas. La siguiente figura ilustra la solución a este problema.



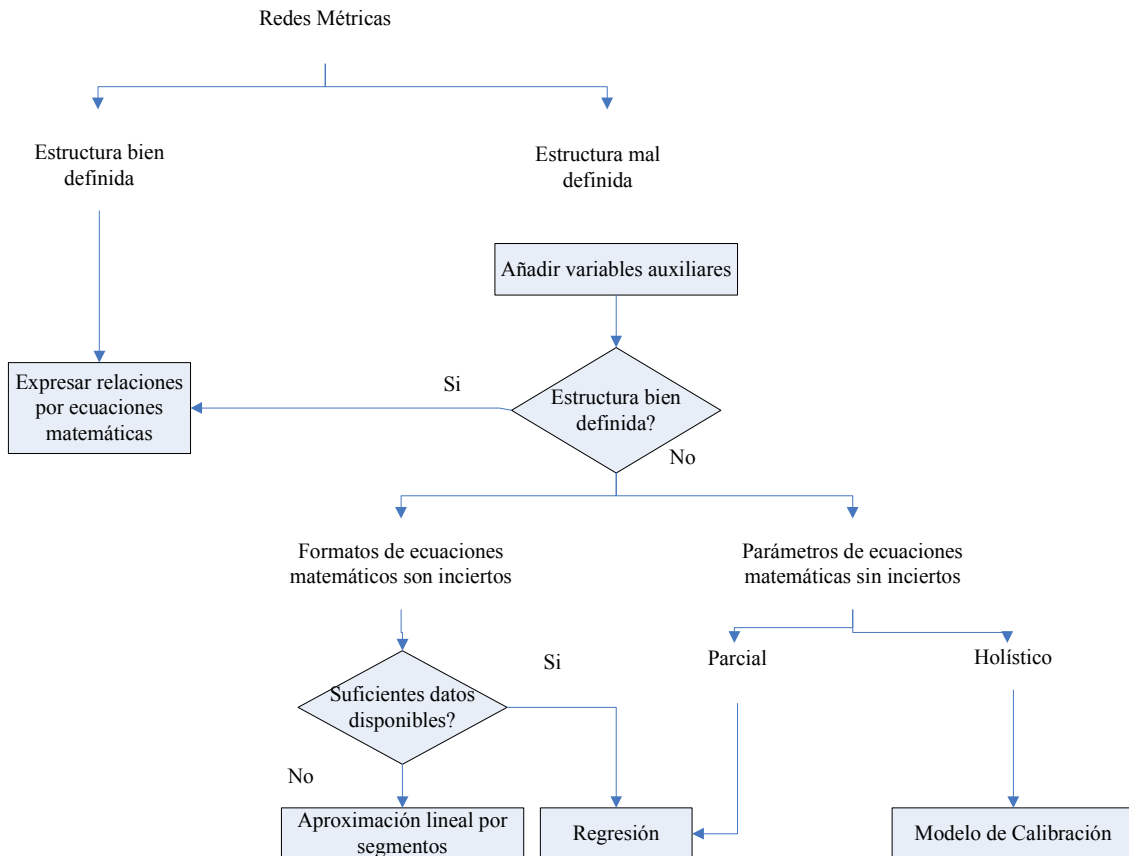


Figura 1.16. Proceso de cuantificación de redes métricas (Changrui Ren, Jin Dong et al, 2006).

## 1.8 Aproximación en el proyecto SCOR.

### 1.8.1 Introducción.

El modelo SCOR requiere de la puesta en conocimiento y de la estandarización en la CS para permitir la implantación del proyecto, de modo que la alta dirección lo promueva y extienda, transversal y verticalmente a los largo de la cadena. Si esto no sucediese, probablemente se fallará en la ejecución y en la obtención de la mejora deseada. El siguiente paso consiste en la formación de un equipo de trabajo que realice un análisis de la situación actual y una primera aproximación al modelo, evaluando las áreas críticas, y soportando el proyecto con mejoras tangibles.

La complejidad de la CS puede ser visualizada bajo tres cuestiones:

- ¿A qué nivel de rendimiento está operando la CS?
- ¿Se tiene buena estrategia (flujos de información y materiales) para soportar el nivel de rendimiento deseado?
- ¿Qué otros factores de rendimiento impactarán en la Cadena de Suministro? Incluyendo organizacionales, procesos, tecnología, en suma para el entendimiento de los factores personales tales como habilidad, conocimiento y habilidad.

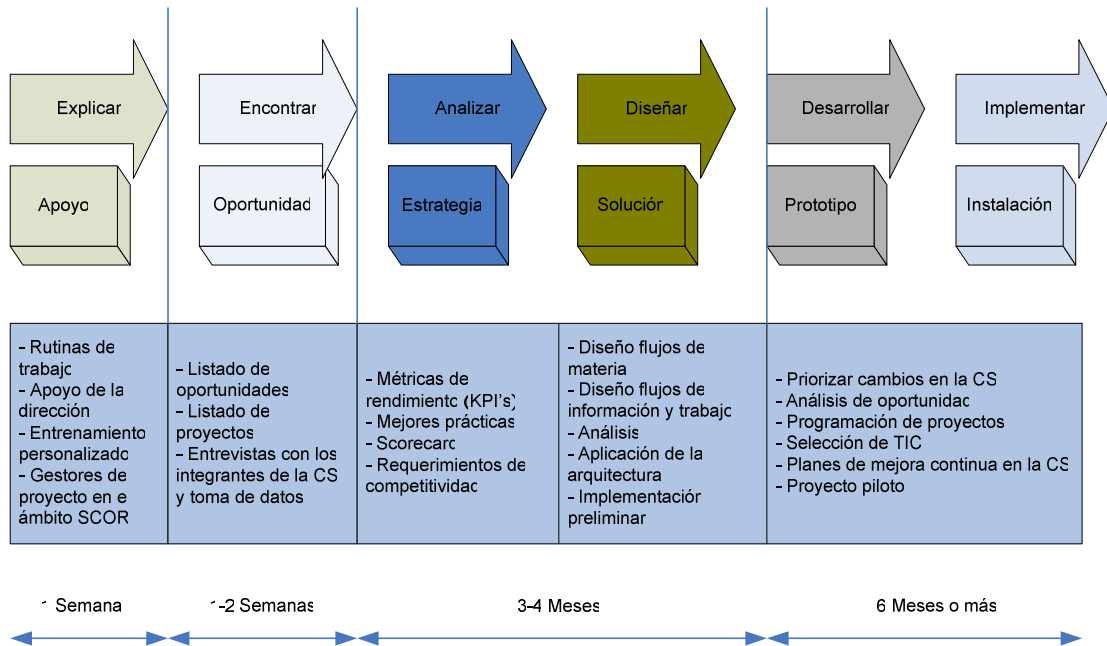


Figura 1.17. Fuente Pragmatek Consulting Group, 2000.

Archie Lockamy y Kevin McCormack (2004) a través de estudios y encuestas, recogieron una serie de preguntas que realizarse en la construcción de un modelo de rendimiento basándose en las áreas del SCOR (ver apéndice página 256, 32 cuestiones acerca de planificación, 15 sobre aprovisionamiento, 16 de fabricación y 31 de distribución). En cada una de las áreas del modelo SCOR se planteó “¿Cuáles son las prácticas más importantes en la planificación de la Gestión de la Cadena de Suministro en las áreas de Planificación, Aprovisionamiento, Fabricación y Distribución del modelo SCOR relacionadas con el rendimiento?”.

### 1.8.2 Indicadores y sistemas de indicadores.

Tal y como se ha visto, la medición y el control constituyen decisiones de la infraestructura de la estrategia de operaciones. La cuestión de la medición para la toma de decisiones hoy en día reviste un interés y una importancia crucial. La evaluación del funcionamiento de las compañías desde los puntos de vista operacionales que trascienden los aspectos únicamente financieros se está convirtiendo en una de las principales preocupaciones.

Consecuentemente, los indicadores son medidas de actuación de las empresas que utilizan para evaluar una eficiencia, eficacia y la calidad de las diferentes actividades que desarrollan. Los sistemas de indicadores [Metric 2003]\* están constituidos por conjuntos de indicadores para los cuales se han definido jerarquías y relaciones, y también una frecuencia de revisión.

\*Metric 2003 “SCOR Model Metric Interdependences v2.2”, SCOR Model 5.0, web site: HP-IT Business Process Modelling Group

Las operaciones han de ser eficientes y ahora cada vez más flexibles para soportar las actividades innovadoras, y rápidas para responder en tiempo real a los cambios de demanda y el entorno. Es precisamente a consecuencia de esta gran presión competitiva que la mayor parte de las compañías se ven obligadas a reducir todos los tiempos y ser más ágiles, a lanzar más rápidamente nuevos productos y propuestas al mercado.

Estas cadenas, primero lineales y cada vez más en forma de red, van desde las materias primas hasta los clientes, pasando por proveedores, fábricas y distribuidores y minoristas, se enfrentan unas con otras en tres principales áreas:

- El diseño de estas cadenas de suministro: la distribución de responsabilidades entre los diferentes protagonistas de la red (quien diseña e innova el producto, quien lo fabrica y ensambla, quien se encarga de el aprovisionamiento de los componentes o de la distribución del producto acabado, etc).
- La selección e integración de los diferentes partners de la Cadena de Suministro: la determinación e incorporación de los proveedores de productos (componentes, materia prima, etc.) y servicios (diseño, logística, fabricación, etc.) a la red diseñada.
- La gestión de estas redes: los modelos y procedimientos de coordinación de las diferentes funciones distribuidas en la Cadena de Suministro para que ésta trabaje en una única dirección hacia la optimización global de la misma.

En la extensa literatura concerniente a los factores clave de rendimiento se ha buscado definir los factores críticos y las medidas que constituyen las mejores operaciones (World-Class Operations, WCO). Dicha revisión concluida por un numeroso grupo de investigadores y expertos de diferentes sectores con diferentes requerimientos organizacionales para la implementación WCO, basándose en su experiencia, clasificó nueve categorías en las cuales dividir los factores:

- 1- Compromiso de gestión
- 2- Calidad
- 3- Servicio al cliente
- 4- Gestión de material y ventas
- 5- Avances tecnológicos
- 6- Facilidad de control
- 7- Flexibilidad
- 8- Líderes en precio y costes
- 9- Competitividad global

### **1.8.3 Fases en la metodología SCOR.**

Paul Harman (2003) desarrolla en su trabajo una guía a modo de metodología para la aproximación e implantación del modelo SCOR:

Fase 0.- Revisar la estrategia de la Cadena. Esto no es más que una fase de proyecto, como una decisión para considerar si la cadena existente puede ser mejorada. Una vez la decisión ha sido tomada, un equipo establecido, entrenado en la metodología SCOR si fuera necesario, comenzará a trabajar.

Fase 1.- Definir los procesos de la Cadena. El SCOR provee un vocabulario y un sistema de notación para definir la mayoría de los procesos que forman parte de las Cadenas de Suministro. En la primera fase, se emprende el actual análisis de los procesos existentes. Este esfuerzo incluye decisiones sobre el número y ámbito de los procesos de la cadena ha ser examinados.

Fase 2.- Determinar el rendimiento de la Cadena de Suministro. Una vez definidos los procesos de la cadena, puede usarse un histórico de datos para definir como es el rendimiento de la cadena. Esto pretende comparar el rendimiento de la propia cadena con las mejores prácticas para determinar la comparación de los procesos de la cadena con procesos similares de otras cadenas similares.

Fase 3.- Establecer la estrategia de la Cadena de Suministro, objetivos y prioridades. Una vez obtenida la información del rendimiento de la cadena y la información de las mejores prácticas, en la posición obtenida debe considerarse si la estrategia de la cadena es razonable y cómo podría mejorarse el rendimiento. Análogamente puede identificarse que cambios deberían llevarse a cabo y volver al establecimiento de prioridades para establecer mejoras.

Fase 4.- Rediseñar la Cadena de Suministro. El modelo SCOR provee un número de herramientas que ayudan en el rediseño de la cadena. Éstas identifican problemas, desventajas y sugieren las mejores prácticas usadas por cadenas superiores en rendimiento.

Fase 5.- Apoyo en el rediseño e implementación. Completado el diseño, debe implementarse el rediseño usando software y métodos de mejora del rendimiento. Entonces, implementada la nueva cadena y con la información recogida debe analizarse si se han conseguido los objetivos señalados y propuestos inicialmente.

### **1.8.4 Métodos de mejora de la competitividad y del rendimiento. La suma del SCOR al Lean Six Sigma.**

Pocos aspectos en una compañía deben ser tan importantes como conseguir y mantener la competitividad. Muchas empresas siguen tres pasos básicos para mantener y mejorar su posición competitiva:

1.- Definir la competitividad del negocio:

- ¿Cuales son tus expectativas de cliente?
- ¿Cómo es el rendimiento de tus competidores?

2.- Determinar las diferencias entre el rendimiento de tus competidores y el propio.

3.- Disminuir esas diferencias.

Según Dan Swartwood (2003) los métodos de mejora dominantes en uso hoy en día son el Lean Manufacturing, Six Sigma y el modelo SCOR (Modelo de Referencia de Operaciones para la Cadena de Suministro). Estos tres métodos pueden ayudar a una compañía a conseguir mejoras de negocio, pero ninguna de ellas puede ser usada sola para completar el ciclo de competitividad. La experiencia ha mostrado que el SCOR es un excelente preludio para un acercamiento al Lean Six Sigma para el desarrollo de proyectos.

El SCOR es un modelo diseñado para analizar una Cadena de Suministro e identificar oportunidades de mejora en el flujo de materiales e información. El SCOR define una Cadena de Suministro como “La integración de procesos de planificación, aprovisionamiento, fabricación, distribución y retorno, abarcando los proveedores de los proveedores y los clientes de los clientes, alineados con una estrategia de operaciones, y flujos de material, trabajo e información” (Stevens, 1989).

El modelo SCOR es implementado en fases, empezando en un nivel alto y progresivamente siguiendo una estrategia top-down hacia las actividades del flujo de materiales e información. Un proyecto SCOR empieza por identificación de una situación actual y un diseño de los flujos de trabajos, de la gestión de la cadena, y procede a aproximar la situación analizada inicial al ámbito del SCOR bajo el diseño de un equipo de trabajo. El equipo diseñado hará el trabajo de proyecto de 1 a 3 fases.

Fase 1: como se ha mencionado antes, se desarrollará una SCORcard, con el listado de competidores y recopilación de datos acerca de la competitividad de los mismos. Esta fase es crucial porque responde a la primera de dos preguntas “¿cómo es definida la competitividad del negocio?” y “cuales son las diferencias de rendimiento entre la empresa y sus competidores?”.

Fase 2: un detallado análisis del flujo de material identificará oportunidades de mejora que podrán ayudar a reducir esas diferencias de competitividad.

Fase 3: el flujo de material es seguido por el flujo de trabajo e información donde la eficiencia de las transacciones más trascendentes es evaluada. Las transacciones normalmente incluyen, por ejemplo, órdenes de compra, pedidos de venta, órdenes de trabajo y planificación de eventos.

El resultado final de completar las tres fases de un proyecto SCOR es un conjunto de medidas de proyecto que varíen desde el aspecto estratégico hasta el táctico durante un período prolongado inferior a un año, y a largo plazo de 2-5 años. Según estimaciones en los trabajos realizados por Dan Swartwood (2003), cuando la implantación es adecuada, un proyecto SCOR debería producir oportunidades iguales al 3% de las ventas.

Conclusión, usando el SCOR como preludeo del Lean Six Sigma se obtienen varias ventajas:

- SCOR alinea esfuerzos en la mejora de la Cadena de Suministro global, no individualmente con las organizaciones.
- SCOR provee un análisis comprensivo de la Cadena de Suministro, centrado en el cliente como objetivo final.
- SCOR apoya la selección de proyectos los cuales tendrán mayor impacto en la consecución de objetivos y mejoras estratégicas.

### **1.8.5 Críticas y debilidades del modelo SCOR.**

El principal objetivo del modelo SCOR es la mejora del alineamiento entre los mercados y la respuesta estratégica de la Cadena de Suministro, bajo la premisa de un mejor rendimiento. El problema en el pasado ha sido las diferentes métricas que fueron usadas en la medición del rendimiento en los distintos niveles (Samuel H. Huan et al., 2004). Es tratado por muchos autores en la literatura y por el propio Consejo de la CS, que la fortaleza del modelo SCOR es proveer un formato estándar que facilite la comunicación, erigiéndose como una herramienta de uso por la alta dirección en el diseño y re-configuración de la cadena para conseguir el rendimiento deseado.

Algunas de las debilidades del modelo SCOR pueden verse en la revisión y análisis del modelo SCOR tratadas por Samuel H. Huan, Sunil K. Sheoran y Ge Wang (2004). Entre algunas de las debilidades se cita la gestión del cambio en diferentes situaciones o entornos producidos tanto en la empresa como en el mercado. El principal factor de esta gestión de cambio es la aceleración del cambio de las tecnologías, principalmente es el ámbito de las tecnologías de la información. El rápido crecimiento de Internet entre los clientes requiere un fuerte cambio en la gestión de la estrategia, de este modo recomiendan que la gestión de cambio sea incluida como elemento en la categoría de proceso Planificación de la Cadena de Suministro (P1) del modelo SCOR.

La primera característica a ser añadida a la gestión de cambio es el análisis de mercado, entendiéndose por mercado a la estructura, condiciones y fuerzas para el cambio dadas en la industria, las cuales determinan el comportamiento de los clientes compradores. El desarrollo de relaciones estrechas con los clientes resulta hoy en día esencial para la consecución del éxito de la cadena, y éste pasa por el entendimiento de los comportamientos de compra del cliente y el diseño y mantenimiento de la cadena diseñada para la distribución de valor a los distintos segmentos de cliente. Este análisis es un elemento clave para las decisiones estratégicas futuras del modelo SCOR y debería recibir la atención necesaria.

La segunda característica a ser añadida es la integración para la sincronización. Para el éxito en mercados altamente dinámicos, las empresas deben constituirse y competir como Cadenas de Suministro y no como entidades individuales. Debe de identificarse el potencial de los integrantes y desarrollar modelos y capacidades organizacionales y tecnológicas que faciliten los flujos de bienes e información entre las organizaciones. El modelo SCOR debe esforzarse y centrarse por sincronizar estas alianzas dinámicas, las cuales requieren de un alto nivel de flexibilidad y agilidad en la estrategia del modelo.

La tercera de las características, concierne al uso de herramientas de modelado de redes para apoyar las decisiones de gestión del cambio. El empleo de estas herramientas de modelado, aplicando sofisticadas técnicas por ordenador de modelado, determina el impacto en los distintos escenarios de negocio en costes y operaciones, y la dinámica de la propia cadena. Usadas efectivamente, contribuyen significativamente a alcanzar mayor rentabilidad sobre todo en ambientes cambiantes y turbulentos de incertidumbre media-alta. Así resulta pertinente analizar y estudiar las compatibilidades que las distintas herramientas y tecnologías usadas por cada integrante particular presentan, de modo que se optimice y se añadan eficientemente en la integración de las características las herramientas de modelado de la red con el modelo SCOR.

Por otra parte, la optimización de la red usando métricas de rendimiento SCOR requiere de herramientas y técnicas para la generación de soluciones óptimas con respecto a una o varias funciones objetivos que satisfagan a la par ciertas restricciones, constituyendo la determinación de las funciones objetivo la tarea más importante. La gestión de la cadena desea optimizar el rendimiento, sin embargo, como se ha citado anteriormente, el SCOR provee un número finito de métricas de rendimiento. La cuestión planteada y plasmada por muchos autores y expertos (Ge Wang et al., 2004) es: “¿Pueden estas doce métricas ser usadas para cuantificar la medición del rendimiento de la Cadena de Suministro?”. Ésta se erige como una de las principales debilidades del modelo, apoyado sobre un número finito de métricas de rendimiento que pueden no bastar para medir el rendimiento global de una cadena en todos sus aspectos y procesos, y que presenta una dicotomía sustancial entre la rigidez de este conjunto de métricas finitas y estandarizadas con la propugnada y deseada flexibilidad de la cadena.

En esta línea, Jan Wondergem, miembro del Consejo de Cadena de Suministro Europa (2004), apunta que el modelo SCOR es flexible y configurable para necesidades específicas de una cadena, con los procesos que son usados para describirla en dependencia de otras, en una configuración de cadena o de red dentro de una rigidez proporcionada por un marco de indicadores o modelo de operaciones estándar. El modelo abarca todas interacciones de clientes, desde el pedido inicial hasta la factura, todas las transacciones de material físicas desde los proveedores de los proveedores hasta los clientes de los clientes, incluyendo campos de servicio logísticos y todas las interacciones de mercado, desde el entendimiento de demandas agregadas hasta el cumplimiento de cada orden.

El modelo SCOR se apoya principalmente en una serie de métricas de rendimiento basadas en las cinco categorías definidas:

1. Fiabilidad en el cumplimiento:
  - Rendimiento de entrega
  - Retraso de entrega
  - Ratio de cumplimiento
  - Perfecto cumplimiento de pedidos
  
2. Flexibilidad:
  - Flexibilidad de producción
  - Tiempo de respuesta de la CS
  
3. Velocidad y capacidad de respuesta:
  - Tiempo de cumplimiento de pedido
  
4. Coste:
  - Total coste gestión logística
  - Valor añadido de productividad
  - Garantía de coste y devolución de coste.
  - Coste de los bienes vendidos
  
5. Activos:
  - Tiempo de ciclo de flujo de caja
  - Días de inventario en la cadena
  - Turnos de trabajo

Bengt Jensfelt (2007) señala en sus trabajos que el modelo SCOR, asume unas determinadas métricas y objetivos para los procesos de la Cadena de Suministro antes de ser definidos los procesos existentes. El SCOR puede emplearse para cadenas nuevas que están siendo creadas, o para cadenas que ya están definidas y que necesitan de un sistema de medición del rendimiento.

Fuera de estas métricas y de los procesos generales definidos para una amplia mayoría de Cadenas de Suministro, el modelo presenta deficiencias en la definición en la evolución del rendimiento, cuyos parámetros no estén definidos o cuya definición incluya carácter cualitativo y no estrictamente cuantitativo. El aspecto cualitativo, característico de los sistemas de decisión multicriterio tales como el AHP y ANP, se pierde según se avanza en la línea de evolución de estos sistemas de toma de decisión y de análisis estratégico.

SCOR es diseñado para apoyar a las compañías en la comunicación, comparar y desarrollar nuevas o mejorar prácticas en la Cadena de Suministro desde compañías dentro y fuera de los segmentos de la cadena. Los componentes clave son:



- Descripciones estándar de los elementos de procesos que hacen más compleja la gestión de procesos.
- Las métricas de las mejores prácticas o Benchmarking, usadas para comparar rendimientos de los procesos objetivos sirviendo como puntos de referencia externos.
- Descripción de la gestión de las mejores prácticas.

Tal y como se desprende de la revisión y del análisis realizado, el modelo SCOR es una herramienta de modelado usada para crear modelos estáticos de procesos de negocio incluidos de forma análoga a los flujos de diagramas como IDEF0, DFD, etc., pero carece de una representación dinámica de la Cadena de Suministro que permita estudiar su rendimiento y los procesos de la cadena bajo un significado o perspectiva de dinamicidad. Ha de encaminarse hacia aspectos de sistemas de comportamiento y sistemas de planificación avanzados de modo que puedan mejorarse las respuestas de la demanda y realizar simulaciones que permitan a priori observar e identificar los puntos clave de mejora y su relación causa-efecto.

## **1.9 Avances y líneas futuras de investigación.**

### **1.9.1 El e-SCOR: la herramienta de simulación basada en el SCOR.**

Las Cadenas de Suministro son grandes sistemas consistentes en muchas entidades interaccionado en complejas situaciones (Hoek, 1998). El modelado y simulación apoya el análisis de complejos sistemas, pero como los modelos aumentan en tamaño y realismo, o cuando es necesario localizar los componentes del modelo geográficamente, es necesaria la habilidad de distribución. El Consejo de Cadena de Suministro ha establecido una forma estándar para examinar y analizar Cadenas de Suministro con el Modelo de Operaciones de Referencia de la Cadena de Suministro o modelo SCOR. El modelo SCOR provee una forma estándar de considerar una Cadena de Suministro, un conjunto de variables manipulables y un conjunto de métricas aceptadas para el entendimiento del comportamiento dinámico de las Cadenas de Suministro.

El hecho que el modelo SCOR esta siendo un estándar que ha ganado una considerable popularidad con sus practicantes, hace esperar que las simulaciones basadas en SCOR deberían tener un dominio de ventajas de aplicación cuando se modele la cadena usando nomenclaturas predefinidas del SCOR, si estos sistemas de simulación se proveyeran como un estándar de las métricas de rendimiento del SCOR que hayan sido definidas, desarrolladas y entendidas por la industria. Estos aspectos ofrecen significativas ventajas de comunicación, por ejemplo usando definiciones acordadas con el SCOR se evitan mal interpretaciones de términos cuando se discuten o explican resultados, los cuales permiten la construcción de modelos de forma más rápida y más efectiva.

Otra importante ventaja de la herramienta de simulación basada en SCOR es la capacidad de predefinir librerías de objetos, las cuales son de dominio específico y permite su modelado a cualquier usuario, y poder así caracterizar una amplia gama de

cadena. Además, permite rápidas construcciones de modelo tal como el analista sea capaz de configurar los objetos y diseñar la cadena. Si el SCOR puede proporcionar una arquitectura, cabe esperar que los sistemas basados en SCOR sean más fáciles de aprender y desarrollarse en tiempos significativamente reducidos.

El e-SCOR es un modelo de procesos orientado a objetos desarrollado en un entorno basado en el modelo SCOR, del mismo modo en que se basan sus entornos de simulación. Esto permite añadir al ya modelo SCOR las habilidades de simulación discreta de eventos, permitiendo a las aplicaciones con e-SCOR demostrar como las empresas son modeladas y analizadas para determinar la validez de alternativas y los modelos virtuales de negocio.

La aplicación permite considerar varios fabricantes, así como varios canales de ventas y distribución, considerar distribuidores desde mayoristas hasta minoristas y varios consumidores finales. Este escenario de simulación, permite visualizar los resultados de nuevos canales, de efectos tales como la erosión de ventas desde minoristas, permitiendo al fabricante examinar el impacto introducido de nuevos canales o productos. Cuestiones concernientes al impacto de los ingresos, niveles de inventario y gestión de demanda puede ser contestada a priori para la implementación de la planificación.

El modelo SCOR provee una estructura de procesos necesaria para entender estos sistemas, y junto con la simulación en el e-SCOR permite examinar alternativas de modelos de negocio a priori de la implementación. Así, el análisis de las estrategias es necesariamente complejo. La naturaleza de una multicompañía configurada en redes presenta cambios en términos del ámbito y nivel de detalle en los cuales la estrategia de la cadena debe ser analizada. Estos requerimientos incluyen la necesidad de predecir el impacto potencial de la estrategia antes de ser implementada, así como también comparar y diagnosticar estrategias de rendimiento.

En muchos casos los sistemas de simulación que son usados definen su propia visión del entorno, de este modo el usuario es requerido para trasladar las características de Cadena de Suministro reales al lenguaje y a conceptos definidos por los sistemas de simulación. Recientemente un número de sistemas de simulación han emergido utilizando el modelo de referencia SCOR como una forma para estandarizar los modelos definidos. Ofrece también ventajas para el desarrollo tanto desde los modelos que deberían ser rápidos de construir y fáciles de usar, hasta los más complejos de predefinir.

### **1.9.2 El e-SCOR. Modelado y simulación para la gestión estratégica de la Cadena de Suministro.**

El e-SCOR conduce a decisiones estratégicas para la evaluación y comparación de las alternativas diseñadas y de gestión de la Cadena de Suministro. Con el e-SCOR se maximiza la flexibilidad y minimiza los riesgos.

El e-SCOR ayuda a identificar y resolver aspectos clave tales como:

- Gestionar el nivel de servicio.
- Construcción de casos de negocio.
- Colaboración con los partners.
- Analizar las estrategias e-business.
- Evaluación de los efectos de planificación.

Ayuda a la toma de decisiones estratégicas de la cadena en tiempo real y chequea nuevas estrategias de la cadena antes de hacer negocios con ellas. Puede simular varias configuraciones, testear la robustez de la Cadena de Suministro e identificar los niveles de servicio requeridos por los integrantes de la cadena. Puede ayudar a identificar debilidades y áreas de mejora en la cadena, ahorrando tiempo y dinero. Así mismo, es flexible y es ideal para análisis de sensibilidad ([www.gensym.com](http://www.gensym.com)).

El e-SCOR apoya en la efectividad del diseño y testeado de la Cadena de Suministro antes de ser implementada, pudiendo:

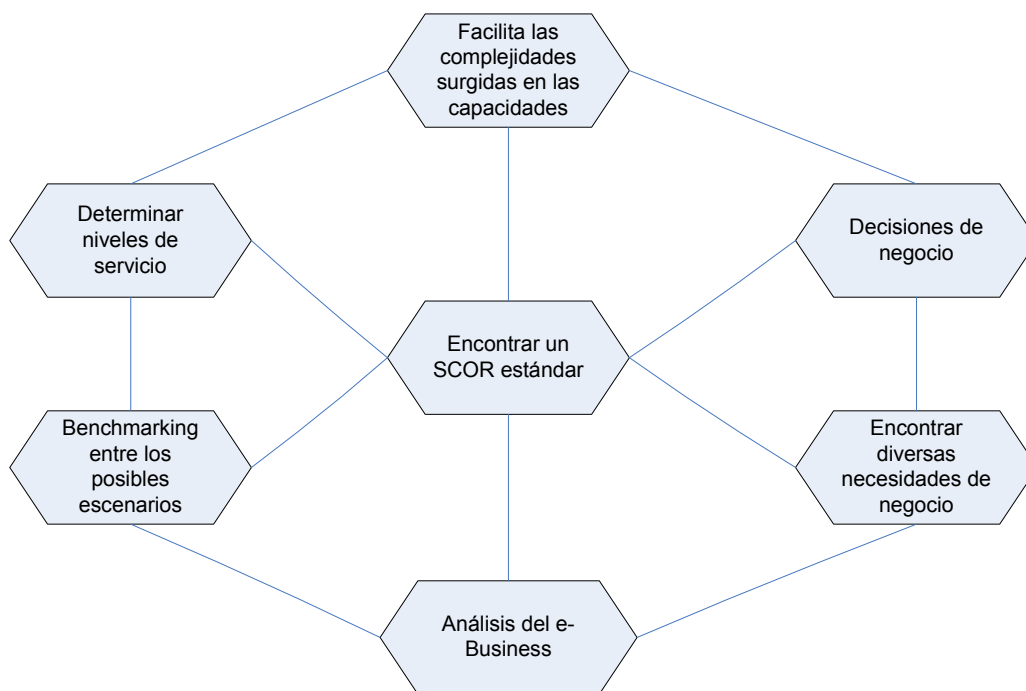


Figura 1.18. Fuente de elaboración propia.

El e-SCOR puede contestar a las siguientes cuestiones críticas de negocio:

- ¿Se tiene una correcta configuración de Cadena de Suministro que soporte los flujos dinámicos de información del e-business?
- ¿Cómo puede reducirse el inventario y el coste asociado?
- ¿Qué riesgos hay asociados a los eventos imprevistos?
- ¿Cómo hacer balances de flexibilidad, niveles de servicio y costes?

El software de la Cadena de Suministro de Gensym ha proporcionado resultados medibles para diversos grupos de empresas, reportando ahorros estimados en cientos de millones de dólares (Barnett M. y Millar C., 2000).

### 1.9.3 Fortalezas y debilidades del e-SCOR.

Las herramientas de simulación de propósito general tienen unas especificaciones cualitativas que las herramientas basadas en SCOR no tienen (Albores, Love et al, 2005). Las herramientas de propósito general tienen mayor flexibilidad que las basadas en SCOR debido que se ha de forzar a los procesos a encajar en las definiciones SCOR.

Witness es una de las herramientas de simulación de propósito general más usadas (Lanner, 2006). iGrafx es reconocido como uno de los líderes de industria en el área de modelado de procesos de negocio (Gartner, 2006), mientras e-SCOR (Gensym) es un simulador de Cadena de Suministro basado en SCOR para crear sistemas de simulación multinivel donde los elementos del modelo (u objetos) corresponden a los de SCOR.

Construcción del modelo y estructura:

- Estructura del modelo: lotes de material, pedidos, facturas, flujo de materiales e información predefinidos a través de los elementos de SCOR.
- Lógica programable: puede ser más personalizado usando el lenguaje de programación G2 el cual es una plataforma fundamental en la cual construirlo.
- Unión de sistemas externos: puede interactuar con software externo principalmente programas de hojas de cálculo, además puede enlazar bases de datos externas y también unir varios interfaces de aplicación de programación.
- Limitaciones: el usuario ha de estar familiarizado con el modelo SCOR para poder configurar el modelo y conseguir el comportamiento deseado, sin embargo una vez aprendido la construcción del modelo es más rápida.

Flujo de material y procesos. Esta área trata de analizar cómo el material es tratado en la simulación, que nivel de detalle y que limitaciones tiene el sistema.

- Funcionalidad: los objetos e-SCOR se equiparan a las definiciones SCOR para los niveles del 1 al 3 tanto para los flujos de materiales como de información. El modelo es definido por diálogos de configuración de cada objeto predefinido y las opciones pueden estar en diferentes niveles.
- Limitaciones: el usuario no puede especificar la capacidad de los transportistas, sólo el tiempo y el coste. Son definidos todos los niveles del modelo, la simulación alcanza hasta el mayor nivel de detalle (equivalente al nivel 4 de SCOR-Implementación) no es eficiente para niveles altos o niveles primitivos de modelos.

Reglas de Proceso de Negocio. Esta sección trata la habilidad de los sistemas para modelar los flujos de información, las decisiones clave, estados financieros y reglas de negocio.

- **Funcionalidad:** el e-SCOR tiene definidas todas las actividades propias del SCOR (planificación, aprovisionamiento, fabricación, distribución) excepto retorno. Todos los procesos de negocio son predefinidos y pueden ser configurados para reflejar las circunstancias actuales. Las actividades incluyen procesos de negocio que a menudo no están contemplados en los simuladores como selección de proveedores e ingeniería de diseño como parte de pedido bajo diseño). La implementación no es tan detallada a nivel de detalle de máquinas individuales, camiones, operarios, etc.
- **Limitaciones:** algunas características son definidas y pueden ser seleccionadas por el usuario. Uno de los principales elementos del modelo SCOR, planificación de la Cadena de Suministro no esta implementada como estándar aunque Gensym ofrece un servicio de consultoría.

Modelo financiero. Este aspecto es de particular importancia en el desarrollo de la simulación empresarial (Love and Barton, 1996).

- **Funcionalidad:** el e-SCOR tiene métricas estándar de SCOR, modelos de flujo de circulante y algunas transacciones financieras (facturas, pagos, etc) como estándar. Hay modelos de costes sofisticados de todas las actividades y recursos, por ejemplo tarifas de fletes logísticos importados de varios operadores logísticos.
- **Limitaciones:** es de largo el más avanzado en esta categoría aunque muchas métricas están basadas en desarrollo de modelos de costes.

Verificación y validación.

- **Funcionalidad:** limitada animación de flujos de pedidos, materiales e información pero no de recursos. Tiene buena visualización de las métricas por el usuario.
- **Limitaciones:** no tiene animaciones y simulaciones de recursos tales como maquinaria, medios de transporte o personal, ni indicadores de recursos. Así mismo tiene dificultad en la interpretación de los mensajes de error generados.

Informes y salidas.

- **Funcionalidad:** tiene informes predefinidos los cuales pueden ser confeccionados por el usuario. Los resultados son exportados a hojas de cálculo durante y al final de la simulación.
- **Limitaciones:** el usuario tiene que configurar los informes para contener las métricas requeridas.

En resumen, algunas de las ventajas del e-SCOR sobre otros simuladores para Cadenas de Suministro es que está basado en el modelo SCOR, el cual provee los beneficios de usar procesos estandarizados y métricas que pueden ser fácilmente comunicables. Permite además la creación de modelos de Cadena de Suministro con considerable inclusión de sistemas métricos pero delimitados operacionalmente, y también, que una parte de la cadena pueda ser modelada con mucho más nivel de detalle que el resto del sistema. De este modo puede representar qué impacto tendría en la cadena, los cambios detallados llevados a cabo por parte de una empresa.

Permite el análisis de flujos de información a través de la Cadena de Suministro con P1 (planificación de la Cadena de Suministro), el cual permite una evaluación de la previsión y demanda, y diferentes horizontes de planificación.

Una importante ventaja del e-SCOR es el interfaz de usuario y la librería de objetos los cuales hacen más fácil y rápido el uso. A pesar de los beneficios explicados anteriormente, hay un conjunto de limitaciones. Una de las principales dificultades es la compleja configuración del SCOR, así es fácil omitir algo del modelo con lo que se produce un modelo erróneo. El e-SCOR simplifica y generaliza amplias estrategias y conceptos que requieren un estudio más profundo. Pueden simularse las operaciones deseadas para llevar a cabo la estrategia mediante la configuración de las distintas opciones disponibles. Requiere un alto entendimiento de los conceptos a implementar y tener constancia de sus limitaciones

La actual versión del sistema no permite recursos para ser definidos en logística aunque es uno de los aspectos que se consideran fundamentales a tratar en la siguiente versión que permitirá esta capacidad. El e-SCOR podría ser usado para complicadas redes de suministro.

#### **1.9.4 El simulador G2 e-SCOR.**

Gensym Corporation (Nasdaq: GNSM), líder en la adaptación de productos de software de modelado, simulación y gestión de infraestructura e-business, dispone de software para el modelado y la simulación de complejos entornos de la Cadena de Suministro, el e-SCOR versión 2.0. Esta versión de e-SCOR ofrece a los clientes los beneficios de la mejora de la facilidad de uso, el análisis de hipótesis y una mayor inclusión de la más reciente industria, los procesos y los indicadores, proporcionando un ahorro en la estrategia de la CS cifrado en varios cientos de millones.

El e-SCOR 2.0 está destinado a los gestores de la Cadena de Suministro, jefes de operaciones, directores de logística y de negocios que necesitan los análisis de datos organizados y hechos en los que basar la toma de decisiones. Está diseñado para ayudar a las Cadenas de Suministro a modelar cadenas de valor de negocios y escenarios, probando la eficacia de la CS y estableciendo los niveles de servicio requeridos e identificar posibles deficiencias y aspectos a mejorar en su e-infraestructura. El objetivo final consiste en potenciar la fortaleza y la flexibilidad de CS y reducir al mínimo los riesgos de las decisiones de misión crítica.

El G2 e-SCOR modela y simula configuraciones de la Cadena de Suministro y estrategias, a fin de que los analistas puedan probar alternativas antes de apostar en los negocios. Apoya más de 40 métricas SCOR, como los niveles de inventario, cálculos de nivel de activos, los tiempos de respuesta de cumplimiento de pedidos, y los costos de operación, además de más 1000 métricas adicionales, para garantizar que los usuarios pueden analizar las Cadenas de Suministro en la profundidad y complejidad necesaria.

El G2 e-SCOR, permite:

- Construir modelos realistas de CS rápidamente, abarcando procesos SCOR detallados a través de los procesos de una organización, proveedores y socios.
- Calcular automáticamente métricas estándar para medir el rendimiento y evaluar los niveles de servicio requeridos para óptima toma de decisiones.
- Simular diferentes configuraciones para poner a prueba la fortaleza de una Cadena de Suministro, evaluando los posibles puntos débiles y determinando las áreas de mejora.
- Realiza análisis antes de invertir cualquier tiempo, dinero o recursos en una arriesgada o deficiente estrategia de la Cadena de Suministro.
- Tiene una plataforma para el despliegue de modelos y normas para automatizar las decisiones que se adopten en la cadena.

### **1.9.5 De la Cadena de Suministro a la Cadena de Valor, del SCOR al VCOR.**

VCOR (Value Chain Operational Reference Model) – El Modelo de referencia operacional para la Cadena de Valor, creado por el Grupo de Cadena de Valor, Value Chain Group – VCG. Durante 2003 y 2004 un grupo de expertos en procesos de negocios, Cadenas de valor y Suministro, así como importantes empresas de tecnología de información, académicos y empresas de consultoría, los cuales realizaron una serie de reuniones que culminaron con el desarrollo de un modelo para la Cadena de Valor, Value Chain Operations Reference (VCOR™) y en 2005 se forma el grupo de Cadena de Valor y sale la primera versión del modelo.

VCOR abarca todos los procesos de Cadenas de Valor para balancear eficientemente el suministro y la demanda, facilitando a las empresas desarrollar un análisis real de su estatus y desarrollar planes estratégicos de mejora que disminuyan la presión que hoy están recibiendo los ejecutivos de las compañías por ejecutar procesos que puedan atraer al consumidor a la compra, a la vez que generen rentabilidad a la cadena en un marco de fuerte competencia global.

Con VCOR puede examinarse y configurarse tres dimensiones de procesos, con una visión coherente entre lo estratégico, lo táctico y lo operacional ayudando a definir y configurar la verdadera integración horizontal y vertical de la cadena a la vez que puede alinear el suministro a las demandas para generar Valor a todos sus integrantes.

### 1.10 Resumen

Como se ha podido apreciar durante el transcurso de este capítulo, se ha intentado realizar una retrospectiva en la evolución de métodos y herramientas con el objeto de caracterizar el proceso de la toma de decisiones, para posteriormente finalizar con la vinculación de los objetivos estratégicos y la unión con los indicadores clave de rendimiento (KPI's) en la gestión del rendimiento.

Se ha realizado una revisión de métodos y modelos destinados a la toma de decisiones y a la medición del rendimiento. Partiendo de los modelos de Decisión Multicriterio Discreta, se ha proseguido cronológicamente con los modelos AHP y ANP, métodos especialmente destinados a la toma de decisiones incluyendo parámetros cualitativos y cuantitativos. Bajo la premisa de que no puede gestionarse aquello que no se puede medir, se requiere de la necesidad de establecer indicadores para la gestión en la toma de decisiones, de modo que se relacione las decisiones estratégicas con el nivel de rendimiento operacional, de este modo surgen los Sistemas de Medición del Rendimiento como el Balanced Scorecard. Dentro de los sistemas de medición del rendimiento, se ha prestado especial atención al Modelo de Referencia de Operaciones para la Cadena de Suministro, SCOR, dado que dicha herramienta es la analizada y aplicada en esta Tesis.

Por último, se ha creído oportuno esbozar algunas líneas de investigación futuras en el desarrollo del SCOR, a fin de completar y mejorar las bondades que presenta el modelo, y aumentar el espectro de posibilidades de aplicación. Entre ellas destaca la simulación con el SCOR para la medición del rendimiento.



## **CAPÍTULO 2**

### **2 PROBLEMÁTICA DE LA GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO: LA MEDICIÓN DEL RENDIMIENTO**



<b>2.1</b>	<b>Análisis del sector del automóvil</b>	<b>69</b>
2.1.1	Introducción	69
2.1.2	Descripción del sector del automóvil	70
2.1.2.1	Problemática del sector	70
2.1.2.2	Descripción del sector automovilístico español	71
2.1.3	Factores incidentes en el desarrollo de la planificación y la producción	72
2.1.3.1	Incertidumbre	72
2.1.3.2	Internet	72
<b>2.2</b>	<b>Descripción y comportamiento de la Cadena de Suministro</b>	<b>73</b>
2.2.1	Definición e introducción a la Cadena de Suministro	73
2.2.2	Gestión de la Cadena de Suministro	75
2.2.2.1	Definición e introducción a la GCS	75
2.2.2.2	Paradigma y estrategias competitivas	75
2.2.2.3	Fases en la integración de la Cadena de Suministro	76
2.2.3	Proveedores	77
2.2.3.1	Introducción a la evaluación de las relaciones cliente-proveedor	77
2.2.3.2	Clasificación de los proveedores	77
2.2.3.1.1	Clasificación según su nivel en la CS	77
2.2.3.1.2	Clasificación según su parcelas de gestión cubiertas	78
2.2.3.1.3	Clasificación según tipo de entrega de producto	80
2.2.3.2	Características de la industria de aprovisionamiento	80
2.2.4	Tecnologías de la información y comunicación en el contexto de la Cadena de Suministro	81
2.2.4.1	La introducción de las TIC	81
2.2.4.2	Análisis de las tecnologías de la información y comunicación	82
2.2.4.2.1	Introducción	82
2.2.4.2.2	Sistemas ERP	83
2.2.4.2.3	Planificación y programación avanzada (APS)	83
2.2.4.2.4	El e-Commerce	83
2.2.4.2.5	El e-Business	84
2.2.4.3	Cadena electrónica de aprovisionamiento (e-GCS)	84

<b>2.2.5</b>	<b>Futuro de la Cadena de Suministro</b>	<b>85</b>
<b>2.2.5.1</b>	<b>La Cadena de Suministro dentro del nuevo marco de referencia</b>	<b>85</b>
<b>2.2.5.2</b>	<b>Nuevas relaciones entre clientes y proveedores</b>	<b>86</b>
<b>2.2.5.3</b>	<b>Interoperabilidad en la Cadena de Suministro</b>	<b>87</b>
<b>2.2.5.4</b>	<b>Las tecnologías de la información y comunicación en la CS</b>	<b>88</b>
<b>2.3</b>	<b>Sistemas de Medición del Rendimiento en la Gestión de la Cadena de Suministro</b>	<b>89</b>
<b>2.3.1</b>	<b>Introducción</b>	<b>89</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Problemas de la Gestión de la Cadena de Suministro</b>	<b>89</b>
<b>2.3.3</b>	<b>Gestión del rendimiento y Sistemas de Medición del Rendimiento (SMR)</b>	<b>90</b>
<b>2.3.3.1</b>	<b>Necesidad de los sistemas de rendimiento en la Gestión de la Cadena de Suministro</b>	<b>90</b>
<b>2.3.3.2</b>	<b>Evolución de la medición-gestión del rendimiento en el ámbito de la Cadena de Suministro</b>	<b>91</b>
<b>2.3.3.3</b>	<b>Elementos relevantes en la Gestión del Rendimiento de la Cadena de Suministro.</b>	<b>95</b>
<b>2.3.3.3.1</b>	<b>Medidas uni-dimensionales y multi-dimensionales</b>	<b>96</b>
<b>2.3.3.3.2</b>	<b>Dinamicidad y flexibilidad de la CS</b>	<b>96</b>
<b>2.3.3.3.3</b>	<b>Visión global de la CS</b>	<b>97</b>
<b>2.3.3.3.4</b>	<b>Amplitud de la CS</b>	<b>97</b>
<b>2.3.3.3.5</b>	<b>Gestión interna e implicación de los sistemas de información</b>	<b>98</b>
<b>2.3.3.4</b>	<b>Características de los Sistemas de Medición del Rendimiento</b>	<b>98</b>

## 2.1 Análisis del sector del automóvil

### 2.1.1 Introducción

El proceso de producción de un automóvil no es de por sí una tarea fácil de realizar. Muchos son los problemas que se presentan en la fase de construcción, ya no sólo por la complejidad del propio producto, sino también por la gran cantidad de fabricantes y proveedores que forman parte del proyecto, y la consecuente, a veces difícil, integración de los miembros, sobre todo con el surgimiento de esta forma estructurada de trabajar denominada Cadena de Suministro.

A los ya añadidos problemas o barreras que puedan presentarse en cualquier intra-empresa, cabe añadir los que supone las relaciones inter-empresas: la disparidad de objetivos, de culturas organizativas, de sistemas de comunicación horizontales, la deslocalización geográfica, la conjunción sincronizada de los recursos y esfuerzos individuales para conseguir un todo común, los cambios del entorno, etc. Los problemas dejan de ser exclusivamente económicos referidos al bajo coste o calidad, y se expanden a otras áreas de distribución, logística, estratégicas, servicio de tiempo de entrega y problemática en la adaptación de las estructuras presentes a las innovaciones progresivas. Si a todo ello, sumamos los aspectos coyunturales creciente derivados de un nuevo orden económico y empresarial, de cambio de tendencia, desplazamiento de producción y países emergentes, se acaba por configurar un mapa de relaciones competitivo y enormemente complejo de definir, y en donde el número de barreras presentes en el sector se multiplica considerablemente.

Para asegurar la permanencia en el sector respecto a todos estos cambios, son 3 las directrices que siguen las empresas para mantenerse con cierta solvencia al dinamismo cambiante, a las barreras propias del sector y a la competitividad de las empresas:

- Integrarse en la cadena de valor, a través de expandir sus líneas para suministrar módulos en vez de componentes.
- Sobresalir dentro del “comodity” seleccionado lo que asegura incentivos por nuevos contratos y mayores volúmenes.
- Encontrar el “nicho” adecuado, al nivel tecnológico y de innovación necesario, reteniendo la propiedad intelectual adecuada que le otorgue una posición envidiable.

Como ejemplo, una Cadena de Suministro típica del sector del automóvil está formada por miles de compañías relacionadas con el suministro de materias primas, la producción de piezas, el submontaje, el montaje final y la distribución. Como ejemplo, la Cadena de Suministro de Hyundai (el primer fabricante de automóviles de Corea) tiene, aproximadamente, 400 proveedores de primer rango, 2500 proveedores de segundo rango y un número desconocido de tercer rango.

## 2.1.2 Descripción del sector del automóvil

### 2.1.2.1 Problemática del sector

La industria europea del automóvil ha reducido sus contratos con proveedores a núcleos de tres o cuatrocientos proveedores, basándose en parte en una reorganización de la filosofía de comprar que dejó de ser una sección del departamento de Producción para convertirse en un propio departamento (Cusumano y Takeishi, 2000). Ha pasado de contratos de duración corta a la colaboración conjunta y fidedigna para acelerar los ritmos de trabajo con el fin de enfrentarse a la competencia global.

Esta relación proveedor-cliente ha permitido la introducción en menor tiempo de nuevos modelos de coches y con menores costes, creando unos vínculos de interdependencia entre proveedor-cliente. Las empresas industriales están descubriendo progresivamente que deben comprometerse con sus proveedores como si fueran socios si quieren alcanzar sus objetivos estratégicos. La aportación del proveedor constituye un nuevo activo, pudiendo tratarse en algunas empresas de competencia básica que les aporte una ventaja competitiva destacable.

Como cita Francisco Lario Cruz (2002) en su libro\*, uno de los problemas más comunes de la industria del automóvil es la combinación simultánea de un requerimiento de producción de gran volumen, con una gran variedad de opciones que forman lotes pequeños de fabricación bajo pedido. Aunque todos los fabricantes de automóviles deben desarrollar programas de producción, es difícil gestionar los objetivos conflictivos de incrementar la variedad de productos, reduciendo los tiempos de entrega y reducción de costes. Para construir coches bajo pedido, los fabricantes tienen que ser capaces de construir piezas bajo pedido a partir de materiales y componentes que siempre están disponibles.

El contrapunto a la fabricación bajo pedido tiene por resultante un exceso de capacidad. Estos suponen incrementos que se absorben a medio y largo plazo pero cuando la economía de escala tiene un exceso se puede alterar el equilibrio entre la demanda y la oferta.

El objetivo es reducir inventario a lo largo de toda la cadena –desde el proveedor de tornillos en China hasta la planta de fabricación–, mientras se mantiene, o inclusive se mejora el nivel de servicio al cliente, que es quien finalmente sufragará los gastos. Otro de los problemas al que se enfrentan las empresas para llevar a cabo esta tarea es la distorsión en la información de la demanda, ya que en cada nivel de la cadena se producen errores que afectan al siguiente, denominado efecto Bullwip.

\*“Relaciones entre Fabricantes y Proveedores en el Sector del Automóvil. Gestión de la Cadena de Valor, ERP y e-Commerce, la GCS en el contexto de integración empresarial” Cuadernos de Gestión, Volumen 3 (2002) CIGIP UPV

El sector del automóvil se caracteriza por la existencia de las economías de escala, es decir, es necesario alcanzar un elevado nivel de producción para amortizar los costes. Esta necesidad de servirse de las economías de escala provoca en el mercado fusiones y adquisiciones, como forma de entrada más adecuada, ya que permite adquirir el tamaño y los activos específicos necesarios para poder atender el mayor número de mercados en un periodo de tiempo limitado.

Por otra parte la utilización de un sistema de producción por módulos, con procesos productivos fuertemente estandarizados, ante una fuerte reducción de los costes de transporte y de transacción (barreras comerciales) explica que se creen plantas ensambladoras hacia economías que ofrezcan: estabilidad económica, adecuada dotación de infraestructura y factores productivos a un precio competitivo.

En este nuevo marco de relaciones, no existe un líder claro que marque tendencias ya que el liderazgo está perseguido por casi todas las empresas y luchan por ello, aunque sí se puede hablar de liderazgo dentro de las empresas que conforman la Cadena de Suministro, ya que una empresa bien por el valor añadido que aporta, por privilegios referentes a materias primas o por la tecnología de la que dispone, se erige como la vanguardia de la cadena.

### **2.1.2.2 Descripción del sector automovilístico español**

El sector español del automóvil ha sufrido un descenso productivo, la explicación a este documento, puede encontrarse en una menor demanda desde la UE, a fines de promociones y ciclos de algunos de los modelos fabricados en España y a la competencia de vehículos de similar gama fabricados en otros países o en los nuevos países europeos entrados en Europa.

Según fuentes consultadas del ANFAC en la Memoria Anual del 2006, España es el tercer país de la UE y séptimo en el mundo en producción mundial de vehículos de turismo, y todo esto partiendo de un estado de muy bajo nivel de motorización, una escasa industrialización, y casi inexistente industria auxiliar, además de bajo nivel del capital humano. Las únicas ventajas que ofrecía nuestro país eran los bajos costes laborales reales y la proximidad a un mercado tan importante como el europeo.

Un problema grave que alude al sector automovilístico español es el fin de los privilegios de España en la UE finalizando en el 06, siendo el destinatario de la mayoría de estas ayudas los Países de Europa Central y Oriental, Malta y Chipre (informe PriceWaterHouseCooper, 2006). Un segundo efecto, la deslocalización de las industrias para implantarlas en países de la ampliación, tienen un enorme potencial de crecimiento a corto y medio plazo en sectores de producción que coinciden con los de España y con una serie de ventajas notorias. Mano de obra cualificada, salarios bajos, beneficios fiscales y de tributación, mano de obra nada conflictiva, emplazamiento geográfico con las proximidades de mercados centroeuropeos con la consecuente disminución de los costes logísticos y de transporte, etc.

Así la reestructuración del sector del automóvil español, pasa entre otras medidas, por enfocarse y abordar la fabricación de productos de mayor tecnología y de

alta gama , abandonando actividades caracterizadas por el uso intensivo de mano de obra para las que hoy en día no somos competitivos, reforzar el esfuerzo en las inversiones I+D tanto con capital público como privado, potenciar las infraestructuras que “acerquen” a España actualmente país periférico en la nueva Europa y desarrollar centros tecnológicos donde se lleven labores de investigación e innovación, atender a la formación y cualificación de los trabajadores e intensificar aún más la vinculación entre fabricantes y la industria del componente.

### **2.1.3 Factores incidentes en el desarrollo de la planificación y la producción**

#### **2.1.3.1 Incertidumbre**

Como desarrolla muy bien en su tesis Josefa Mula (2005), la incertidumbre puede entenderse como la diferencia entre la cantidad de información requerida para ejecutar una tarea y la cantidad de información que realmente posee la organización. Cuanto mayor sea ésta, mayor cantidad de información tendrán que procesar los decisores durante la fase de ejecución para lograr un nivel dado de funcionamiento.

La incertidumbre del entorno comprende aquellas incertidumbres que van más allá del proceso de producción.

- Incertidumbre de demanda es la debida a la de los pedidos de clientes y/o a la ocasionada por los errores previsión.
- Incertidumbre en el suministro de proveedores, relativa a las cantidades entregadas y/o fecha de entrega.

La incertidumbre del sistema consiste en las incertidumbres propias del proceso de producción desde variaciones en los recursos disponibles, calidad del producto, estructura del producto, tiempos de entrega, tamaño de lotes dinámicos hasta averías del equipamiento. La consecuencia de esta incertidumbre origina en los sistemas de producción incrementos del coste de fabricación por uno o más de los siguientes factores: reprogramación más frecuente, pedidos no servido efectivamente, configuraciones no planificadas para demandas no planificadas, pérdida de ventas y clientela e inventarios excesivos o insuficientes.

#### **2.1.3.2 Internet**

Las áreas, donde principalmente los fabricantes están aplicando las tecnologías de Internet son las operaciones de aprovisionamiento en la Cadena de Suministro, e-procurement integración de los servicios de Internet en los automóviles, tal como el acceso a la web y al e-mail, sistemas de ventas, marketing y distribución y atracción online de clientes.



La llegada del comercio electrónico en Internet ha facilitado la creación de nuevas relaciones para conectar con nuevos colaboradores de la Cadena de Suministro, así se incrementa la cantidad y calidad de los flujos de información inter-organizacionales. El canal directo establecido entre fabricantes y consumidores posibilita la personalización en masa y está influenciando el proceso de planificación de la producción, ya que los fabricantes obtienen mejor información sobre las preferencias de los consumidores y niveles de demanda, hecho que consecuentemente reporta una mejor gestión del inventario y planificación.

## 2.2 Descripción y comportamiento de la Cadena de Suministro

### 2.2.1 Definición e introducción a la Cadena de Suministro

El propósito primordial de éste y los sucesivos apartados, es situar un foco de atención en la Cadena de Suministro y su gestión, analizando sus características básicas y planteando herramientas útiles para su gestión eficiente.

Resulta pertinente visualizar que la integración de procesos, la confianza al intercambiar información vital para el funcionamiento eficiente de estos procesos, aunado al apoyo concedido por el recurso humano y tecnológico, otorgarán a las organizaciones involucradas beneficios globales (Swaminathan y Tayur, 2003). Algunos elementos que caracterizan este enfoque de gestión se enumeran a continuación:

- **Integración de procesos** tanto de proveedores, fabricantes, mayoristas, distribuidores, y detallistas; como un todo económico global.
- **Fluidez de la información** en línea a través de toda la cadena, sin temor o desconfianza para compartirla a fin de agilizar y ahorrar costes en las diferentes operaciones empresariales.

Para compartir la información adecuadamente, resulta necesaria la implementación de sistemas de información homogéneos en todos los niveles o eslabones de la cadena involucrados. Entendiéndose como nivel o eslabón toda aquella organización que comparte un mismo sistema de abastecimiento, fabricación, ventas al por mayor, distribución y venta final del producto. Con las pautas anteriores, la internacionalización de la Cadena de Suministro es factible ya que el negocio estaría sincronizado, con la capacidad de responder oportunamente a las exigencias cada vez más cambiantes del mercado.

Se define **Cadena de Suministro** como una red de instalaciones y medios de distribución que tiene por función la obtención de materiales, transformación de dichos materiales en productos intermedios y productos terminados y distribución de estos productos terminados a los consumidores.

Examinando de forma detallada una Cadena de Suministro, se puede apreciar que habitualmente de forma básica, se conforman con la integración de dos procesos principales (Beamon 1998):

- **Proceso de Planificación de la Producción y Control de Inventarios:** Describe el diseño y administración del proceso global de fabricación, incluyendo la programación y adquisición de materia prima, diseño y gestión del proceso de fabricación, y diseño y control de la gestión de materiales.
- **Proceso de Distribución Logística:** Determina cómo los productos son embarcados y transportados desde los almacenes hasta los minoristas. Dichos productos podrían ser transportados hacia los minoristas directamente, o primero podrían ser trasladados hacia los canales de distribución, los cuales, a su debido tiempo, envían los productos hacia los minoristas. Estos procesos incluyen la gestión de entrega de inventarios, transporte, y entrega final del producto.

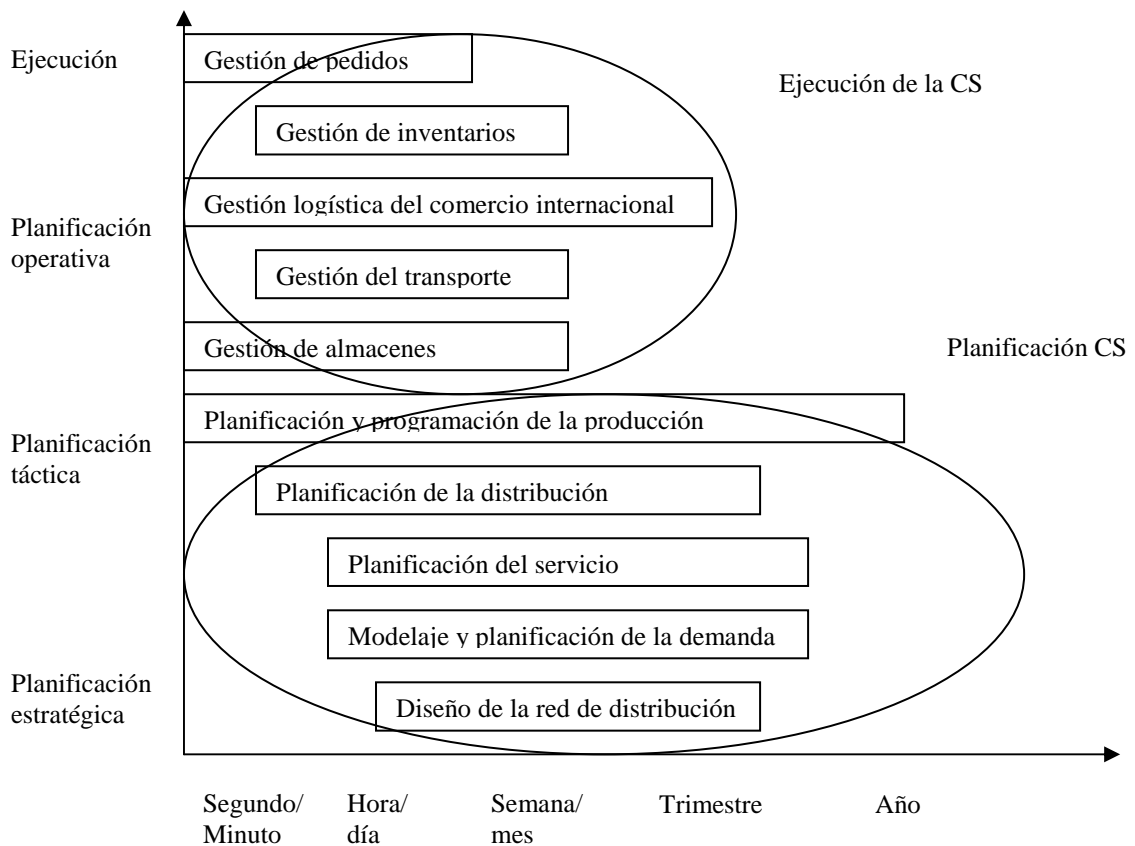


Figura 2.1. Horizonte temporal de la CS (Faustino Alarcón, 2005).

Estos procesos básicos interactúan unos con otros a fin de generar una Cadena de Suministro integrada. El diseño y la gestión de esos procesos determinan la extensión para la cual la Cadena de Suministro trabaja como una unidad que reúne requerimientos de funcionamiento comunes. Examinando detalladamente los elementos principales que conforman una Cadena de Suministro, se puede razonar que de este enfoque derivan elementos interesantes de ser analizados. Por una parte se encuentran los procesos de transformación, abastecimiento, y almacenamiento tanto de materias primas como de productos terminados; y por el otro lado tenemos los procesos de distribución, y entrega final del producto.

## **2.2.2 Gestión de la Cadena de Suministro**

### **2.2.2.1 Definición e introducción a la GCS**

Un modelo típico de coche moderno está compuesto por más de 10000 piezas. Cada una de ellas debe diseñarse, producirse y ponerse a disposición para incorporarse a alguno de los vehículos que diariamente fabrica una planta. La cantidad de productos finales puede oscilar entre algunos centenares y 2500. Cuando el número de vehículos se incrementó diariamente, se comenzó a plantear el problema de la coordinación de la Cadena de Suministro.

Se empieza a hablar de la Gestión de la Cadena de Suministro necesaria para la convergencia activa de competencias y habilidades de los recursos humanos de sus empresas, así como los procesos de definición, mejora y continua reinención de los equipos de procesos del canal, en la búsqueda de formas innovadoras para obtener ventajas competitivas.

En muchos casos, de varias iniciativas de Gestión de la Cadena de Suministro brotaron algunos elementos conceptuales diseñados con el fin de vincular la estrategia de la cadena con la estrategia total de la empresa. Algunos de los primeros movimientos fueron el concepto de quick response (respuesta rápida) o el efficient consumer response (respuesta eficiente al consumidor).

Estos conceptos surgieron como necesidad para hacer frente a la situación de entonces y de cara a mejorar y combatir las deficiencias existentes de las empresas convencionales. Se focalizaba la competitividad en ofrecer buenos precios y calidad, pero se obviaba en muchos casos la flexibilidad, los tiempos de entrega y la internacionalización tan recurrida actualmente. El problema subyacente a los cambios radican en la confianza en estructuras industriales fijas, barreras funcionales que impiden el proceso de la innovación, dependencia en exceso de la integración vertical y horizontal, necesidad de integrarse en economías de escala y la fijación de un único punto de contacto lo cual entorpece el servicio al cliente.

### **2.2.2.2 Paradigma y estrategias competitivas**

El nuevo paradigma consta de tres elementos como son la visión extendida de gestión de operaciones logísticas, la extensión de la gestión integrada de la logística y la nueva visión estratégica de la gestión del canal y de la logística.

El primero de ellos, la visión extendida, se basa en que la Gestión de la Cadena de Suministro requiere que las compañías se muevan en todas las funciones de empresa, no exclusivamente las logísticas, donde se integran estrechamente, teniendo en cuenta el orden de magnitud de la penetración del diseño de producto, fabricación, entrega, servicio al cliente, gestión de costes y servicios de valor añadido en la competencia.

La extensión de la gestión integrada de la logística, abarca oportunidades de cara a la obtención de ventajas competitivas que concurren fuera de los límites de la compañía, centrándose básicamente en la integración externa, la cual permite buscar productividad y nuevos espacios competitivos mediante el desarrollo de relaciones innovadoras con sus vendedores, clientes y alianzas con terceros.

La nueva visión, plantea que la verdadera fortaleza de la GCS se encuentra en sus dimensiones estratégicas. La orientación externa y la capacidad de trabajo permiten a las compañías administrar relaciones complejas a lo largo del canal, encauzando la orientación principal del mercado, generando nuevas asociaciones y explotando nuevas oportunidades.

La GSC representa una propuesta para nivelar las competencias existentes, creadas por el mercado, tanto en la organización como fuera de la CS. El verdadero poder de la GCS en cuanto a estrategias competitivas consiste en el fortalecimiento de las asociaciones entre los miembros de la cadena, la unificación de las TIC, el acceso al conocimiento y las capacidades innovadoras por parte de todas las entidades que conforman la CS y la convergencia de recursos creativos individuales y visiones estratégicas de los distintos elementos de la CS.

En definitiva la potencia de la GCS está en la formación de la CS, mediante la integración de sus miembros en un ámbito equivalente a la business integration, pero no a nivel intra empresa, sino inter empresas. Esta integración debe enmarcarse en el ámbito de la empresa extendida/virtual como ampliación y mejora de la gestión de la fábrica externa, permitiendo los flujos básicos según la orientación al cliente.

### **2.2.2.3 Fases en la integración de la Cadena de Suministro**

La primera de las etapas en la integración de la Cadena de Suministro es la *etapa de integración*. En esta etapa las compañías crean una visión integrada de su propia CS mediante la conexión de diferentes ERP y sistemas front-end en un conjunto global de datos. Este conjunto de datos alimenta sistemas avanzados de planificación que permiten a la compañía responder rápidamente a los cambios de demanda o de previsión.

En la segunda etapa, *etapa de extensión*, las compañías usan tecnologías Internet para comenzar a trabajar de forma conjunta, con acuerdos de colaboración para compartir información con proveedores en tiempo real. Para aprovecharlo las compañías necesitarán aprovechar las oportunidades proporcionadas por Internet e implementar cambios en los procesos, organización y cultura.

En la *etapa de explotación*, tercera de las etapas, las compañías utilizan sus relaciones para llegar a ser más ágiles, desarrollando estándares de tecnología que reduzcan tanto los costes de compartir información como el coste de cambiar de socio de negocio.

A través de todas estas fases las empresas asociadas que han invertido en ERP's están preparadas para acumular inversiones en E-business para conseguir una verdadera integración de la Cadena de Valor.

### **2.2.3 Proveedores**

#### **2.2.3.1 Introducción a la evaluación de las relaciones cliente-proveedor**

Las empresas de producción se están centrando cada vez más en competencias centrales para conseguir ventajas competitivas, centrándose en las tareas de ensamblación, y desplazando muchas responsabilidades y actividades a los primeros proveedores. Una manera de conseguir esto es a través de actividades de subcontratación para proveedores externos. Este movimiento hacia la subcontratación requiere una Gestión efectiva de los Proveedores. De Macbeth y Ferguson (2002), se desprende la tendencia en los últimos años de la aceptación de la "Asociación", como sustituto de la "Subcontratación" clásica basada en la competición como un marco superior de competitividad, acentuado en los proveedores estratégicos que originen una ventaja o aporten un valor añadido

Las relaciones de asociación se caracterizan por un compromiso entre clientes con los proveedores de primer nivel, el montador y proveedores estratégicos en la mejora continua y reparto de beneficios, intercambiando información relevante de una forma abierta y resolviendo problemas trabajando conjuntamente más que buscando un nuevo socio.

La relación proveedor-cliente es evidentemente muy compleja de cuantificar y de describir. Lamming\* (2001) define una serie de nueve factores, basados en el enfoque de aprovisionamiento ajustado, según los cuales evalúa la relación existente entre un fabricante de automóviles y sus proveedores. Este conjunto aporta un adecuado marco de trabajo para analizar las relaciones entre proveedores y fabricantes, y de este modo plantear su evolución.

#### **2.2.3.2 Clasificación de los proveedores**

##### **2.2.3.2.1 Clasificación según su nivel en la CS**

Durante todo el proceso de producción de un vehículo, los proveedores, en todos sus niveles, participan de manera activa, siendo especialmente importante su implicación en la fase del Montaje Final. Según la clasificación por niveles podemos englobar:

\*Lamming, R. (2001). *Beyond Partnership: Strategies for Innovation and Lean Supply*. Hemel Hempstead, UK: Prentice-Hall

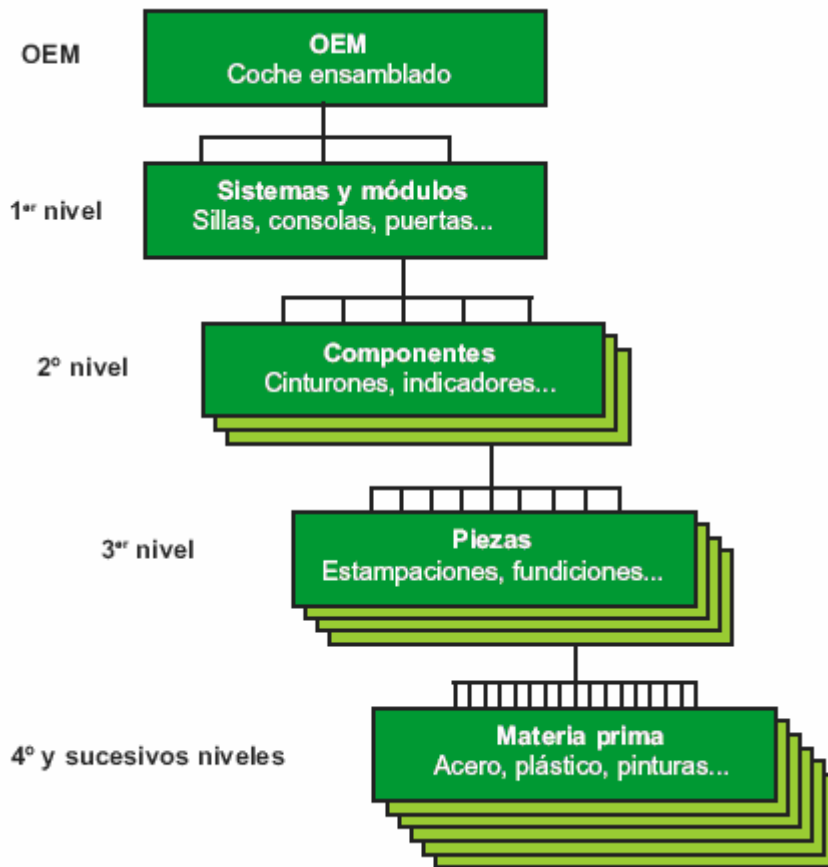


Figura 2.2. Proceso de Producción de Toyota. Fuente: (Monden,1996).

Los proveedores de primer nivel según Pricewaterhouse estima que a escala global hay unos 600 proveedores de este nivel. Los proveedores de segundo nivel existen unos 10.000 proveedores en el mundo. Los de tercer nivel, integrado por más de 100.000 empresas, proveen componentes a los del segundo.

Una primera visión de los proveedores atendiendo a la titularidad de la responsabilidad de la gestión, distingue entre proveedores internos (pertenecen a la misma estructura ensambladora) y externos (propiedad de la empresa fabricante o los que son independientes). Otra clasificación puede efectuarse desde el punto de vista de la complejidad del producto suministrado, desde productos simples y los que suministran grandes conjuntos como por ejemplo el motor o módulos.

#### 2.2.3.2.2 Clasificación según su parcelas de gestión cubiertas

Atendiendo al grado de gestión de los proveedores así como el grado de responsabilidad y control, pueden diferenciarse tres tipos de proveedores (Lario F.C. 2002).

El primero de todos es el *proveedor full-service*, responsable de su propia logística, esto quiere decir que goza de total independencia desde el diseño de los equipos, construcción de maquinaria, desarrollo del proceso, ingeniería de fabricación, servicio y capacidades CAD/CAM, hasta elegir a sus propios proveedores y para rediseñar sus productos y/o componentes que sean necesarios, siempre, claro está, que cumplan con las especificaciones dadas por la empresa de montaje.

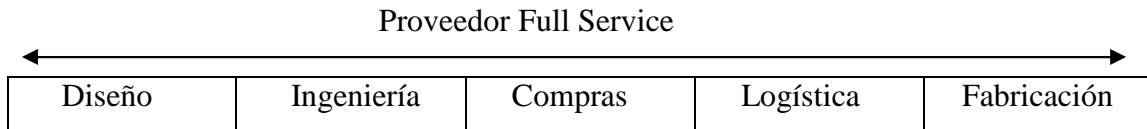


Figura 2.3. Grado de control de los proveedores full service.

En segundo lugar, el *proveedor modular assembly*, es una variante previa al caso anterior, excluyendo labores de diseño y/o ingeniería del producto y componentes, la cual es responsabilidad de la empresa de montaje.

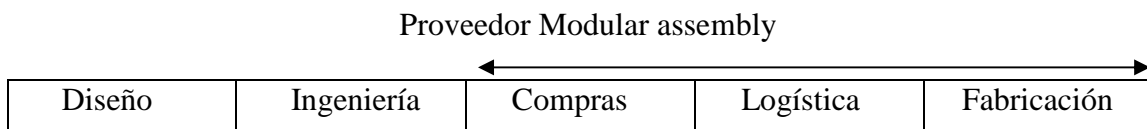


Figura 2.4. Grado de control de los proveedores modular assembly.

Por último el *proveedor on consignment*, centrado al ejercicio de operaciones de montaje y de fabricación como los anteriores pero no el aprovisionamiento de los materiales empleados en sus procesos, realizados directamente por la empresa de montaje.

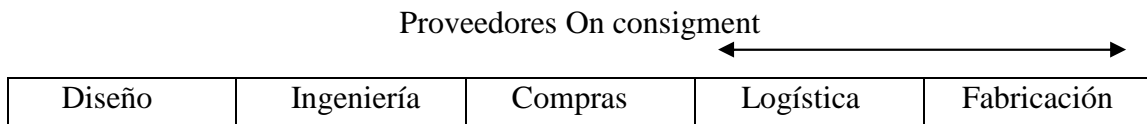


Figura 2.5. Grado de control de los proveedores on consignment.

Aunque en la teoría el proveedor no es responsable de la logística, en la práctica la empresa de montaje del automóvil delega parte de esta responsabilidad en el proveedor de forma que utiliza las instalaciones del proveedor para almacenar el material de compra con lo que de alguna forma no se ve agravada el gasto adicional por stock. La tendencia en la industria del automóvil pasa por convertir a todos los proveedores on consignment en modular assembly y éstos a su vez en full service.

### 2.2.3.2.3 Clasificación según tipo de entrega de producto

Dependiendo del mecanismo de entrega, se puede distinguir tres tipos de proveedores:

- a) Convencionales.- con poca variedad de subconjuntos a fabricar, suministran en grandes cantidades. No tiene la producción diaria más que en su plan.
- b) JIT.- con alta variedad de subconjuntos, suministran productos en función del ritmo en que son consumidos.
- c) Secuenciados.- con alta variedad de subconjuntos, suministran en el orden en que se van a montar en la línea. En este grupo se pueden distinguir dos subconjuntos:

c.1) Los que se fabrican y posteriormente se sirven secuenciados.

c.2) Los que se fabrican ya secuenciados. Es el caso de Johnson&Controls en la planta de Ford España, S.A. en Almusafes se suministra en secuencia el asiento, parte de la materia prima del cual ha sido enviado, instantes antes, desde el sub-sistema productivo ubicado en la planta principal del montaje del automóvil.

### 2.2.3.3 Características de la industria de aprovisionamiento

Laming (2003) establece una clasificación con cuatro características fundamentales en su definición de modelo de aprovisionamiento. Estas pueden resumirse en tendencia al cambio a menos proveedores pero a su vez más grandes y mejores, que estructurados por filas tengan presencia en múltiples mercados y que operen globalmente.

- a) Menos proveedores, mas grandes y mejores. Para avanzar en la estructura que define esta política, existen cuatro estrategias básicas para su consecución:
  - Eliminar los que no tienen programas de Aseguramiento de Calidad.
  - Eliminar los sistemas multifuente.
  - Integración de componentes en submontajes, los proveedores de componentes suministrarán a los componentes de subsistemas.
  - Uso de proveedores de primer rango para coordinar las entregas de otros proveedores aunque no necesariamente formando parte de un submontaje.
- b) Proveedores estructurados por rango. A medida que los proveedores reducen su base de aprovisionamiento, el número de proveedores directos o de primer rango se ve reducido. Los proveedores quedaran estructurados, dependiendo de su relación con el ensamblador y de lo implicados que estén en la industria del automóvil en general y con ese proveedor en particular.



- c) Presencia en múltiples mercados. Los proveedores deberán considerar la posibilidad de entrar en otros mercados para conseguir estabilidad frente a la ciclicidad del mercado del automóvil. Para ello existen tres alternativas no excluyentes: servir a múltiples ensambladores en distintas regiones geográficas, participar en sectores distintos de la automoción y participar en el mercado de fabricación de repuestos.
- d) Operación global. La disponibilidad de costes laborales más bajos en los países en vías de desarrollo es una oportunidad para los ensambladores, sin embargo la rentabilidad de los bajos costes de mano de obra se ve afectada si no existen proveedores de calidad cerca del punto de fabricación.

Dado que las empresas ensambladoras trabajan de manera global, los proveedores que deseen trabajar con ellas, deberán establecer localizaciones también de manera global. Se llega al caso que incluso proveedores extranjeros establecen relaciones con proveedores locales distintos en cada país actuando como la misma empresa.

## **2.2.4 Tecnologías de la información y comunicación en el contexto de la Cadena de Suministro**

### **2.2.4.1 La introducción de las TIC**

“El objetivo principal de un futuro modelo de negocio de GCS es tener on-line una integración en tiempo real de todas las actividades principales” Esta es la función de las Tecnologías de la Información en la Gestión de la Cadena de Suministro (Ortiz A, 2003).

La transformación de las relaciones entre empresas a través de los nuevos mercados electrónicos (e-business, business to business, business to customer, e-CRM,etc) en el contexto de la Cadena de Suministro, a través de Internet, ofrece oportunidades de conectividad cada vez mayores. Desde la website con la presencia, e-commerce permite la compra-venta, el e-business la mejora del negocio, y los e-markets el compartir información entre compradores y vendedores.

El principal obstáculo para lograr la transparencia de la información en la Cadena de Suministros no es la falta de despliegue de infraestructura, sino una cultura empresarial que desatiende este aspecto. La capacidad de las organizaciones de la Cadena de Suministro para integrar y conectar la información se consigue a través de las arquitecturas tecnológicas.

## 2.2.4.2 Análisis de las tecnologías de la información y comunicación

### 2.2.4.2.1 Introducción

Una etapa importante en la definición de las TIC, pasa por un adecuado análisis de requerimientos de información tanto interna como externa que exige la empresa un cambio en la forma del procesamiento de la información. Evaluar el nivel conexión del canal necesario y en que áreas de negocio se debe aplicar primero y en cuales se obtendrán una mayor ventaja. Esta definición previa ayuda a las empresas a evitar errores críticos de sobreestimación del uso e implantación de una nueva tecnología, como comprar en exceso tecnología no dirigida a los problemas críticos o pocas opciones futuras debido al hardware o limitaciones de compatibilidad del software. Así se procederá al desarrollo de algunas de las herramientas potenciales de implantación, desde la adaptabilidad de cambio del tradicional ERP hasta el incipiente e-business.

Una muestra singular del empleo de tecnologías en los procesos integrados de la cadena, es resaltar que a pesar de contar con el acceso a Internet, la tecnología más popular entre las empresas para efectuar compras es el fax, que utilizan el 92% de las empresas. De todas formas el segundo medio más utilizado (70%) es una de las relativamente nuevas herramientas electrónicas: el correo electrónico. Estos datos, no son más que el reflejo palpable que todavía queda lejos el reto de integrar en única plataforma la información de todos los agentes de la cadena.

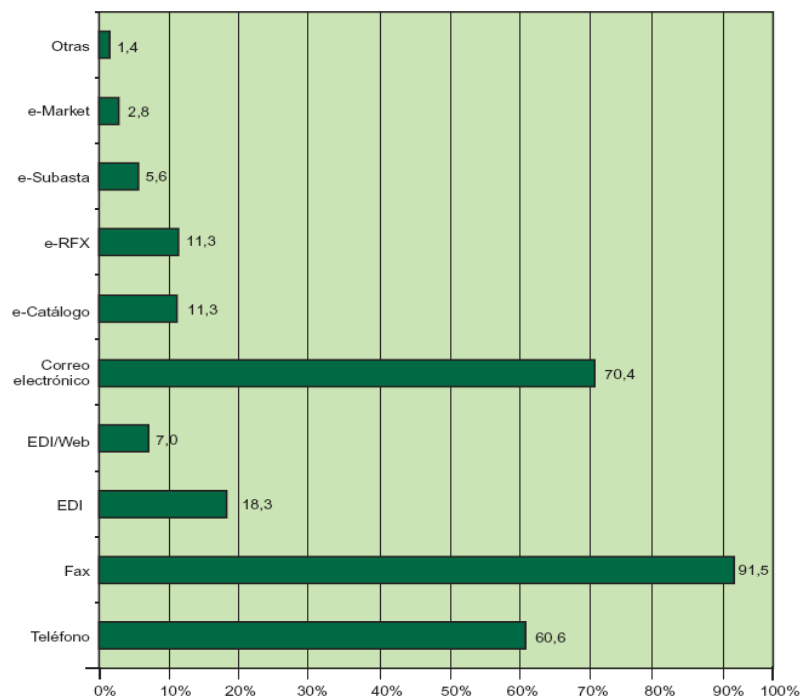


Figura 2.6. Uso de tecnología en compras (Gutiérrez Casas, 2001).

#### **2.2.4.2.2      Sistemas ERP**

Un sistema ERP (Enterprise Resource Planning) tradicional incluye software y hardware que facilita el flujo de datos transaccionales relacionados con la fabricación, logística, finanzas, ventas y recursos humanos. Su implantación en una cadena no siempre resulta exitosa, debido a las limitaciones que posee es su falta de flexibilidad por la imposición de requerimientos rígidos de datos y procesos, que inhiben a menudo la manera en que la empresa lleva a cabo su negocio, y la incompatibilidad de los sistemas ERP a lo largo de Cadena de Suministro. No resulta fácil integrar las bases de datos de la Cadena de Suministro con los vendedores y clientes, ya que el software de un sistema ERP ha sido normalmente diseñado para organizaciones con integración vertical sin embargo el modelo de negocios de GCS, promueve una infraestructura muy horizontal

#### **2.2.4.2.3      Planificación y programación avanzada (APS)**

Tecnología software empleada en la planificación y programación avanzada, que abarca desde la estrategia (optimización de la red logística y comercial) y la táctica (planificación del aprovisionamiento) hasta las operaciones (planificación de la producción). Los APS, ofrecen a la CS proporcionar modelos para probar diferentes escenarios y analizar sus repercusiones, resaltar las excepciones y analizar las restricciones como la capacidad de las máquinas. Están diseñados para desarrollar un plan de optimización de las líneas de producción, una planta o toda la Cadena de Aprovisionamiento, y reciben y procesan datos de otras bases de datos y aplicaciones como ERP.

#### **2.2.4.2.4      El e-Commerce**

El e-commerce consiste en realizar el marketing, la venta y la compra de los productos y servicios a través de Internet. Al examinar los sistemas y procesos de Internet se saca la conclusión de que facilitan la creación de los mercados de demanda y suministro de artículos de consumos.

Business-to-Consumer e-commerce. Es la venta al consumidor final mediante Internet. Asimismo en el empleo del B2C se ha identificado la dificultad de conectar mercados basados en Internet y actividades de venta con el resto de actividades, así que esta tesitura lleva a replantearse dos opciones: construir almacenes propios y gestionar los propios sistemas de distribución o externalizar la gestión y distribución mediante el alquiler operadores logísticos.

Business-to-business e-commerce. Son las relaciones comerciales entre empresas, a través de Internet, dotado de un sentido especial para las relaciones entre proveedores y empresas industriales El comercio electrónico B2B tiene un impacto mayor en la GCS, pero tiene numerosas barreras actuales para alcanzar el deseado

estado de Cadena de Suministro Virtual (CSV). Las barreras más representativas son: las diferentes compañías que la integren deberán tener estandarizadas las definiciones y significados de los datos y la decisión de trasladar la producción de una compañía a otra en la CSV, fruto de un menor coste de producción por unidad.

#### **2.2.4.2.5 El e-Business**

El e-business utiliza Internet para mejorar el rendimiento del negocio mediante la interacción electrónica y la integración de la cadena de valor. Las comunicaciones e-business serán el catalizador que permitirá a los mejores competidores desarrollar unas relaciones más sólidas con sus clientes y optimizar sus procesos. A través del business to business (B2B) se actuará en la optimización de la Cadena de Suministro con un objetivo de reducción de costes y mejorar compras, permitiendo poseer una experiencia que pueda dar paso al business to customer (B2C) con su orientación al cliente.

En el contexto de e-business en automoción pueden identificarse unos factores críticos de éxito tradicionales. Desde el punto de vista de los proveedores de componentes (niveles 3 y 4 de proveedores) son los costes de producción bajos y los fuertes controles de calidad, desde los proveedores de subensamblajes (niveles 1 y 2) también los bajos costes de producción y las entregas JIT a las empresas de fabricación y montaje automovilístico. En cuanto a empresas de fabricación y montaje (montadores) serían las compras directas (enlaces EDI), control de la producción en la CS, marketing en masa orientado a la marca, histórico de reparaciones, calidad, etc.

Actualmente las intranets corporativas, están orientadas a aspectos de información más que de interacción y/o transacción (el 60% de las empresas del sector auxiliar del automóvil dispone de website\*). Existe en general una visión del e-business como herramienta de comunicación con clientes y proveedores más que transformación de los procesos de negocio, pero es de prever la introducción paulatina en la gestión de la cadena a medida que se vaya obteniendo una reducción de los costes, de tal modo que suponga una ventaja competitiva su implantación a la par que aumenta el margen de beneficios.

#### **2.2.4.3 Cadena electrónica de aprovisionamiento (e-GCS)**

La e-GCS es el uso coordinado de tecnologías para mejorar Procesos entre Negocios (Business to Business, B2B), y mejorar la velocidad, agilidad, control en el tiempo real de los Productos, y generar una mayor satisfacción de los Consumidores.

\* **Integrated product development for the automotive industry IBM 2006.**

Dos son los factores que podemos atribuir al éxito en la e-GSC:

- 1) Todas las compañías dentro de la Cadena de Suministro deben considerar la colaboración con el resto de los socios del negocio como un valor estratégico, dándole prioridad en su operativa. Esta fuerte integración y confianza entre las compañías asociadas genera velocidad, agilidad y reducción de costes.
- 2) La visibilidad de la Información, a través de la C.S., puede llegar a ser un sustituto de los Inventarios, por lo tanto hoy debe gestionarse la Información como se hacía con los Inventarios con políticas estrictas, disciplinas y control diario.

La Cadena de Suministro está formada por seis componentes: Cadena de Suministro, e-procurement, Planificación Compartida, Desarrollo compartido de Productos, e-logística y Webs de Aprovisionamiento.

Especial atención dentro de esta numeración de componentes, requiere las redes de aprovisionamiento. En un futuro cercano las redes de suministro surgirán como configuraciones alternativas a la Cadena de Suministro tradicional. Información, transacciones, producto y fondos fluirán hacia y desde múltiples nodos de una red de aprovisionamiento para satisfacer la demanda de los consumidores.

Las redes de suministro se constituirán por mercados electrónicos o portales que aparecerán para servir a sectores industriales mediante la integración de Cadenas de Suministro de varios compradores y vendedores, creando *Comunidades Virtuales*.

## **2.2.5 Futuro de la Cadena de Suministro**

### **2.2.5.1 La Cadena de Suministro dentro del nuevo marco de referencia**

La Cadena de Suministro pasa a ser una red, y la red una empresa extendida/virtual generadora de valor. El futuro de Cadena de Suministro pasa por la flexibilidad y la fluidez que ofrezca en el ámbito de los proveedores (de componentes y módulos) y relacionado con herramientas de empresas y de planificación de turnos de producción de fabricación contra stock hacia la fabricación bajo pedido. También las alianzas y las uniones integran las cadenas de suministros y facilitan pull-JIT y por último el apoyo creciente de la subcontratación (Cusuman y Takeishi, 2003).

Los proveedores de menos nivel pasan a ser controlados por Internet, mejorando ostensiblemente el mercado, mientras que los proveedores de primer nivel, suministran sub-ensamblajes, pasaran a ser los fabricantes de marcas. Las empresas de fabricación y montaje, manufactureras del producto final, tendrán como principal papel convertirse en propietarias de marcas. Se plantearán disminución de plataformas, menos y mayor tamaño e incremento de productos configurados a medida según los gustos del consumidor en un giro hacia la personalización.

Los concesionarios integrados por comerciales, e-concesionarios y supermercados de vehículos se encontrarán con las empresas que venden directamente a través de sus propios comerciales e Internet (sin intermediarios). La nueva situación origina un panorama donde la penetración de los supermercados incrementan la competencia, los e-concesionarios pasan a ser el principal Canal de Ventas para la venta de vehículo y los comerciales tradicionales se consolidan y reconfiguran.

Desde el ámbito del cliente, ven, cada vez más, los vehículos como un bien de consumo tradicional. Esta visión del cliente genera una presión en costes, obligando a las empresas a competir por el liderazgo en costes. Este mayor consumo llevará consigo un menor ciclo de vida del producto y donde las empresas buscaran la lealtad del cliente a la marca.

En lo que a organizaciones se refiere, resulta interesante el estudio realizado por el MIT (Massachusetts Institute Technology) sobre los dos escenarios en los cuales se moverá las organizaciones del siglo veintiuno. Un primer escenario de *pequeñas compañías-grandes redes*, en donde los pequeños equipos autónomos realizan tareas, estando conectados por redes que forman asociaciones temporales con otras empresas para abordar varios proyectos, tras lo cuales las asociaciones se disuelven. Y un segundo escenario de *países virtuales*, donde con estructura de oligopolio, con un pequeño número de grandes competidores sosteniendo posiciones dominantes, forman grandes conglomerados altamente integrados vertical y horizontalmente de gran poder y presión.

#### **2.2.5.2 Nuevas relaciones entre clientes y proveedores**

Se ha comentado anteriormente la creación de un nuevo marco de referencia en el futuro de la Cadena de Suministro, donde cambiarán muchos de los papeles actuales que desarrollaban cada uno de los componentes, para dar paso a la adquisición de nuevos roles dentro de un nuevo contexto.

Concretamente uno de los cambios más significativos que afectarán sobremanera, será la nueva relación entre los clientes y los proveedores. Los nuevos roles adquiridos dificultarán la identificación en muchos casos de los límites propios debido a la nueva forma de cooperación y a las nuevas responsabilidades crecientes de cada uno de ellos. Los fabricantes de automóviles, por ejemplo, se transformarán en propietarios de marcas de vehículos (VBO-Vehicle Brand Owners) y traspasarán muchas de sus responsabilidades actuales (secuenciar y montar vehículos) a los proveedores. Junto con los proveedores decidirán que activos se deben mantener y cuales traspasar, ya que actualmente se detecta como parte del desarrollo que ingeniería y producción pasan a manos de mega-proveedores, mientras que los VBO se focalizarán en el diseño conceptual del vehículo y en la respuesta de los consumidores de la marca. Dentro de 5-10 años habrá menos de 7 VBO operando a escala global que dominarán la industria del automóvil (Lario F.C. 2002).

La relación entre VBO y mega-proveedores será una red, en la que los mega-proveedores ayudarán a los VBO a innovar, fabricar y mejorar el producto. Hacia el 2010 no habrá más de 20 o 30 principales suministradores globales que jugarán un papel clave en las operaciones. Los proveedores más fuertes y ágiles se harán con los más vulnerables y lentos, favorecidos por el e-business y las comunicaciones. La predicción y la rapidez con las que se adopten estas ideas serán claves del éxito. Será crucial la creación de capacidades para operar rápidamente usando tecnologías e-business.

Por tanto se ejerce una transición desde una situación en la que el proveedor era responsable sólo del coste de materias primas y componentes, hacia que el proveedor sea responsable de los costes de materia prima, componentes y el montaje, mientras que los VBO pasan a ser solo responsables de ventas y marketing y un porcentaje de los concesionarios.

Otros puntos en el marco de relaciones, son importantes la convergencia de culturas organizativas sobre todo en caso de internacionalización o de mercados globales tan actuales, dotar a los proveedores de voz en el diseño detallado de los conjuntos y piezas e identificar a los proveedores que pueden integrarse en el conjunto de proveedores secuenciados, los cuales gozan de preferencia en su establecimiento en los parques industriales anexos a las empresas de montaje.

Estas nuevas relaciones de Co-operación-integración darán lugar, en presente y en futuro, a beneficios en la reducción de existencias ahorrando en gastos de mantenimiento y por ende, mano de obra. La reducción de los costes de transportes causante de los elevados montantes de precios, la reducción de los plazos de entrega mejorando la respuesta al cliente en menores tiempos y la consecución de la mejora de las calidades del servicio y en la fabricación. Por último la mejora del aprovechamiento de las instalaciones optimizando el espacio disponible de cada una de ellas y maximizando el beneficio.

### **2.2.5.3 Interoperabilidad en la Cadena de Suministro**

En los negocios y las organizaciones ha crecido la necesidad de estándares de interoperabilidad que faciliten la colaboración y cooperación de empresas a todo el mundo (Konsake, 2005). El ecosistema actual de las relaciones de negocio y la competitividad entre las Cadenas de Suministro, requiere de estrategias de cooperación de modo que pueda responderse eficaz y eficientemente a las exigencias del mercado global. Los niveles de exigencia y competencia actuales deben aplicarse a todos los procesos de negocio comunes a las empresas integrantes de la cadena, interactuando en la búsqueda y mejora de los objetivos comunes beneficiosos para todas las partes en una relación win-win. En este sentido, las cadenas han de valerse de la interoperabilidad para la coordinación y mejora de los procesos de negocio extendidos.

Así, la realización de algunas prácticas, como el diseño del ciclo de vida y la medición del rendimiento de los procesos de negocio integrantes de la cadena, tanto a nivel inter-empresa como a nivel intra-empresa, ayuda y mejora la interoperabilidad de la cadena.

Existen numerosos estándares de interoperabilidad, intercambio de datos, integración de sistemas de información, etc., que tienen en cuenta el modelado de procesos de negocio para la aplicación a la Cadena de Suministro, aunque no se hallan muy extendidos (Kim et al, 2006). Los servicios web ofrecen mecanismos basados en estándares para mejorar la interoperabilidad entre diferentes aplicaciones software sobre protocolos de Internet (Chen et al, 2006). Para implementarlos están emergiendo leguajes centrados en los procesos de negocio como el Business Process Definition Metamodel (BPMD) (MEGA, 2004), Business Process Modeling Notation (BPMN) (Owen y Raj, 2003), Business Process Execution Languages for Web Services (BPEL4WS) (OASIS, 2005) o Business Process Modeling Language (BPML) (Assaf Arkin, 2003). El problema de este tipo de lenguajes estándares son difíciles de usar con un propósito más genérico como es el modelado de los procesos de forma intuitiva y comprensible por los usuarios finales expertos del dominio del negocio.

Por ello, se aboga por la utilización consensuada por los partners de la cadena de técnicas fáciles que ayuden en la aplicación y en el entendimiento, agilizando los procesos de toma de decisiones y de requisitos para la implementación de cualquier proyecto de desarrollo de software o de integración de sistemas de información que ayude a obtener ventajas competitivas.

#### **2.2.5.4 Las Tecnologías de la información y comunicación en la CS**

Será importante la evolución y desarrollo del papel de las TIC en el futuro de la Gestión de la Cadena de Suministro a la hora establecer flujos de información que permitan optimizar el rendimiento, aunar una política común organizativa, disminuir los tiempos de ejecución, mejorar el entendimiento de las múltiples partes de la cadena y actuar de soporte en la unión de las relaciones inter-empresariales.

La gestión de procesos TIC en el siglo XXI requerirán sistemas robustos que suministren soluciones a los cambios futuros. Estos tendrán la habilidad de proporcionar servicios de valor añadido enfocados a objetivos específicos, establecidos para maximizar la rentabilidad del ciclo de vida. La nueva tendencia en la relación con los proveedores de sociedades a largo plazo, obligará a cumplir requisitos de baja cantidad-entrega rápida, mientras se mantiene las características de economías de mercado en masa.

Esta evolución continuada de los sistemas TIC, tiende hacia herramientas que mejorarán la recogida de datos a través de códigos de barras invisibles, hologramas y reconocimientos de voz; almacenamientos de datos a través de la comprensión de datos y uso de herramientas analíticas en la recuperación de datos; comunicación de datos a través de cables de fibra óptica, transmisión digitalizada y EDI vía Internet e intranet; y procesamientos de datos mediante el uso de múltiples procesadores que resuelvan problemas complejos de informática, sistemas expertos, orientación a objetos y aplicaciones software integradas.



A su vez, estas nuevas TIC deberán prestar servicio al incremento de la capacidad de las transacciones y actualizaciones financieras en el momento de compra. Se gira hacia la expansión de las herramientas TIC para la programación de productos y servicios, planificación de la producción, y hacia un enfoque elevado de las funciones logísticas.

## **2.3 Sistemas de Medición del Rendimiento en la Gestión de la Cadena de Suministro**

### **2.3.1 Introducción**

La adecuada Gestión de la Cadena de Suministro se está convirtiendo en una de las claves de la estrategia competitiva de las empresas. Conscientes de que en la actualidad la competencia, ya no es entre empresas sino entre cadenas de suministro, las nuevas herramientas de gestión basadas en el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones, potencian la integración de las empresas que constituyen las diferentes cadenas de suministro, para conseguir un sistema único capaz de responder con mayor eficacia a las necesidades del mercado.

Para ello, es necesario que los miembros de una Cadena de Suministro trabajen de forma conjunta a fin de minimizar los costes totales de transporte, almacenamiento y distribución. Según Vergara et al (2002) la eficiencia y la efectividad de la gestión del flujo de materiales a través de la Cadena de Suministro se considera de vital importancia a la hora de alcanzar el éxito organizacional.

Resulta pertinente visualizar el funcionamiento de la Cadena de Suministro, pero este análisis no puede estar soportado bajo un prisma de consideraciones subjetivas, se hace indispensable el uso de una serie de parámetros cuantificables que permitan analizar y gestionar la Cadena de Suministro de una forma objetiva, ya que no se puede gestionar aquello que no se puede medir. Es decir, se necesitan una serie de indicadores mediante los cuales se pueda gestionar la cadena logística en cada uno de sus elementos, identificando y eliminando todo aquello que no aporte valor a los clientes. Este conjunto de indicadores están alineados con las estrategias de la CS, sus metas y sus objetivos.

### **2.3.2 Problemas de la Gestión de la Cadena de Suministro**

La gestión de la Cadena de Suministro no está exenta de problemas o inconvenientes. Las múltiples relacionadas existentes entre las diferentes empresas y el entorno, y entre las empresas entre sí, originan problemas a los que cada empresa debe hacer frente de manera individual, y otros en los que la cadena debe actuar como un todo, ya que el mal funcionamiento de uno de los eslabones repercute en las etapas sucesivas de la misma, con lo que errores predecesores tienen su continuación en los eslabones y actuaciones finales de la cadena. La respuesta lenta o incorrecta de una etapa altera el funcionamiento de la cadena global y su competitividad frente a otras Cadenas de Suministro. La siguiente década estará marcada por la competitividad y lucha de Cadena de Suministro contra Cadena de Suministro. La competitividad entre las compañías esta pasando de ser un problema local o particular a un problema de

conjunto de todas las empresas que participan en la Cadena de Valor de un producto o servicio (Alfaro, J. 2004).

Alcanzar el funcionamiento eficiente de una Cadena de Suministros requiere superar problemas aún latentes, los cuales necesitan ser analizados a fin de encontrar soluciones idóneas. Entre los problemas más reseñables podemos citar la configuración, la coordinación y la incertidumbre de la cadena (Josefa Mula, 2005).

a) Configuración de la CS

Los problemas de la configuración CS abarcan principalmente decisiones en el nivel estratégico relativas al diseño de la red de la Cadena de Suministro, y en particular, las redes de suministro, producción y distribución.

Las decisiones relevantes en el diseño de la red de suministro implican el problema de comprar o fabricar, la estrategia de suministro, las políticas de procedencias y el proceso de selección del proveedor.

El diseño de la red de producción-distribución considera principalmente los problemas de localización-asignación. Los problemas de asignación se presentan cuando hay que determinar la localización de varias plantas, de producción o almacenes, para servir a un conjunto de centros de demanda, asignando los flujos de demanda entre las plantas y almacenes. Abarca también decisiones de subcontratación, el tipo de canal de distribución y aspectos medioambientales.

b) Coordinación de la CS

Referidos a la integración de decisiones operativas que afectan a una o varias funciones e implican a más de una persona. En una red consistente en varias empresas (proveedores de diferente nivel, fabricantes, distribuidores, mayoristas, minoristas) independientes surgen cuestiones tales como la cantidad de información a compartir, posibles contratos entre varios socios para beneficios mutuos...

c) La incertidumbre en la CS

Ocasionada bien por el sistema o por el entorno, puede originar cambios en los programas de producción incidiendo en el aumento de los costes de fabricación debido a reprogramación más frecuente, pedido no servidos efectivamente, pérdidas de ventas y clientela e inventarios excesivos o insuficientes.

### **2.3.3 Gestión del Rendimiento y Sistemas de Medición del Rendimiento (SMR)**

#### **2.3.3.1 Necesidad de los sistemas de rendimiento en la Gestión de la Cadena de Suministro**

Una de las esencias de la dirección de empresas dice que no se puede gestionar aquello que no se puede medir (Sink, S and Tuttle, T., 1989). Luego para gestionar algo debe ser previamente medido. Roth, N. (2003) define el concepto de gestión del

rendimiento como *los métodos, procesos, estructuras y comportamiento de los socios, usados en la organización para mejorar el rendimiento*. En la dimensión actual de la Cadena de Suministro, no se limita a un ámbito local, regional o nacional, sino que en la mayoría de veces traspasa las fronteras adquiriendo un carácter internacional. Esta circunstancia aumenta si cabe, la complejidad en la gestión del rendimiento y a su vez, el empleo de sistemas de medición y gestión del rendimiento válido para esta situación.

Una definición general de un Sistema de Medición del Rendimiento, SMR, a través de una sinergia integradora de algunas definiciones en la literatura de autores varios tales como Moullin (2002) o Nelly (2002), puede entenderse como *el conjunto de elementos o componentes que actuando interrelacionados entre sí permiten medir el rendimiento de una organización o entidad desde un enfoque personal global y/o parcial de la misma*. De este modo, el SMR de una organización es perfectamente extrapolable al de una Cadena de Suministro, en este sentido, el concepto de organización es entendible desde un enfoque global de toda la Cadena de Suministro en la que participa esa empresa.

Los productos y servicios que ofrecen las empresas actualmente son el resultado de todas las etapas en las cuales se va añadiendo valor a dichos productos y servicios. Así desde proveedores (a todos los niveles), pasando por la empresa principal ensambladora o transformadora, distribuidores (mayoristas, minoristas, etc...) hasta llegar al cliente final, todos tienen una vital importancia en la calidad del producto/servicio que se está ofreciendo. Por ello, la gestión del rendimiento no puede recaer únicamente en la empresa principal (ensambladora o transformadora) ya que estaría obviando gran parte de la cadena de valor de dicho producto o servicio. Son muchos los factores de competitividad comúnmente aceptados que deben ser cubiertos por las organizaciones que desean competir en cualquier sector de actividad:

- Mejorar el nivel de servicio sin comprometer el nivel de inventario.
- Calidad del producto/servicio maximizando su valor añadido.
- Precio competitivo.
- Diferenciación.
- Atención personalizada.
- Flexibilidad y adaptación de los factores productivos.

Ninguno de estos factores de competitividad pueden ser totalmente satisfechos exclusivamente por el fabricante (principal), luego la gestión del rendimiento debe realizarse sobre toda la Cadena de Suministro que participa en la generación del producto/servicio, o lo que es lo mismo, sobre los procesos de negocio, las personas, la organización, la tecnología y la infraestructura física de la propia cadena.

### **2.3.3.2 Evolución de la medición-gestión del rendimiento en el ámbito de la Cadena de Suministro**

Como puede verse desarrollado de forma más extensa y pormenorizada en el libro de Juan José Alfaro “Sistemas de Medición del Rendimiento para la Cadena de Suministro” (2007), al cual se hará referencia en este apartado y sucesivos, gran parte de

las ideas utilizadas para la medición del rendimiento en la empresa desde un punto de vista individual, han sido llevadas a la medición del rendimiento o a la gestión del rendimiento en el ámbito de la Cadena de Suministro. En los últimos años han aparecido en la literatura múltiples trabajos acerca de la gestión del rendimiento de la Cadena de Suministro, aunque esta disciplina es relativamente reciente en dicho contexto.

Al igual que sucede en las empresas desde un punto de vista estrictamente individual, la utilización de medidas uni-dimensionales no cubre de manera integral la medición del rendimiento en la organización. De igual manera sucede si nuestro campo de actuación se amplía a la interacción de un conjunto de empresas que tiene entre sus objetivos maximizar el valor añadido de sus productos/servicios en todo su ciclo de vida. Esto provoca una evolución de las medidas de rendimiento (Hausman W.H., 2003) pasando de una visión mono-dimensional a una multi-dimensional.

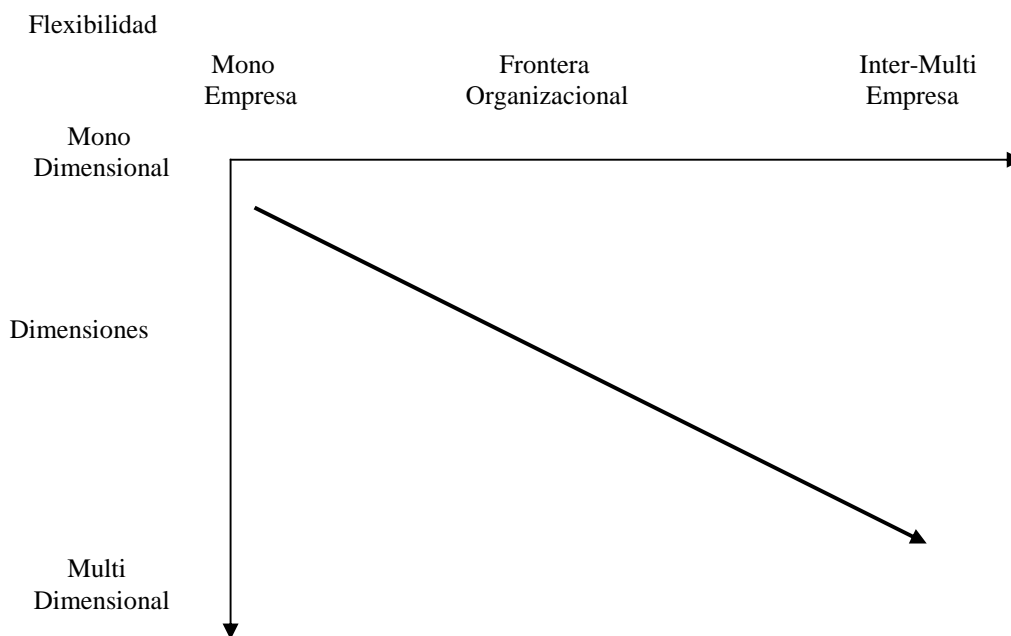


Figura 2.7 Evolución de las medidas de rendimiento en la Cadena de Suministro (Hausman W.H., 2003).

Como se cita en J. Alfaro (2007), muchos autores han establecido diferentes indicadores de rendimiento claves demostrando su utilidad en el contexto de la Cadena de Suministro, y también se han efectuado diferentes clasificaciones de los mismos estableciendo tipologías básicas que permiten su mejor utilización, son pocos los trabajos efectuados que se centran desde un punto de vista global e integrado en dicho ámbito.

Se realizó una clasificación y resumen. De los distintos estudios realizados por diversos autores de medidas o indicadores clave individuales, Beamon B.M. (1999).

Medida	Autor	
Coste	Cohen and Lee (1988) Cohen and Lee (1989) Cohen and Lee (1990) Lee and Feitzinger (1995)	Pyke and Cohen (1993) Pyke and Cohen (1994) Tzafetas and Kapsiotis (1994)
Coste y Tiempo de Actividad	Arntzen et al. (1995)	
Coste y Sensibilidad de los Clientes	Altoik and Ranjan (1995) Christy and Grout (1994) Cook and Rogowski (1996) Davis (1993) Ishii et al (1988)	Newhart, Stott and Vasko (1993) Towill(1991) Towill, Naim and Wilknern(1992) Towill, Naim and Wilknern(1991)
Sensibilidad de los Clientes	Lee and Billington (1993)	
Flexibilidad	Voudouris (1996)	

Figura 2.8 Medidas de rendimiento en el modelado de la CS (Beamon, 1999).

Algunos autores como Beamon B.M. (1998) y Hausman (2003) han clasificado las diferentes medidas de rendimiento en base a los objetivos perseguidos u otras dimensiones que aporten integridad a la medición del rendimiento.

Tipo de medida de rendimiento	Meta	Propósito
Recursos	Alto nivel de eficiencia	La gestión eficiente de los recursos es crítica para la rentabilidad
Resultados	Alto nivel de servicio al cliente	Sin resultados aceptables los clientes se cambiarán de Cadena de Suministro
Flexibilidad	Habilidad para responder a los cambios del entorno	En un entorno incierto las cadenas deben responder al cambio

Figura 2.9 Metas y propósitos de los tipos de medida de rendimiento (Beamon, 1998)).

Dimensiones clave		
Servicio	Activos	Velocidad

Figura 2.10 Dimensiones clave (Hausman, 2003).

Otros autores acentúan más la importancia de la flexibilidad dentro de la Cadena de Suministro, estableciendo diferentes tipos de flexibilidad y la relación de cada tipo con las características de la cadena.

Tipo de flexibilidad	Características de la CS
De volumen	Demanda variable
De la entrega	Las fechas de entrega cambian regularmente los costes están asociados con la baja responsabilidad de las nuevas fechas de entrega
Del mix	Demanda estacionaria para múltiples tipos de productos
De nuevos productos	Productos de ciclo de vida corto

Figura 2.11 Características de la CS y tipos de flexibilidad asociada (Beamon 1998).

Para Gunasekaran A. et al (2001) parte de estos sistemas no solventan una serie de problemas básicos que auto-limitan la utilidad de los mismos, como por ejemplo:

- No están conectados a la estrategia.
- No están basados en una aproximación integrada que integre medidas financieras y no financieras.
- No están pensados como un sistema, por el cual la Cadena de Suministro debe verse como un todo (entidad completa e íntegra) y medida como tal. Si esto no es así, se promueve la optimización local.

Fundamentalmente detecta dos debilidades muy importantes:

- La carencia de un enfoque equilibrado. Medidas de rendimiento financieras versus medidas operacionales. Otra área en la que persiste el desequilibrio es la decisión del número de métricas a utilizar.
- Carencia de una distinción clara entre las métricas a un nivel estratégico, táctico y operacional. Utilizando una clasificación basada en estos tres niveles, cada métrica puede ser asignada al nivel más apropiado.

Para Chan T.S. (2003) todavía hay una falta de integración entre los métodos de medición del rendimiento existentes y los requerimientos prácticos necesarios para la Gestión de la CS. De este modo propone un método de medición del rendimiento innovador para proporcionar la asistencia necesaria a la mejora del rendimiento en la gestión de la CS.

El método propuesto se ocupará de este propósito a través de cuatro elementos: un modelo simplificado de la cadena; medidas de rendimiento tangibles e intangibles en múltiples dimensiones; una medición del rendimiento interorganizacional; y un método basado en la teoría de los conjuntos borrosos y pesos promedio. Se deben cubrir áreas críticas para metas y estrategias comunes de la cadena, aquellas en las que existan inter-

influencias entre los partners y las concernientes a clientes externos. Propone a su vez otro modelo más sencillo, un sistema de medición del rendimiento basado en procesos (POA: performance of activity) para identificar las medidas y las métricas de rendimiento. El modelo de procesos puede ser construido desde la misión y las funciones particulares inter e intra-organizacionales de la Cadena de Suministro. Los procesos clave identificados pueden estar también descompuestos en subprocesos y actividades para llegar a un rendimiento detallado (J. Alfaro, 2007).

Otro marco interesante es el propuesto por Bullinger H.J. et al (2002) el cual propone una metodología de medición integrando medidas de rendimiento de bajo hacia arriba y de arriba hacia abajo como una aproximación de medición híbrida y balanceada. Dicha metodología integra el modelo de medición SCOR (Supply Chain Operations Reference) y un cuadro de mando balanceado.

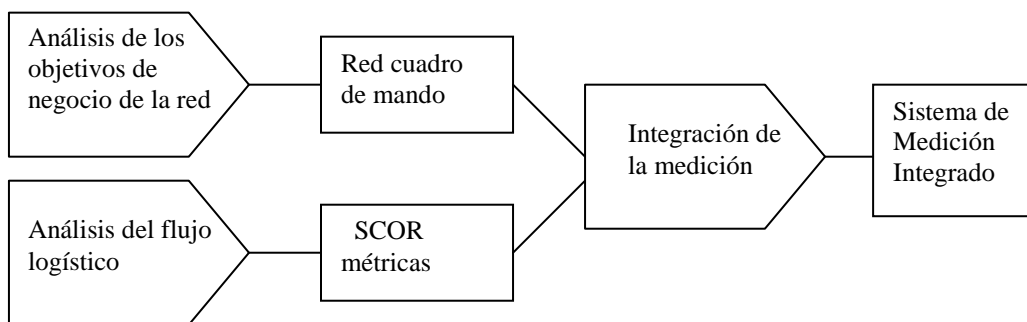


Figura 2.12 Metodología de medición balanceada (Bullinger H.J et al., 2002)

Las métricas del modelo de medición SCOR se focalizan sobre el control de materiales y productos, propios para la medición del rendimiento logístico. La principal motivación del cuadro de mando de la red es controlar los objetivos de negocio de la red logística. Al mismo tiempo, las métricas constituyen un instrumento holístico para la medición del rendimiento de procesos.

### 2.3.3.3 Elementos relevantes en la Gestión del Rendimiento de la Cadena de Suministro.

Anteriormente se ha realizado la evolución de los diferentes métodos y sistemas de medición del rendimiento en el ámbito de la Cadena de Suministro. Cada uno de ellos intenta cumplir con el cometido bajo un determinado enfoque, pero en ninguno se ha descrito, previamente, los factores relevantes que afectan a la gestión del rendimiento de la cadena. Este hecho dificulta en cierta medida la eficiencia de tales sistema de medición, ya que es difícil diseñarlos adecuadamente si previamente no se ha tenido en cuenta los factores que van a influir en el entorno de actuación que se pretende acometer.

Tal y como se ha hecho referencia, según se desarrolla en el libro de J. Alfaro (2007), existen múltiples y variados elementos que afectan en mayor o menor medida en la gestión del rendimiento de la Cadena de Suministro, a continuación se desarrollarán los más relevantes.

#### **2.3.3.3.1 Medidas uni-dimensionales y multi-dimensionales.**

La utilización de medidas uni-dimensionales no cubre de manera integral la medición del rendimiento en el ámbito de la cadena. Las empresas deben focalizarse sobre dos dimensiones de rendimiento para asegurar la integración en la Cadena de Suministro. Éstas necesitan actuar en tres dimensiones clave:

- Servicio: las métricas de servicio miden el rendimiento del servicio prestado y recibido (roturas de stock, retraso en las entregas, etc.).
- Activos: el mayor activo involucrado en la Cadena de Suministro es el inventario que fluye a través de ella (valor monetario, tiempo de aprovisionamiento, etc.).
- Velocidad: se centra en la puntualidad, el grado de reacción, etc. (tiempo de ciclo en un nodo, tiempo de ciclo en la Cadena de Suministro, etc.).

#### **2.3.3.3.2 Dinamicidad y flexibilidad de la CS**

Los cambios en los sectores industriales se producen a una gran velocidad, por eso los integrantes de cada Cadena de Suministro deben mostrarse ágiles para adaptarse a dichos cambios rápidamente. Esto afecta tanto a estructuras productivas y organizacionales internas como a las que intervienen en las relaciones inter-organizacionales.

Desde el punto de vista de la gestión del rendimiento de la Cadena de Suministro, es muy importante la propia adaptación de la CS a dichos cambios, sobre todo en lo referente al sistema de gestión-medición del rendimiento que se esté utilizando. Debe considerarse:

- El sistema de gestión del rendimiento ha de ser lo suficientemente flexible como para adaptarse a dichos cambios, permitiendo la modificación, si así se requiere, de los elementos de medición del rendimiento que utilice. En este sentido, es habitual redefinir objetivos y/o estrategias con los consiguientes cambios también en los indicadores.
- La modificación en cualquiera de los miembros de la cadena puede obligar a rehacer parte del sistema de gestión del rendimiento, tanto aguas arriba como aguas abajo.



- La inclusión o desaparición de miembros de la CS afecta también de manera notable en el sistema de gestión del rendimiento. Esta situación, en concreto, puede obligar a establecer nuevas relaciones de equidad y confianza entre todos los integrantes, con el consecuente esfuerzo de consenso que supone a fin de garantizar el equilibrio entre los miembros mediante la coordinación y organización.

#### **2.3.3.3.3 Visión global de la CS.**

La gestión del rendimiento de la CS implica también el proporcionar una visión global, relacionada con la utilización de indicadores de rendimiento que midan no sólo eficiencia y eficacia de los procesos inter-empresa tomadas dos a dos, sino de la gestión de toda la cadena. Consecuentemente implica que los indicadores definidos deben tener un carácter global y respondan también a unos objetivos y estrategias globales de toda la Cadena de Suministro. Esta definición de indicadores debe ser consecuencia de la coordinación que responda para qué definido el indicador y qué permite mejorar de la Cadena de Suministro su medición y, consecuentemente, su seguimiento.

La competitividad de la CS no depende sólo de la interacción de los procesos de la misma tomados como eslabones típicos entre las correspondientes empresas que los conforman. Han de diseñarse e implantarse en los sistemas de medición de rendimiento mecanismos que permitan gestionar el rendimiento global de toda la cadena. Esto afecta tanto a la fase de diseño como a la implantación del propio sistema de medición utilizado, y también a la gestión de los indicadores y demás elementos de medición del rendimiento utilizados.

#### **2.3.3.3.4 Amplitud de la CS**

Por amplitud de la Cadena de Suministro se entiende el número de niveles de proveedores a lo largo de la CS. Evidentemente, a mayor número de niveles mayor será el esfuerzo para gestionar el rendimiento de la cadena, consecuentemente esto se traduce en:

- Mayor dificultad para establecer objetivos y estrategias comunes para todas las organizaciones participantes en la Cadena de Suministro.
- Mayor dificultad para seleccionar los indicadores parciales y globales de la cadena.
- Aumento de la cantidad de información a manejar desde un punto de vista global y mayor dificultad en establecer elementos de confianza para facilitar dicha información al resto de integrantes de la CS y conseguir que ésta sea útil.
- Mayor dificultad en establecer vínculos y relaciones de equidad que faciliten la confianza necesaria para colaborar mutuamente y poder así alcanzar una distribución de los beneficios proporcional entre los integrantes de la CS. Este

factor de equidad es muy importante para crear una confianza que posibilite el intercambio de información necesario para alcanzar un grado de eficiencia adecuado.

#### **2.3.3.3.5 Gestión interna e implicación de los sistemas de información**

Las herramientas de gestión por parte de los integrantes de la cadena, minimiza las grandes diferencias entre los miembros, ya que algunos pueden incorporar toda la información necesaria para la correcta gestión, debido a la disponibilidad de herramientas capaces de obtener y tratar la información necesaria, pero otros integrantes, por el contrario, necesitan mucho tiempo y esfuerzo al no disponer de estas herramientas, puede verse comprometida la eficiencia de la Cadena de Suministro.

Es habitual que al definirse los indicadores necesarios para la gestión de la CS, se determinen también los datos necesarios para calcularlos y se establezcan las fuentes de procedencia de dichos datos, es decir, quién proporcionará cada dato, cómo ha de proporcionarlo y en que momento. Es en este momento, cuando se producen discrepancias entre los miembros de la cadena, ya que algunos se ven imposibilitados para proporcionar tal información, bien por el tratamiento necesario para prepararla, bien por no poder proporcionarla en el momento requerido o por no poder obtener tal información.

La utilización actual de sistemas de información internos, tales como ERP's y otras herramientas, y la utilización de servicios web, facilita la gestión de la información y por ende, la gestión del rendimiento de la Cadena de Suministro.

#### **2.3.3.4 Características de los Sistemas de Medición del Rendimiento**

Las características de un SMR contienen los requerimientos que deben quedar cubiertos por el mismo para que pueda considerarse sólido e integral. Además, no hay que olvidar, que tiene que apoyar el proceso de toma de decisiones en la empresa para que la gestión de la misma (conjunto de procesos de negocio) sea lo más eficaz y armónica posible.

Las características de los SMR han ido evolucionando a lo largo del tiempo a medida que la complejidad de las organizaciones y el entorno en las que operan han aumentado. Bititci (1998) definió los requerimientos necesarios para que todo SMR sea robusto, eficiente, efectivo y sobre todo integrado. Estos requerimientos son:

- Reflejar los requerimientos de los stakeholders.
- Reflejar la posición externa competitiva de una organización.
- Reflejar los criterios de competitividad de las organizaciones que comercializan.
- Diferenciar entre control y medidas de mejora.
- Facilitar el desarrollo de la estrategia.

- Desplegar los objetivos estratégicos a través de un cambio lógico a los procesos de negocio.
- Focalizarse sobre las áreas críticas del negocio.
- Estar expresado en una terminología localmente significativa.
- Facilitar la negociación de recursos.
- Promover la gestión proactiva fijando la atención en las medidas principales.
- Facilitar la planificación del rendimiento.
- Acomodar las medidas cuantitativas y cualitativas.
- Medir la capacidad organizacional y el aprendizaje donde sea apropiado.
- Usar las medidas en los niveles correctos.
- Promover el entendimiento de las relaciones entre varias medidas.
- Facilitar la comunicación simple a través de informes demostrando tendencias donde sea posible.

Estos requerimientos, completados más tarde por Alfaro (2003), para adecuar los SMR a contextos más actuales. Así cita los siguientes requerimientos:

- El sistema de medición del rendimiento tiene que tener un carácter dinámico (adaptación continúa a los cambios: adaptarse rápidamente a lo que se medirá en el futuro). Tiene que re-estimar continuamente el estado futuro (TO-BE) vinculando la predicción con la acción (ciclo AS-IS --- TO-BE).
- Debe establecer una revisión sistemática de áreas críticas, medidas de rendimiento, resultados, etc.
- Ha de poder definir parámetros que midan el cambio y no sólo objetos prefijados. En este sentido han de describir tanto los resultados como los inductores de ellos, ayudando a la organización a predecir lo que va a ocurrir.
- El SMR debe facilitar la definición de parámetros de prestaciones a los usuarios, que son fundamentalmente, quienes deben identificar cuales son sus necesidades de información para el mejor control de sus objetivos y responsabilidades.
- Ha de permitir evaluar el valor dado y recibido por cada grupo de stakeholders. Este requerimiento es muy importante para poder proporcionar feedback entre los elementos operacionales y estratégicos de la entidad de negocio a lo largo de los procesos de negocio.
- Tiene que controlar la integración de cuatro elementos básicos: la visión de la empresa, las personas, las tecnologías y los procesos.
- Proporcionar una metodología estructurada sencilla de aplicar para definir medidas de rendimiento.

- Establecer un vínculo sólido entre los diferentes elementos de medición del rendimiento, consiguiéndose una coherente trazabilidad entre estos elementos.
- Proporcionar instrumentos eficientes y efectivos para gestionar y monitorizar las medidas de rendimiento de manera analítica y gráfica en los niveles de Cadena de Suministro e individual.
- Identificar los procesos clave de la Cadena de Suministro y los de carácter individual de cada partner que afectan a la cadena.
- Facilitar la medición de los procesos cruzados y asociarlos al marco estratégico global. A su vez, debe ayudar a cada partner individualmente a definir medidas de rendimiento que repercutirán en su negocio particular.
- Definir los conceptos relacionados con la medición del rendimiento a nivel de Cadena de Suministro y relacionarlo con los procesos inherentes de este mismo nivel.
- Relacionar los conceptos estratégicos de la medición del rendimiento a nivel de la cadena y éstos con los de nivel individual.
- Relacionar los conceptos de medición del rendimiento referente a los procesos de nivel de Cadena de Suministro y éstos con los de nivel individual.
- Además, ayuda a establecer objetivos (definición y cumplimiento), identificar sinergias entre partners y también realza la capacidad de medir y por consiguiente mejora el rendimiento de las relaciones con agentes internos y externos en la Cadena de Suministro.

## **CAPÍTULO 3**

### **3 APLICACIÓN DEL MODELO SCOR AL SECTOR DEL AUTOMÓVIL**



<b>3.1 Análisis del modelo SCOR como herramienta para la Gestión del Rendimiento de la Cadena de Suministro</b>	<b>105</b>
3.1.1 Origen del SCOR	105
3.1.2 Descripción del modelo SCOR	105
3.1.3 SCOR 8.0	109
3.1.3.1 Qué es un modelo de referencia de operaciones	109
3.1.3.2 Modelo y estructura	110
3.1.3.3 Procesos del SCOR	110
3.1.3.4 Niveles del SCOR	112
3.1.3.4.1 Nivel superior. Tipos de procesos	114
3.1.3.4.2 Nivel de configuración. Categorías de procesos	116
3.1.3.4.3 Nivel de elementos de procesos	119
3.1.3.5 Implantación	120
3.1.3.6 Configurabilidad del modelo SCOR	122
3.1.4 Metodología	124
<b>3.2 Aplicación del modelo SCOR</b>	<b>125</b>
3.2.1 Presentación del estado AS-IS: Descripción de la Cadena de Suministro objeto de la aplicación	125
3.2.1.1 Nivel superior.	125
3.2.1.2 Nivel de configuración	129
3.2.1.3 Nivel de elementos de procesos	134
3.2.3 Presentación del estado TO-BE	159





## **3.1 Análisis del modelo SCOR como herramienta para la Gestión del Rendimiento de la Cadena de Suministro**

### **3.1.1 Origen del SCOR**

El modelo SCOR (Supply Chain Operations Referente model, SCOR-model) es una herramienta para representar, analizar y configurar Cadenas de Suministro; fue desarrollado en 1996 por el Consejo de la Cadena de Suministro, Supply-Chain Council (SCC), una corporación independiente sin fines de lucro, como una herramienta de diagnóstico estándar inter-industrias para la Gestión de la Cadena de Suministro.

Inicialmente el Consejo de la Cadena de Suministro incluía 69 compañías voluntarias miembro. Los miembros integrantes del Consejo están abiertos ahora a todas las compañías y organizaciones interesadas en la aplicación y avance de sistemas y de prácticas avanzados de gestión de la Cadena de Suministro. Entre las compañías fundadoras se incluyen Bayer, Compaq, Proctor&Gamble, Lockheed Martin, Nortel, Rockwell Semiconductor, Texas Instruments, 3M, Cargill, Pittiglio Rabin Todd & McGrath (PRTM) y AMR Research. Actualmente cuentan con 825 miembros en todo el mundo con sedes en Europa, Japón, Corea, Brasil, América Latina, Australia/Nueva Zelanda, Sudáfrica, China y sudeste de Asia.

Las compañías miembro pagan un honorario anual modesto para apoyar actividades del Consejo. Piden a todos los que utilizan el modelo SCOR, que reconozcan el SCC en todos los documentos que describen o que representan el modelo de SCOR y su uso. El modelo completo de SCOR y otros modelos relacionados del SCC son solamente accesibles a través de la sección de los miembros de la website [www.supply.chain.org](http://www.supply.chain.org). Los miembros del SCC fomentan el desarrollo del modelo participativo en equipos-SCOR en el desarrollo del proyecto y otros modelos relacionados del SCC, son los proyectos en curso de colaboración que intentan representar la práctica relacionada y la Cadena de Suministro actual.

### **3.1.2 Descripción del modelo SCOR**

El modelo proporciona un marco único que une los Proceso de Negocio, los Indicadores de Gestión, las Mejores Prácticas y las Tecnologías en una estructura unificada para apoyar la comunicación entre los socios de la Cadena de Suministro y mejorar la eficiencia de la Gestión de la Cadena de Suministro (GCS) y de las actividades de mejora de la Cadena de Suministro relacionadas. El modelo ha sido capaz de proporcionar una base para la mejora de la CS en proyectos globales así como en proyectos específicos locales (Calderón Lama y Cruz Lario, IX Congreso de Ingeniería de Organización Gijón 2005).

El modelo SCOR integra conceptos bien conocidos relacionados con la reingeniería de procesos, al reflejar el estado actual de los procesos y definir el estado que en el futuro se desea alcanzar-, el benchmarking –al cuantificar el funcionamiento de empresas similares y establecer objetivos basados en los resultados de los mejores de la categoría- y la identificación de mejores prácticas – al caracterizar las prácticas de gestión y las soluciones de software que conducen a ser los mejores en cada categoría-.

El SCOR-model es un modelo de referencia, no tiene descripción matemática ni métodos heurísticos, en cambio estandariza la terminología y los procesos de una CS para modelos y, usando Indicadores Clave de Rendimiento (Key Performance Indicators, KPI's), compara y analiza diferentes alternativas de las entidades de la CS y de toda la CS en general. Dado que el modelo emplea Componentes Básicos de Proceso (Process Building Blocks) para describir la CS, puede emplearse para representar desde Cadenas de Suministro muy simples hasta muy complejas usando un conjunto común de definiciones. Por consiguiente, diferentes industrias pueden unirse para configurar en profundidad y anchura prácticamente cualquier Cadena de Suministro.

El modelo SCOR permite describir las actividades de negocio necesarias para satisfacer la demanda de un cliente. El modelo está organizado alrededor de los cinco Procesos Principales de Gestión: Planificación (**Plan**), Aprovisionamiento (**Source**), Manufactura (**Make**), Distribución (**Deliver**) y Devolución (**Return**).

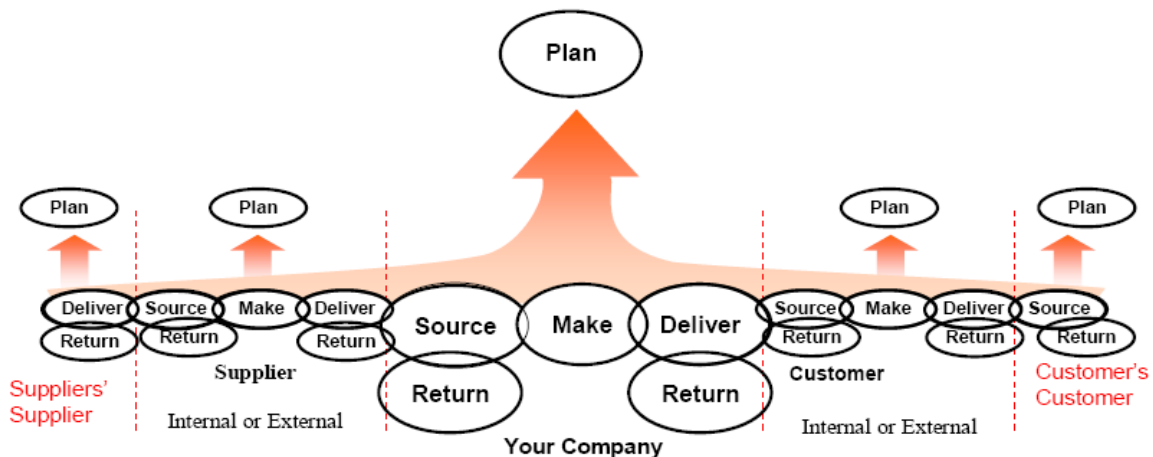


Figura 3.1. EL modelo SCOR organizado alrededor de los Procesos Primarios de Gestión SCC, 2006).

Como refleja el gráfico, la Cadena de Suministro contemplada dentro del Modelo incluye desde los proveedores de nuestros proveedores, hasta los clientes de nuestros clientes, es decir, considera la Cadena de Suministro entendida en sentido amplio. A continuación se describen los procesos básicos en líneas generales:

- **Planificación (Plan).** En este ámbito se analiza cómo equilibrar los recursos con los requerimientos y establecer y dar a conocer los planes para toda la cadena. Por otra parte se estudia el funcionamiento general de la empresa y se considera cómo alinear el plan estratégico de la cadena con el plan financiero.
- **Aprovisionamiento (Source).** Analiza cómo realizar la programación de entregas, la identificación, selección de los proveedores y valoración de proveedores o la gestión de inventarios.
- **Producción (Make).** Corresponde a programación de actividades de producción, de las características del producto, de la etapa de prueba o de la preparación del producto para su paso a la siguiente etapa de la cadena logística.
- **Suministro (Deliver).** En este ámbito se analizan todos los procesos de gestión relacionados con peticiones de clientes y envíos, con la gestión de almacén, con la recepción y verificación del producto en el cliente y su instalación si es necesario y, finalmente, con la facturación del cliente.
- **Retorno (Return).** Los procesos relacionados con el retorno del producto y servicio post-entrega al cliente son objeto de análisis dentro de este ámbito del modelo.

El modelo SCOR abarca todas las interacciones con los Clientes (desde la entrada de órdenes hasta el pago de facturas), todas las transacciones físicas de materiales (desde los Proveedores de los Proveedores –Suppliers- hasta los Clientes –Customers-, incluyendo equipos, suministros, repuestos, productos a granel, software, etc.) y todas las interacciones con el Mercado (desde la Demanda Agregada hasta el cumplimiento de cada orden). Sin embargo, no intenta describir cada proceso de negocio o actividad. Específicamente, el modelo contiene Ventas y Marketing (generación de la demanda), desarrollo de producto, investigación y desarrollo, y algunos elementos de servicio postventa al cliente. El modelo no abarca pero presupone la existencia de las actividades de Recursos Humanos, capacitación, sistemas, administración pero no de la Gestión de la Cadena de Suministro y aseguramiento de la calidad entre otras.

El primer modelo SCOR ha sido modificado y presentado en diversas versiones en la medida que iba siendo mejorado. Las revisiones del modelo se hacen cuando los miembros de Consejo determinan cambios para facilitar el empleo del modelo en la práctica.

SCOR contiene tres niveles de detalle de procesos: Nivel Superior (tipos de procesos), Nivel de Configuración (categoría de procesos) y Nivel de Elementos de Procesos (descomposición de los procesos). En los tres niveles, SCOR aporta Indicadores Clave de Rendimiento, y dividen sistemáticamente en cinco Atributos de Rendimiento (Performance Attributes): fiabilidad en el cumplimiento (reliability), flexibilidad (flexibility), velocidad de atención (responsiveness), coste (cost) y activos (assets).

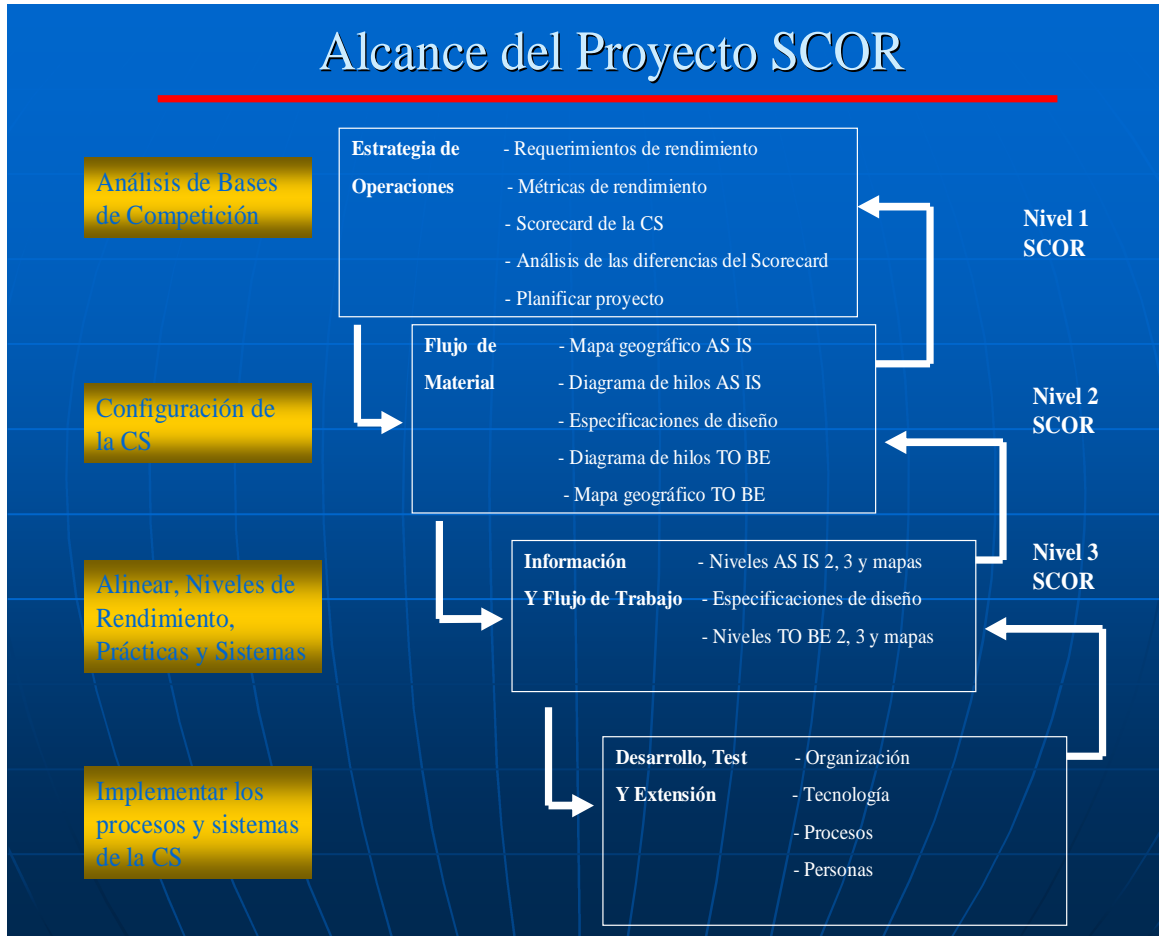


Figura 3.2 Niveles del SCOR (Adaptado de SCC, 2006).

En un cuarto nivel (nivel de implementación), se descomponen los elementos de procesos en tareas. En el nivel 4 las empresas incorporan las mejoras en sus procesos y sistemas, no siendo este nivel parte del modelo SCOR. En este nivel se suele empezar con uno o varios proyectos piloto, luego evaluarlos y posteriormente extenderlos a toda la Cadena de Suministro, adaptando su organización, tecnología, procesos y personas para lograr la ventaja competitiva.

El modelo SCOR está enfocado en los tres primeros niveles y no procura prescribir cómo cada organización particular debería conducir sus negocios o diseñar sus sistemas o flujos de información. Cada organización que implementen mejoras en su Cadena de Suministro usando el SCOR-model necesitará extender el modelo, al nivel 4, usando los procesos, sistemas y prácticas específicas de su organización.

### 3.1.3 SCOR 8.0

#### 3.1.3.1 Qué es un modelo de referencia de operaciones

Un modelo de referencia de operaciones (SCC 2006)\* contiene descripciones estándar de la gestión de procesos, un marco de relaciones entre los procesos estándar, medidas estándar para medir los procesos de cambio, prácticas de gestión que produce cambios en los mejores de la categoría y alineación de características y funciones. Una vez el complejo proceso de gestión es capturado en una forma estándar de modelo de referencia de operaciones, éste puede ser implementado con la finalidad de conseguir la ventaja competitiva, medido, gestionado o controlado, y ajustado o reajustado con un propósito específico.

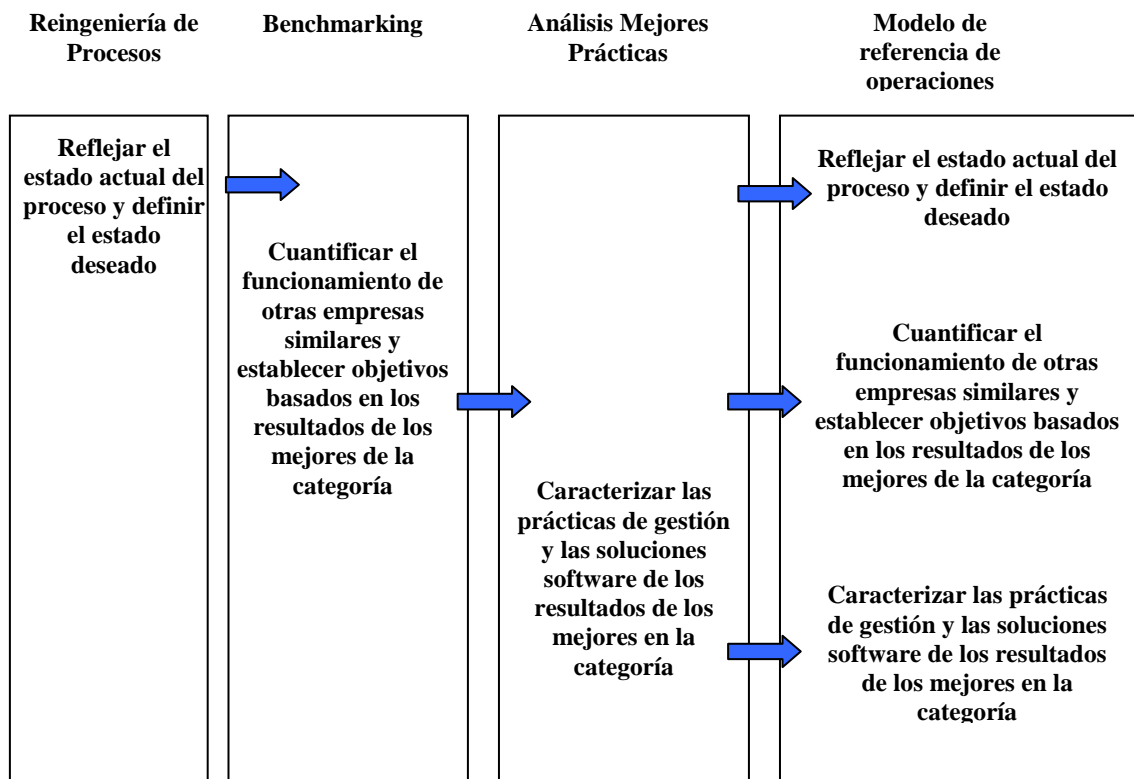


Figura 3.3. Proceso Modelo de Referencia (Adaptado de SCC, 2007).

Un modelo de referencia de proceso contiene:

- Una descripción estándar de la gestión de procesos.
- Un framework de relaciones entre los procesos estándar.
- Métricas estándar para medir el rendimiento de los procesos.
- Gestión de las mejores prácticas de su clase.
- Alineamiento estándar para características y funcionalidades

\* SCC. (2006) Supply Chain Operations Referente Model: Overview of SCOR version 8.0. Supply Chain Council Inc.

Una vez la compleja gestión de proceso es capturada en un modelo de referencia de un proceso estándar, puede ser:

- Implementado con el propósito de conseguir una ventaja competitiva.
- Medido, gestionado y controlado.
- Descrito inequívocamente y comunicado.
- Utilizado para definir y redefinir los objetivos específicos.

### **3.1.3.2 Modelo y estructura**

Las ventajas de cualquier modelo deben ser cuidadosamente definidas. El SCOR se extiende a todas las interacciones de los clientes desde la orden de entrada hasta el pago de facturas. Toda la transacción de productos bien sean productos como tal o servicios, desde los proveedores de los proveedores, incluyendo equipamiento, suministros, piezas de recambio, producto a granel, software, etc., hasta la distribución al cliente del cliente. Así mismo incluye todas las interacciones de mercado desde la predicción y recepción de la demanda agregada hasta el cumplimiento de cada orden.

El SCOR no describe cada proceso de negocio o actividad, relativas a ventas y marketing, búsqueda y desarrollo de tecnología, desarrollo del producto y algunos elementos de postventa de apoyo al cliente. El SCOR asume pero no direcciona explícitamente la formación, calidad, tecnologías de la información o administración.

### **3.1.3.3 Procesos del SCOR**

- Planificación:

Equilibra los recursos con los requerimientos y establece los planes de comunicación para toda la Cadena de Suministro incluyendo la devolución, la ejecución del proceso de aprovisionamiento, manufactura y distribución. Gestiona las reglas de proceso, cambios en la Cadena de Suministro, bases de datos, inventario, capital activo, transporte, configuración de la planificación y regulador de los requerimientos comprometidos. Ajusta el plan de la Cadena de Suministro con el plan financiero.

- Aprovisionamiento:

Incluye bien fabricación contra almacén, bajo pedido y diseño de producto bajo pedido. En este ámbito podemos situar los horarios de entrega de recepción, verificación, y transferencia del producto, como la autorización de los pagos a proveedores. Identifica y selecciona los recursos de suministro cuando no están predeterminados como el diseño bajo pedido de producto. Además gestiona las reglas de negocio, los cambios de proveedores de activo y el mantenimiento de datos, a su vez inventario, capital activo, productos entrantes, redes de proveedores, requisitos de importación y exportación y acuerdos con proveedores.

- **Manufactura/Fabricación:**

Cuenta también con 3 subcategorías como producir contra almacén, bajo pedido y producción bajo pedido. Se incluyen actividades como horarios de producción de actividades, características del producto, producir y testear, empaquetar, montaje del producto y lanzar el producto de entrega. Finaliza el producto bajo pedido. Y gestiona las reglas, cambios, datos, producto en proceso, equipamiento y facilidades, transporte, redes de producción y regulación del cumplimiento de producción.

- **Distribución:**

En este ámbito identificamos las órdenes, almacenes, transporte y gestión de instalaciones contra almacén, bajo pedido y diseño de producto bajo pedido. Todas las etapas de gestión de órdenes desde el proceso de captación de la voz del cliente y libro de rutas de los cargamentos y selección de la empresa de transporte. Contempla la gestión de almacenes desde la recepción y picking del producto hasta cargar y embarcar producto, recibir y verificar productos al emplazamiento del cliente e instalar si fuera necesario y facturación del cliente. Finalmente gestiona la distribución de las normas del negocio, cambios, información, inventario final de producto, capital activo, transporte, ciclo de vida del producto, y exporta/importa requisitos.

- **Devolución:**

Aquí enmarcamos la devolución de las materias primas y recepción de los productos acabados. Se identifica dentro de este campo las etapas de todas las devoluciones de productos defectuosos desde el aprovisionamiento – identifica las condiciones del producto, disposición del producto, solicitud de la autorización de devolución de producto, horarios de cargamento de producto, y devolución de los productos defectuosos – y distribución- devolución autorizada de producto, horarios de recibo de devolución, recibir producto y transferencia de productos defectuosos.

Todo el mantenimiento de devolución, reparación y etapas de revisión de producto desde el aprovisionamiento – identificar la condición del producto, su disposición, solicitud de autorización de devolución de producto, horarios de cargamento de producto, y devolución de materias primas - y distribución – autoriza la devolución de producto, horario de recepción de devolución, recibir producto y transferir materias primas. Todas las etapas de devolución de exceso de producto desde el abastecimiento - identificar la condición del producto, su disposición, solicitud de autorización de devolución de producto, horarios de cargamento de producto y devolución de exceso de producto- y distribución- devolución autorizada de producto, horario de recibo de producto, recibir producto y transferir el exceso de producto. Gestiona las normas de devolución del negocio, cambio, bases de datos, inventario de devolución, capital activo, transporte, configuración de redes y actúa de regulador de requisitos y pedidos comprometidos.

### 3.1.3.4 Niveles del SCOR

Un modelo de referencia de operaciones difiere de los modelos clásicos de descomposición de procesos. El SCOR es un modelo de referencia de operaciones que está provisto de un lenguaje para comunicarse entre los socios de la Cadena de Suministro. El proceso de descomposición de modelos está desarrollado para una configuración específica de elementos de procesos.

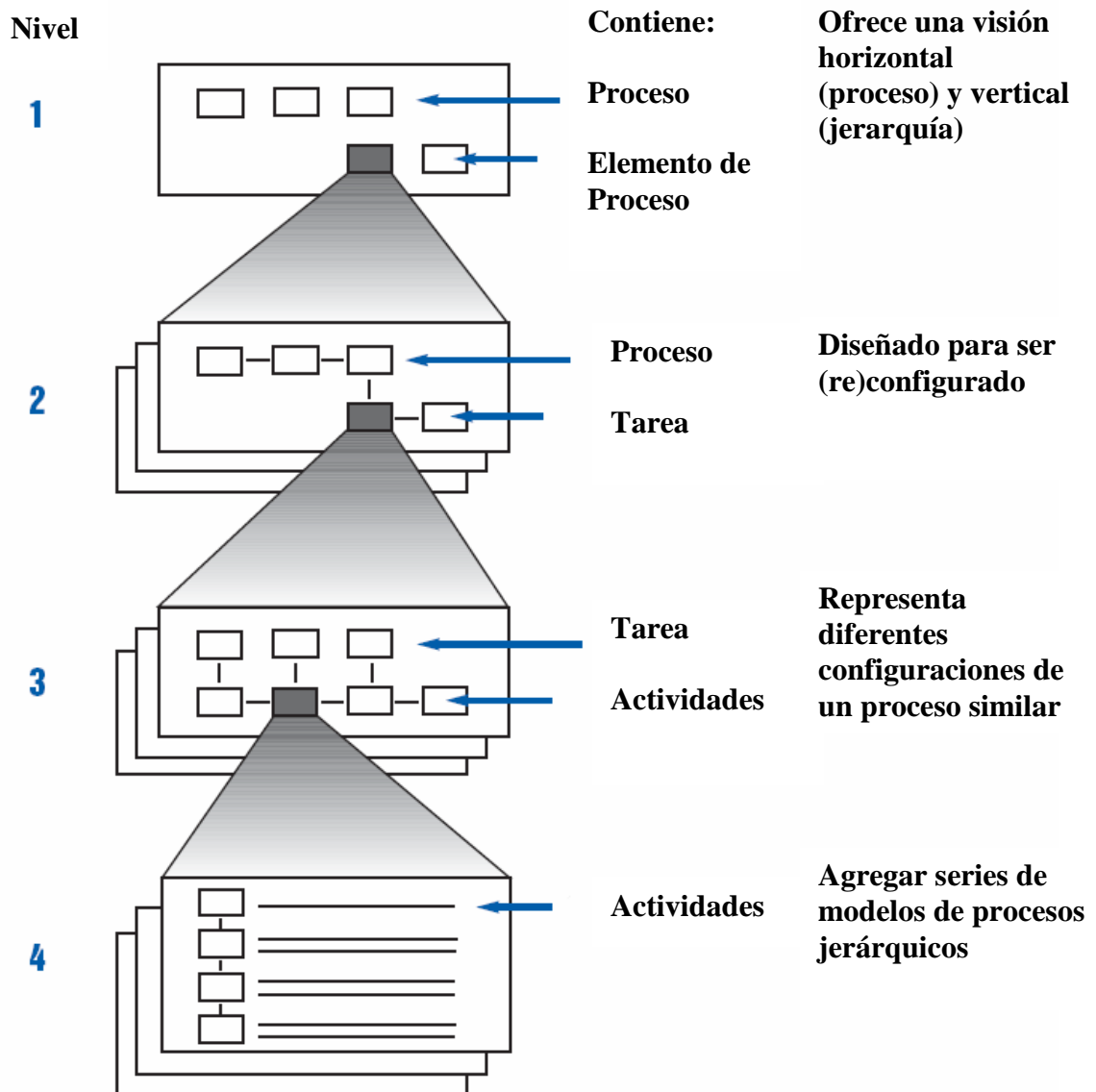


Figura 3.4. Proceso de modelo de descomposición (SCC, 2007).

A continuación, en la figura 3.5, se presentan los distintos niveles del SCOR caracterizados con los elementos y procesos que se identifican en cada uno de ellos, el contenido de cada uno de los niveles así como las áreas que abarcan, así como su descomposición e interrelación aguas arriba y aguas abajo.






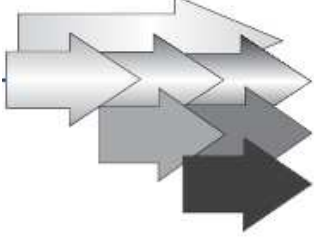

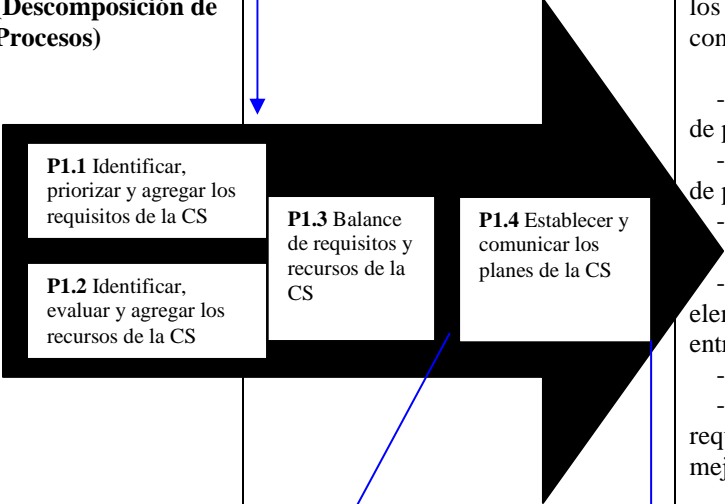

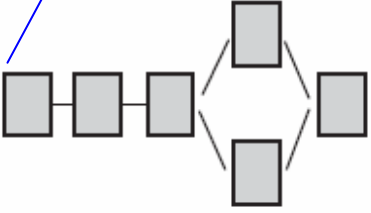
Nivel	Descripción	Esquema	Contenido
<p>1</p> 	<p><b>Nivel Superior</b> (Tipos de Procesos)</p>		<p>Se define el ámbito y contenido del Modelo de referencia de operaciones de la Cadena de Suministro. Se fijan las bases de competición y los objetivos.</p>
<p>2</p> 	<p><b>Nivel de Configuración</b> (Categorías de Procesos)</p>		<p>Una compañía de la CS puede ser configurada bajo pedido en el nivel 2 desde la esencia de la categoría de procesos. Las compañías implementan sus operaciones de estrategia a través de la configuración elegida para su CS.</p>
<p>3</p> 	<p><b>Nivel de Elementos de Procesos</b> (Descomposición de Procesos)</p>		<p>El nivel 3 define la habilidad de una compañía para competir con éxito e los mercados elegidos, y consiste en:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definición de elementos de proceso</li> <li>- Métrica de rendimiento de procesos</li> <li>- Mejores prácticas</li> <li>- Información de elementos de procesos, entradas y salidas.</li> <li>- Sistemas y herramientas</li> <li>- Capacidades del sistema requeridas para soportar las mejores prácticas.</li> </ul>
<p>4</p> 	<p><b>Nivel de Implementación</b> (Descomposición de Elementos Procesos)</p>		<p>Las compañías implementan las prácticas de gestión de la CS específica en este nivel. El nivel 4 define prácticas para conseguir ventajas competitivas y adaptarse a las condiciones cambiantes de negocio</p>

Figura 3.5.Descripción del modelo SCOR (Stephens, 2001).

**3.1.3.4.1 Nivel superior. Tipos de procesos**

En este nivel se define el alcance y contenido del modelo SCOR, se analizan las bases de competición (Basis of Competition) y se establecen los objetivos de rendimiento competitivo (Competitive Performance Targets) de los procesos de aprovisionamiento, producción y suministro.

Procesos SCOR	Definición
Planificación	Procesos que balancean la demanda agregada y la cadena para desarrollar las acciones que mejor satisfaga los requerimientos de aprovisionamiento, producción y distribución.
Aprovisionamiento	Procesos que procuran bienes y servicios para satisfacer la planificación o la demanda.
Fabricación	Procesos que transforman el producto a un estado final para satisfacer la demanda.
Distribución	Procesos que suministran bienes y servicios finales para satisfacer la demanda, incluyendo la gestión de pedidos, transporte y distribución.
Devolución	Procesos asociados con la devolución y recepción de productos retornados por cualquier motivo. Estos procesos se extienden hasta el soporte de postventa de cliente

Figura 3.6. Definición de problemas nivel 1.

Los indicadores (performance metrics) de nivel 1 son medidas de alto nivel que recorren múltiples procesos SCOR. Los indicadores de nivel 1 no se relacionan necesariamente con todos los procesos de nivel 1 (plan, aprovisionamiento, manufactura, distribución, devolución). Los tres primeros (fiabilidad en el cumplimiento, flexibilidad y velocidad de atención) son puntos de vista externos, mientras que coste y activo son puntos de vista internos. Algunos de los indicadores clave de primer nivel usados más comúnmente utilizados son los representados en la siguiente figura.

Atributos de Cambio	Puntos de Vista Externos			Puntos de Vista Internos	
	Fiabilidad en el Cumplimiento	Flexibilidad	Velocidad de Atención	Coste	Activos
Retraso de Entrega	✓				
Ratios de entrega	✓				
Cumplimiento correctos de pedido	✓				
Tiempo de cumplimiento de pedido		✓			
Tiempo de respuesta de la CS			✓		
Flexibilidad de Producción			✓		
Coste de GCS				✓	
Coste de Mercancías Vendidas				✓	
Valor Añadido				✓	
Garantía de Coste y Devolución de Coste				✓	
Tiempo de ciclo					✓
Inventarios días de la Cadena					✓
Turnos de trabajo					✓

Figura 3.7. Indicadores de primer nivel (SCC, 2007).

Posteriormente, los valores de los indicadores de primer nivel se comparan en un tabla con las de otras empresas de su sector y de otros sectores, y se califican de Iguales, con Ventaja o Superiores. De esta manera se puede analizar en qué aspectos tiene desventaja la Cadena de Suministro, identificar las mejoras necesarias, priorizar los proyectos de mejora necesarios y planificar su ejecución a un nivel global.

**3.1.3.4.2 Nivel de configuración. Categorías de procesos**

En el segundo nivel, cada proceso puede ser descrito por tipo:

Tipos de procesos SCOR	Características
Planificación (Planning)	Un proceso que ajusta los recursos esperados para satisfacer los requerimientos de la demanda esperada. Procesos de planificación: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Balance de la demanda agregada y la cadena.</li> <li>- Intervalos periódicos.</li> <li>- Considerar consistente el horizonte de planificación.</li> <li>- Puede contribuir al tiempo de respuesta de la Cadena de Suministro</li> </ul>
Ejecución (Execution)	Proceso desencadenado por la planificación o por la actual demanda que cambia el estado de material de bienes Procesos de ejecución: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Generalmente implica secuenciación, transformación de producto y movimiento de producto al siguiente proceso.</li> <li>- Puede contribuir al tiempo de ciclo de las órdenes de cumplimiento.</li> </ul>
Apoyo (Enabling)	Un proceso que prepara, mantiene o maneja información de los que dependen los procesos de planificación y ejecución.

Figura 3.8. Características de los tipos de procesos de SCOR.

En el segundo nivel se consideran 26 categorías procesos, que son las categorías principales que permiten configurar la cadena de prácticamente cualquier empresa, corresponden 5 a Plan, 3 a Aprovisionamiento, 3 a Manufactura, 4 a Distribución, 6 a Devolución (3 de Aprovisionamiento y 3 de Distribución), y 5 a Apoyo (Enable) Las cinco primeras son de tipo planificación (planning), las 16 intermedias son de tipo ejecución (executing) y las 5 últimas son de tipo apoyo (enabling). Las enabling dan apoyo a las planning y executing: preparan, preservan y controlan el flujo de información y las relaciones entre los otros procesos.

		Procesos de SCOR					
		Planificar	Aprovisionar	Fabricar	Distribuir	Devolución	
Tipos de Procesos	Planificación	P1	P2	P3	P4	P5	Categoría de Procesos
	Ejecución		A1-A2	M1-M3	D1-D4	SR1-SR3 DR1-DR3	
	Apoyo	AP	AA	AM	AD	AR	

Figura 3.9. Tabla de Procesos SCOR, tipos y categorías (nomenclatura SCOR traducida, adaptada de SCC 2007).

Las tres categorías en las que se subdividen Aprovisionamiento, Manufactura y Entrega son *fabricación contra almacén* (Make-to-Stock), *fabricación bajo pedido* (Make-to-Order) y *diseño bajo pedido* (Enginer-to-Order) pero Entrega tiene una cuarta categoría que es *producto de venta al por menor* (Retail Product). Devolución (Return) a su vez tiene tres categorías: producto defectuoso, producto para mantenimiento general y reparación, y producto en exceso.

En este nivel, la Cadena de Suministro debe representarse usando las 26 categorías de procesos conforme a su estado actual (AS-IS), tanto geográficamente (Geographic Map) como mediante diagramas de hilos (Thread diagram), para después establecer las especificaciones de diseño de su nueva CS y poder reconfigurarla al estado deseado (TO BE) empleando nuevamente los dos tipos de gráficos mencionados (Calderón y Lario, 2005). Las empresas pueden implementar su estrategia de operaciones por medio de la configuración que ellas elijan para su CS. La configuración de hilos es también denominada Mapa de Procesos de SCOR.

A continuación, se muestra, todas las herramientas del nivel 2. En este nivel se incluyen y dibujan todas las posibles configuraciones de una Cadena de Suministro, así como de cada uno de los eslabones participantes. Se determina que tipo de plan o estrategia se asocia a cada una de las operaciones dependientes de los mismos, la política de aprovisionamiento de cada uno de los integrantes, el tipo de fabricación si la hubiere, el modo de distribución seleccionada y la logística inversa concerniente a los procesos de devolución de productos en caso de defecto, reparación o exceso.

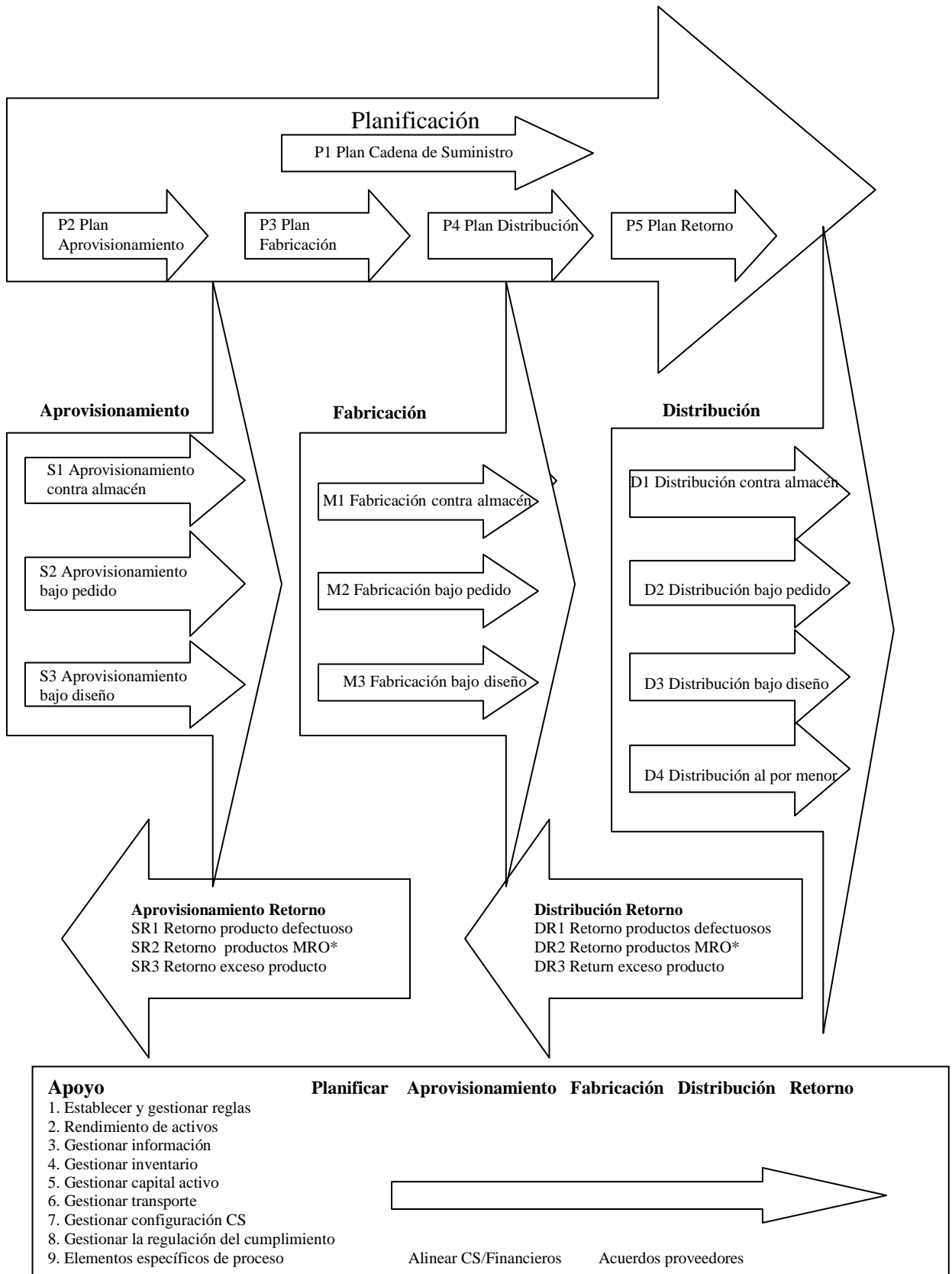


Figura 3.10. Herramientas del nivel 2 de SCOR (Adaptado de SCC, 2007).

\* MRO son las siglas equivalentes a **Mantenimiento, Reparación y Operaciones**.

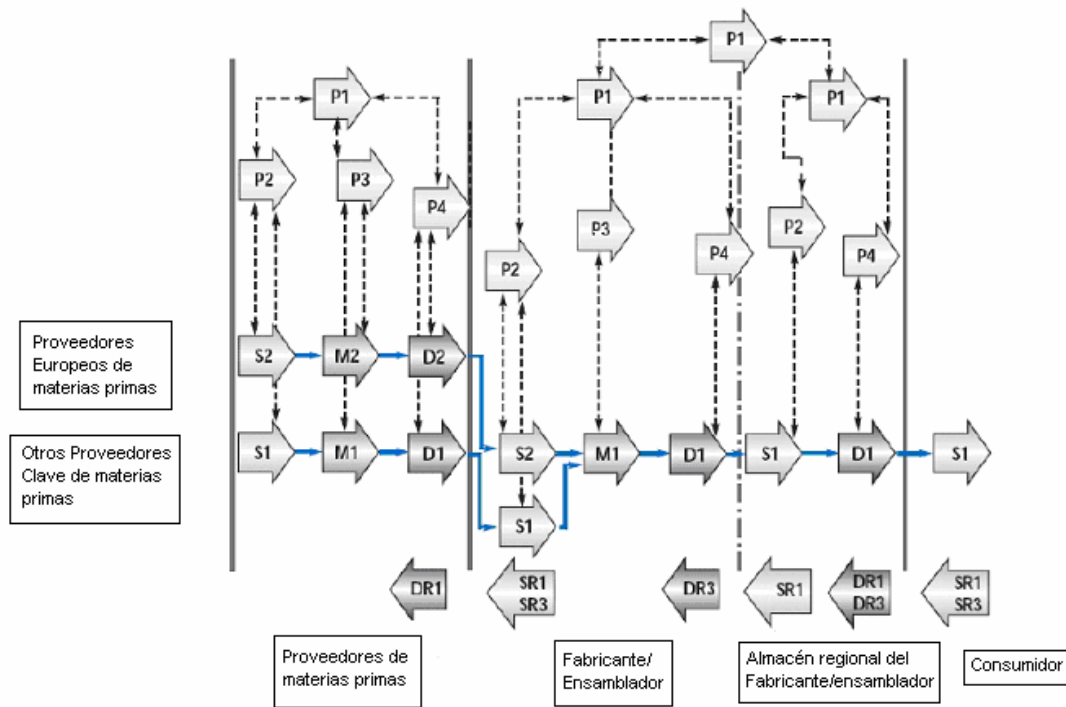


Figura 3.11. Mapa de procesos de SCOR niveles 1 y 2 (Adaptado de SCC, 2007).

La configuración de “hilos” de una Cadena de Suministro ilustra cómo son hechas las representaciones de SCOR. Cada hilo puede ser usado para describir y evaluar distintas configuraciones de CS, los hilos son desarrollados a partir del flujo físico-geográfico de los productos.

### 3.1.3.4.3 Nivel de elementos de procesos

En el tercer nivel se representan los distintos procesos de la CS de manera más detallada descomponiendo las Categorías en Elementos de Procesos (Process Elements). Estos se presentan en secuencia lógica (con rectángulos y flechas) con entradas (inputs) y salidas (outputs) de información y materiales. Ver como ejemplo la descomposición del proceso de aprovisionamiento de producto contra almacén de la figura 3.12. Además en el nivel 3, se evalúa el rendimiento de cada proceso y elemento mediante índices, de manera que se encuentran las diferencias de rendimiento entre los procesos y elementos de la Cadena de Suministro.

**S1 Aprovechamiento Contra Almacén**

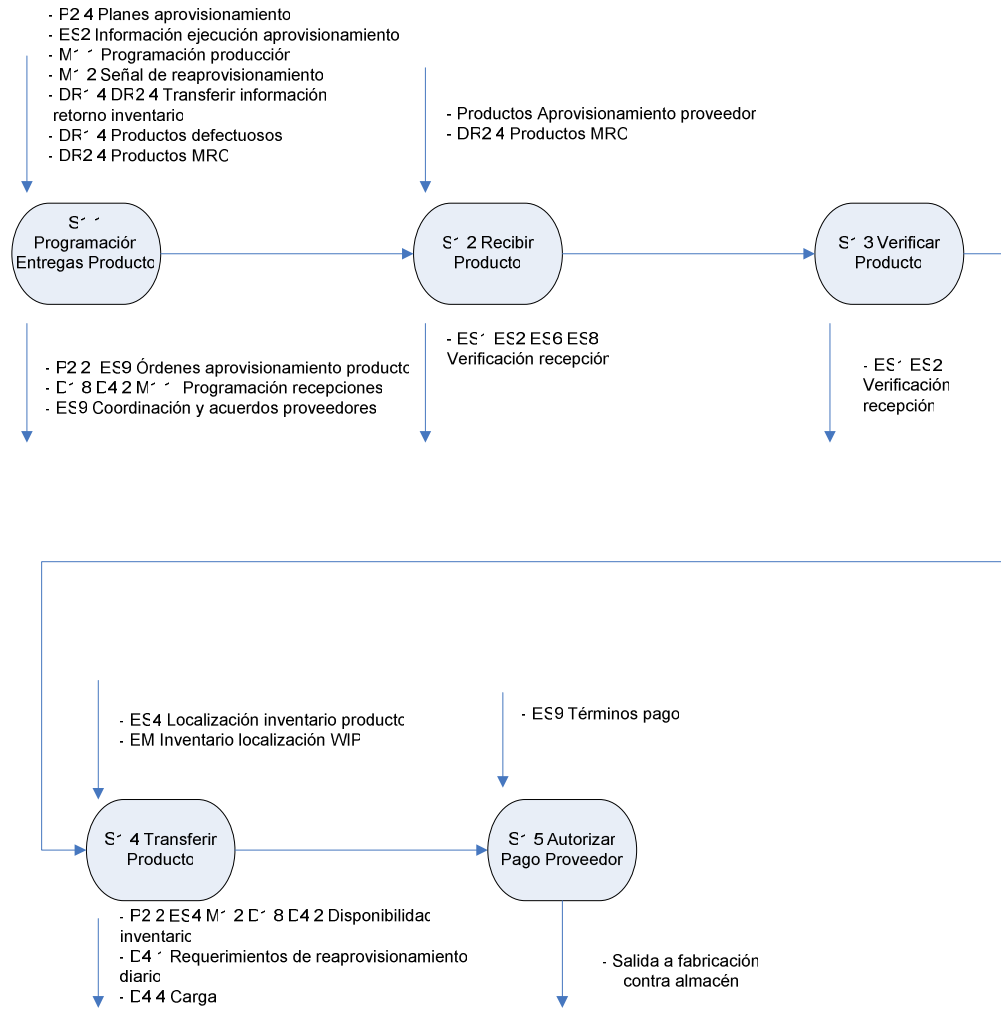


Figura 3.12. Ejemplo del proceso de aprovisionamiento contra almacén (Adaptado de SCC, 2007).

Las empresas pueden afinar su estrategia de operaciones en este nivel, e identificar las mejores prácticas aplicables y las capacidades de sistema (hardware y software) requeridas para apoyar las mejores prácticas.

**3.1.3.5 Implantación**

El último nivel, nivel de descomposición de los elementos de procesos, no se aborda realmente dentro del modelo SCOR. Este nivel debería de establecer cómo adquirir las ventajas competitivas mediante la implantación de prácticas específicas. En definitiva, se trataría de poner en marcha las prácticas de gestión de Cadena de Suministro teniendo en cuenta que la empresa ha de ser competitiva y ha de saber adaptarse a las condiciones cambiantes de los negocios.



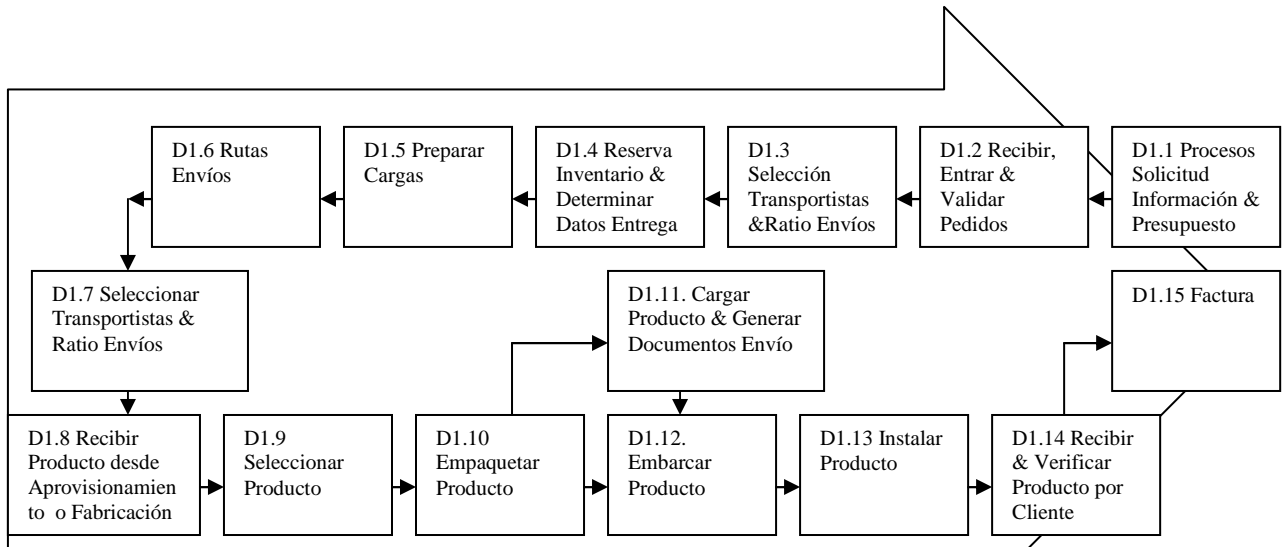


Figura 6.13. Diagrama distribución (SCC, 2007).

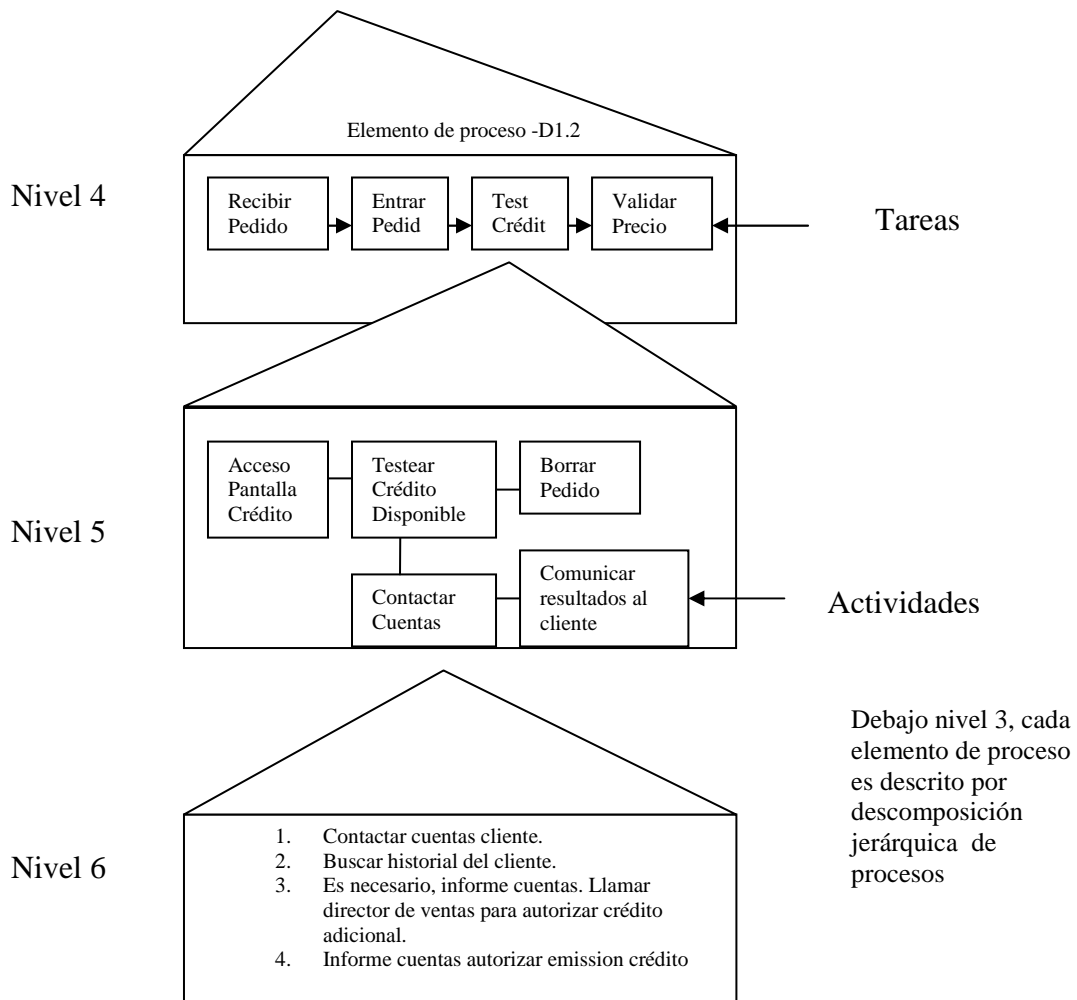


Figura 3.13. Implementación en la CS a partir del nivel 4 (Adaptado de SCC, 2007).

### 3.1.3.6 Configurabilidad del modelo SCOR

El concepto de configurabilidad en la Cadena de Suministro está definida por:

- Planificación: niveles de agregación y fuentes de información.
- Aprovisionamiento: localización y productos.
- Fabricación: sitios de producción y métodos.
- Distribución: canales, inventario y productos.
- Retorno: localización y productos.

El SCOR debe reflejar cómo la configuración de la Cadena de Suministro impacta en la gestión de procesos y prácticas. Cada Cadena de Suministro básica es una cadena de aprovisionamiento, fabricación y distribución de la ejecución de los procesos.

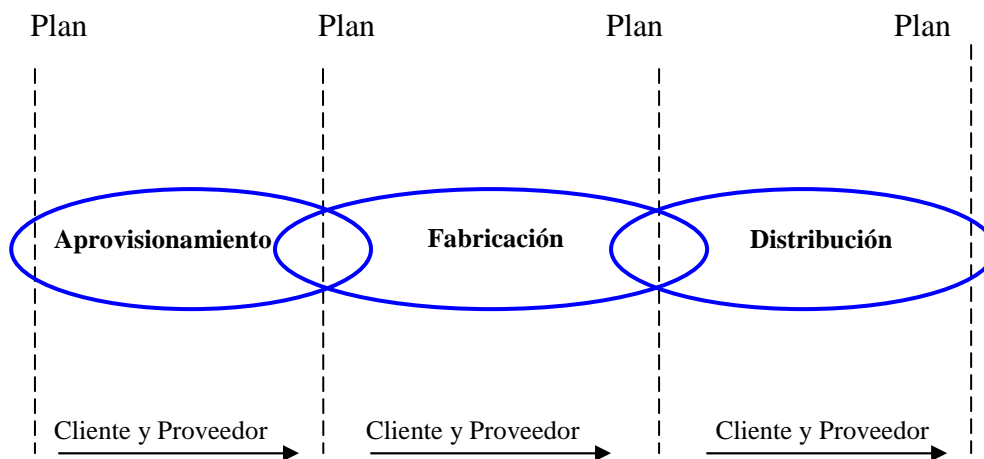


Figura 3.14. Esquema de Configurabilidad (Adaptado de SCC, 2007).

Cada intersección de dos procesos de ejecución (aprovisionamiento, fabricación y distribución) es un nexo en la Cadena de Suministro. La ejecución de cada uno de estos procesos conlleva la transformación o transporte de materiales y/o productos. Cada proceso es un “cliente” del proceso predecesor y “proveedor” del que le precede.

Algunos ejemplos de configuración de una Cadena de Suministro descritas por SCOR son:

- Fabricar contra stock: la Cadena de Suministro tienen un objetivo común, conseguir un mercado de ganancias con el menor riesgo de inventario y sirviendo en el menor tiempo posible. Así, los órdenes y pedidos recibidos del cliente sólo se integran horizontalmente hasta el eslabón de distribución, que es donde se halla el producto almacenado, en espera de darle salida. La relación entre la señal de pedido del cliente y la Cadena de Suministro es baja.

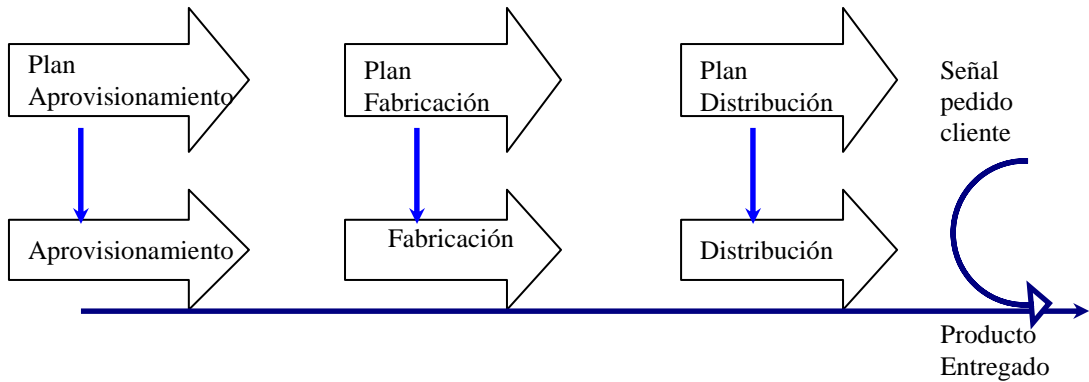


Figura 3.15. Configuración contra almacén (Adaptado de SCC, 2006).

- Fabricar bajo pedido:** el objetivo común de la CS es conseguir un buen nivel de servicio con el menor riesgo de inventario. Posee los mismos objetivos de la configuración de la cadena fabricando contra stock, sin embargo, el modo de trabajo, difiere. En fabricación bajo pedido, las órdenes de pedidos de los clientes interaccionan mucho más con la Cadena de Suministro, en tanto en cuanto el producto no esta en el último eslabón de la cadena preparado para ser expedido. Éste se integra más horizontalmente en la cadena, llegando a la etapa de fabricación y en ocasiones a la de aprovisionamiento, a fin de correr con los menores gastos de inventario posibles.

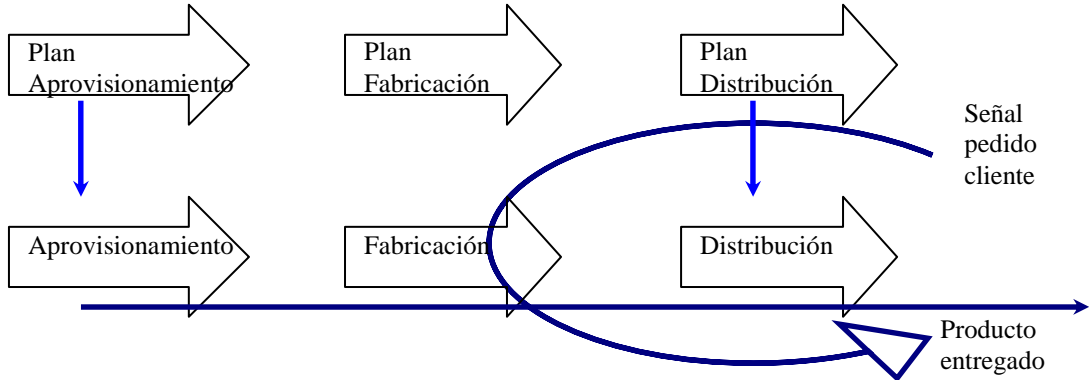


Figura 3.16. Configuración bajo pedido (Adaptado de SCC, 2007).

### 3.1.4 Metodología

En función de los casos de las empresas que han utilizado el modelo SCOR, se define una metodología de aplicación representada en cuatro etapas.

Etapa 1:

1. Alcance de la Cadena de Suministro.
2. Establecer un equipo/comité de alto nivel para utilización del modelo SCOR.
3. Adoptar sistema de Gestión de la Cadena de Suministro \*.
4. Analizar las bases de competición en comparación con los mejores de su clase.
5. Evaluar los Indicadores de Rendimiento de primer nivel.
6. Determinar el estado de madurez de su Cadena de Suministro \*.
7. Establecer qué quieren lograr: objetivos de rendimiento competitivo (ORC).
8. Analizar las desventajas de la CS como un todo.
9. Identificar las oportunidades de mejora \*.
10. Calcular el valor de los beneficios de implantar las oportunidades de mejora \*.

Etapa 2:

1. Representar el estado actual de su CS: geográficamente y como mapa de procesos, empleando los 26 procesos del segundo nivel de SCOR.
2. Evaluar con los Indicadores Clave de Rendimiento de segundo nivel y comparar (Benchmarking) con los mejores de su clase (BIC).
3. Identificar diferencias de rendimiento entre etapas de la CS.
4. Identificar las mejores prácticas para cada proceso de nivel 2.
5. Rediseñar la CS al estado deseado para lograr los objetivos de rendimiento competitivo establecidos en la primera etapa.
6. Establecer sub-equipos de segundo nivel para utilización del modelo SCOR \*.
7. Priorizar los proyectos y hacer un plan de proyectos de mediano y largo plazo \*\*.

Etapa 3:

1. Descomponer el estado actual de sus procesos en elementos, describiendo los flujos de información y materiales.
2. Evaluar con Indicadores Clave de Rendimiento de tercer nivel.
3. Alinear el rendimiento entre etapas de la CS para lograr los ORC fijados.
4. Identificar las mejores prácticas y sistemas para cada elemento de nivel 3.
5. Redefinir los elementos y diseñar especificaciones para alcanzar el estado deseado.

Etapa 4:

1. Reorganizar su estructura para implementar los cambios \*.
2. Empezar con uno o varios proyectos piloto \*.
3. Evaluar los proyectos piloto según los Indicadores Clave del nivel correspondiente.
4. Extender los proyectos a toda la CS ( a donde sean aplicables).

\* Pasos no considerados en la metodología del modelo SCOR.

\*\* El modelo SCOR considera este paso como última actividad de la Etapa 1. Si la aplicación del modelo se limitara a la Etapa1, entonces en este paso debe ser realizado dentro de ésta.

## 3.2 Aplicación del modelo SCOR

### 3.2.1 Presentación del estado AS-IS: Descripción de la Cadena de Suministro objeto de la aplicación

#### 3.2.1.1 Nivel superior.

En este primer nivel se definirán las bases de competición y los objetivos de rendimiento que se desean medir en la Cadena de Suministro. Los indicadores propuestos serán medidas que no se relacionarán estrictamente con cada uno de los procesos del SCOR diseñados y descompuestos posteriormente, sino que atendiendo a su localización pueden separarse en indicadores externos, referentes a la fiabilidad en el cumplimiento de la CS, capacidad de respuesta y flexibilidad de la cadena, e indicadores internos referentes a los costes y activos de la cadena.

Las métricas Standard de todo nivel 1 de SCOR se dividen en:

Atributos de rendimientos	Definición	Métricas nivel 1
Fiabilidad en el cumplimiento en la CS	Rendimiento de la CS en la entrega: de los productos, en la fecha de entrega, en el lugar de entrega, en las condiciones de entrega, en la cantidad solicitada, con la documentación correcta y al cliente correcto.	Perfecto cumplimiento de los pedidos Rendimiento de entrega Ratio de cumplimiento
Velocidad de atención de la CS de la CS	La velocidad o la capacidad de respuesta en la que la CS provee los productos al cliente.	Tiempo de ciclo en el cumplimiento de los pedidos
Flexibilidad de la CS	La agilidad de la CS en responder a los cambios de mercado para obtener o mantener la ventaja competitiva.	Ventajas de la flexibilidad de la CS Ventajas de la adaptabilidad de la CS Inconvenientes de la

		adaptabilidad de la CS Flexibilidad de producción Tiempo de respuesta de la cadena
Costes de la Cs	Los costes asociados con las operaciones de la CS	Costes de la gestión de la CS Costes de los bienes vendidos Valor añadido de la productividad Garantía/ Costes de proceso de devolución
Activos de la Cs	La efectividad de la organización gestionando los activos para responder a la demanda satisfactoriamente. Esto incluye la gestión de todos los activos: capital fijo y circulante.	Tiempo de ciclo de caja. Devolución de los recursos Días de inventario de la cadena

Figura 3.17. Parámetros estándar.

Los indicadores clave seleccionados, de entre todos los posibles, para la medición de rendimiento son:

- Rendimiento de fechas entregas: es el porcentaje de pedidos servidos a tiempo según las condiciones pactadas entre cliente y el proveedor/distribuidor.
- Ratio de cumplimiento: porcentaje de líneas de pedidos servidos dentro de las 24 horas desde la recepción del pedido.
- Lead-time en el cumplimiento de los pedidos: es el tiempo que transcurre desde la confirmación del pedido hasta su fecha de entrega.
- Flexibilidad de producción: es la capacidad de la cadena de responder a las variaciones o cambios de demanda.
- Valor añadido de la productividad: relación entre el número de recursos empleados (materiales, personal, gestiones necesarias, capital, etc.) en la producción de un vehículo y el número de vehículos generados.
- Días de inventario: es el tiempo medio que permanece un producto en el almacén, a la espera de ser empleado en la fabricación o en su expedición.
- Rotación de inventario: coste de bienes vendidos dividido la media del nivel de inventario físico. Este coeficiente mide cuantas veces el inventario ha sido vendido en un periodo de tiempo.

Atributos de Cambio	Puntos de Vista Externos			Puntos de Vista Internos	
	Fiabilidad en el Cumplimiento	Velocidad de Atención	Flexibilidad	Coste	Activos
Rendimiento fechas de entrega	✓				
Ratio de cumplimiento	✓				
Lead-time en el cumplimiento de los pedidos		✓			
Flexibilidad de producción			✓		
Valor añadido de la productividad				✓	
Días de inventario					✓
Rotación inventario					✓

Figura 3.18. Indicadores clave de primer nivel seleccionados.

Una vez definidos los indicadores clave de rendimiento de primer nivel, que se quieren medir para la Cadena de Suministro, se procede a definir el ámbito de la Cadena de Suministro a tratar. Se definen los productos de la cadena, tanto los que cuyo objetivo es el cliente final consumidor del bien y que siguen una trayectoria lineal a través de todas las etapas de la cadena (aprovisionamiento, ensamblaje, distribución, etc.), y los productos salientes de cada una de las etapas cuya trayectoria no es la propia cadena horizontal, si otros clientes de otras Cadenas de Suministro transversales (como se definía en las condiciones de partida, un eslabón de una cadena puede formar parte de varias Cadenas de Suministro).

Particularizando para este caso, el objetivo final de la cadena es el automóvil a hacer llegar al punto de venta, según las especificaciones del cliente, de la forma más eficiente tanto para el consumidor para lograr cumplir su demanda satisfactoriamente y obtener un buen nivel de servicio, como para la propia cadena a fin de evitar costes y aportar valor añadido al proceso de la cadena. Pero también se realizan partes o módulos que pueden formar parte de otras cadenas, y cuyos objetivos parciales de estas empresas participantes en dos o más Cadenas de Suministro es hacer servir a su vez, en las mismas condiciones a cada uno de sus clientes.

Definidas las salidas de la cadena, cabe definir los clientes, geografía y canales de mercado que se van a considerar como objetivo. Ello ayudará posteriormente, a la elaboración de un mapa geográfico, donde se establecen las relaciones entre cada uno de los proveedores-clientes, y la estrategia y políticas a seguir en el buen funcionamiento de la cadena. Para el caso considerado, los automóviles ensamblados en la fábrica se distribuyen a grandes distribuidores, que centralizan gran parte de los productos y se encargan de su difusión y transporte a la mayor parte de los puntos de venta. Los minoristas no interdependientes de los mayoristas cuyo volumen de facturación/demanda es menor y es más rentable, eliminando intermediarios mayoristas

de la cadena. Y los concesionarios, bien sea de marca o no, que en algunos casos actúan de clientes puntuales, debido a que el concesionario como tal actúa de nexo de unión para la captación de la demanda y gustos del cliente, y transmite los pedidos de los clientes aguas arriba, con lo que por regla general, la recepción de los pedidos en cada uno los concesionarios es servida a través de los distribuidores, sean mayoristas o minoristas, por ello salvo raras excepciones no suele haber un flujo de producto directo entre la fábrica ensambladora y el concesionario.

La producción de automóviles no tiene como mercado sólo la demanda nacional, sino que dependiendo del tipo de automóvil, es decir, del modelo realizado o gama que se fabrica, éste abastece a más mercados de diversos países. Así, a parte del mercado nacional del propio país de localización de la cadena, en este caso España, la cadena no fabrica vehículos exclusivamente para el mercado español, sino que una amplia gama de la producción va destinada a otros mercados internacionales. Las Cadenas de Suministro se disponen de tal manera, que puedan servir al mayor número de clientes en el menor tiempo posible, al menor coste y con unos altos índices de productividad, servicio, flexibilidad y agilidad a esta demanda.

Definición de la Matriz de la CS		Geografía del cliente y canales del mercado				
		Minoristas	Distribuidores	Concesionarios	Nacional	Internacional
Producto	Componentes para otras CS	X	X		X	
	Automóviles	X	X	X	X	X

Figura 3.19. Definición de la matriz de la CS.

Indicados los valores de los indicadores de nivel 1 se comparan en una tabla, Supply Chain Scorecard (Tabla de valores objetivos Cadena de Suministro), con los de otras empresas y cadenas del mismo sector y de otros sectores con el objetivo de determinar los mejores en el mismo sector e innovaciones y aplicaciones satisfactorias de otras cadenas. Luego, se clasifican comparando los valores, de iguales, con ventaja o superiores.



Perspectivas clave	Métricas	Actual	Valores de referencia		
			Media	Ventaja	Best-in.class
Externas	Nivel de servicio	85 %	92%	95,5%	99%
	Rendimiento de las entregas	82%	74.6%	85%	95%
	Ratio cumplimiento	30%	20%	50%	98%
	Lead-time en el cumplimiento de los pedidos	21 días	24 días	18 días	15 días
	Flexibilidad de producción	52 días	48 días	38 días	30 días
	Tiempo de respuesta de la CS	63 días	60 días	52 días	45 días
Internas	Coste total de la Gestión de la CS	14 %	9,5%	6,7%	3,6%
	Garantía/Coste de proceso de devolución	0,8%	1,2%	1,0%	0,6%
	Valor añadido de la productividad	6.8%	10,3%	15,1%	20%
	Días de inventario	14 días	14 días	9 días	4 días
	Rotación de inventario	15 veces	15 veces	ND	ND

Figura 3.20. Tabla Scorecard.

### 3.2.1.2 Nivel de configuración

En la figura 3.21 del apartado de los niveles del SCOR, se han descrito todas las posibles herramientas que dan lugar a las distintas configuraciones y por ende, funcionamientos que pueden darse en la Cadena de Suministro.

En la actualidad, la caracterización de la Cadena de Suministro automóvil se fundamenta en un equilibrio entre la fabricación en masa y la fabricación bajo pedido. Se planifica como si fuera contra almacén pero se fabrica/ejecuta como si fuera bajo pedido. Por ello, comúnmente, se trabaja bajo pedido, “en fabricaciones personalizadas” dentro de unos rangos ofrecidos por la propia cadena, ya que de lo contrario serían numerosos los costes para la cadena, los cambios de producción y de partida. Por ello, el aprovisionamiento que ejercen y seleccionado para los proveedores de primer nivel, es el reaprovisionamiento bajo pedido. De igual modo, este aprovisionamiento bajo pedido tiene su fundamento en la fabricación bajo pedido a fin de no disponer de grandes inventarios que generan costes, y trabajar bajo la sincronización y la secuenciación entre los productos que llegan y los productos a fabricar. A primer nivel, las operaciones realizadas en este tipo de cadena son bajo la política de “bajo pedido”, consecuencia de ello, que la distribución realizada atienda también a la misma política, ya que disponer de productos almacenados no genera valor añadido.

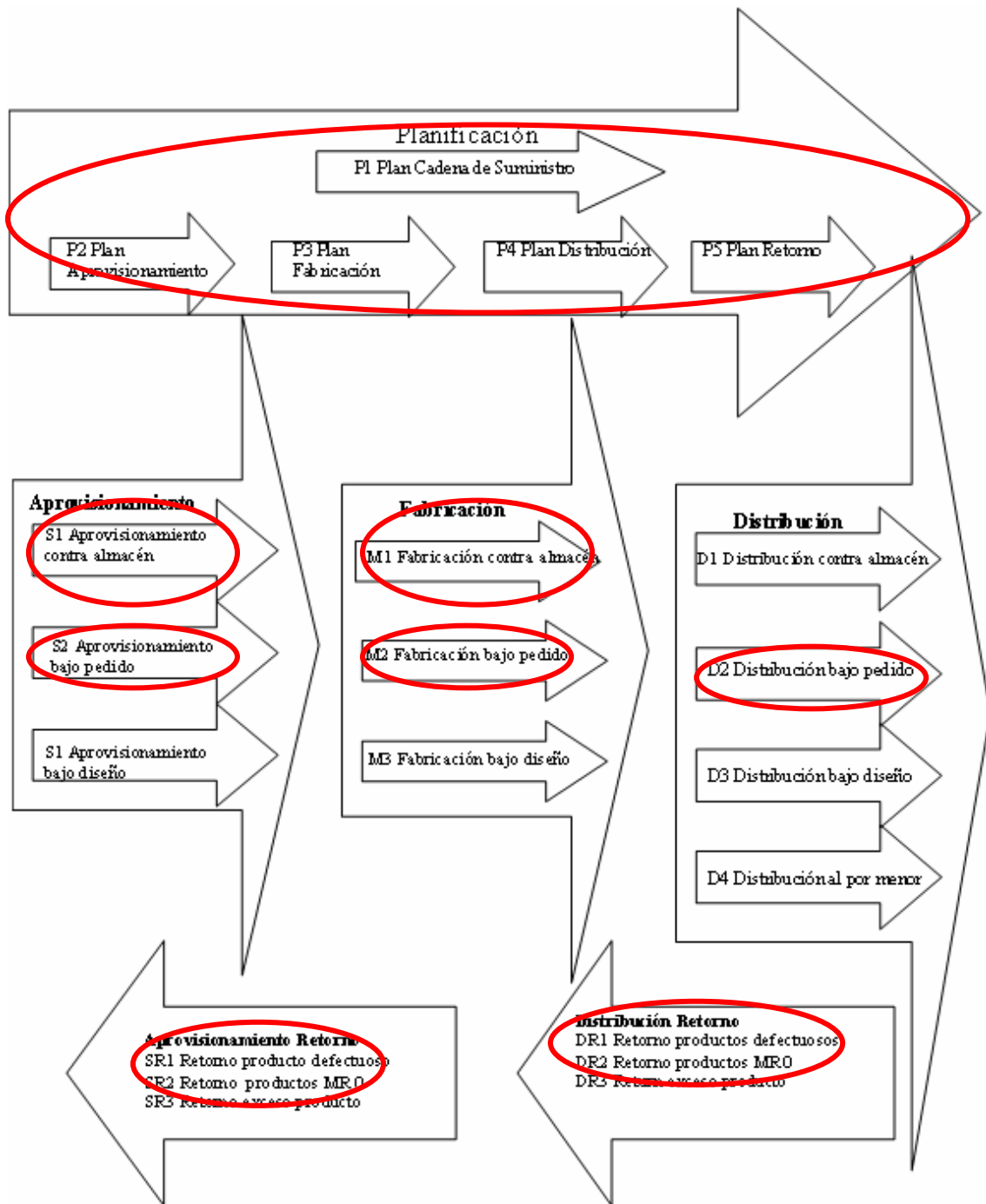


Figura 3.21. Descripción del nivel 2.

No así han sido definidas las operaciones de los proveedores de los proveedores, proveedores de segundo nivel, en su relación con los proveedores de primer nivel. En este sentido, los proveedores de segundo nivel trabajan bajo políticas y directrices de aprovisionamiento y fabricación contra almacén, y realizan la distribución bajo pedido con los proveedores de primer nivel, de acuerdo a la política de aprovisionamiento llevada a cabo por estos mismos, recayendo en éstos las etapas de aprovisionamiento, fabricación y distribución modulares con respecto al ensamblador.

Finalmente, las devoluciones o retorno fruto de la logística inversa consideradas, son consecuencia lógica del funcionamiento enunciado de la cadena. En este tipo de cadena donde se trabaja bajo pedido, no tiene lugar la logística inversa de excedente de producto en los primeros niveles de proveedores. En tal caso de exceso, suele solucionarse almacenando, y reduciendo las partidas de pedidos a realizar en un futuro, o dándole salida a precios más baratos a fin de evitar la obsolescencia del mismo, caso del producto terminado.

Por ello, se ha considerado los retornos por defectos, bien en productos intermedios o del producto final, y por reparación o manteniendo del mismo (bajo las siglas inglesas Maintenance-repairs-operating productos, MRO product). No se excluye las posibilidades a lo largo de la cadena de otras caracterizaciones, bien puntuales o bien relaciones entre algunos integrantes de la cadena, bien en el sentido que se trabaje bajo diseño o que tenga lugar un flujo o actividades no consideradas para este caso.

Tras esto, se presenta a continuación una tabla donde se resume la categoría de los procesos definidos y seleccionados para el nivel 2.

Procesos SCOR							
		Planificar	Aprovisionar	Fabricar	Distribuir	Devolver	
Tipo de Proceso	Planificación	P1	P2	P3	P4	P5	Categoría de Proceso
	Ejecución		S1- S2	M1- M2	D2	SR1-SR2 DR1-DR2	
	Apoyo	EP	ES	EM	ED	ER	

Figura 3.22. Categoría de procesos de la CS.\*\*

Definidas las categorías de procesos de este nivel en las cuales se va a trabajar, y conforme a su estado actual (AS IS), se representa el mapa geográfico actual de la cadena y el diagrama de hilos, este último, válido sobretodo en el establecimiento de las especificaciones de diseño de la nueva Cadena de Suministro y poder reconfigurarla al estado deseado (TO BE), empleando, si así fuere necesario, y diseñando los nuevos mapas geográficos y diagramas de hilos resultantes.

**\*\* Nótese que en la elaboración de los diseños se procederá a utilizar la nomenclatura anglosajona P Plan (Planificar), S Source (Aprovisionamiento), M Make (Fabricación), D Deliver (Distribución), R Return (Retorno o Devolución), SR Source Return (Aprovisionamiento Devolución), DR Deliver Return (Distribución Devolución) y E Enable (Apoyo), en lugar de su equivalente en castellano.**

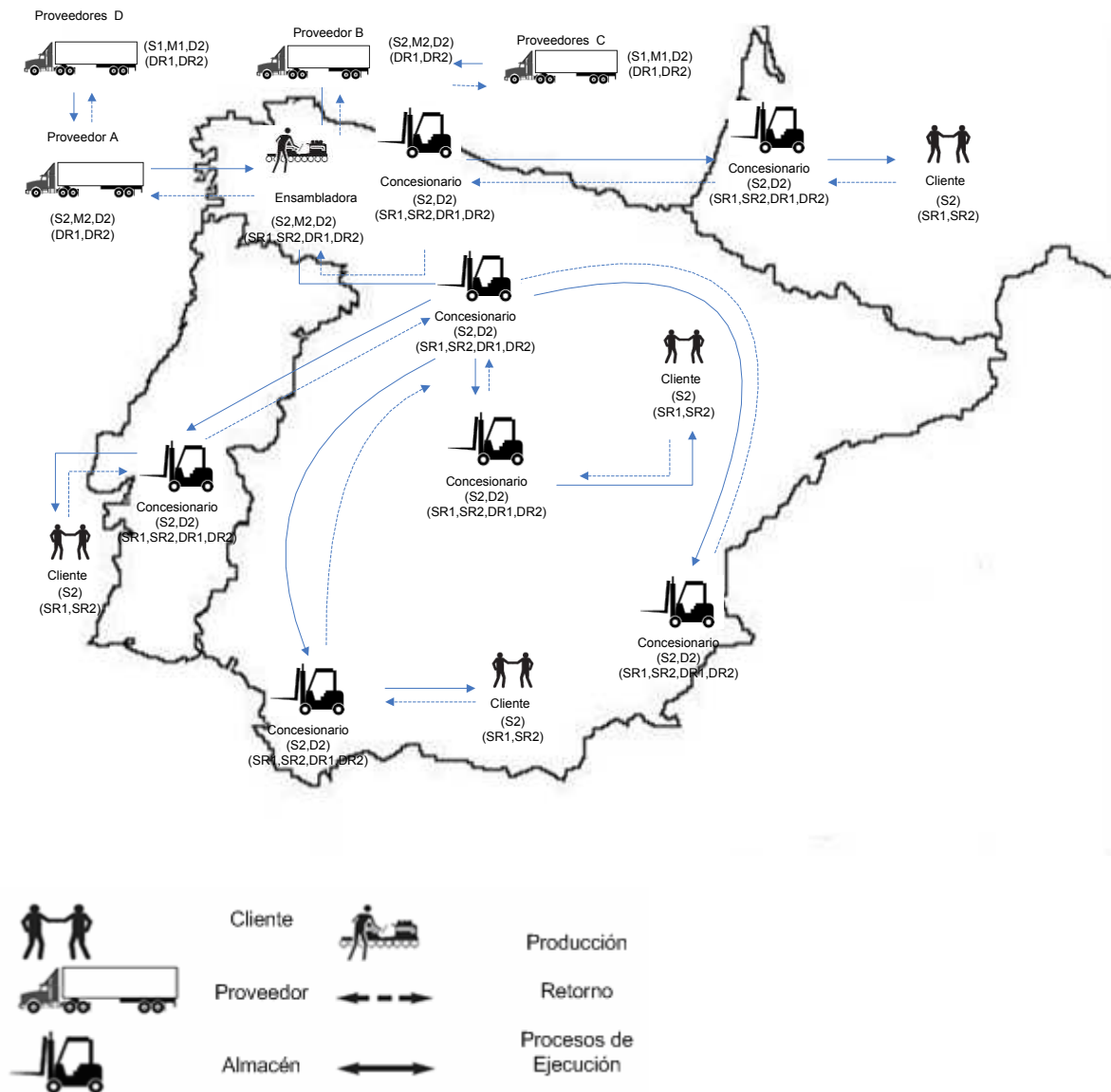


Figura 3.23. Mapa geográfico de la CS.

La estrategia de operaciones y funcionamiento de la Cadena de Suministro puede implementarse por medio de la configuración que ella elija, esta configuración esta basada en las opciones anteriormente descritas en el gráfico 3.21. Esta configuración, traducida al mapa geográfico, y sobretodo al diagrama de hilos se identifica con el mapa de procesos SCOR, e ilustra de manera gráfica la representación y relación de los procesos de SCOR.

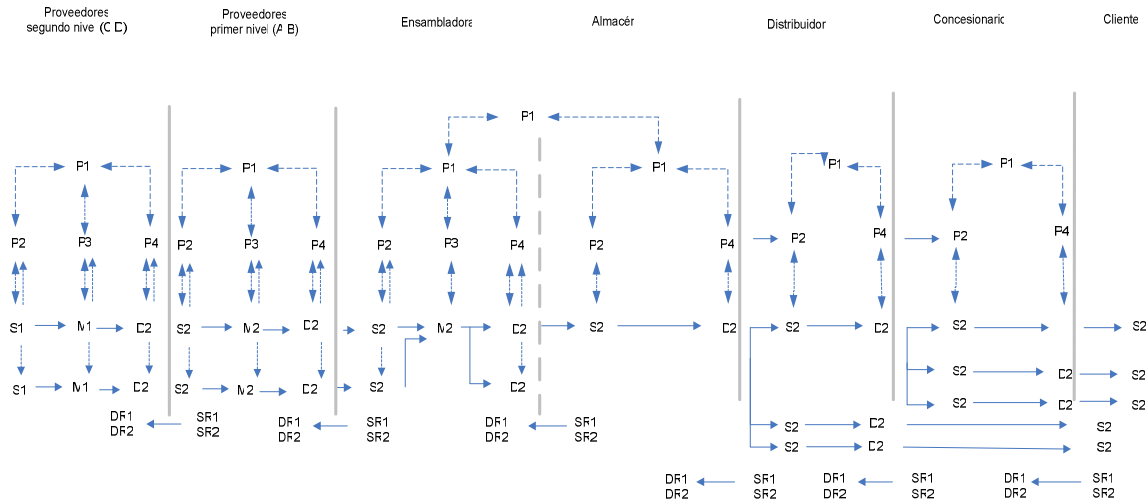


Figura 3.24. Diagrama de hilos de la CS.

Tanto en el aprovisionamiento de los proveedores de primer nivel como entre las distintas etapas de la cadena se realiza bajo pedido (S2), condicionado por la fabricación y/o ensamblaje bajo pedido (M2) en base a una previsión y unos pedidos en firme existentes. A su vez, estos productos resultantes (automóviles) son almacenados y distribuidos bajo pedido (D2), con el objetivo de que estos permanezcan el menor tiempo posible en stock del parque de automóviles del almacén para darles salida con la mayor brevedad posible a los distintos centros de distribución. Sin embargo, y tal y como se ha mencionado, los proveedores de segundo nivel trabajarán bajo el régimen de aprovisionamiento y fabricación contra almacén, pero distribuirán a la etapa posterior, proveedores de primer nivel, bajo pedido.

Cada uno de estos procesos (S1, S2, M1, M2, D2) está regido y supervisado por su respectiva planificación (P2 para S1 y S2; P3 para M1 y M2; y P4 para D2). Y a su vez cada una de las planificaciones llevadas a cabo en cada una de las subetapas que tienen lugar tanto en proveedor, fabricante y distribuidores, están coordinadas por una planificación común (P1) a toda la etapa. Buscando con ello, la mayor coherencia y coordinación entre las subetapas del mismo como entre las distintas etapas que conforman la cadena.

La distribución a cada uno de los distribuidores representados en el mapa tiene lugar desde el almacén regional de la fábrica, que distribuye bajo pedido todas las unidades requeridas en cada centro en particular, y éstos a su vez distribuyen finalmente a un cliente final (que bien puede ser la persona física que adquiere el automóvil o el concesionario que no siendo de marca de la propia casa adquiere un número de unidades a exponer) o a un concesionario de la propia marca, con lo que éste a su vez proveería ya directamente al consumidor final.

### 3.2.1.3 Nivel de elementos de procesos

En el tercer nivel de SCOR, se representarán algunos de los procesos de la Cadena de Suministro de manera más detallada, descomponiendo las categorías de procesos configuradas en el nivel 2, en sus elementos de procesos correspondientes, describiendo algunos de los procesos que lo componen y asociando a cada elemento de proceso sus respectivas entradas y salidas.

Los procesos a desarrollar más detenidamente son:

- Planificación de la Cadena de Suministro P1: Equilibrio de los Recursos con los Requerimientos de la CS P1.3.
- Aprovisionamiento contra almacén S1: Programación de Entrega de Producto S1.1.
- Aprovisionamiento bajo pedido S2: Entrega de Producto S2.4.
- Fabricación contra almacén M1: Producir y Testear M1.3.
- Fabricación bajo pedido M2: Programación de Actividades de Producción M2.1.
- Distribución bajo pedido D2: Recepción, Configuración, Entrega y Validación de pedidos D2.2.
- Aprovisionamiento y Distribución de Productos Defectuosos SR1 y DR1 (sus elementos son equivalentes a los SR2 y DR2, con salvedad de la característica de devolución del producto por los agrupados para tareas MRO, mantenimiento-reparación-operación).

Inicialmente se mostrará la metodología de actuación y descomposición, para a continuación y de manera análoga proceder del mismo modo en el resto de procesos diseñados y expuestos.

Primeramente se diseña el diagrama de elementos, en el cual se representa todos y cada uno de los procesos que conforman la categoría de elementos referida en este caso a la Planificación de la Cadena de Suministro (P1). Cada uno de los procesos muestra la secuencia de ejecución en la planificación, y consta cada uno de sus respectivas salidas y entradas relacionadas con el resto de procesos de la misma categoría y de las adyacentes relacionadas directamente, tal y como se mostró en el diagrama de hilos, así como de facilitadores o elementos de apoyo (E). Ver figura página 123.

El proceso de diseño y caracterización de un proceso SCOR es arduo y complejo, por las muchas relaciones existentes entre los diversos procesos no sólo de la misma categoría de elementos (P1 por ejemplo), sino también por su vinculación con las otras categorías de procesos con las cuales tiene conexión (cualquiera de las planificaciones  $P_i$ , modos de aprovisionamiento  $S_i$ , fabricación  $M_i$  y distribución  $D_i$ , además de los elementos de apoyo  $E_i$ ). Por esta razón, y dentro de la información de la que se ha dispuesto y tenido acceso, se han seleccionado un número de entradas y salidas que caractericen y aporten información no sólo acerca del funcionamiento del proceso, sino también de su interconexión y relación con los otros procesos, de manera que facilite, dentro de la complejidad que presenta, un buen entendimiento global del proceso.

Estas entradas ayudarán a la realización del proceso o subproceso y constituirán parte de la información e infraestructura para la realización del mismo. Así, para el caso considerado, y remitiéndonos al proceso de la figura 3.25, para la identificación y agregación de los requerimientos de la CS (P1.1, anexos página 206), es necesario contar con una base de datos o captación de los requerimientos del cliente, del mismo modo que analizada la información obtenida, proceder si fuere necesario a una revisión de los procesos de negocio (EP9). También se debe tener en cuenta los pedidos o envíos pendientes del periodo  $i-1$  (D2.10) y la priorización de éstos con la actual demanda y previsión del periodo  $i$  (EP3).

Con todo ello se obtiene los requerimientos de la Cadena de Suministro. Análogamente a los requerimientos también se realiza una evaluación de los recursos de la cadena (P1.2), pero cuyas entradas son provenientes más de la propia cadena, tal el caso del estado del inventario. Otras entradas definidas para este proceso, atienden a evaluar y agregar los planes de producción (P3), decisiones sobre la externalización de la producción (EP5) y planes de aprovisionamiento o regulación de los requerimientos (EP8), de modo que, observando la capacidad de la cadena y los requerimientos de la misma, puede establecerse un balance entre los recursos y los requerimientos (P1.3).

En dicho proceso (P1.3), se evaluarán los recursos y los requerimientos de la CS, y se procederá a establecer estrategias de actuación tanto relativas al inventario de la cadena (EP4) recogiendo el estado actual del mismo, como a la planificación respecto a la toma de decisiones en función del balance de los requerimientos y recursos (EP1) y la gestión de los planes para la medición del rendimiento, de acuerdo a corroborar el perfecto cumplimiento en el funcionamiento de la cadena (EP2). Como resultado del balance, se establecen y comunican los planes diseñados para la cadena (P1.4).

En el proceso de elaboración del establecimiento y comunicación de los planes, se procede a conformar los planes en base al resultado del balance, pero también se tiene en cuenta, la configuración de los planes y de su integración en la gestión de la cadena (EP7). Así mismo, se tiene en cuenta la gestión de cada una de las necesidades y particularidades para la regulación de los requerimientos y de su cumplimiento (EP8). Las salidas de este proceso, son los planes de aprovisionamiento (P2.1), los planes de fabricación (P3.1), los de distribución (P4.1) y los planes referentes a la logística inversa de los productos por defecto o por mantenimiento-reparación-operación.

Posteriormente, se escogerá uno de los procesos para llevar a cabo el análisis en función de las métricas seleccionadas, observando las diferencias de rendimiento entre los procesos y elementos de la cadena. Particularizado para P1 se ha escogido “el equilibrio de los recursos con los requerimientos en la CS” (P1.3). De este modo, a este nivel se puede definir la estrategia de operaciones, e identificar las mejores prácticas realizables y las necesidades para alcanzar y facilitar la consecución de mejores prácticas. Finalmente, se procederá a tabular cada una de las entradas y salidas para el proceso definido.

**P1 Planificación de la Cadena de Suministro**

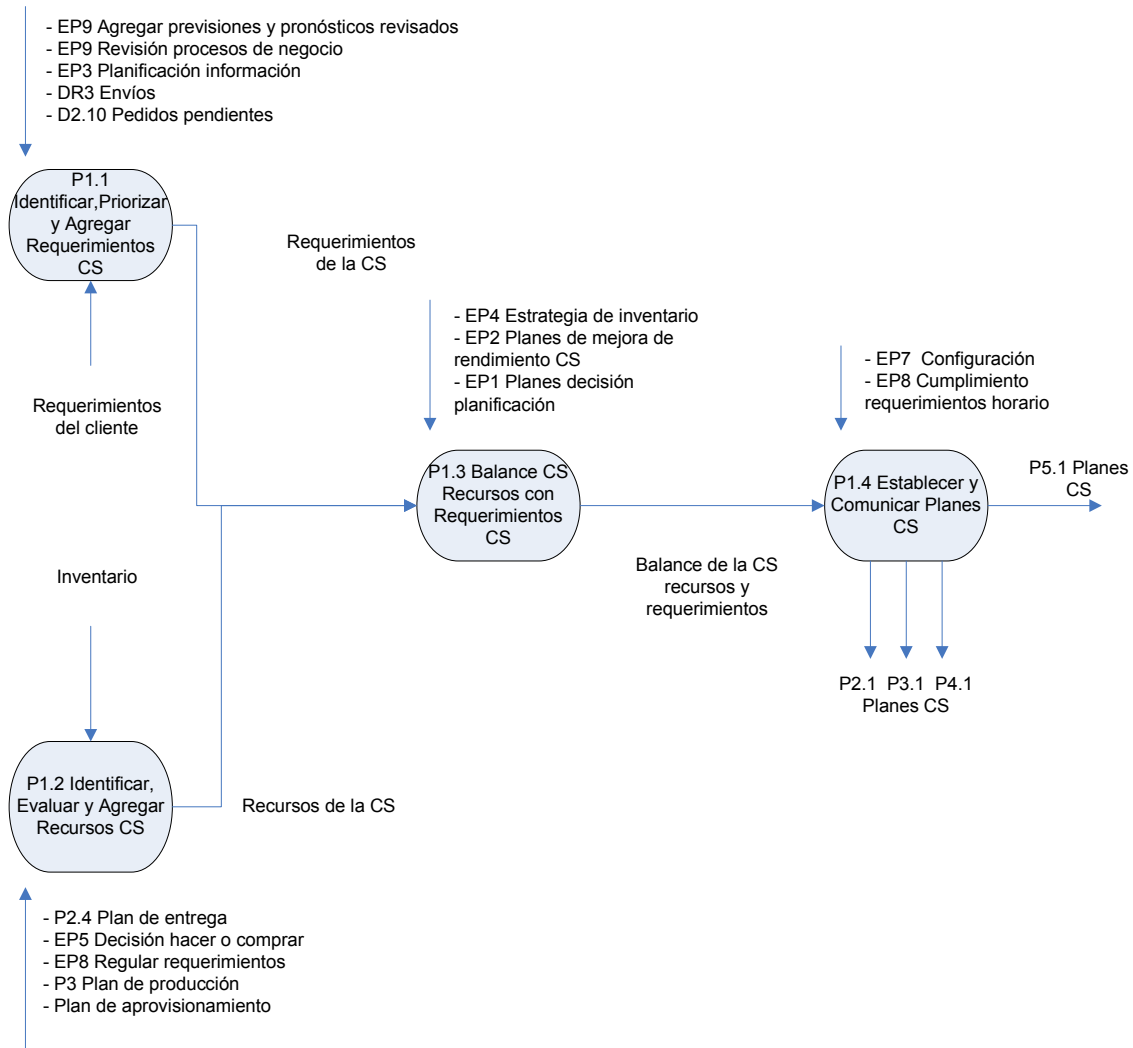


Figura 3.25. Diagrama de elementos de planificación de la Cadena de Suministro. \*\*\*

\*\*\* Nótese que el término Cadena de Suministro es empleado tanto para designar la Cadena de Suministro intra-empresa como inter-empresas.

Número de Proceso : P1	
Categoría de Proceso: Planificación de la Cadena de Suministro	
Definición de Categoría de Proceso	
Desarrollo y establecimiento de planes de acción para periodos de tiempo específicos para representar una proyección aproximada de los recursos de la CS y sus requerimientos teniendo en cuenta las restricciones de la propia cadena.	
Atributos de Rendimiento	Métricas
Fiabilidad en el cumplimiento	% de rendimiento de entrega de pedidos Ratio de cumplimiento
Velocidad de atención	Tiempo entre predicción/pedido generado y su reflejo en plan maestro de producción



Flexibilidad	Medición del uso de los recursos que esta produciendo los bienes Media de días en cambios producidos en la planificación de los distintos planes
Costes	Costes asociados con la predicción, desarrollo de los bienes y planes de inventario, y coordinación de la CS
Activos	Días de inventario en la CS Política de rotación de inventario
<b>Mejores Prácticas</b>	<b>Características</b>
Sistemas de visualización y modelización de la CS	Capacidad de simular los balances entre la demanda y la cadena en los distintos escenarios
Sistema de optimización de la CS	Herramientas de soporte de decisión en los balances

Figura 3.26. Categoría de proceso de P1.

Número de Elemento de Proceso : P1.3	
Elemento de Proceso: Equilibrio de los Recursos con los Requerimientos de la CS	
Definición de Categoría de Proceso	
El proceso de identificación y medición de las diferencias y desequilibrios entre la demanda y los recursos para determinar cómo resolver de la mejor manera las variaciones a través del marketing, precios, embalaje, almacenamiento, externalización y otras acciones que optimizarán el servicio, flexibilidad, costes, activas en una interacción y colaboración con el medio.	
Atributos de Rendimiento	Métricas
Fiabilidad en el cumplimiento	% de pedidos servidos con los recursos disponibles % de pedidos servidos a tiempo
Velocidad de atención	Media del lead time del cumplimiento de órdenes desde la autorización del cliente hasta la recepción del pedido por parte del cliente
Flexibilidad	% de variaciones que es capaz de absorber y equilibrar % de cambios en los programas por variaciones de la demanda
Costes	Valor añadido de la productividad por empleado descontado la adquisición de materiales
Activos	Gestión de inventario disponible
<b>Mejores Prácticas</b>	<b>Características</b>
Uso de Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment (CPFR)	Tecnologías de comunicación y sistemas de planificación que reflejan estándares del modelo y participación entera en el proceso de planificación

Crear un software CRM con los clientes	Estar informado sobre los planes de producción y entrega estando en contacto con los clientes a través de canales de comunicación
Empleo de Business Intelligence (BI)	Un almacén de datos es una fuente de toda la información de planificación, procesos de negocio y transacción de datos. Herramientas analíticas de apoyo en curso para el mantenimiento y mejora de los procesos de negocio basado en datos actuales

Figura 3.27. Elemento de proceso P1.3

Elemento de Proceso: Equilibrio de los Recursos con los Requerimientos de la CS	
Entradas	Definición
EP1 Gestión de las reglas de negocio para los planes de proceso	Planes de decisión
EP2 Gestión de rendimiento de la CS	Planes de rendimiento de mejora
EP4 Gestión del inventario de la CS	Estrategia de inventario
Salidas	Definición
P1.4	Balanceo entre los requerimientos y los recursos de la CS

Figura 3.28. Entradas y salidas de P1.3.

**S1 Aproveccionamiento Contra Almacén**

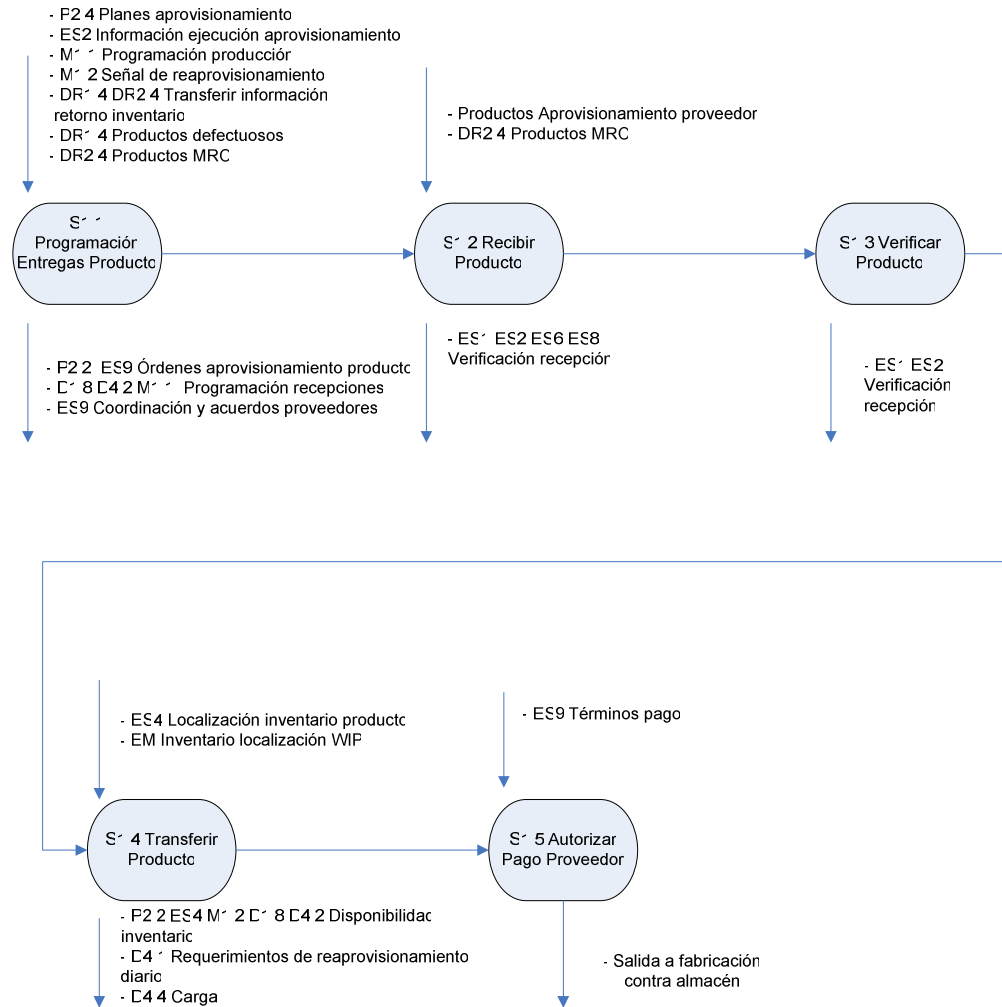


Figura 3.29. Diagrama de elementos de aprovisionamiento contra almacén (pag. 199).

Número de Proceso : S1	
Categoría de Proceso: Aprovisionamiento Contra Almacén	
Definición de Categoría de Proceso	
Gestión de compras, entregas, recepción y transferencia de materias primas, componentes, módulos de componentes, productos y/o servicios	
Atributos de Rendimiento	Métricas
Fiabilidad en el cumplimiento	% de líneas de pedidos completadas % entrega de producto a tiempo
Velocidad de atención	Tiempo de ciclo de aprovisionamiento
Flexibilidad	Tiempo y coste asociado a los procesos de aprovisionamiento Media de cambios de ciclo en implementar nuevos cambios

Costes	Coste de la adquisición de producto
Activos	Manutención y almacenaje del stock Rotación de stock
<b>Mejores Prácticas</b>	<b>Características</b>
Establecer acuerdos de colaboración y coordinación	No definido
Sistemas de programación y gestión avanzada	Herramientas de soporte a la actuación, como APS, VMI

Figura 3.30. Categoría de proceso S1.

Número de Elemento de Proceso : S1.1	
Elemento de Proceso: Programación de Entrega de Producto	
Definición de Categoría de Proceso	
Ejecución de la programación y gestión de las entregas individuales contraídas o pedidos de compra. Los requerimientos para el producto relacionado es determinado en base a detallados planes de aprovisionamiento u otro tipo de señales de abastecimiento de producto	
Atributos de Rendimiento	Métricas
Fiabilidad en el cumplimiento	% de programaciones cambiadas % de programaciones generadas
Velocidad de atención	Tiempo de ciclo
Flexibilidad	Media de días por cambio en la programación Media de días por cambio en ingeniería
Costes	Gestión de producto y costes de planificar como % de los costes de adquisición de producto
Activos	No identificado
<b>Mejores Prácticas</b>	<b>Características</b>
Utilizar EDI para reducir tiempo y costes	Interfaces EDI para las transacciones pertinentes
Señales de abastecimiento usadas para notificar a los proveedores la necesidad entregar producto	Soporte electrónico Kanban
Acuerdos VMI que permitan a los proveedores gestionar el inventario	Proveedores gestionan los inventarios con interfaces de programación con sistemas externos
Acuerdos de envío empleados para reducir bienes y tiempos de ciclo mientras incrementa la disponibilidad de los factores críticos	Gestión de envíos de inventario

Figura 3.31. Elemento de proceso S1.1.

Elemento de Proceso: Programación de Entrega de Producto	
Entradas	Definición
ES2 Rendimiento bienes del proveedor	Localización del producto en inventario
P2.4 Establecer planes de abastecimiento	Agregar plan de requerimientos de material usado para programar las entregas para los planes de producción
M1.1 Programar actividades de producción	Plan que autorice la fabricación o reparación de cierta cantidad de productos específicos.
M1.2 Señales de reabastecimiento de producto	Cualquier señal en los sistemas de reaprovisionamiento que indique cuando producir o transportar productos
DR1.4 Transferir información de devolución de producto defectuoso	El proceso de recepción y verificación de los productos retornados contra las autorizaciones de retorno y otras documentaciones preparadas en la transferencia
DR2.4 Transferir información de devolución de producto MRO	
Salidas	Definición
P2.2 Identificar, activos y recursos de la CS ES9 Gestión de acuerdos con proveedores	Producción de pedidos con el aprovisionamiento seleccionado
M2.2 Características del producto D1.8 Recepción de producto de aprovisionamiento o fabricación	Previsión llegada de producto

Figura 3.32. Entradas y salidas de S1.1.

**S2 Aprovisionamiento Bajo Pedido**

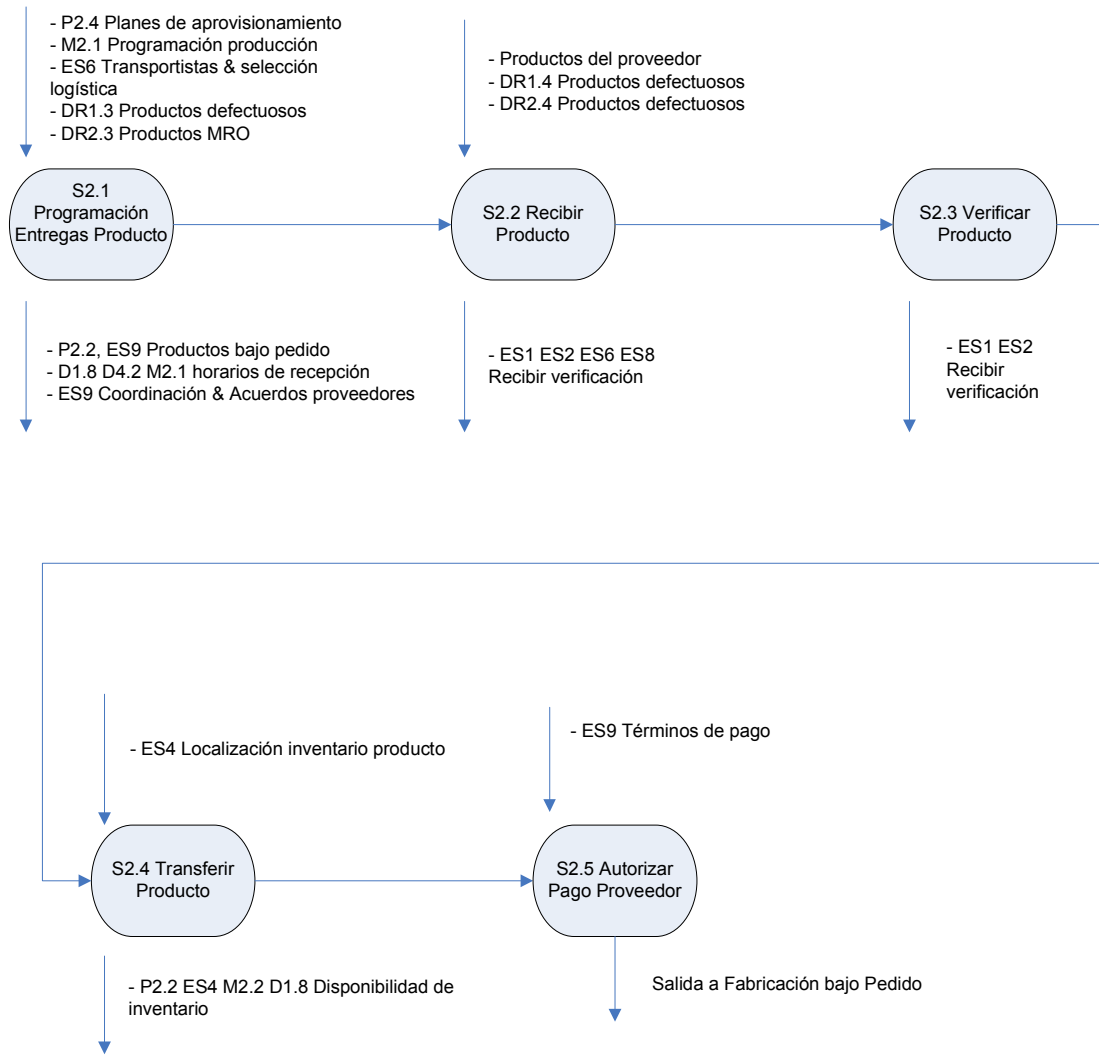


Figura 3.33. Diagrama de elementos de aprovisionamiento bajo pedido (pag. 222)

Número de Proceso : S2	
Categoría de Proceso: Aprovisionamiento Bajo Pedido	
Definición de Categoría de Proceso	
Gestión de compras, entregas, recepción y transferencia de materias primas, módulos de componentes, productos y/o servicios	
<b>Atributos de Rendimiento</b>	<b>Métricas</b>
Fiabilidad en el cumplimiento	% de líneas de pedidos completadas % de errores en la entrega
Velocidad de atención	Tiempo de ciclo de aprovisionamiento bajo pedido

Flexibilidad	Tiempo y coste asociado a los procesos de aprovisionamiento bajo pedido % de tiempo ciclo de implementar cambios dividido número de cambios
Costes	Coste de la adquisición de producto
Activos	Manutención y almacenaje del stock Rotación de stock
<b>Mejores Prácticas</b>	<b>Características</b>
Establecer acuerdos de colaboración y coordinación	No definido
Sistemas de gestión de almacenes (SGA) y sistemas de gestión de la CS	Herramientas de soporte a la actuación, SGA's tales Geode GX, Bitlogic, Ubica.

Figura 3.34. Categoría de Proceso S2.

Número de Elemento de Proceso : S2.4	
<b>Elemento de Proceso: Entrega de Producto</b>	
<b>Definición de Categoría de Proceso</b>	
La transferencia de producto a una localización apropiada de almacenaje dentro de la CS. Esto incluye todas las actividades asociadas en la manutención y almacenaje del producto y su entrega al cliente o consumidor final.	
<b>Atributos de Rendimiento</b>	<b>Métricas</b>
Fiabilidad en el cumplimiento	% de producto transferido sin errores, libre de daños. % de cumplimiento de líneas de pedido
Velocidad de atención	Tiempo de ciclo de entrega
Flexibilidad	Tiempo y costes relacionados con la expedición del proceso de entrega
Costes	Coste por almacenamiento unidad
Activos	Media de días de permanencia del inventario
<b>Mejores Prácticas</b>	<b>Características</b>
Llevar directamente la entrega al punto de uso para reducir costes tiempo de ciclo	Secuenciación
Capacidad de entrega de la empresa	No definida

Figura 3.35. Elemento de proceso S2.4.

Elemento de Proceso: Entrega de Producto	
Entradas	Definición
ES4 Gestión del inventario de producto	Localización del producto en inventario
Salidas	Definición
P2.2 Identificar, activos y recursos de la CS ES4 Gestión del inventario de producto M2.2 Características del producto D1.8 Recepción de producto de aprovisionamiento o fabricación	Inventario disponible

Figura 3.36. Entradas y salidas de S2.4.

### M1 Fabricación Contra Almacén

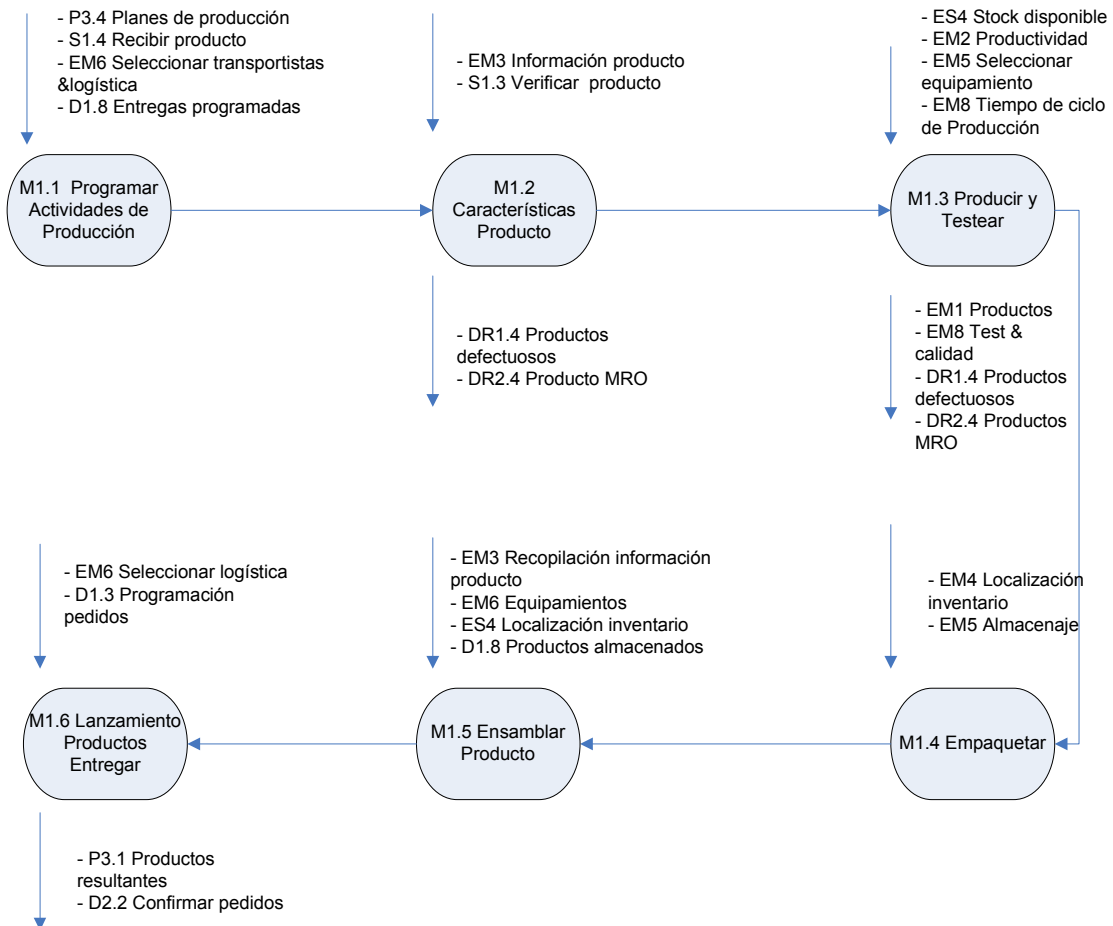


Figura 3.37. Diagrama de elementos de Fabricación contra Almacén (pag. 200).



Número de Proceso : M1	
<b>Categoría de Proceso: Fabricación Contra Almacén</b>	
<b>Definición de Categoría de Proceso</b>	
Programación de actividades de producción desde las características del producto hasta el lanzamiento de entrega de producto en base a unas previsiones y pedidos pendientes. Gestión del rendimiento de la producción, equipamientos, red de producción y cumplimiento de las órdenes de producción.	
Atributos de Rendimiento	Métricas
Fiabilidad en el cumplimiento	% de líneas de pedidos completadas % perfecto cumplimiento de pedidos
Velocidad de atención	Tiempo de ciclo de producción
Flexibilidad	Tiempo y coste asociado a los cambios de producción y de partida Media de días por cambios de producción
Costes	Valor añadido de la producción
Activos	No definido
Mejores Prácticas	Características
Fuerte estandarización para la obtención de volúmenes de producción altos y tasas de producción constantes producción en masa y distribuciones por producto	Sistematización y automatización de los procesos identificados en sólidas líneas de producción. Producción en masa.
Automatización de las líneas de producción	No definido

Figura 3.38. Categoría de Proceso M1.

Número de Elemento de Proceso : M1.3	
<b>Elemento de Proceso: Producir y Testear</b>	
<b>Definición de Categoría de Proceso</b>	
Producción de las órdenes de pedido en base a los planes de producción y las previsiones. Proceso de control de la producción con el objetivo de lograr unos estándares de calidad óptimos que reduzcan los sobre costes de no calidad. Realimentación de los productos defectuosos para su mantenimiento o reparación, identificación y clasificación de los errores.	
Atributos de Rendimiento	Métricas
Fiabilidad en el cumplimiento	% de programas de producción cambiados dentro del lead-time de la CS % de errores de los programas de producción
Velocidad de atención	Ciclo medio de lanzamiento por cambio
Flexibilidad	Media de días por cambios en el programa Media de días por cambios en la programación Productividad
Costes	Coste de la gestión y planificación para la adquisición de productos

	Costes de garantía
Activos	No definido
<b>Mejores Prácticas</b>	<b>Características</b>
Sistemas continuos de mejora de calidad total	Herramientas y metodologías de calidad: ISO-9000, sistemas Kankan, sistemas Total Quality Management (TQM)
Sistemas de diseño y producción	Sistemas CAD/CAM/CIM

Figura 3.39. Elemento de Proceso M1.3.

Elemento de Proceso: Producir y Testear	
Entradas	Definición
ES4 Gestión del producto del inventario	Localización del producto en inventario y disponible
EM2 Gestión del rendimiento de la producción	Productividad comparando los requerimientos de demanda y los recursos empleados
EM5 Gestión de equipo	Gestión de los medios de producción y abastecimientos de productos y materias hasta la línea de producción
EM8 Tiempo de ciclo en la gestión del cumplimiento de la producción	Lead-time en el ciclo de producción para el cumplimiento de los planes de producción, desde el lanzamiento de pedido hasta su finalización
Salidas	Definición
EM1 Gestión de los procesos de producción	Llevar a cabo los procesos de producción adecuados bajo las especificaciones y requerimientos del producto para su obtención
EM8 Gestión del cumplimiento de la producción	Realización de test de calidad y velar por mantener los índices de calidad
DR1.4 Transferencia de producto defectuoso	Procesos de recepción y verificación de los pedidos retornados
DR2.4 Transferencia de producto MRO	

Figura 3.40. Entradas de M1.3.

**M2 Fabricación Bajo Pedido**

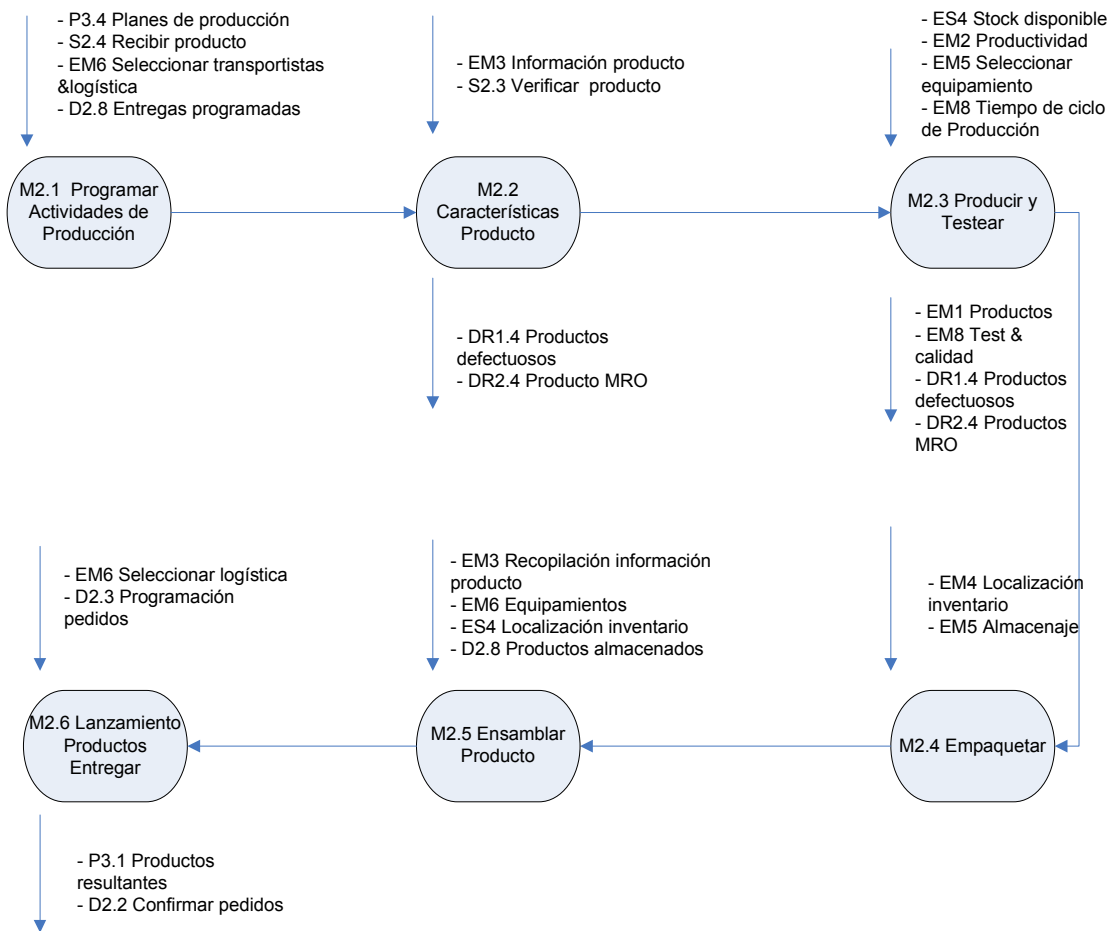


Figura 3.41. Diagrama de elementos de Fabricación bajo Pedido (pag. 216).

Número de Proceso : M2	
Categoría de Proceso: Fabricación Bajo Pedido	
Definición de Categoría de Proceso	
Programación de actividades de producción desde las características del producto hasta el lanzamiento de entrega de producto. Gestión del rendimiento de la producción, equipamientos, red de producción y cumplimiento de las órdenes de producción.	
Atributos de Rendimiento	Métricas
Fiabilidad en el cumplimiento	% de líneas de pedidos completadas
Velocidad de atención	Tiempo de ciclo de producción
Flexibilidad	Tiempo y coste asociado a los cambios de producción y de partida Media de días por cambios de producción
Costes	Valor añadido de la producción
Activos	No definido

Mejores Prácticas	Características
Sistemas de sincronización entre aprovisionamiento y producción	Sistemas de aprovisionamiento justo a tiempo
Establecimiento de acuerdos de colaboración entre proveedores y fabricantes	No definido

Figura 3.42. Categoría de Proceso M2.

Número de Elemento de Proceso : M2.1	
Elemento de Proceso: Programa de Actividades de Producción	
Definición de Categoría de Proceso	
Programación y gestión de la ejecución de la producción bajo la existencia de órdenes de pedido. Los requerimientos para el lanzamiento de producto son determinados en base a los planes de aprovisionamiento y otros tipos de señales de producto.	
Atributos de Rendimiento	Métricas
Fiabilidad en el cumplimiento	% Horarios/Programas cambiados dentro del lead-time de la CS % de programas cambiados por cambios en producción
Velocidad de atención	Ciclo medio de lanzamiento por cambio
Flexibilidad	Media de días por cambios en el programa Media de días por cambios en la programación
Costes	Coste de la gestión y planificación para la adquisición de productos
Activos	No definido
Mejores Prácticas	Características
Utilización de EDI para reducir el tiempo de ciclo y costes	Secuenciación
Acuerdos VMI que permiten a los proveedores gestionar el inventario	Gestión del proveedor de inventarios con interfaces de programación para los sistemas externos del proveedor
Señales que son usadas para notificar la necesidad de producto	Soportes electrónicos Kanban

Figura 3.43. Elemento de Proceso M2.1.

Elemento de Proceso: Programación de Actividades de Producción	
Entradas	Definición
P3.4 Establecer planes de producción	Planes de producción
S2.4 Transferir producto	Recepción de producto
EM6 Gestión del transporte	Seleccionar transportistas y logística
D2.8 Recepción del producto de aprovisionamiento o fabricación	Horarios de entrega

Figura 3.44. Entradas de M2.1

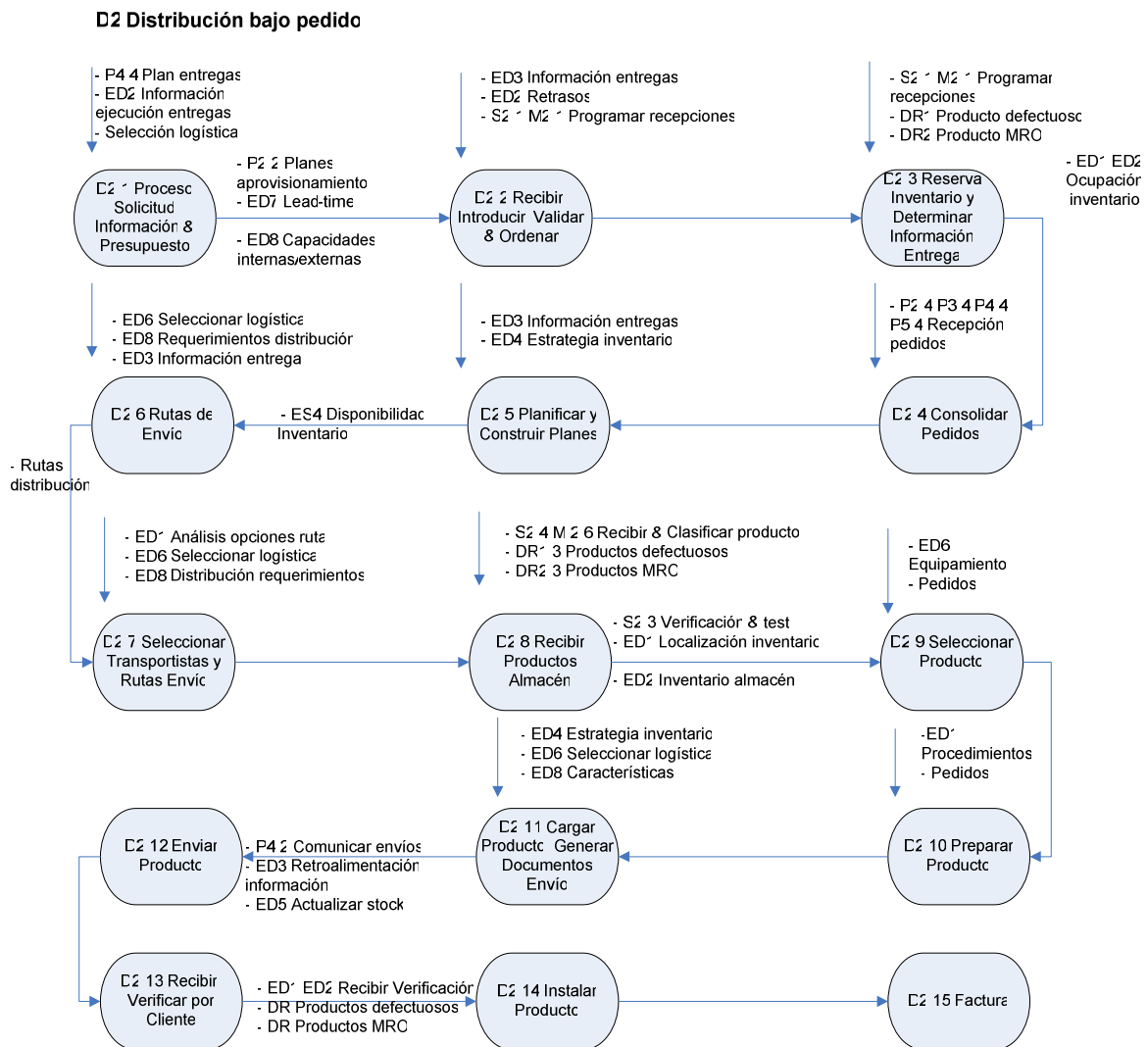


Figura 3.45. Diagrama de elementos de distribución bajo pedido (pag. 242).

Número de Proceso : D2	
Categoría de Proceso: Entrega Bajo Pedido	
Definición de Categoría de Proceso	
Gestión de todos los procesos desde la solicitud y presupuesto del proveedor hasta la gestión de rutas y selección de transportistas. Gestión de almacenamiento desde la recepción hasta la carga del producto	
Atributos de Rendimiento	Métricas
Fiabilidad en el cumplimiento	% pedidos cumplimentado en fecha % pedidos cumplimentados correctamente
Velocidad de atención	Media de días por pedido
Flexibilidad	Tiempo de ciclo asociado a cambios de pedidos Media de días por cambio de pedido
Costes	Costes asociados de la planificación, administración y ejecución de las entregas Costes de almacenamiento por unidad
Activos	Medía de días de permanencia de stock % de producto retornados
Mejores Prácticas	Características
Establecer acuerdos de colaboración y coordinación	No definido
Sistemas de gestión de almacenes (SGA) y VMI por parte del proveedor	Herramientas de soporte a la actuación, SGA's tales Geode GX, Bitlogic, Ubica.

Figura 3.46. Categoría de proceso D2.

Número de Elemento de Proceso : D2.2	
Elemento de Proceso: Recepción, Configuración, Entrega y Validación de Pedidos	
Definición de Categoría de Proceso	
Recepción y verificación de los productos y comprobación con las órdenes de pedidos y los requerimientos realizados en la solicitud del pedido. Gestión de la manutención y almacenaje del producto en el almacén, hasta su posterior transferencia al cliente	
Atributos de Rendimiento	Métricas
Fiabilidad en el cumplimiento	No identificado
Velocidad de atención	Tiempo de ciclo en recibir, configurar, entregar y validar pedidos
Flexibilidad	No identificado
Costes	Coste de pedido/Tipo de pedido
Activos	No identificado
Mejores Prácticas	Características
Configuración automática de gestión	Configuración
Comercio electrónico (el cliente tiene visibilidad de la disponibilidad de stock, usa terminales directa de entrada, confirmación, aprobación crediticia). Visibilidad on-line y realización de pedidos	Aplicaciones EDI y gestión integrada de pedidos

Valor y precio basado según coste de servicio; EDPL.	Gestión integrada de pedidos y financiera
Programas de reabastecimiento continuo. VMI, telemetría para comunicar automáticamente el reaprovisionamiento	Planes integrados de demanda/desarrollo para localización del cliente.
Capacidad de entrada (ventas, clientes) de pedidos remota/externa	No identificada
Entradas de pedidos organizadas por segmentos de cliente. Los clientes reciben servicios diferenciados basados en volúmenes de negocio.	No identificada

Figura 3.47. Elemento de proceso D2.2.

Elemento de Proceso: Recepción, Configuración, Entrega y Validación de Pedidos	
Entradas	Definición
ED3 Gestión de la información de entregas	Recibir información y clasificar producto
ED2 Rendimiento de la entrega de producto	Retrasos en el lead-time del cumplimiento de pedidos
S2.1 Programación entregas de producto	Recibir, configurar, programar y validar los pedidos entre aprovisionamiento/distribución y fabricación
M2.1 Programación actividades de producción	
Salidas	Definición
ED3 Gestión de la información de entregas	Verificación y comprobación del producto recibido
ED4 Gestión de los inventarios de producto terminado	Localización, gestión y manutención de inventario de los productos terminados finales o intermedios

Figura 3.48. Entradas y salidas de D2.2.

**SR1 Devolución de Producto Defectuoso**

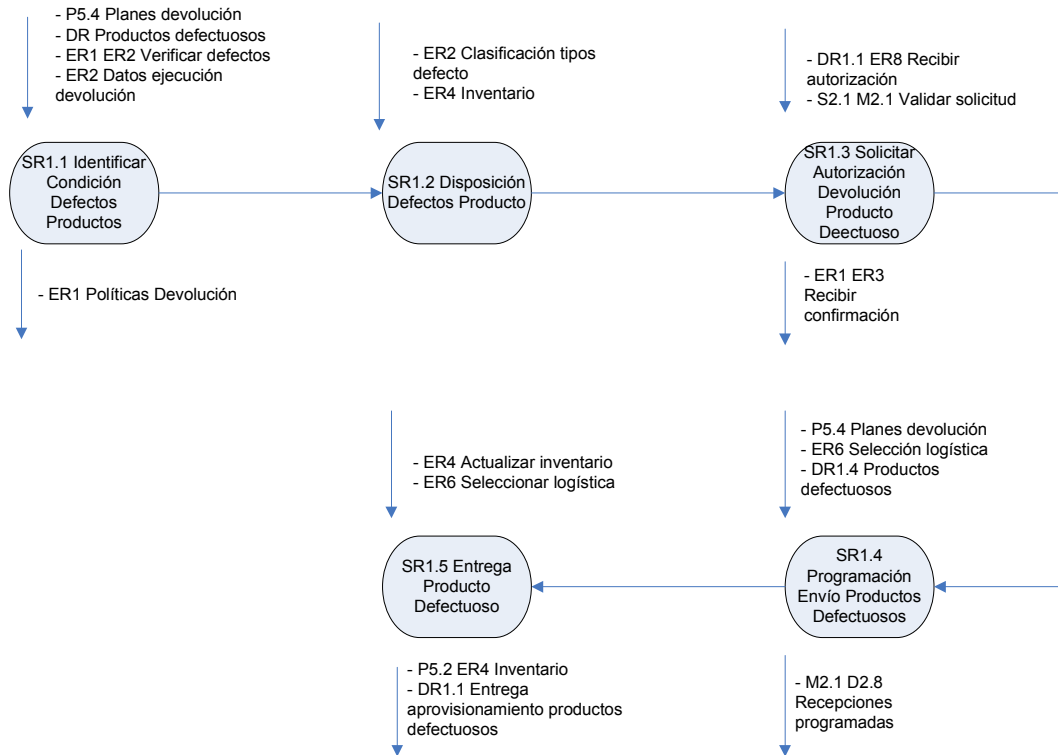


Figura 3.49. Diagrama de elementos de aprovisionamiento de productos defectuosos (pag. 234)

Número de Proceso : SR1	
Categoría de Proceso: Devolución de Productos Defectuosos	
Definición de Categoría de Proceso	
Gestión de logística inversa en la devolución, entregas, recepción y transferencia de materias primas, módulos de componentes y productos, que presenten alguna tipología de defecto o un número n de defectos que no valide su utilización.	
Atributos de Rendimiento	Métricas
Fiabilidad en el cumplimiento	% de líneas de pedidos defectuosas por referencia % de defectos por producto y pedido
Velocidad de atención	Tiempo de ciclo de devolución y restitución de la partida o producto defectuoso
Flexibilidad	Tiempo y coste asociado a los procesos de aprovisionamiento de productos defectuosos Media de días en restituir los productos defectuosos
Costes	Coste de la adquisición de producto defectuoso
Activos	Manutención y almacenaje del stock



	defectuoso
<b>Mejores Prácticas</b>	<b>Características</b>
Establecer acuerdos de colaboración y coordinación para la logística inversa	No definido
Sistemas continuos de mejora de calidad total	Herramientas y metodologías de calidad: ISO-9000, sistemas Kankan, sistemas Total Quality Management (TQM)

Figura 3.50. Categoría de proceso SR1.

Número de Elemento de Proceso : SR1.5	
<b>Elemento de Proceso: Entrega de Producto Defectuoso</b>	
<b>Definición de Categoría de Proceso</b>	
Consolidación de todos los productos intermedios o finales que presentan algún tipo de defecto bien de forma o funcionamiento. La transferencia de producto defectuoso a una localización apropiada de almacenaje dentro de la CS para la restitución de la misma. Esto incluye todas las actividades asociadas en la manutención y almacenaje del producto y su entrega al cliente o consumidor final.	
<b>Atributos de Rendimiento</b>	<b>Métricas</b>
Fiabilidad en el cumplimiento	Ratio de rendimiento de entrega de mercancía defectuosa % de cambios de partida de pedidos por defecto
Velocidad de atención	Tiempo de ciclo de entrega
Flexibilidad	Tiempo y costes relacionados con la gestión y la expedición del proceso de entrega
Costes	Coste por almacenamiento unidad defectuosa Costes de control de calidad
Activos	Media de días de permanencia del inventario defectuoso
<b>Mejores Prácticas</b>	<b>Características</b>
Llevar directamente la entrega al punto de uso para reducir costes tiempo de ciclo	Secuenciación
Capacidad de entrega de la empresa	No definida

Figura 3.51. Elemento de proceso SR1.5.

Elemento de Proceso: Entrega de Producto Defectuoso	
Entradas	Definición
ER4 Gestión del inventario de retorno	Actualización del inventario y clasificación de los producto defectuosos por segmentos y tipo
ER6 Gestión del transporte de la logística inversa	Selección de los transportitos y medios para llevar a cabo la logística inversa de los productos defectuosos
Salidas	Definición
DR1.1 Autorizar retorno de los productos defectuosos	Verificación y comprobación del producto recibido El proceso de recepción y verificación de los productos retornados contra las autorizaciones de retorno y otras documentaciones preparadas en la transferencia
ER4 Gestión del inventario devuelto	Estado de inventario
P5.2 Identificación y agregación de los recursos de la devolución de productos	

Figura 3.52. Entradas y salidas de SR1.5.

**DR1 Distribución Devolución Productos Defectuosos**

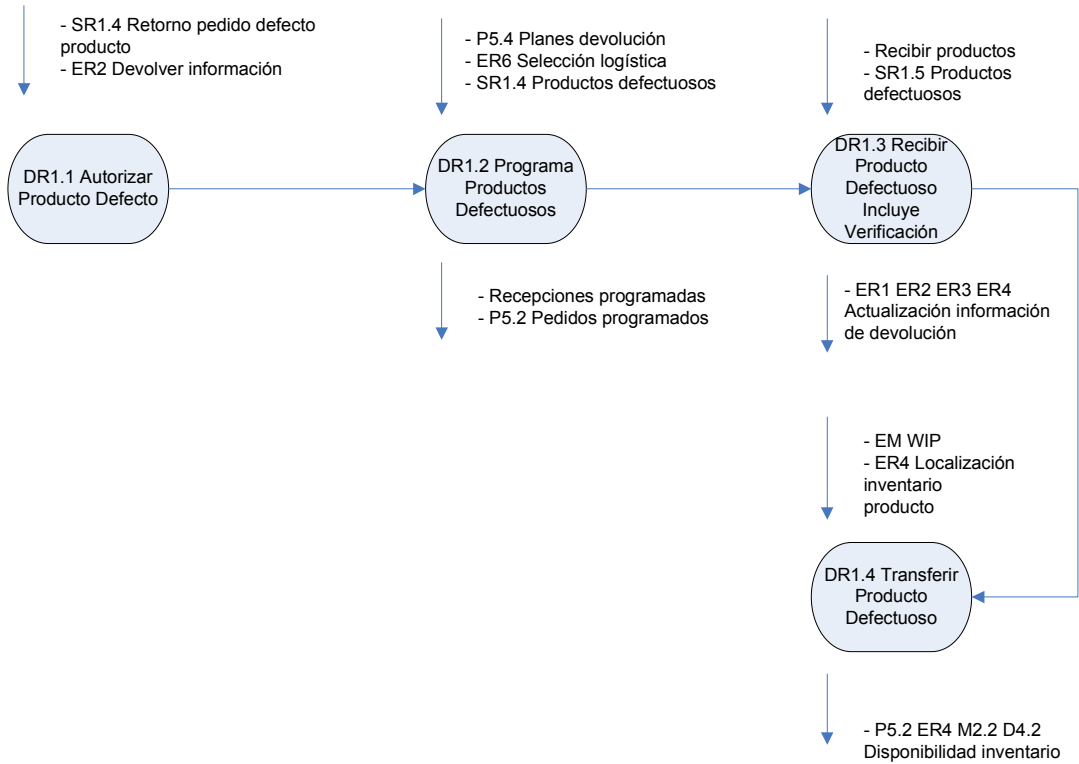


Figura 3.53. Diagrama de elementos de distribución de productos defectuosos (pag. 245).

Número de Proceso : DR1	
Categoría de Proceso: Entrega bajo pedido de producto defectuoso	
Definición de Categoría de Proceso	
Gestión de todos los procesos desde la autorización para la devolución y cambio de la mercancía no apta para su uso hasta la gestión de la devolución al proveedor a fin que restituya la partida y/o producto en las condiciones iniciales. Gestión de almacenamiento desde la recepción hasta la carga del producto	
Atributos de Rendimiento	Métricas
Fiabilidad en el cumplimiento	% defectuosos sobre el total de pedidos
Velocidad de atención	Media de días por devolución de pedido
Flexibilidad	Tiempo de ciclo asociado a la restauración de un pedido
Costes	Costes asociados de la planificación, administración y ejecución de las entregas de los productos defectuosos
Activos	Medía de días de permanencia de stock de producto defectuoso

Mejores Prácticas	Características
Establecer convenios de colaboración y coordinación que regulen la gestión de la logística inversa de la cadena	No definido

Figura 3.54. Categoría de proceso DR1.

Número de Elemento de Proceso : DR1.3	
Elemento de Proceso: Recepción de producto defectuoso. Realización verificación	
Definición de Categoría de Proceso	
Recepción y verificación de los productos y comprobación con las órdenes de pedidos y los requerimientos realizados en la solicitud del pedido. Clasificación de los productos por tipología de defecto. Gestión de la manutención y almacenaje del producto en el almacén, hasta su posterior transferencia al cliente	
Atributos de Rendimiento	Métricas
Fiabilidad en el cumplimiento	% de pedidos defectuosos recibidos conforme a las solicitudes realizadas
Velocidad de atención	Tiempo en la recepción, verificación y clasificación de los productos defectuosos.
Flexibilidad	Capacidad de gestión por cambios en los pedidos
Costes	Coste de manutención y almacenaje
Activos	Media de días de inventario en almacén
Mejores Prácticas	Características
Sistema de control de calidad	Sistemas Kankan, Jidoka y TQM
Señales que son usadas para notificar la necesidad de producto	Soportes electrónicos Kanban

Figura 3.55. Elemento de Proceso DR1.3.

Elemento de Proceso: Recepción de producto defectuoso. Realización verificación	
Entradas	Definición
SR1.5 Devolución de producto defectuoso	Actualización del inventario y clasificación de los producto defectuosos por segmentos y tipo
Salidas	Definición
ER1 Gestión de los procesos de negocio en la devolución de productos desde la recepción hasta su documentación	Verificación y comprobación del producto recibido Agregación de la información y gestión de los productos defectuosos en el inventario. Actualización del estado de inventario
ER2 Gestión de los medios para optimizar la logística inversa	

ER3 Gestión y agregación de la información de los productos de retorno	
ER4 Gestión del inventario de retorno	

Figura 3.56. Entradas y salidas de DR1.3.

Reseñar que, aunque se han modelado cada uno de los procesos que tienen lugar, debido a la propia configuración de la Cadena de Suministro representado en el diagrama de hilos, no todos los procesos resultan idénticos en cada una de las etapas. De este modo la Planificación de la Cadena de Suministro (P1), tiene algunas variaciones en su representación en la etapa fabricante, ya que ésta consta de una Planificación de Cadena de Suministro en la subetapa de fabricación así como en la subetapa de almacén regional del fabricantes, y ambas subetapas son regidas a su vez por una Planificación de Cadena de Suministro que enlaza y coordina ambas. Como se ha citado anteriormente, existe una Cadena de Suministro propia de la empresa o intra-empresa, y una Cadena de Suministro común a varias empresas y que las relaciones, inter-empresas.

En el apartado de anexos, se hallan representados todos y cada uno de los diagramas que conforman cada una de las etapas y procesos. Aún así, se procede a mostrar algunas de las variaciones que presentan algunos de los procesos en función de su ubicación en la cadena, su diseño y su comportamiento dentro del global de la cadena.

**P1 Planificación de la Cadena de Suministro**

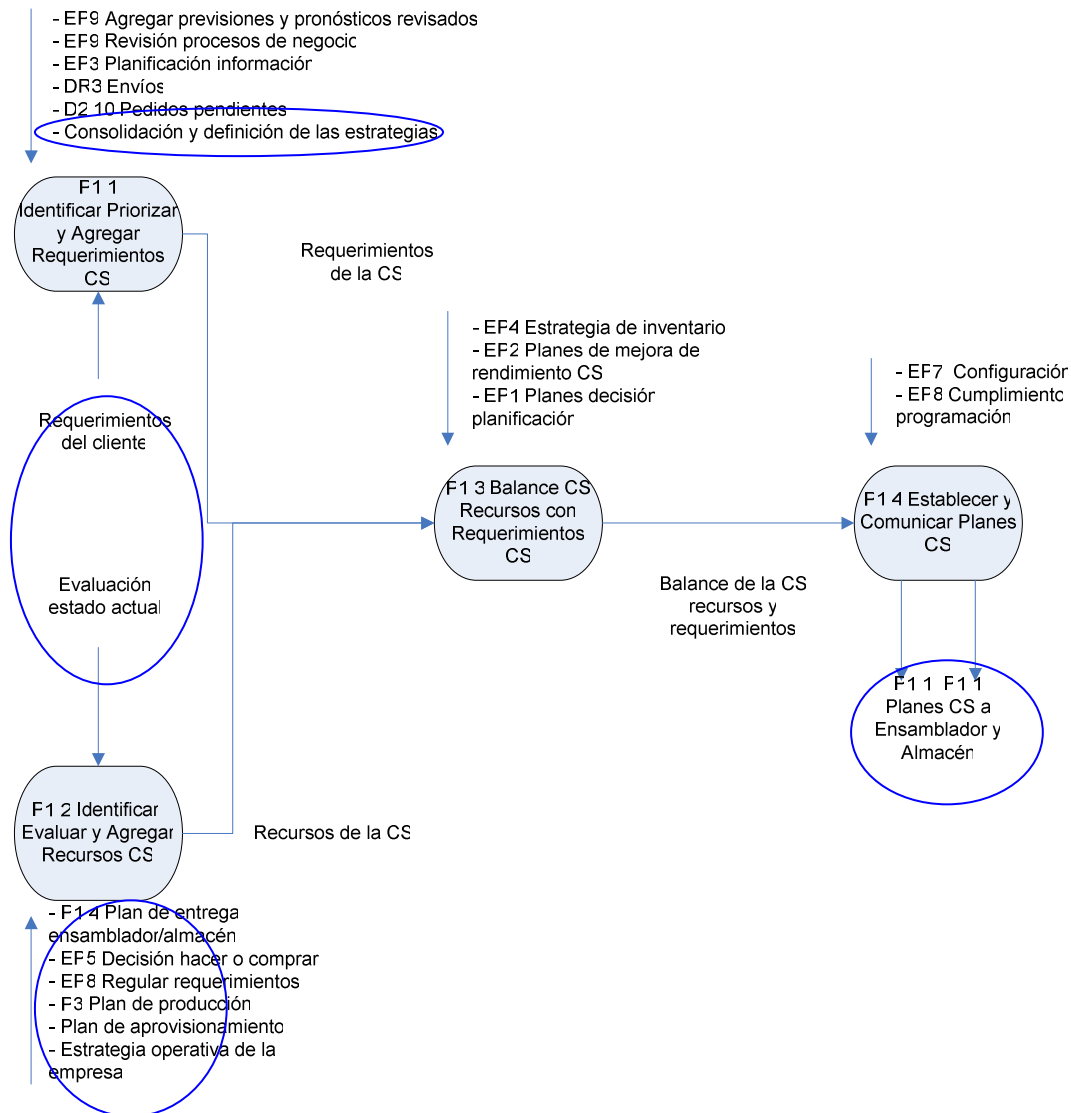


Figura 3.57. Diagrama Planificación de la CS del fabricante (pag. 218).

Como se puede apreciar las salidas en el elemento de proceso P1.4, son entradas a las planificaciones respectivas de Cadena de Suministro de cada una de las etapas, fabricante y almacén que conforman esta, así como algunas entradas que se registran en algunos de los procesos que tiene lugar.

De este modo, también puede diferenciarse cómo la Planificación de la Cadena de Suministro en las etapas de almacén y distribución están carentes de planes de fabricación y de entradas y salidas de fabricación, ya que en estas etapas no tiene lugar fabricación, se procede a realizar las planificaciones y previsiones de modo tal que puede servirse los pedidos captados y recogidos de los distintos consumidores, aguas arriba hasta el fabricante. Ver anexos.

A continuación se mostrará otro ejemplo, referido al aprovisionamiento que se tiene en las etapas de distribución, sean referidas a la etapa de almacén regional, distribuidores o concesionarios.

**S2 Aprovisionamiento bajo pedido**

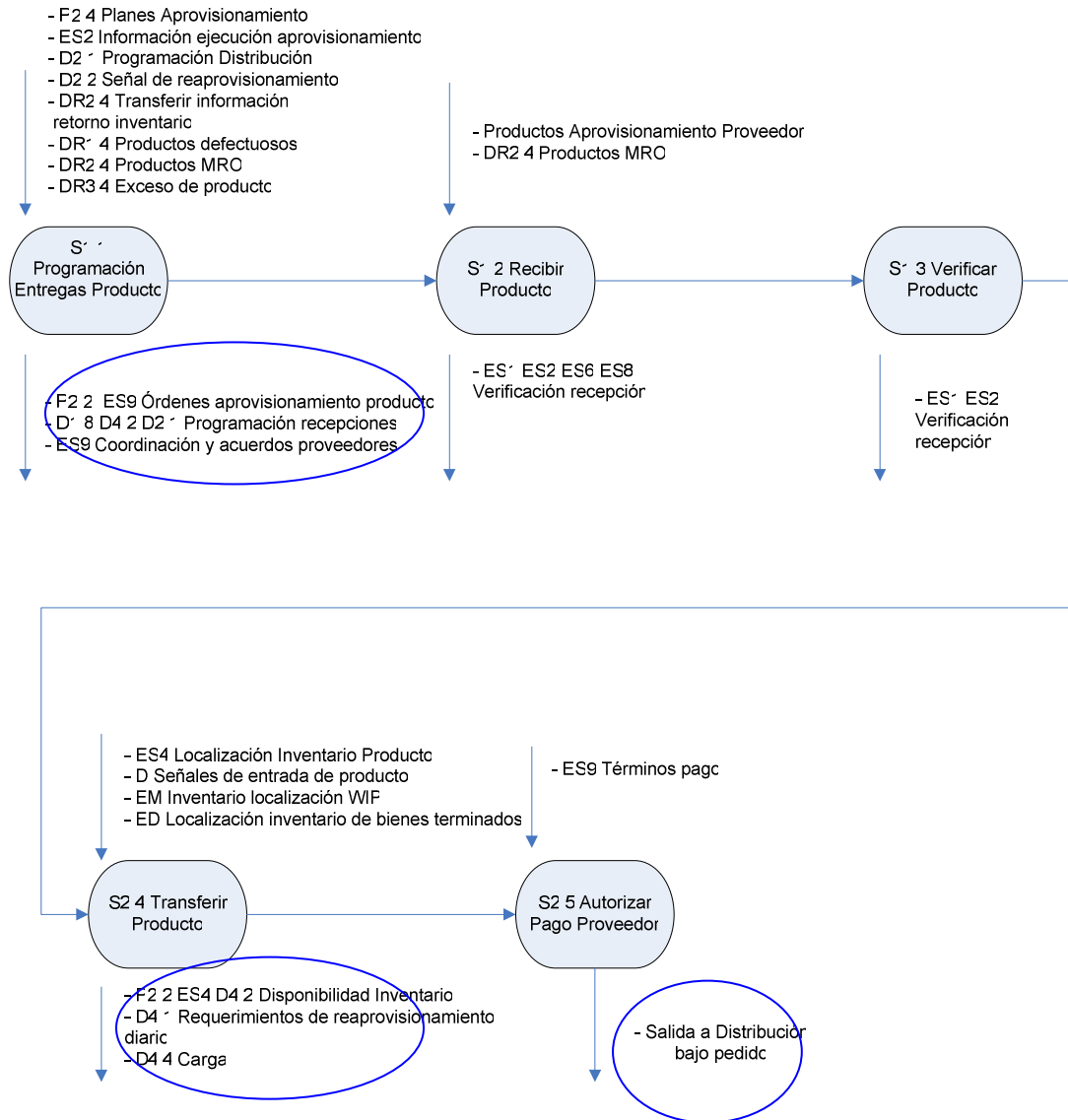


Figura 3.58. Diagrama aprovisionamiento bajo pedido etapa almacén o distribuidor (pag. 232).

**3.2.3 Presentación del estado TO-BE**

En base a la descomposición del modelo se procede a analizar aquellos aspectos de la Cadena de Suministro, de los resultados obtenidos de la comparación en la Scorecard, en los cuales la cadena se halla en desventaja o puede mejorarse. Se procede a identificar aquellos procesos en los cuales los indicadores establecidos, indican

desventajas susceptibles de mejora, y se proponen soluciones para mejorar los ratios medidos. El primer reflejo de los cambios, tendrá lugar en el diagrama de hilos que plasma fielmente, la estrategia de operaciones, de forma resumida, llevada a cabo en la Cadena de Suministro.

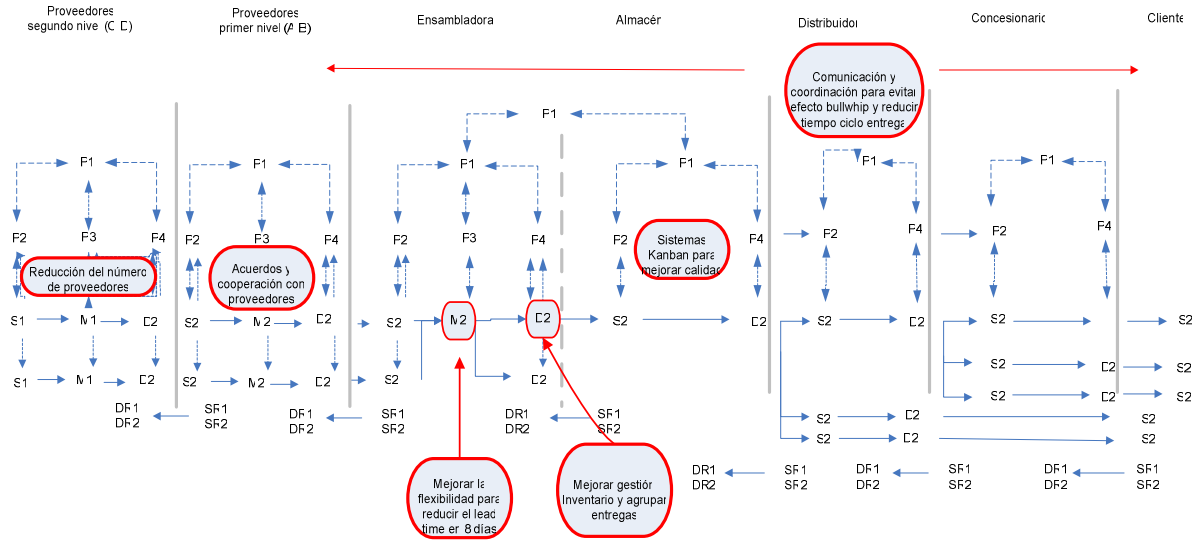


Figura 3.59. Diagrama de hilos de estado TO BE.

Puntos de mejora abordados:

- Simplificación en la Gestión de la Cadena de Suministro.

Reducir el número de proveedores de primer nivel y de segundo nivel, colaborando en las fases de diseño. Establecer acuerdos de cooperación y confianza que facilite el intercambio de información, mejorando el trabajo y las relaciones de trabajo win-win. Esto persigue mejoras en el indicador externo 1 sobre fiabilidad en el cumplimiento de pedidos y entregas. Con ello se consigue pasar de un 85% en el nivel de servicio a un 95,3%, y de un rendimiento de entregas de un 82% a un 88% a corto plazo.

- Flexibilización de la fabricación.

Mejorar la utilización de las técnicas lean-manufacturing para optimizar los plazos de fabricación, lead-time. Delegar en proveedores la construcción de módulos a fin de erigirse como un ensamblador de módulos de componentes prefabricados que reduzcan drásticamente el tiempo y las operaciones en la línea, sin dejar de ser productivos.



Con ello se consigue una mejora en el indicador de nivel 1 de capacidad de respuesta y flexibilidad. Se mejoran los porcentajes de 52 días a 32 días y de 63 días en 42 días, en la flexibilidad de producción y el tiempo de respuesta de la cadena respectivamente.

- Mejora de la gestión del almacén de la planta

El almacén se halla físicamente separado de la planta de fabricación para la gestión y visualización de los problemas surgidos, se busca la reducción de la permanencia de los vehículos acabados para reducir, en lo posible, la zona destinada a almacén y los costes asociados, y una mejor gestión de los almacenes intermedios de productos intermedios y de materias primas. Ello persigue reducir el coste de la gestión de la cadena en un 7% y la reducción de días de inventario por producto de 14 días a 6 días.

- Sistema de mejora continua y controles exhaustivos de calidad.

Se propone búsqueda de excelencia de los niveles de calidad y mejora continua de los procesos para reducir al máximo los defectos, reparaciones y mantenimientos con los consecuentes costes y tiempo asociado que llevan. De este modo cuanto menor sea el número de defectos detectados en la producción y menor el tiempo de mantenimiento, se producirán mejoras de espacio y de gestión de las zonas destinadas a tales tareas. Se persigue mejorar la productividad y ayudar a la mejora de la gestión de inventarios, con ello la productividad se ve aumentada en un 8,3%

- Establecer una comunicación y coordinación horizontal.

Este establecimiento de la comunicación y coordinación horizontal debe catalizar una mejor Gestión de la Cadena de Suministro, evitar ruido en las órdenes de la cadena aguas arriba, evitando en todo momento efectos tales como el bullwhip en la variabilidad de la demanda, y permita la reducción del tiempo de ciclo de entrega desde que se efectúa el pedido hasta su factura. Con ello se busca decrementar el lead-time en 5 días.

Geográficamente, el mapa en el estado TO-BE (figura 3.23) a corto y medio plazo es el mismo que el representado en el estado AS-IS, sí que varía las prácticas ejercidas en algunos de los procesos realizados en la cadena como se ha representado en el diagrama de hilos TO-BE (3.59). Así como, se explicita en éste, las mejoras producidas y llevadas a cabo en los elementos de procesos que tendrán sus respuestas en los procesos. De esta forma se trabaja bajo una política de top-down en el establecimiento de las mejoras de rendimiento y botton-up en la puesta en marcha de las mejoras, y su repercusión y sus consecuencias a niveles superiores hasta obtener los resultados previstos y el alineamiento de las operaciones con los objetivos estratégicos.

Perspectivas clave	Métricas	Actual	Valores de referencia		
			Media	Ventaja	Best-in.class
Externas	Nivel de servicio	85 %	92%	95,5%	99%
	Rendimiento de las entregas	82%	74.6%	85%	95%
	Ratio cumplimiento	30%	20%	50%	98%
	Lead-time en el cumplimiento de los pedidos	21 días	24 días	18 días	15 días
	Flexibilidad de producción	52 días	48 días	38 días	30 días
	Tiempo de respuesta de la CS	63 días	60 días	52 días	45 días
Internas	Coste total de la Gestión de la CS	14 %	9,5%	6,7%	3,6%
	Garantía/Coste de proceso de devolución	0,8%	1,2%	1,0%	0,6%
	Valor añadido de la productividad	6.8%	10,3%	15,1%	20%
	Días de inventario	14 días	14 días	9 días	4 días
	Rotación de inventario	15 veces	15 veces	ND	ND

Figura 3.60. Resultados en la transición a TO-BE.

Perspectivas clave	Métricas	TO BE	Valores de referencia		
			Media	Ventaja	Best-in.class
Externas	Nivel de servicio	95,3 %	92%	95,5%	99%
	Rendimiento de las entregas	88%	74.6%	85%	95%
	Ratio cumplimiento	40 %	20%	50%	98%
	Lead-time en el cumplimiento de los pedidos	16 días	24 días	18 días	15 días
	Flexibilidad de producción	32 días	48 días	38 días	30 días
	Tiempo de respuesta de la CS	43 días	60 días	52 días	45 días
Internas	Coste total de la Gestión de la CS	7 %	9,5%	6,7%	3,6%
	Garantía/Coste de proceso de devolución	0,7%	1,2%	1,0%	0,6%
	Valor añadido de la productividad	15.1%	10,3%	15,1%	20%
	Días de inventario	8 días	14 días	9 días	4 días
	Rotación de inventario	15 veces	15 veces	ND	ND

Figura 3.61. Tabla de valores Estado AS-IS.




















Perspectivas clave	Métricas	AS-IS 	TO-BE 	Valores de referencia		
				Media	Ventaja	Best-in.class
Externas	Nivel de servicio	85 %	95,3 %	92% 	95,5% 	99%
	Rendimiento de las entregas	82%	88%	74.6%	85%  	95%
	Ratio cumplimiento	30%	40 %	20% 	50% 	98%
	Lead-time en el cumplimiento de los pedidos	21 días	16 días	24 días  	18 días	15 días
	Flexibilidad de producción	52 días	32 días	48 días 	38 días	30 días
	Tiempo de respuesta de la CS	63 días	43 días	60 días 	52 días	45 días 
Internas	Coste total de la Gestión de la CS	14 %	7 %	9,5%	6,7%	3,6%
	Garantía/Coste de proceso de devolución	0,8%	0,7%	1,2%	1,0%  	0,6%
	Valor añadido de la productividad	6.8%	15.1%	10,3% 	15,1% 	20%
	Días de inventario	14 días	8 días	14 días 	9 días 	4 días
	Rotación de inventario	15 veces	15 veces	ND	ND	ND

Figura 3.62. Comparación de resultados y posicionamiento del estado AS-IS al TO-BE.\*\*

\*\*No se hecho referencia alguna al apartado financiero necesario para llevar a cabo estas mejoras.

## **CAPÍTULO 4**

### **4 CONCLUSIONES**



## 4 Conclusiones

La realización de la Tesis de Master ha significado personalmente el conocimiento de una herramienta para la gestión de la medición del rendimiento en la Cadena de Suministro. A lo largo de la ejecución de este documento, se ha podido comprobar las nuevas relaciones de mercado fruto de los cambios en el entorno, y donde cada vez más cobra mayor importancia la figura de la Cadena de Suministro.

Dada dicha importancia, me parece necesaria la disposición de una herramienta que permita medir el rendimiento global de una cadena, que no necesariamente ha de ser equivalente a la suma de los rendimientos individuales y cuya medición permita su posterior gestión. En este sentido, en el nuevo paradigma donde cada vez hay mayor competencia, el conocimiento de una herramienta como el modelo SCOR, proporciona conciencia de las enormes posibilidades que ofrece este modelo en la gestión para la mejora y la optimización en la Cadena de Suministro. También el trabajo con el modelo SCOR me ha supuesto tener un mayor grado de conocimiento y una perspectiva más amplia en las relaciones entre los agentes de mercado, así como de las limitaciones que actualmente presenta dicho modelo.

Para la empresa, permite una visión y una caracterización actual con la cual se puede afrontar y decidir las estrategias futuras a llevar a cabo para obtener niveles mayores de eficiencia y eficacia en la gestión. Disponer de la representación de los modelos de los procesos y de las estrategias actuales, y tener una visión clara y concisa de los puntos clave de mejora, donde está la empresa y donde quiere llegar, confiere de por sí una ventaja competitiva respecto del resto. La clave en el uso del SCOR radica no sólo en ofrecer oportunidades de mejora, sino también en identificar y seleccionar los mejores sistemas a implementar en las distintas áreas de trabajo, desde la planificación más estratégica, hasta el cálculo de rutas de distribución pasando por el uso de las tecnologías de la información y sistemas de producción.

El inicio del proceso de mejora en una Cadena de Suministro lo induce generalmente un problema de saturación de capacidad – por incrementos de ventas, inventarios u operaciones-, de mala gestión de los recursos, de los costes excesivos generados por una mala administración, falta de optimización en procesos o dualidades en los recursos que provocan una duplicación de las tareas innecesarias que no reportan valor añadido. Los objetivos buscados en cada caso varían según cada empresa y del posicionamiento en la cadena de la misma.

Los objetivos persiguen obtener un resultado de mejora en los indicadores del área de operaciones y logística, conseguir una mejor comprensión del proceso permitiendo descubrir nuevas áreas de oportunidad para el sistema y para la empresa, y aumentar las funcionalidades.

Las Cadenas de Suministro versan hacia Redes de Suministro, en la cual las relaciones no son exclusivamente transversales. En la actualidad las Cadenas de Suministro conviven con otras Cadenas de Suministro, donde en muchas ocasiones etapas y/o eslabones de una Cadena de Suministro, forman parte de otras. Así, una empresa no sólo ha de imbuirse en la dinámica de su propia cadena, sino también ha de compaginarse en el funcionamiento e intereses de cada una de las cadenas a las que

pertenece, que en ocasiones pueden formar parte de Cadenas de Suministro que compiten o son rivales de un mismo ámbito o sector.

La orientación al cliente por parte de la Cadena de Suministro, puede llevar al liderazgo a aquellas empresas que estén más cerca del cliente, por este motivo, suele hablarse en muchas ocasiones de Cadena de Demanda. Este giro que realiza la Cadena de Suministro hacia la Cadena de Demanda está constituido por “protoclientes” que intervienen en el diseño del producto.

Es importante dotar de flexibilidad a la Cadena de Suministro mediante el trabajo con PYMES, que gozan de una flexibilidad y adaptabilidad mayor que las grandes empresas. Muchas de estas colaboraciones vienen marcadas por el ciclo de vida del producto. Terminada la vida del producto o del proyecto, se renueva el acuerdo de colaboración o se genera una nueva configuración en la cadena con otros agentes, marcados por las necesidades de la cadena. Una cadena flexible ha de permitir la entrada y salida de agentes de la Cadena de Suministro sin que afecte ostensiblemente al funcionamiento de la misma. La Cadena de Suministro debe ser flexible y ágil, flexible para adaptarse a los cambios del entorno y ágil para responder en la mayor brevedad posible.

La herramienta SCOR cuenta con algunos inconvenientes en su modelización. El modelo SCOR se olvida de la organización, recursos, capital, marketing, etc., representa los procesos pero no analiza los recursos ni da una visión estratégica clara de la Cadena de Suministro. No expone vistas decisionales, informacionales, recursos, u organizacional. SCOR no trata de forma directa los aspectos intangibles o factores cualitativos de la colaboración entre las empresas.

El modelo SCOR no permite describir todos los procesos de negocio o actividades. Concretamente, no se contemplan las actividades de ventas y marketing, desarrollo de producto, investigación y desarrollo o soporte post-venta al cliente. Ello no posibilita ver el comportamiento de la cadena ante eventos excepcionales tales como ventas inesperadas, ciclos económicos o crisis puntuales de un mercado debidas a decisiones o a cambios del entorno. En SCOR se establecen unas consideraciones de trabajo pero no se establece una relación causa-efecto entre la producción y la demanda, no se visualiza la relación push-pull que en la realidad tiene lugar. El modelo SCOR es actualmente un modelo estático, carente de la dinamicidad de las relaciones que propugna Forrester (2002) con sus sistemas dinámicos. Por consiguiente, el gran reto futuro del modelo SCOR se basa en la simulación mediante estos modelos, de escenarios de la cadena y de configuraciones estratégicas previas a la etapa de toma de decisiones e implementación.

El éxito de los resultados se basa en las métricas de rendimiento seleccionadas. A nivel estratégico se identifican por parte de la directiva aquellos procesos clave que puede resultar beneficioso mejorar. Esta decisión es transmitida piramidalmente hacia los niveles más bajos, establecidos tales, se establece un proceso inverso a fin de recoger los resultados de su puesta en marcha y su comparación con los resultados previstos, a fin de ver como varía y cómo repercuten las decisiones tomadas,



rediseñarlas y corregir las desviaciones que se produzcan, estableciendo la necesidad de realimentaciones.

El SCOR también resulta un modelo rígido marcado por la definición de indicadores de rendimiento estándares. Si una cadena cualquiera con algunos objetivos distintos a los estándares, necesitase definir otros indicadores diferentes de entre todos los que se dispone en la actualidad, debería definir primero que tipo de indicador quiere medir y si éste aporta información relevante para la mejora y optimización de un proceso clave que aporte valor a la cadena. Pero como se ha citado, el modelo SCOR no contempla actividades de ventas, marketing, soporte post-venta al cliente o desarrollo de producto, por lo que algunas Cadenas de Suministro, como por ejemplo una Cadena de Suministro e-shopping tendría dificultades para representar algunos de los procesos que tienen lugar y que como tal cadena, le interesaría medir en el apartado de ventas o marketing por ejemplo.

El modelo SCOR ofrece una aproximación integral para mejorar la Cadena de Suministro de cualquier empresa debido a que proporciona un conjunto de herramientas para, de forma rápida, representar, entender y evaluar la cadena e identificar oportunidades de alto valor para la misma, teniendo en cuenta las mejores prácticas como posibles opciones de mejora.

En cuanto a la Gestión de la Cadena de Suministro, el modelo SCOR es una herramienta estratégica para tener una visión global de toda la CS y específica de cada uno de sus procesos y elementos. Analiza, mide, establece objetivos de rendimiento, determina oportunidades de mejora, identifica las mejores prácticas y sistemas, y prioriza proyectos.

Las propuestas o proyectos de mejoras son globales y locales, y por lo tanto son estratégicas y tácticas, pero luego la rutina de evaluación (indicadores Clave de Rendimiento) es operativa, sin embargo, la elección de los puntos e índices de medición es estratégica.

El modelo SCOR tiene un enfoque de operaciones, centrado en los flujos de productos y de información. El modelo parte de una visión estratégica de la Cadena de Suministro, analizando la CS en cuanto a sus bases de competitividad y determinando sus requerimientos de rendimiento competitivos (RCC), para luego seguir con una visión de procesos y tecnología que permite identificar los cambios en la organización, las mejores prácticas y los sistemas necesarios para lograr el nivel predeterminado en sus RCC. En consecuencia el modelo subordina los enfoques de Recursos Humanos y decisional a los procesos y tecnologías que resulten más adecuados para alcanzar los objetivos a medio y largo plazo de la Cadena de Suministro.

El modelo se basa en la medición del rendimiento, aportando una terminología estándar y subordinando el uso de los Índices de Rendimiento a los atributos (Fiabilidad, Flexibilidad, Velocidad/Capacidad de Atención, Coste y Activos) que dan ventaja competitiva a la CS.

La implantación del modelo SCOR requiere la participación, apoyo y liderazgo del nivel más alto de la empresa, y la coordinación de esfuerzos es imprescindible para lograr los cambios. Además, requiere la difusión y capacitación del

concepto de CS de SCOR en toda la empresa, y el acuerdo con los demás socios de la Cadena, o al menos de los inmediatos proveedor y distribuidor. SCOR facilita el entendimiento común a través de toda la CS.

Efectivamente, los criterios seleccionados por los agentes de la cadena para definir los indicadores clave, son aquellos procesos que generan valor a la empresa o a la cadena, que son susceptibles de mejora y que variaciones mínimas o medias en los procesos y en su gestión aportan altos beneficios y mejoras sensibles en el funcionamiento. El objetivo final de toda empresa es alcanzar un alto nivel de excelencia en su gestión, para ello la estrategia se vincula a los indicadores de rendimiento. Los indicadores deben ser medidas consensuadas por el equipo directivo bien si atañe a una sola empresa como si abarca una Cadena de Suministro. En tales casos, los indicadores serán escogidos bien al consenso de aquellos procesos que susceptibles de mejora reporten beneficios globales o bien en función de aquella empresa o eslabón de la cadena, que ocupe por su posición, la vanguardia de la cadena siendo el líder de ésta, bien por generar valor a la cadena o por la posición estratégica que ocupa dentro de la misma.

Del mapeado de la infraestructura y comparación de la CS resultan aspectos significativos. Esto induce al rediseño de la CS, pero la reingeniería de la CS depende de la visión del estado futuro que se desee para la CS. SCOR proporciona un formato para trazar un mapa de nuevos procesos y fuerza la integración entre funciones. La aplicación de SCOR está ineludiblemente ligada a la disponibilidad de los Benchmarks o Benchmarking competitivo de otras empresas líderes, y cuyos resultados deben analizarse detenidamente para tomar decisiones importantes basados en los mismos, y por ello es recomendable la contratación de una empresa consultora capaz de proveer la información de los Mejores-de-su-Clase (Best-in-Class, BIC).

En base al uso que hacen del SCOR, el modelo SCOR se utiliza principalmente para:

- Unificar términos y dar un formato estándar para describir la CS.
- Evaluar cada proceso con Indicadores apropiados
- Comparar los niveles de la cadena con los de clase mundial
- Encontrar oportunidades de mejora
- Saber qué mejores prácticas se pueden implementar
- Mantener un sistema continuo de evaluación de los Indicadores y proponer mejoras futuras

La aplicación del modelo SCOR requiere un plazo de seis meses a tres años o una estimación de 6000 horas-hombre que no incluyen la documentación de procesos individuales (SCC, 2005). Algunas de las empresas, mencionan que los principales retos han sido asignar personal e implementar las iniciativas de la CS. Los aspectos clave son asignar los encargados y lograr la participación de los principales encargados, así como avanzar los proyectos manteniéndose firmemente en los programas.

## **BIBLIOGRAFÍA**



**BIBLIOGRAFÍA**

- Agarwal, A. and Shankar, R. (2001).  
Analything alternatives for improvement in supply chain performance.  
Work Study 51, 32-37.
- Agarwal, A. and Shankar, R. (2002).  
Analyzing alternatives for improvement in supply chain performance.  
Work Study 51(1), 32-37.
- Agarwal, A. and Shankar, R. (2003).  
On-line trust building in eenable supply chain.  
Supply Chain Management : An international Journal 8 (4), 324-334.
- Agarwal, A., Shankar, R. and Tiwari, M. K. (2006).  
Modeling the metrics of lean, agile and leagile supply chain : And ANP-based approach  
Production, Manufacturing and Logistics.  
European Journal of Operational Research 173, 211-225.
- Akarte, M.M. et al (2001).  
Web based casting supplier evaluation using analytic hierarchy process.  
Journal of Operational Research Society 52 (5), pp. 511-522.
- Akkermens, H. and van Oorschot, K. (2002).  
Developing a balanced scoreoard with system dynamics.  
Proceeding of 2002 International System Dynamics Conference.
- Alarcón Valero, F. (2005).  
Desarrollo de una arquitectura para la definición del proceso de comprometer pedidos  
en contextos de redes de suministro colaborativas. Aplicación a una red compuesta por  
cadenas de suministro en los sectores cerámico y del mueble.  
Universidad Politécnica de Valencia.
- Albores, P., Love, D., Weaver, M., Stone, J. and Benton, H. (2006).  
An evaluation of SCOR modelling techniques and tools.  
Ashcroft International.
- Alfaro Saiz, J.J. (2003).  
PMS IE-GIP.  
Universidad Politécnica de Valencia.
- Alfaro, J. et al., (2004).  
“La medición del rendimiento en el ámbito de la Cadena de Suministro”.  
VIII Congreso de Ingeniería de Organización.
- Alfaro Saiz, J.J., Rodríguez Rodríguez R. y Ortiz Bas, A.(2007).  
“Sistemas de Medición del Rendimiento para la Cadena de Suministro”.  
Editorial Universidad Politécnica de Valencia.

Andijani, A. A. and Anwarul, M. (1997).  
Manufacturing Blocking discipline: A multi-criterion approach for buffer allocations.  
International Journal of Production Economics 51 (3), 155-163.

Anfac.  
Memoria annual report 2006.

Anfac.  
Panorama y perspectivas de la industria del automóvil 2006.

Assaf Arkin, I. (2003).  
Business Process Modeling Language (BPML).  
BPML.org

Barbarosoglu, G. and Yazgaç, T (1997).  
An application of the analytic hierarchy process to the supplier selection problem.  
Production and Inventory Management Journal 38, 14-21.

Barnett, M. W. and Miller, C. J. (2000).  
Analysis of the virtual enterprise using distributed supply chain modelling and simulation: An application of e-SCOR.  
Procesings of the 2000 Winter Simulation Conference.

Beamon, B.M. (1998).  
Supply Chain design and analysis: Models and methods.  
International Journal of Productions Economics.

Beamon, B.M. (1999).  
Measuring Supply Chain performance.  
International Journal of Operations and Production Management.

Bechtel, C. and Jayaran, J. (1997).  
Supply Caín management: A strategic perspectiva.  
The International Journal of Logistics Management 8, 15-34.

Bititci U (1994).  
Measuring your way to profit.  
Management Decision, vol.32.

Borghesi, A. and Gaudenzi, B. (2004)  
“Risk management nella supply chain”, Sinergie, n° 63, pp 89-128.

Bourne, M. (1999).  
Designing and implementing a balanced performance measurement system.  
Journal of the Institute of Operations Management

Bruce, M., Daly, L. and Towers, N. (2004).  
Lean or agile: A solution for supply chain management in the textiles and clothing industry?.  
International Journal of Operations and Production Management 24 (2), 157-171.

- Bullinger, H.J., Kühner, M. and Hoof, A.V. (2002).  
Analysing supply chain performance using a balanced measurement method.  
International Journal of Production Research
- Camarinha-Matos L.M., Afsarmanesh H.  
The Virtual Enterprise Concept.  
Infrestructures Virtual Enterprises. Networking Industrial Enterprises  
Kluwer Academic Publishers.
- Camarinha-Matos L.M., Afsarmanesh H.  
Tendencies and general Requirements for Virtual Enterprise Concept  
Infrestructures Virtual Enterprises. Networking Industrial Enterprises  
Kluwer Academic Publishers.
- Camarinha-Matos L.M., Afsarmanesh H.  
Virtual Enterprise: Life Cycle supporting tools and technologies.  
Handbook of Life Cycle Engineering: Concepts, Tools and Techniques  
Chapman and Hall.
- Cardona Siado, D. y García, A. (2005).  
Modelo de indicadores para el despliegue de la estrategia de calidad, Internet  
Available at [<http://hdl.handle.net/1992/300>]
- Çebi, F. and Bayraktar, D. (2003).  
An integrated approach for supplier selection.  
Logistics Information Management 16, 395-400.
- Chan, F. T. S., Jiang, B. and Tang, N. K. H. (2000).  
Development of intelligent decision support tools to aid the design of flexible  
manufacturing systems.  
International Journal of Production Economics 65 (1), 73-84.
- Chan, T.S., Qi, H.J., Chan, Henry C.W. and Ip, Ralph W.L. (2003).  
A conceptual model of performance measurement for supply chains.  
Management Decisión.
- Chandrashekar, A. and Schary, P.B. (1999).  
“Toward the virtual supply chain: the convergence of It and organization”.  
International Journal of Logistics Management, vol 10, n°2, pp 27-39.
- Chapman, P., Harrison, A. and Beck, A. (2001)  
“Schinkage a collaborative approach to reducing stock loss in the supply chain”.  
Report for ECR.
- Chen, D. (2003).  
European initiatives to develop interoperability of enterprise applications-basic  
concepts, frameworks and roadmap.  
Annual Reviews in Control, Vol 27.

- Childerhouse, P, and Towill, D. (2000).  
“Engineering supply chains to match customer requirements”.  
Logistics Information Management, vol 13 n°6 pp 337-345.
- Chopra, S., and Meindl, P. (2001).  
Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation, Prentice-Hall, upper  
Saddle River, Nj.
- Chopra, S., and Meindl, P. (2004).  
Supply Chain Mangement, Strategy Planning and Operation, Pearson Education, New  
York, NY, pp 4-26 and 35-36.
- Christopher, M. and Ryals, L. (1999).  
Supply Chain Strategy: Its Impact On Shareholder Value.  
International Journal Of Logistics Management10, 1-10.
- Christopher, M. and Towling, D. R. (2001).  
An integrated model for the design of agile supply chains.  
International Journal of Physical Distribution and Logistics Management 31 (4), 235-  
246.
- Christopher, M. and Peck, H. (2003).  
Marketing Logistics, 2<sup>nd</sup> ed., Butterworth-Heinemann, Oxford, p. UK.
- Christopher, M. et al. (2003).  
“Supply chain resilience”.  
Cranfield Centre for Logistics & Supply Chain Management, November, appendix 1.
- Cohen, M. A. and Lee, H. L (1989).  
“Resource deployment análisis of global manufacturing and distribution networks”.  
Journal of Manufacturing and Operations Management, vol 2, pp 81-104.
- Cooper, M. C., Lambert, D. M., and Pagh, J.D. (1997).  
“Supply chain management: more than a new name for logistics”.  
The International Journal of Logistics Mangement, vol 8, n°1, pp 1-14.
- Cooper, M. C. and Ellram, L. M (1993).  
“Characteristics of supply chain management and the impñications for purchasing and  
logistics strategy”.  
The International Journal of Logistics Mangement, vol 4, n°2, pp 13-24.
- Corner, J. L. and Corner, P. D (1991).  
Decision analysis applications in the operations research literature.  
Operation Research 39, 206-218.
- Cox, A. (2001).  
“Managing with power: strategies for improving value appropriation from supply  
relationships”.  
Journal of Supply Chain Management, vol 37, n° 2, pp. 42-47.



- Cross, G. J. (2000).  
“How e-business is transforming supply chain management”.  
The journal of Bussines strategy, vol 21, n°2, pp. 36-9.
- Cuesta Fernandez, F.  
La Empresa Virtual.  
Ed. McGraw Hill.
- Cusumano, M.A, and A. Takeishi.  
Supplier Relations and Management: A suurveyof Japanese, Japanese-Transplant and  
US Auto Plants.  
Strategic Management Journal 12 563-588.
- Da Silveira, G.J.C. (2005).  
Improving trade-offs in manufacturing: Method and Illustration.  
International Journal Production Economics, vol 95, pp. 27-38.
- Deloitte & Touche.  
2002 E-Business en el sector auxiliar del automóvil en España.
- Dicknson, G. (2001).  
“Enterprise risk management: its origin and conceptual foundation”.  
The Geneva Papers on Risk and Insurance, vol 26, n°3, pp. 360-6.
- Dong, J., Hongwei, D., Changrui, R. and Wang, W. (2006).  
IBM SmartSCOR a SCOR based supply chain transformation platform through  
simulation and optimization techniques.  
Proceedings of the 2006 Winter Simulation Conference, accepted.
- Durán Heras, A., Gutiérrez Casas, G. y Sánchez Chaparro, T. (2001)  
La logística y el comercio electrónico  
Serie McGraw-Hill Management
- Epstein y King (1982).  
“An experimental study of the value of information”.  
Omega, 10, 3.
- Evans, R. (1991).  
“How to manage for shoter cycle times and better quality”.  
Corporate controller, pp. 26-31.
- Fercows, K. and De Meyer, A. (1990).  
“Lasting improvements in manufacturing performance. In search of a new theory”.  
Journal of Operations Management, vol 9, n° 2, pp. 168-84.
- Forrester, J. W (1958).  
Industrial Dynamics: A Major Breakthrough for decision Makers.  
Harvard Business Review. 36(4):37-66.

- Forrester, J. W (1961).  
Industrial dynamics. MIT Press, Cambridge, M. A.
- Friego, M.L. and Krumwiede, K.R. (1999).  
Balanced scorecards: a rising trend in strategic performance measurement.  
Journal of strategic performance measurement, vol 3, pp.42-44.
- Fung, R.Y. K and Wong, C. F. Y. (2001).  
Supplier environmental performance evaluation using AHP.  
Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Symposium on the Analytic Hierarchy Process,  
Bern, 11-118.  
K. Dellmann (Eds).
- Garuti, C. and Sandoval, M (2003).  
Comparing AHP ANP shiftwork models: Hierarchy simplicity v/s network  
connectivity.  
Fulorum Engineering Ltd.
- Gaudenzi, B. and Borghesi, A. (2006).  
Managing risks in the supply chain using the AHP method.  
The International Journal of Logistics Management, vol 17, n° 1.
- Ghodsypour, S. H. and Brien, C.O. (1998).  
A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy  
process and linear programming.  
International Journal of Production economics 56- 57, 199-212.
- Goffin, K., Szwejezewski, M. and New, C. (1997).  
Managing supliré: when fewer can mean more.  
International Journal of Physical Distrioution & Logistics Management 27, 422-436.
- Gray, Cristopher D.  
Does your Supply Chain System Measure up  
APICS 56-7.
- Gunasekaran, A., Patel, C. and Tirtiroglu, E. (2001).  
Performance measures and metrics in a Supply Chain enviroment.  
International Journal of Operations and Productions Management.
- Guh, Y (1997).  
Introduction to a new weighting method – Hierarchy consistency analysis.  
European Journal of Operational Research, vol. 102, pp. 215-226
- Hamalainen, R.P. and Seppalainen, T.O. (1986).  
The analytical network process in energy policy planning  
Socio.Economic Planning Sciences, Vol 20, pp. 399-405
- Handfield, R. et al. (2002).  
Applying environmental criteria to supplier assessment  
European Journal of Operations Research 141

- Harker (1987).  
“Incomplete pairwise comparison in the analytic hierarchy process”.  
Mathematical modelling. Vol 9,11.
- Harmon, P. (2003).  
An Introduction to the Supply Chain Council’s SCOR Methodology.  
Business Process Trends.
- Hausman, W.H. (2003).  
Supply Chain performance metrics. The practise of supply chain management: Where  
theory and application converge  
Kluwer Academic Publishers
- Hoek, R. I. V (1998).  
“Measuring The Unmeasurable”. Measuring And Improving Performance In The  
Supply Chain.  
Supply Chain management: An International Journal, 3, 187.192.
- Huanh, S. H., Uppal, M. and Shi, J., (2002).  
A production driven approach to manufacturing supply chain delection.  
Supply Chain Mangement: An International Journal 7 (3/4), 189-199.
- Humphreys, P. K., Lai, M. K. and Sculli, D. (2001).  
“An inter-organizational information system for supply chain management”  
International Journal of Production Economics, vol 70, n°3, pp245-55.
- Kaplan, R. S. and Norton, D. P. (1996).  
Using the balanced scorecard as a strategic management system.  
Harvard Business Review January-February: 75-85.
- Kaplan, R. S. and Norton, D. P. (2001).  
Transforming the balanced scorecard from performance measurement to strategic  
management: Part 1.  
Accounting Horizons 15 (1): 87-104.
- Kaplan, R. S. and Norton, D. P. (2001).  
Transforming the balanced scorecard from performance measurement to strategic  
management: Part 2.  
Accounting Horizons 15 (2): 147-160.
- Kaufman, A., Wood, C. H. and Theyle, G. (2000).  
“Collaboration and technology linkages: a strategic supplier typology”  
Strategic Mangement Journal, vol 11 n°6, pp 649-63.
- Kim, B (2000).  
“Coordinating an innovation in supply chain management”  
European Journal of Operational Research, vol 123, n°3, pp568-84

- Korpelaa, J., Lehmusvaara, A. and Tuominen, M. (2001).  
An analytic approach to supply Chain development.  
International Journal of Production Economics 71, 145-155.
- Hurtado, T. and Bruno, G (2002).  
El Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) como Herramienta para la Toma de Decisiones en la Selección de Proveedores.
- Jayaram, J., Vickery, S.K. and Droge, C. (1999).  
An empirical study of time based competition in the North American automotive supplier industry.  
International Journal of Operation and Production Management 19 (10), 1010-1033.
- Johnson (1979).  
“Anore on wright-left asymmetry in an eigen vector ranking procedure”.  
Journal of Mathematical Psychology. Vol 19,1.
- Kaplan, R.S. and Norton, D.P. (1992).  
The balanced scorecard. Measures that drive performance.  
Harvard Business Review. Jan/Feb, pp. 71-79.
- Kaplan, R.S. y Norton, D.P.(2000).  
Cómo utilizar el cuadro de mando integral para implantar y gestionar la estrategia.  
Ediciones Gestión 2000.
- Karrenbauer, J.  
Distribution: A historical perspective.  
The distribution handbook.
- Kim, T-Y. et al (2006).  
A modelling framework for agile and interoperable virtual enterprises.  
Computers in Industry, Vol 57.
- Konsake, K (2005)  
Standardization in Enterprise Inter and Intraorganization Integration  
International Journal of IT Standards. Vol 3, pp. 42-50.
- Korpela, A. and Lehmusvara, A. (1999).  
A customer oriented approach to warehouse network evaluation and desing.  
International Journal of Production Economics 45, pp.159-168.
- Lam, J. (2003).  
Enterprise Risk Mangement, Wiley, New York, NY, pp. 43-65.
- Lambert, D. M. (2001).  
The Supply Chain Management and Logistics Controversy, Pergamon, New York, NY,  
pp 99-126.  
Brewer, A. M (Ed).

Lamey, Joanne.  
Supply Chain Management: Best practice and the impact of new partnerships Financial Times, Retail&Consumer.

Lamming, R. (2001).  
Beyond Partnership: Strategies for Innovation and Lean Supply  
Hemel Hempstead, UK: Prentice-Hall.

Lamming, R. C., Caldwell, N. D., Harrison, D. A. and Phillips, W. (2001).  
“Transparency in supply relationships: concept and practice”.  
Journal of Supply Chain Management, vol. 37, n°4, pp. 4-10.

Lario F.C., Escudero L., Pastor. S. and García J.P.  
Supply Chain Management planning & optimisation Under uncertainty: modelling and solving applied to a company in the automotive sector.  
Advanced Computer Systems, Szczecin, Poland.

Lario Esteban, F.C.  
Una Aproximación a la Gestión de la Cadena de Suministro.  
Cuadernos de Gestión, Volumen 1 (2001) CIGIP UPV.

Lario Esteban, F.C.  
Redes, Empresa Extendida/Virtual en la Gestión de la Cadena de Suministro .  
Cuadernos de Gestión, Volumen 2 (2001), CIGIP UPV.

Lario Esteban, F.C.  
Relaciones entre Fabricantes y Proveedores en el Sector del Automóvil. Gestión de la Cadena de Valor, ERP y e-Commerce, la GCS en el contexto de integración empresarial  
Cuadernos de Gestión, Volumen 3 (2002) CIGIP UPV.

Lario Esteban, F.C., Perales D.P., García J.P.  
Gestión de la Cadena de Suministro Redes Interorganizacionales y Sector Automóvil  
CIGIP UPV.

Latamore, Bert.  
E-Commerce vs EDI: Competition or Coexistence.  
APICS.

Lee, H. L. (2002).  
Aligning Supply Chain Strategies with Product Uncertainties.  
California Management Review 44 (3), 105-119.

Lee, J.W. and Kim, S.H. (2000).  
Using analytic network process and goal programming for interdependent information system project selection.  
Computers and Operations Research 27, 367-382.

Li, Q. y Sherali, H.D. (2003).  
An approach for analysing foreign direct investment projects with applications to China's Tumen river area development.

Computers&Operations Research 30.

Lin, Z. C., Yang, C. B. (1996).  
Evaluation of machine selection by the AHP method.  
Journal of Materials Processing Technologist 57 (3-4), 253-258.

Liu, J., Ding, F.-Y. and Lall, V. (2000).  
Using data envelopment analysis to compare suppliers for selection and performance improvement.  
Supply Chain Management: An International Journal 5 (3), 143-150.

Love, D. and Barton, J. (1996).  
Evaluation Of Design Decisions Through cIM And simulation.  
International Journal Of Integrated Manufacturing Systems, 7, 3-11.

Lynch, R.L. y Cross, K.F. (1991).  
Measure up – the essential guide to measuring business performance  
Mandarin, London.

Macbeth D. y Ferguson N., (2002).  
Alianzas con los proveedores.  
Biblioteca Empresa, Ed. Folio.

Malina, M. A. and Selto, F. H. (2006).  
Causality in performance measurement models [online]. Available via  
<http://www-us.colorado.edu/faculty/selto/home.html>.

Maloni, M. and Benton, W. C (2000).  
“Power influences in the supply chain”.  
Journal of Business Logistics, vol 21 n° 1, pp 49-74.

Maskell, B. (1989).  
“Performance measurement for world class manufacturing: part 1”.  
Manufacturing systems, vol. 7, pp.62-4.

McCormack, K. (2004).  
Linking SCOR planning practices to supply Caín performance.  
International Journal of Operations and Production Mangement vol 24, n°12.

Meade, L. M, and Sarkis, J. Liles, D. H. (1997).  
Justifying strategic alliances and partnering: A prerequisite for virtual enterprising.  
Omega 25 (1), 29-42.

Meade, L. M, and Sarkis, J (1998).  
Strategic análisis of logistics and supply Caín management systems using the analytical network process.  
Transportation Research E 34, 2001-215.

- Meade, L. M, and Sarkis, J (1999).  
Analyzing organizational project alternatives for agile manufacturing process: An analytical network approach.  
International journal of Production Research 37 (2), 241-261.
- MEGA (2004)  
[www.bpmg.org](http://www.bpmg.org)
- Meyer, M.W. (1996).  
Los secretos de la mejora de los resultados empresariales.  
Nuevas ideas de management: IMD London Business School, nº14.
- Michael Hammer.  
Beyond Reengineering.  
New York Harper Business.
- Monden Y.  
Toyota Production System: An integrated approach.  
Editorial Chapman and Hall.
- Morciciec, M. and Yearworth, M. (2006).  
Using the SCOR Model to Assess Potential Impact on Business Metrics of an IT Solution.
- Mula J., García J.P. y Poler R.  
Modelos para la Planificación de la Producción bajo incertidumbre. Aplicación en una Empresa del Sector Automóvil.  
Tesis Doctoral UPV.
- Narasimhan, R. (1983).  
An analytical approach to supplier selection.  
Journal of Purchasing and Material Management 19, 27-32.
- Narasimhan, R. and Kim, S. W. (2001).  
“Information system utilization strategy for supply chain integration”.  
Journal of Business Logistics, vol 22, nº 2, pp 51-76.
- Nakagawa, Tomokatsu. and Sekitani, K. (2004).  
A Use of Analytic Network Process for Supply Chain Management.  
Asia Pacific Management Review.
- Neely, A., Adams, C. and Kennerly, M. (2002).  
The Performance Prism, FT Prentice Hall, New York, NY, pp. 301-2.
- Norris G., Hurley J.R., Hartley K.M., Dunleavy J.R. and Balls J.D.  
Del ERP al E-business. Transformando la Empresa.  
SAP&PriceWaterhouseCoopers Consulting, Eds Deusto 2001.
- OASIS (2005)  
[Xml.coverpages.org](http://Xml.coverpages.org)

- Olhager, J (2003).  
Strategic positioning of the order penetration point.  
International Journal of Production Economics 85, 319-329.
- Ortiz A., Poler R., Lario F.C. y Vicens E.  
Situación actual y líneas de investigación futuras en Integración Empresarial.  
Información Tecnológica, Vol.10, N°4 Chile
- Ortiz A., Lario F.C. and Ros L.  
Enterprise Integration-Business Process Integrated Management: a proposal for a  
Methodology to develop Enterprise Integration Programs.  
Computer in Industry.
- Ossadnik, W. and Lange, O. (1999).  
AHP based evaluation of AHP software.  
European Journal of Operational Research 118, pp. 578-588.
- Owen and Raj (2003)  
BPMN and Business Process Management Introduction to New Business Process  
Modeling Standard  
www.bpmn.org
- Peck, H. and Juttner, U. (2000).  
“Strategy and relationships: defining the interface in supply chain contexts”.  
International Journal of Logistics Management, vol 11, n° 2, pp. 33-44.
- Prater, F., and Riehl, M., and Smith, M. A. (2001).  
International supply chain agility-Tradeoffs between flexibility and uncertainty.  
International Journal of Operations and Production Management 21 (5/6), 823-839.
- PriceWaterHouseCoopers.  
Los nuevos mercados electrónicos que están transformando las relaciones entre  
Empresas.  
Jornadas del CEL, Barcelona (2000).
- PriceWaterHouseCoopers.  
Análisis estratégico de la Industria de Equipos y Componentes de automoción en  
España horizonte 2010.
- Prince, J. and Kay, J. M (2003).  
Combining lean and agile characteristics: Creations of virtual groups by enhanced  
production flow analysis.  
International Journal of Production Economics 85, 305-318.
- Ren, C., Dong, J., Ding, H. and Wang, W. (2006).  
Linking strategic objectives to operations: Towards a more effective supply chain  
decision making.  
Proceedings of the 2006 Winter Simulation Conference.



Rodríguez Rodríguez, Raúl (2007).

“Desarrollo de una metodología y arquitectura para la identificación y análisis de relaciones entre indicadores de rendimiento de una organización. Aplicación a una empresa del sector textil”.

Universidad Politécnica de Valencia.

Ross, David Frederick.

Supply Chain Management.

Chapman and Hall, NY 1989.

Roth, N.G., (2003).

Collaborative Knowledge Networks-Reflections from a performance measurement, complexity and knowledge perspective. Processes and foundations for virtual organizations.

Kluwer Academic Publishers.

Roy, B. (1985).

“Methedologie Multicritère d’Aide á la Decision”.

Economica.

Ruth, A. and Morwani, J. P. (1999).

Performance measurements in world-class operations.

Benchmarking for quality management, technology, vol.2, nº2, pp.20-36.

Rutner, S.M., Gibson, B. J. and Gustin, C. M. (2001).

“Longitudinal study of supply chain information systems”.

Production and Inventory Management Journal, vol 42, nº 2, pp 49-56.

Saaty, T (1980).

“The Analytic Hierarchy Process”.

McGraw Hill.

Saaty, T (1990).

“An exposition of the AHP in reply to the paper”.

“Remarks on the analytic hierarchy process”.

Interfaces, Vol 24, 6.

Saaty, T (1990).

“An exposition of the AHP in the reply to the paper “Remarks on the analytic hierarchy process”.

Management Sciencie, vol 36 N°3, pp. 259-68.

Saaty, T (1994).

“How to make a Decision: The analytic hierarchy process for decision in a complex world”.

RWS Publications, 3 Edition.

Saaty, T (1995).

“Decision making for leaders: The analytic hierarchy process for decision in a complex world”.

RWS Publications, 3 Edition.

- Saaty, T (1996).  
Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process.  
RWS Publication, Pittsburgh, PA.
- Sabrià, Federico (2004).  
La cadena de suministro. Modelos y herramientas para la planificación y optimización de la cadena de suministro.  
Logis.Book.
- Schoeneborn, F. (2003).  
Linking balanced scorecard to system dynamics.  
Proceeding of 2003 International System Dynamics Conference.
- Samuel, H., y Huan Sunil, K. and Ge Wang (2004).  
A review and análisis of supply Caín operations referente (SCOR) model.  
Supply Chain Management: An International Journal Vol 9, num 1.
- Sarkis, J. and Sundarraj, R.P. (2002).  
Hub Iceation at Digital Equipment corporation: A comprehensive analysis of qualitative and quantitative factors.  
European Journal of Operational Research 137, 336-347.
- SCC. (2006). Supply Chain operations referente model: Overview of SCOR version 8.0.  
Supply Chain Council Inc.
- Sink, S. and Tuttle, T., (1989).  
Planning and measurement in your Organization of the future  
Engineering Management Journal
- Schonsleben, Buchël.  
Organizing the Extended Enterprise.  
Procedings IFIP WG 5.7. Working Conference. Ascona, Switzerland.
- Shapiro J.F.(2001).  
Modelling the Supply Chain.  
Duxbury Thomson Learning.
- Stewart, G (1997).  
Supply-Chain Operations Reference Model (Scor): The First Cross:Industry framework For Integrated Supply-Chain Management.  
Logistics Information Mangement.
- Stock, G., Greis, N. P. and Kasarda, J. D. (2000).  
“Enterprise logistics and supply chain structure: the role of fit”.  
Journal of Options Management, vol 18, n°5, pp. 531-47.
- Suwignjo, P., Bititci, U. S., and Carrie, A. S. (2000).  
Quantitative models for performance measurement system.  
International Journal of Production Rconomics 63 (1-3): 231-241.

- Svensson, G. (2002).  
“A conceptual framework of vulnerability in firm`s inbound and outbound”.  
International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, vol. 32, n°2,  
pp.110-34.
- Swaminathan, Jayashankar M. and Tayur, Sridhar R, (2003).  
Models for Supply Chains in E-Business. Management Science.  
Vol 49, No.10, October 2003.
- Swartwood, D. (2003).  
Using Lean, Six Sigma, and SCOR To Improve Competitiveness.
- Takamura, Y. and Tone, K. (2003).  
A comparative site evaluation study for relocating Japanese government agencies in  
Tokio.  
Socio-Economics Planning Sciences 37(2), pp. 85-102.
- Takeda (1987).  
“Estimating criterion weights using eigenvectors: a comparative study”.  
European Journal of Operational Research. vol 29.
- Talluri, S. (2002).  
A model for strategic supply selection.  
The Journal of Supply Chain Management: A Global Review of Purchasing and Supply  
38, 18-28.
- Tan, K. H. and Platts, K. (2003).  
Linking objectives to actions: a decision support approach based on causeeffect linkages.  
Decision sciences 34(3):569-593.
- Tavana, M (2003).  
CROSS: A multi-criteria group decision making model for evaluating advanced projects  
at NASA.  
Interfaces 33.
- Towill, D. R. (1991).  
“Supply chain dynamics”.  
International Journal of Computer Integrated Manufacturing, vol 4, n°4, pp 197-208.
- Tummala, V. M. R., Tang, C. L. (1996).  
Strategic quality Management, Malcom Baldrige and European quality awards and ISO  
9000 certification: Core Concepts and comparative analysis.  
International Journal of Quality 13 (4), 8-38.
- Van Hoek, R. I. (2000).  
The thesis of leagility revisited.  
International Journal of Agile Management System 2/3, 196-2001.
- Van Hoek, R. I. (2003).

- “Are you ready? Risk readiness tactics for the supply chain”.  
Logistics research network, Institute of Logistics and Transport, London.
- Vergara, F. Elizabeth, Khouja, Moutaz, and Michalewicz, Zbigniew (2002)  
An evolutionary algorithm for optimizing material flow in supply chains.  
Computers & Industrial Engineering. 43, pp. 407-421.
- Vickery, S., Calantone, R. and Droge, C. (1999).  
Supply chain flexibility: An empirical study.  
The Journal of Supply Chain Management 35 (3), 16-24.
- Viswanathan, S. and Piplani, R (2001).  
“Coordinating supply chain inventories through common replenishment epochs”.  
European Journal of Operational Research, vol 129, n° 2, pp 227-86.
- Waggoner, D.B., Neely, A.D. and Kennerly, M.P. (1999).  
The forces that shape organisational performance measurement systems: an interdisciplinary review.  
International Journal of Production Economics, vol 60-61, pp.53-60.
- Waller, M. A., Dabholkar, P. A. and Gentry, J. J. (2000).  
“Postponement, product customization, and market-oriented supply chain management”.  
Journal of Business Logistics, vol 21 n° 2, pp 133-60.
- Wang, G., Huang, H. S., and Dismukes, P. J.(2004).  
Product-driven supply chain selection using integrated multi-criteria decision.making methodology.  
Int. J. Production Economics.
- Wasil, E. and Golden, B. (2003).  
Celebrating 25 years of AHP-based decision making.  
Computers and Operations Research 30, 1419-1420.
- Wong, A. (1999).  
“Partnering through cooperative goals in supply chain relationships”.  
Total Quality Management, vol 10, n° 4/5, pp 786-92.
- Young, S. H, and Tu, C.K. (2004).  
Exploring some dynamically aligned principles of developing a balanced scorecard.  
Proceeding of 2004 International System Dynamics Conference.
- Zaheer, A., B. McEvily, and V. Perone (1998).  
The Strategic Value of Buyer-Supplier Relationship.  
International Journal of Purchasing and Materials Management .
- Zahedi, F. (1986).  
“The Analytic Hierarchy Process. A survey of the method and its applications”.  
Interfaces. Vol 16.

Zanakis, S. et al.(1991).  
Analytical approach of determining job division in manual assembly systems.  
International Journal of Production Economics 51.

Zannazzi, J.L. (2003).  
Anomalías y supervivencia en el método de toma de decisiones de Saaty.  
Problemas del Conocimiento de Ingeniería y Geología, vol 1.

Zaperto, E.G., Smith, C.H. and Weistroffer, H.R. (1997).  
Evaluating multi-attribute decision support systems.  
Journal of Multi-criteria Decision Analysis,6, pp.201-214.

Zsidisin, G. A. (2003).  
“Managerial perceptions of supply risk”.  
Journal of Supply Chain Management, vol.39, nº1, pp.14-26.



## **ANEXOS**





## **Anexos**

### **A.1 Diagramas Etapa Proveedores**

#### **A.1.1 Diagramas de proveedores de segundo nivel**

#### **A.1.2 Diagramas de proveedores de primer nivel**

### **A.2 Diagramas Etapa Fabricación**

#### **A.2.1 Diagramas Etapa Ensambladora**

#### **A.2.2 Diagramas Etapa Almacén Regional Fabricante**

### **A.3 Diagramas Etapa Distribuidor**

### **A.4 Diagramas Etapa Concesionario**

### **A.5 Tablas de encuestas acerca del establecimiento de indicadores**



## A.1 Diagramas Etapa Proveedores

### A.1.1 Diagramas de proveedores de segundo nivel

#### P1 Planificación de la Cadena de Suministro

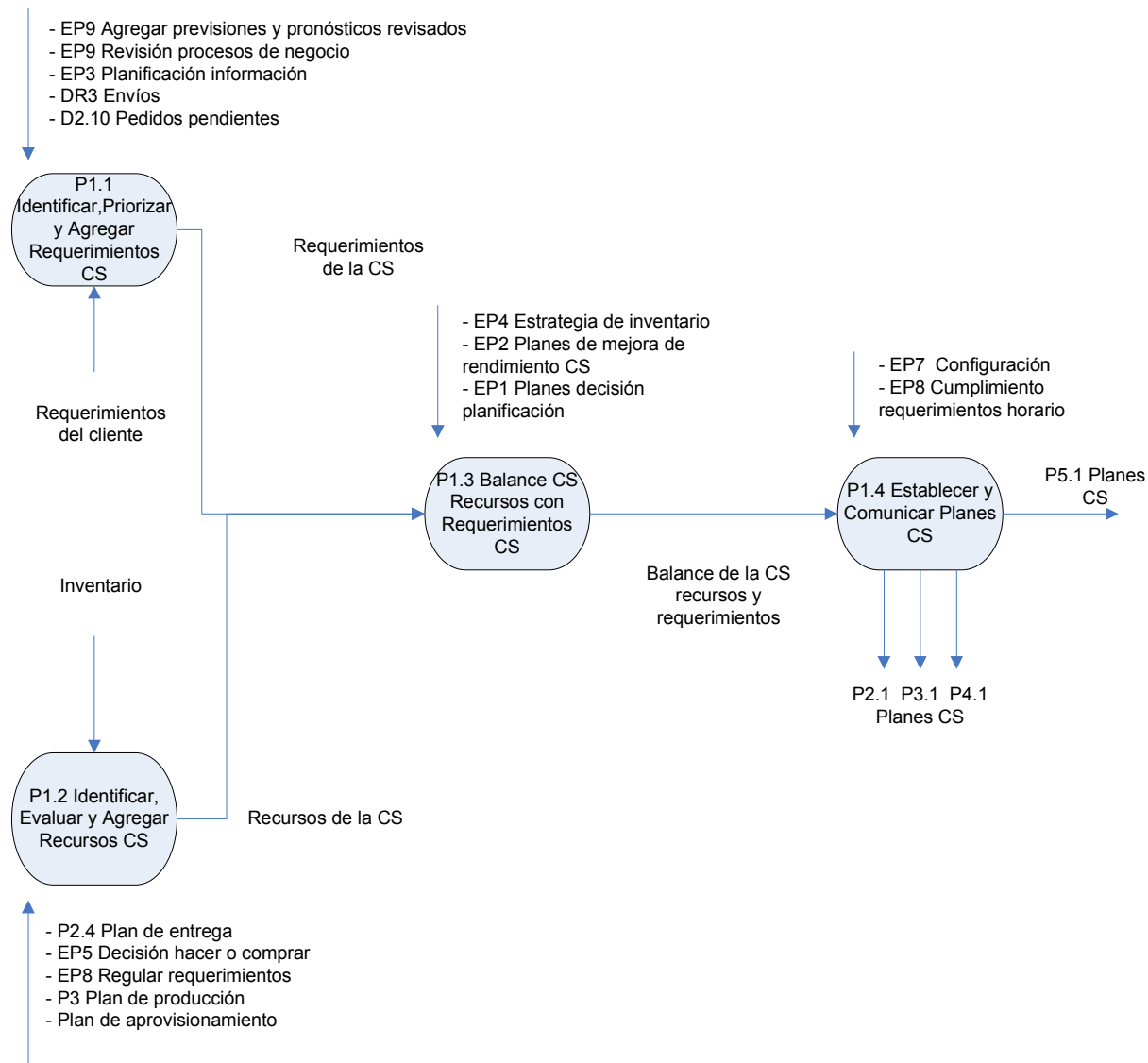


Figura A.1.1.1 Diagrama de elementos de planificación de la Cadena de Suministro.

## P2 Plan Aproveccionamiento

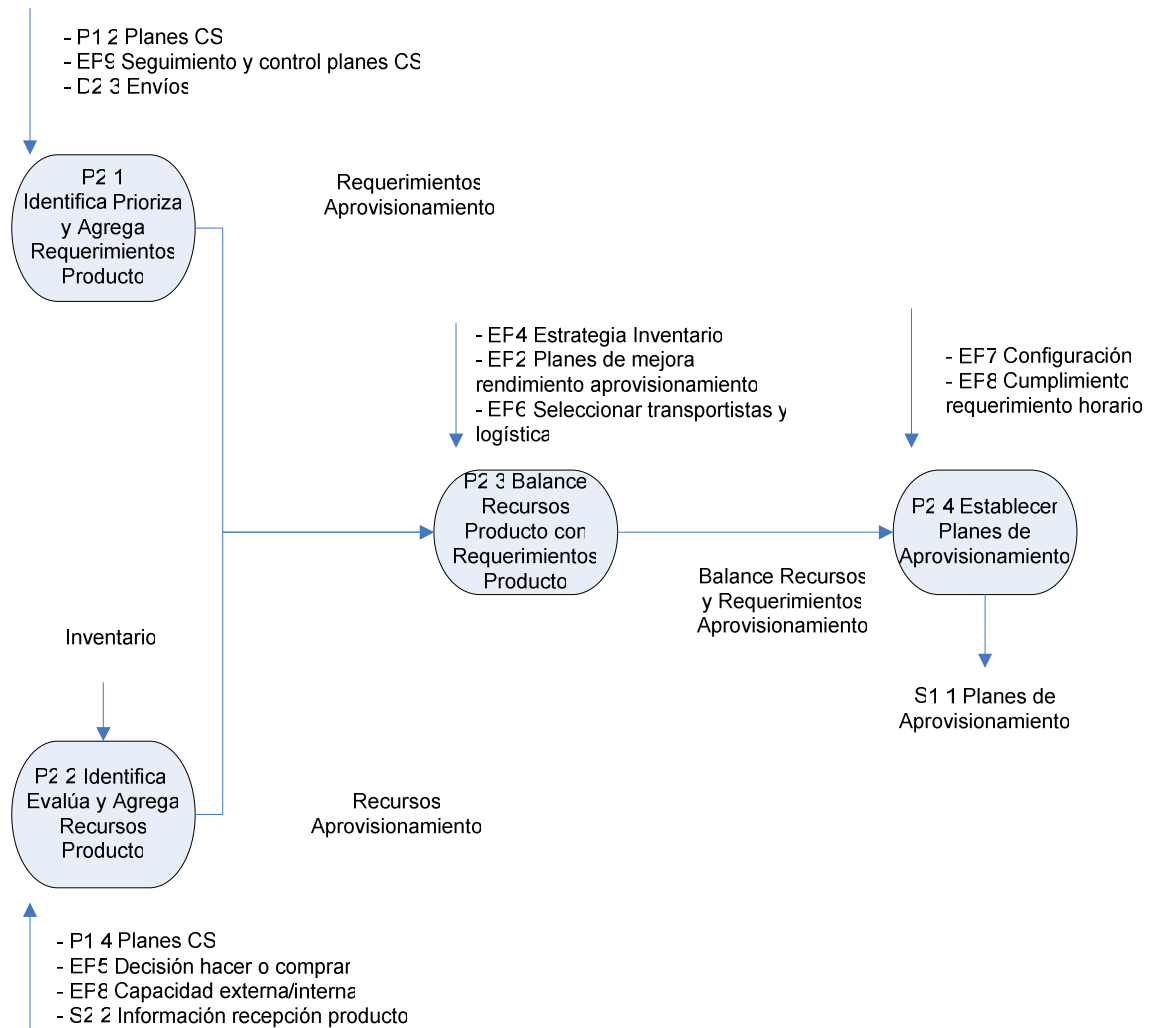


Figura A.1.1.2. Diagrama de elementos de planificación de aprovisionamiento.

### P3 Plan Producción

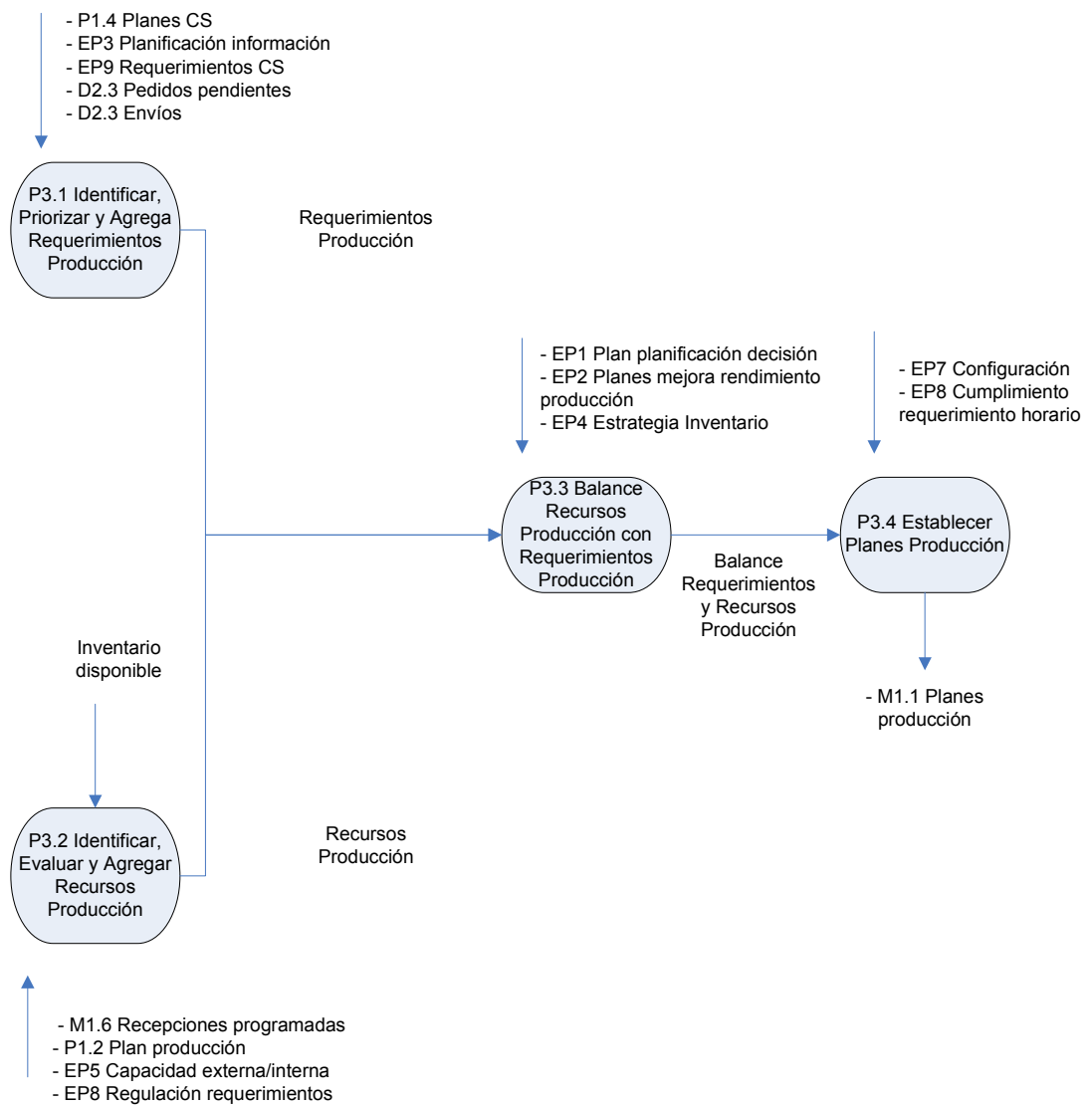


Figura A.1.1.3. Diagrama de elementos de planificación de fabricación

### P4 Plan Distribución

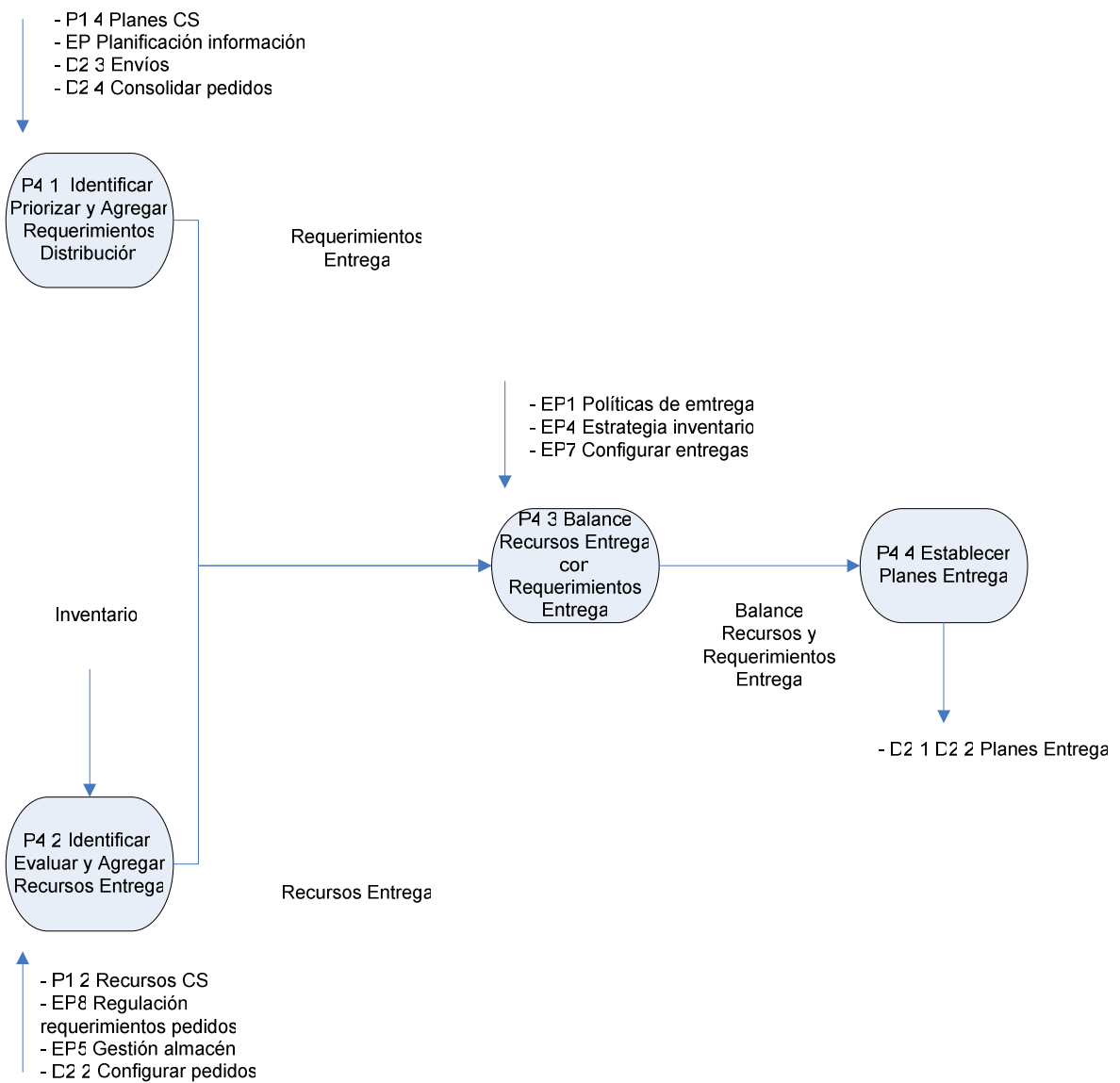


Figura A.1.1.4. Diagrama de elementos de planificación de la distribución.

### S1 Aprovechamiento Contra Almacén

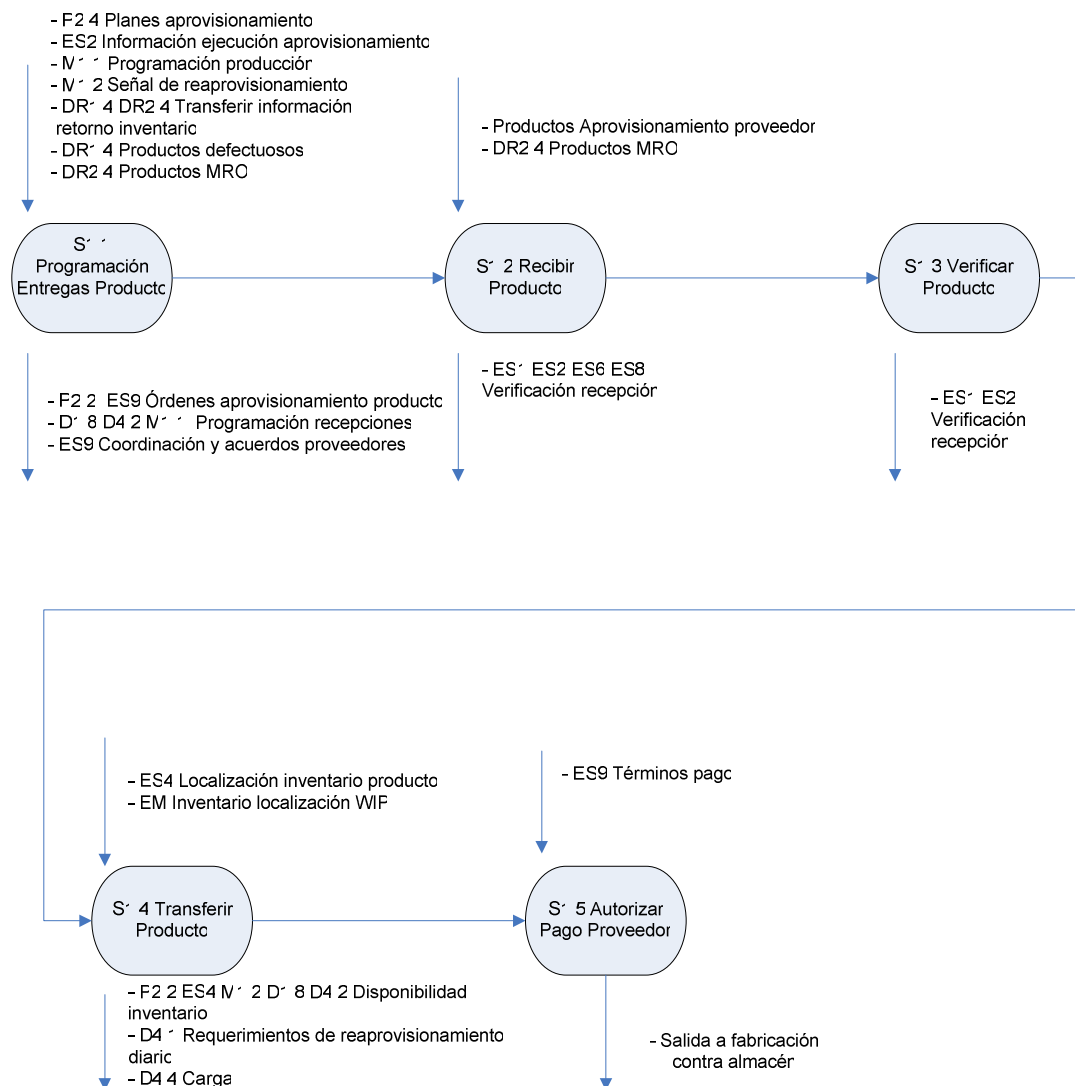


Figura A.1.1.5. Diagrama de elementos de aprovisionamiento contra almacén.

### M1 Fabricación Contra Almacén

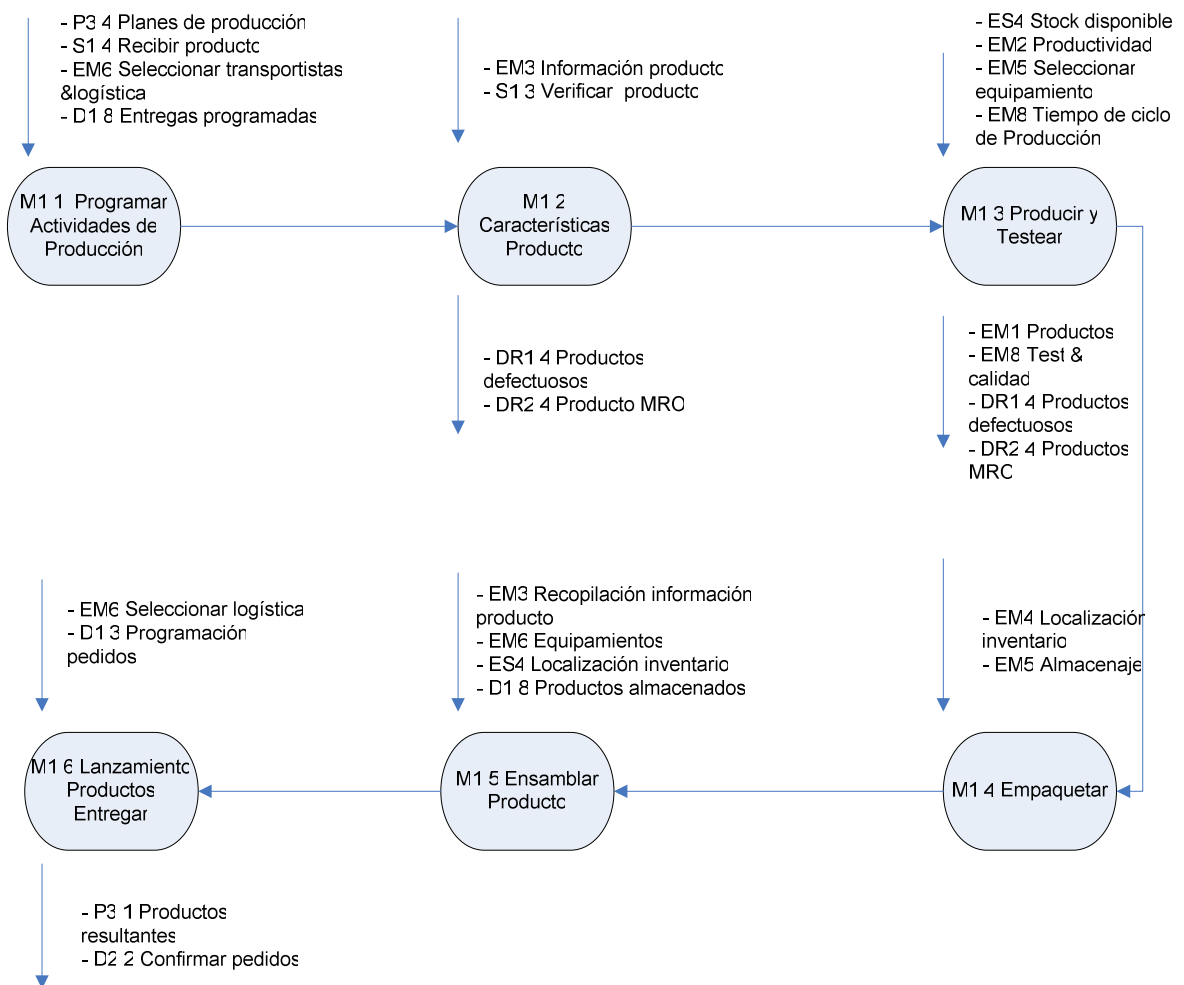


Figura A.1.1.6. Diagrama de elementos de fabricación bajo pedido.



**D1 Distribución contra almacén**

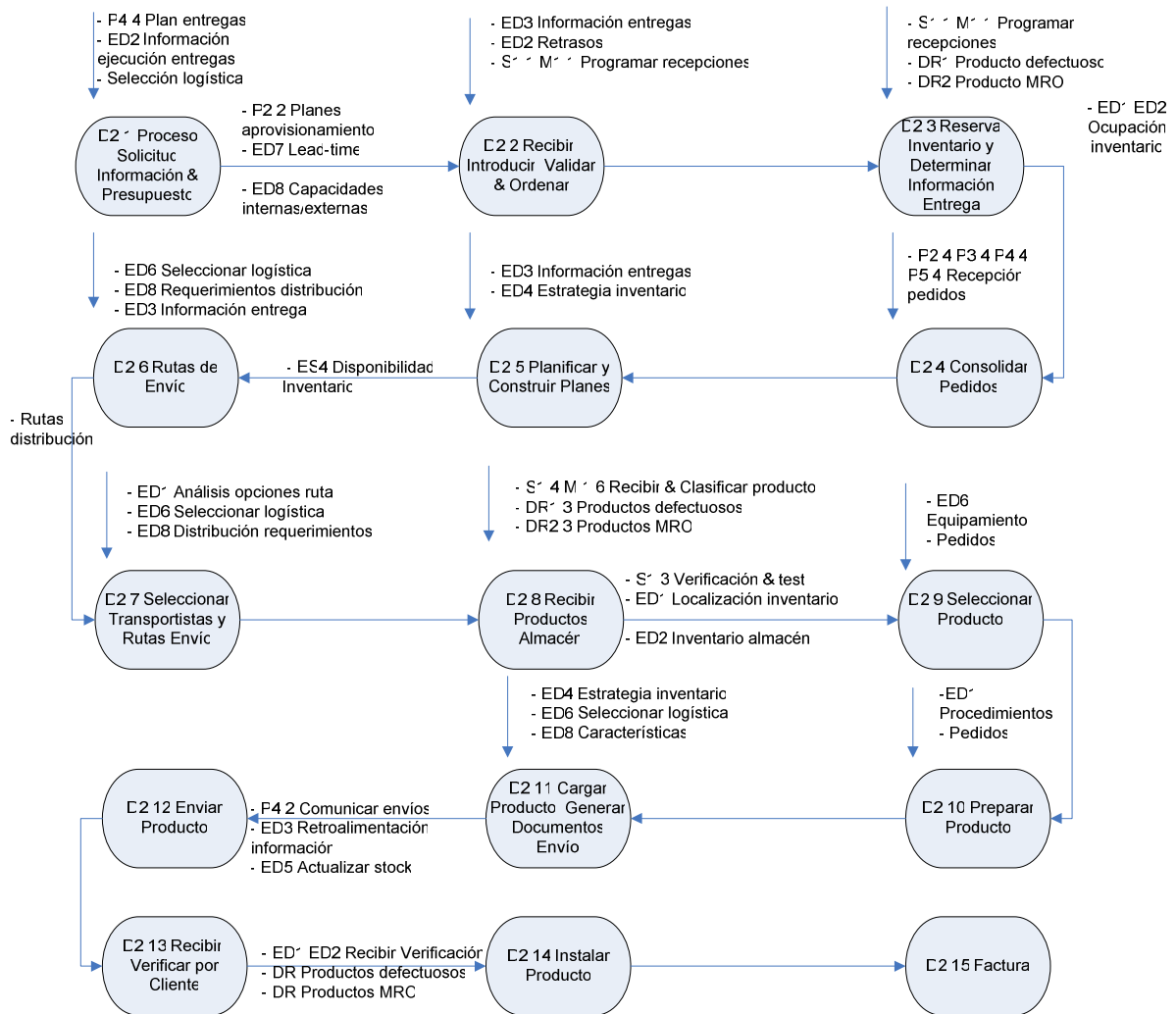


Figura A.1.1.7. Diagrama de elementos de distribución bajo pedido.

**SR1 Devolución de Producto Defectuoso**

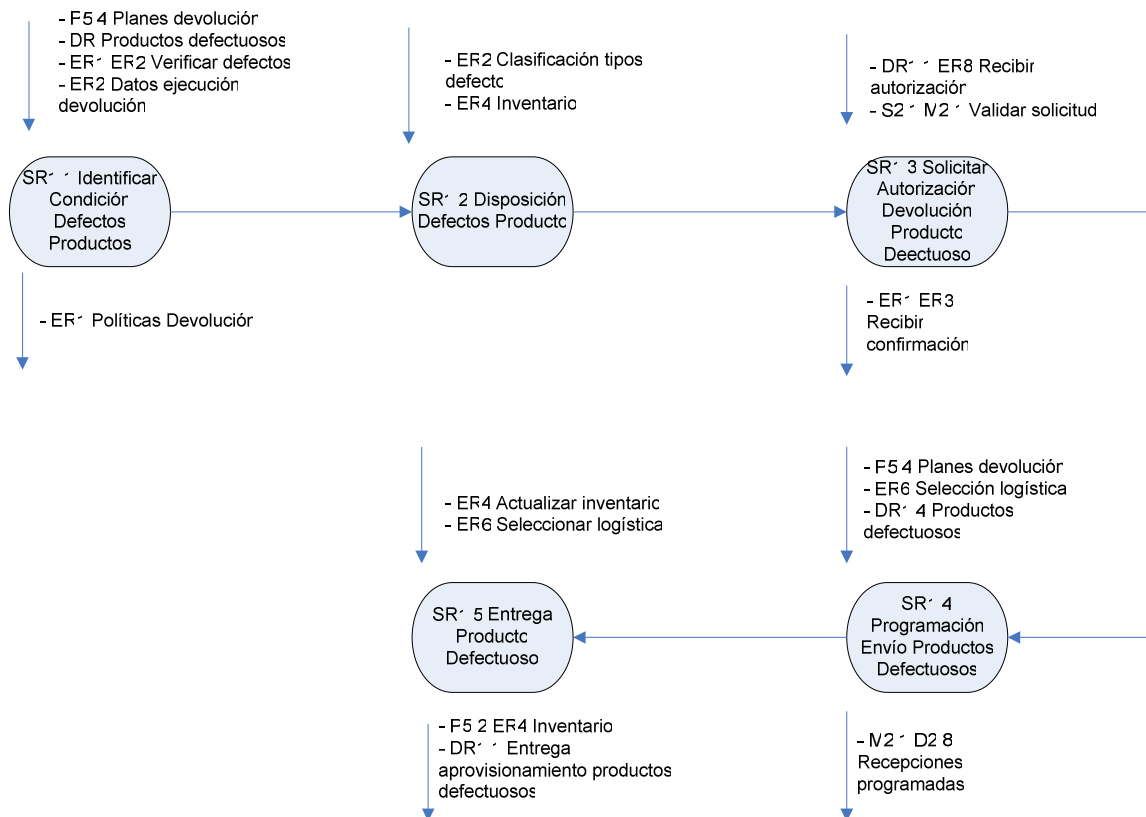


Figura A.1.1.8. Diagrama de elementos de aprovisionamiento de devoluciones de producto defectuoso.

### SR2 Aprovisionamiento Devolución Productos Defectuosos

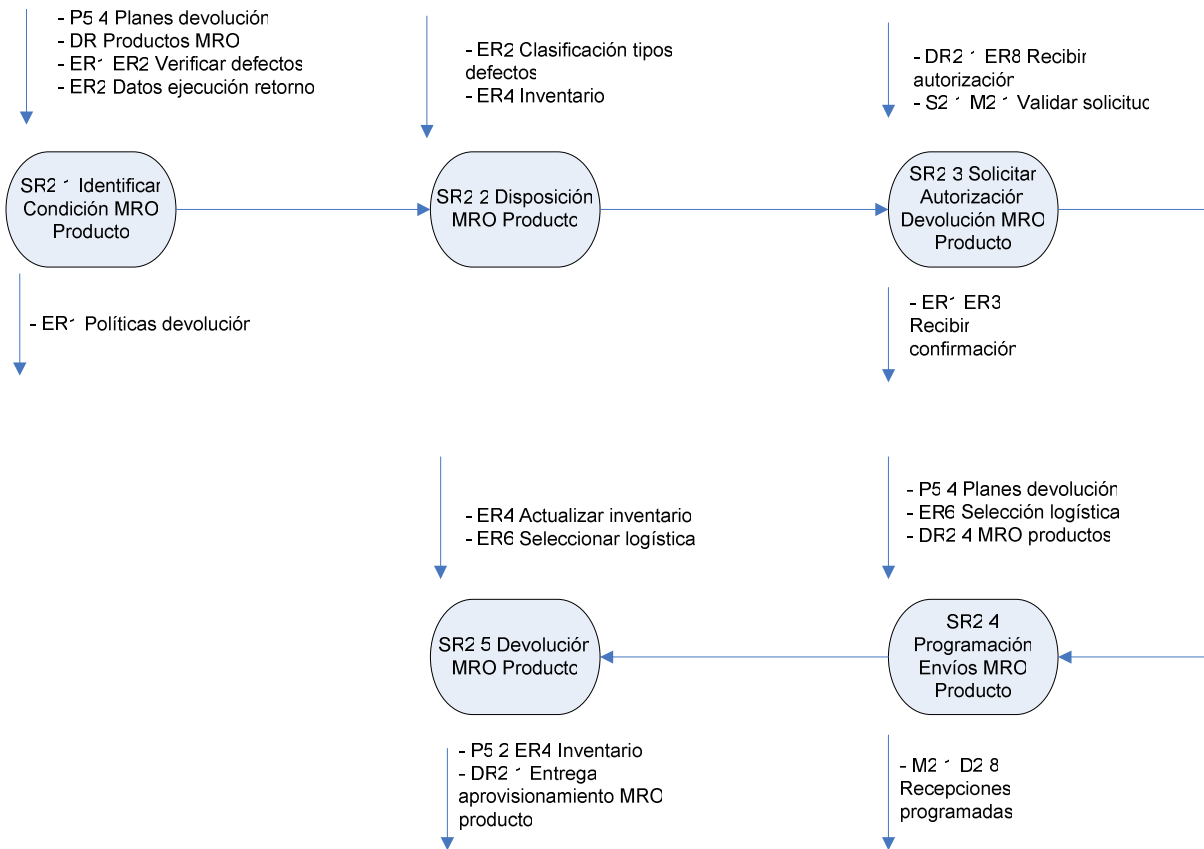


Figura A.1.1.9. Diagrama de elementos de aprovisionamiento de devoluciones de productos MRO.

## DR1 Distribución Devolución Productos Defectuosos

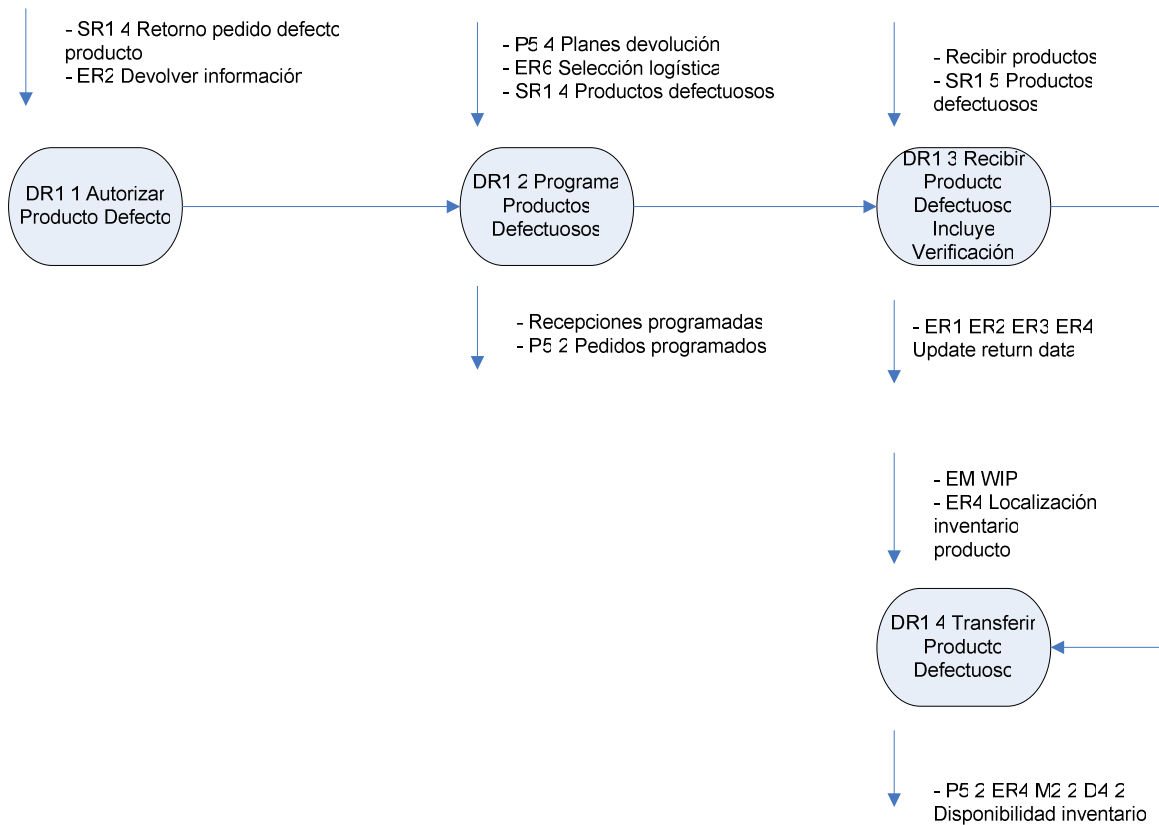


Figura A.1.1.10. Diagrama de elementos de entrega de devoluciones de productos defectuosos.

**DR2 Distribución Devolución Productos MRO**

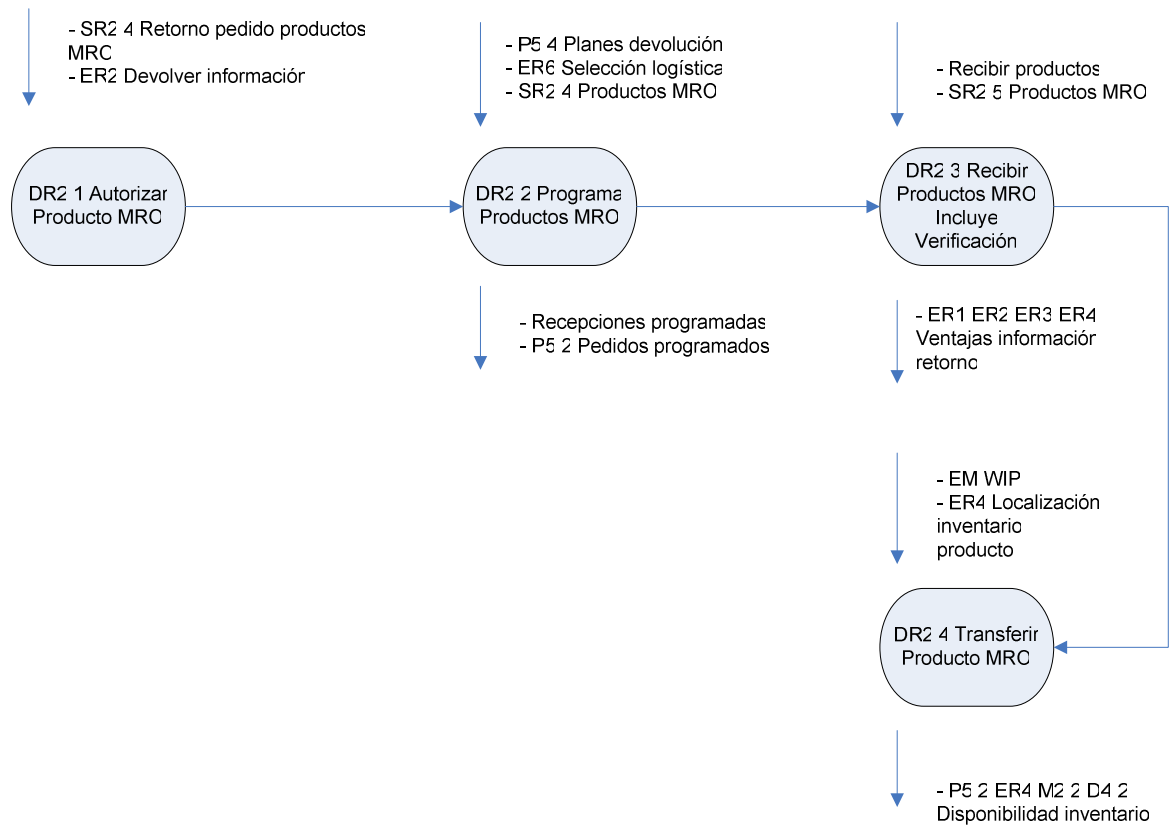


Figura A.1.1.11. Diagrama de elementos de entrega de devoluciones de productos MRO.

### A.1.2 Diagramas de proveedores de primer nivel

#### P1 Planificación de la Cadena de Suministro

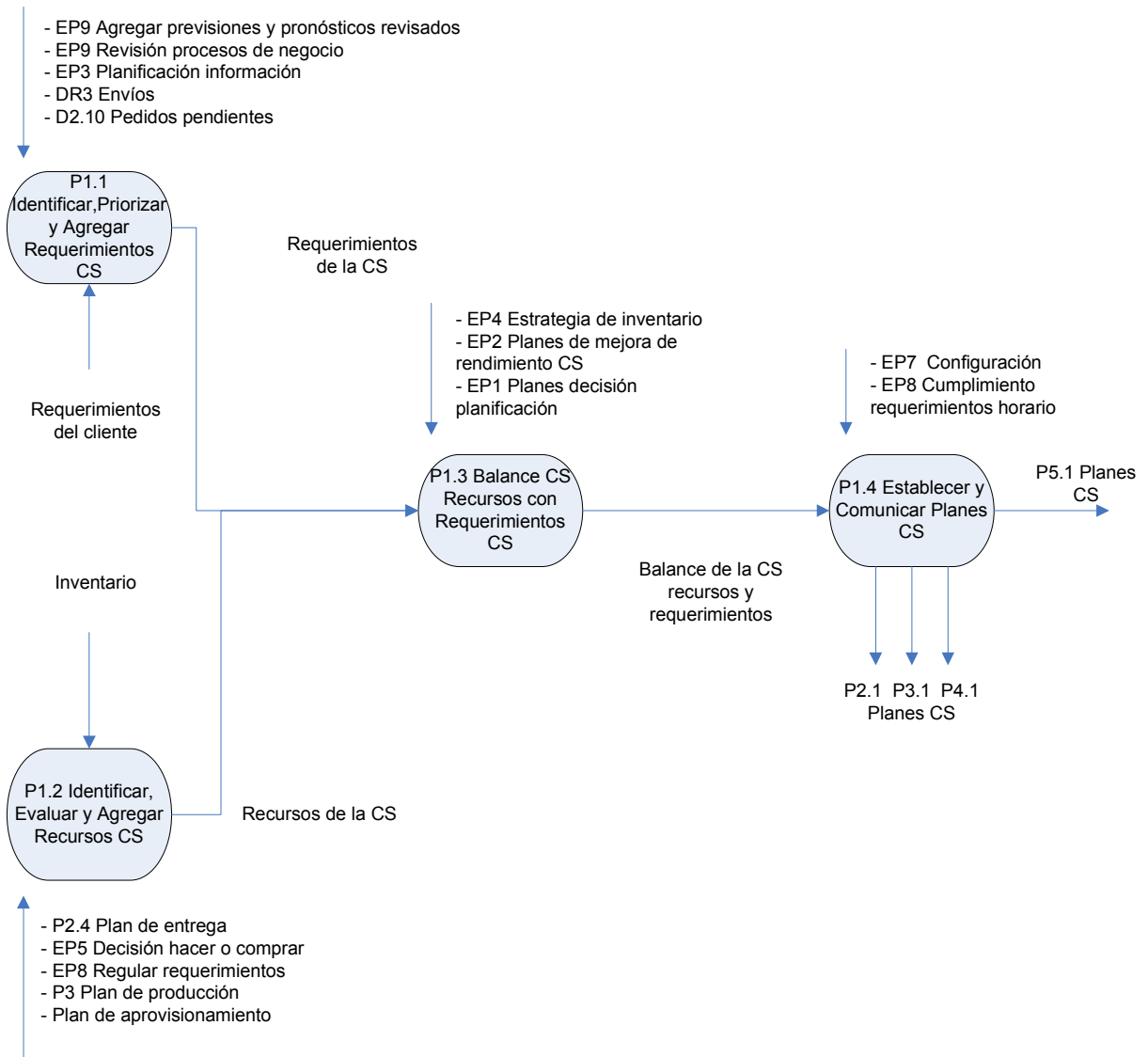


Figura A.1.2.1. Diagrama de elementos de planificación de la Cadena de Suministro.

## P2 Plan Aproveccionamiento

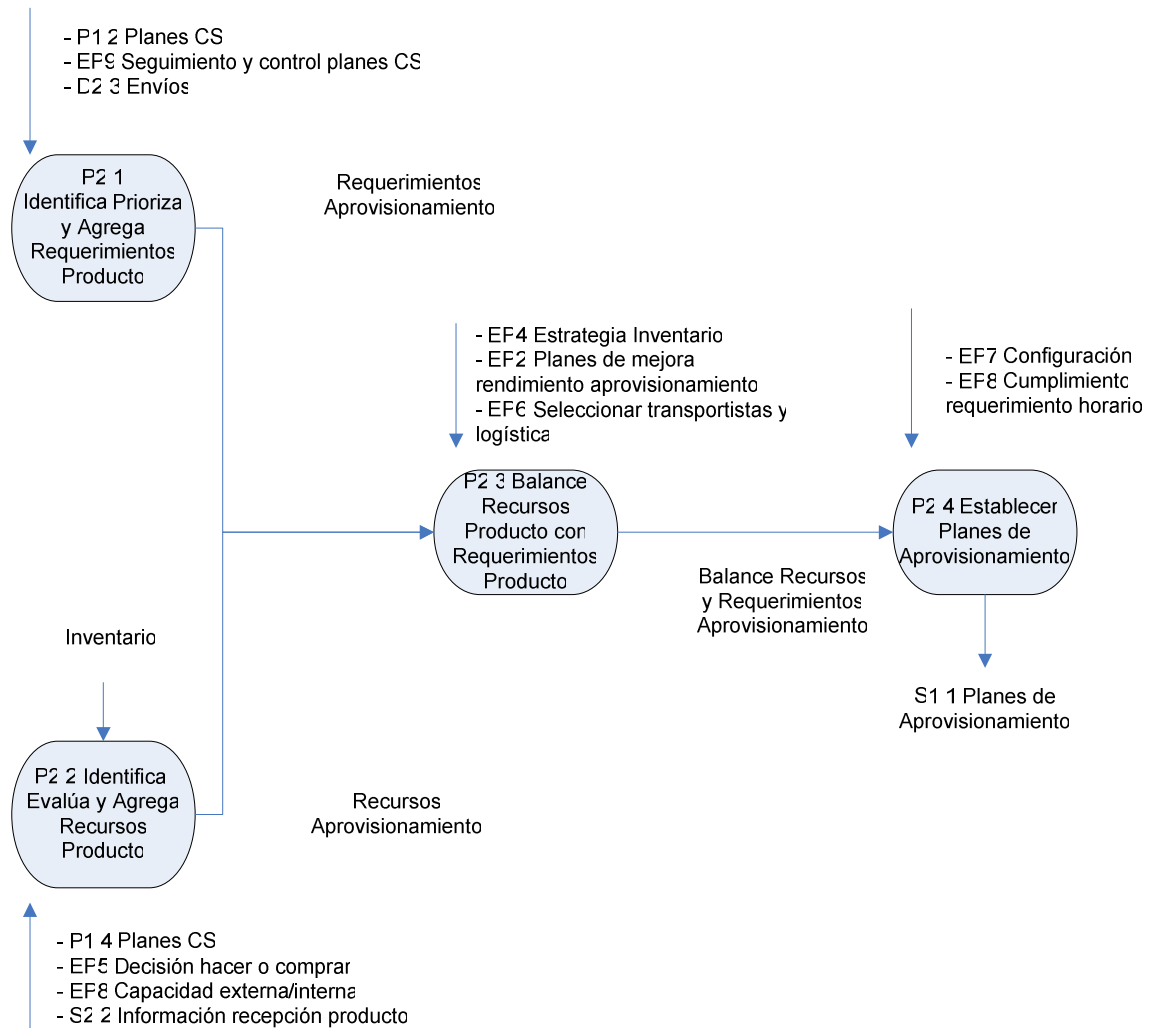


Figura A1.2.2. Diagrama de elementos de planificación de aprovisionamiento.

### P3 Plan Producción

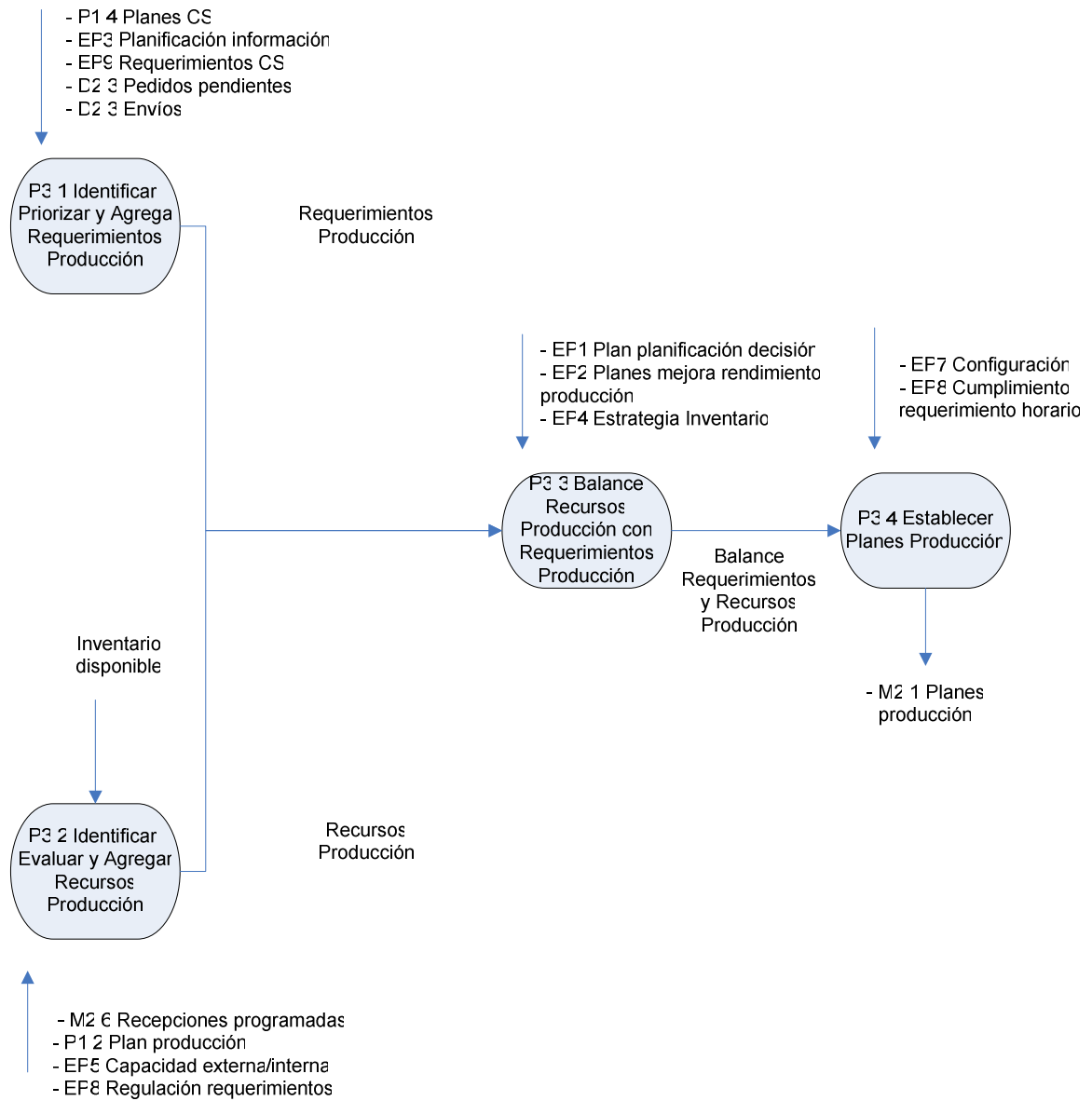


Figura A.1.2.3. Diagrama de elementos de planificación de fabricación.



## P4 Plan Distribución

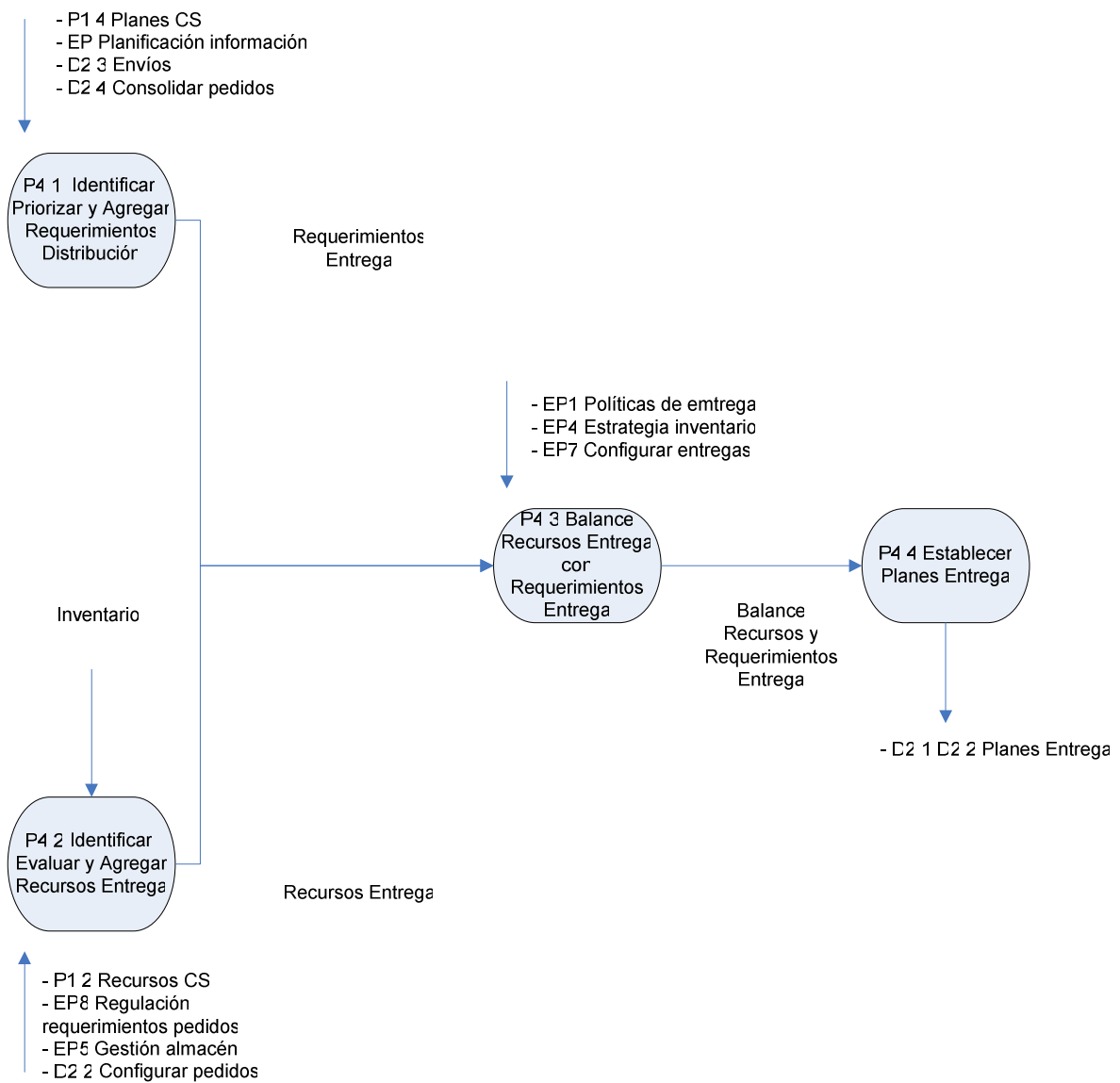


Figura A1.2.4. Diagrama de elementos de planificación de la distribución.

### S2 Aprovisionamiento bajo pedido

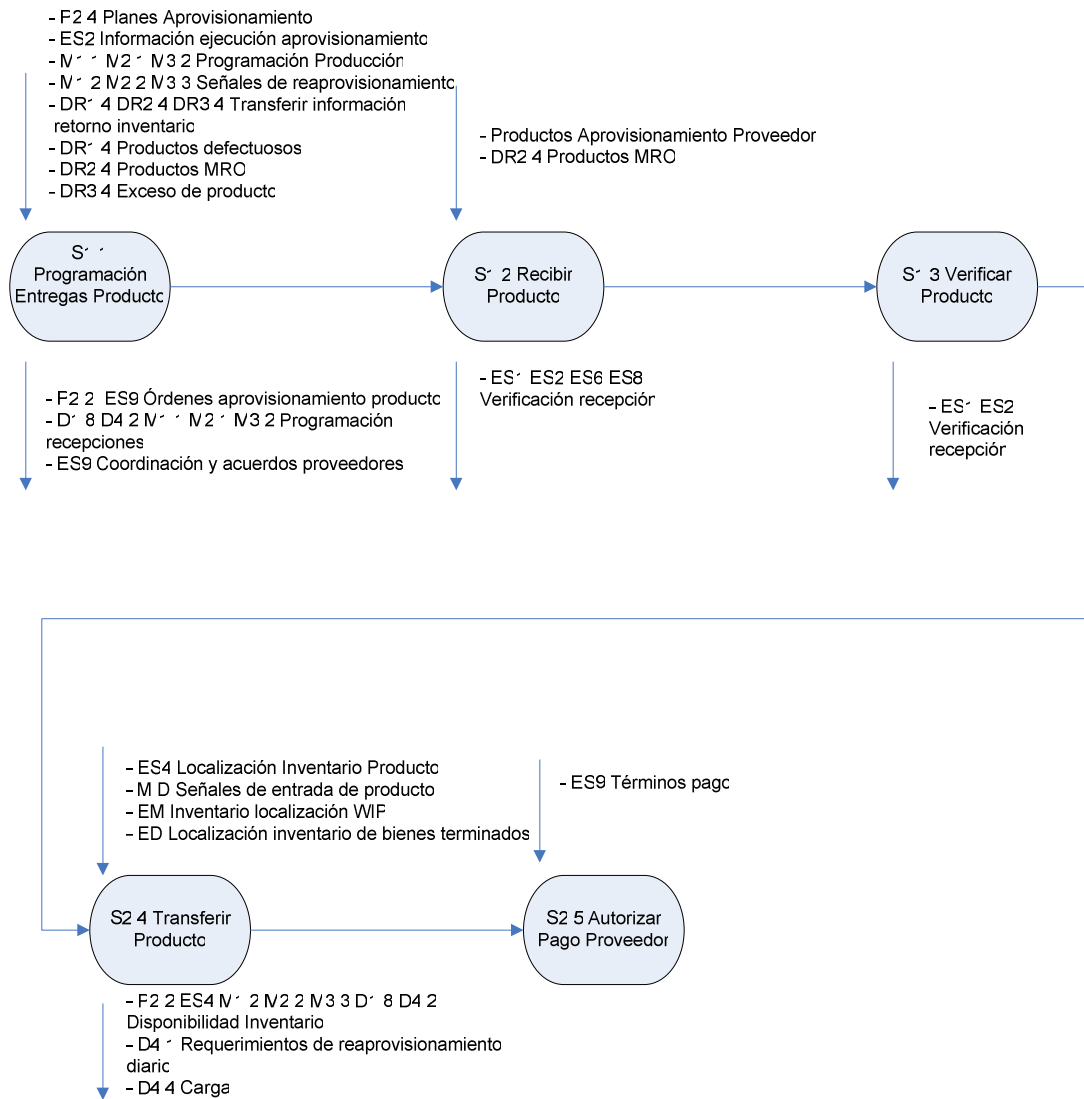


Figura A.1.2.5. Diagrama de elementos de aprovisionamiento bajo pedido.

## M2 Fabricación bajo pedido

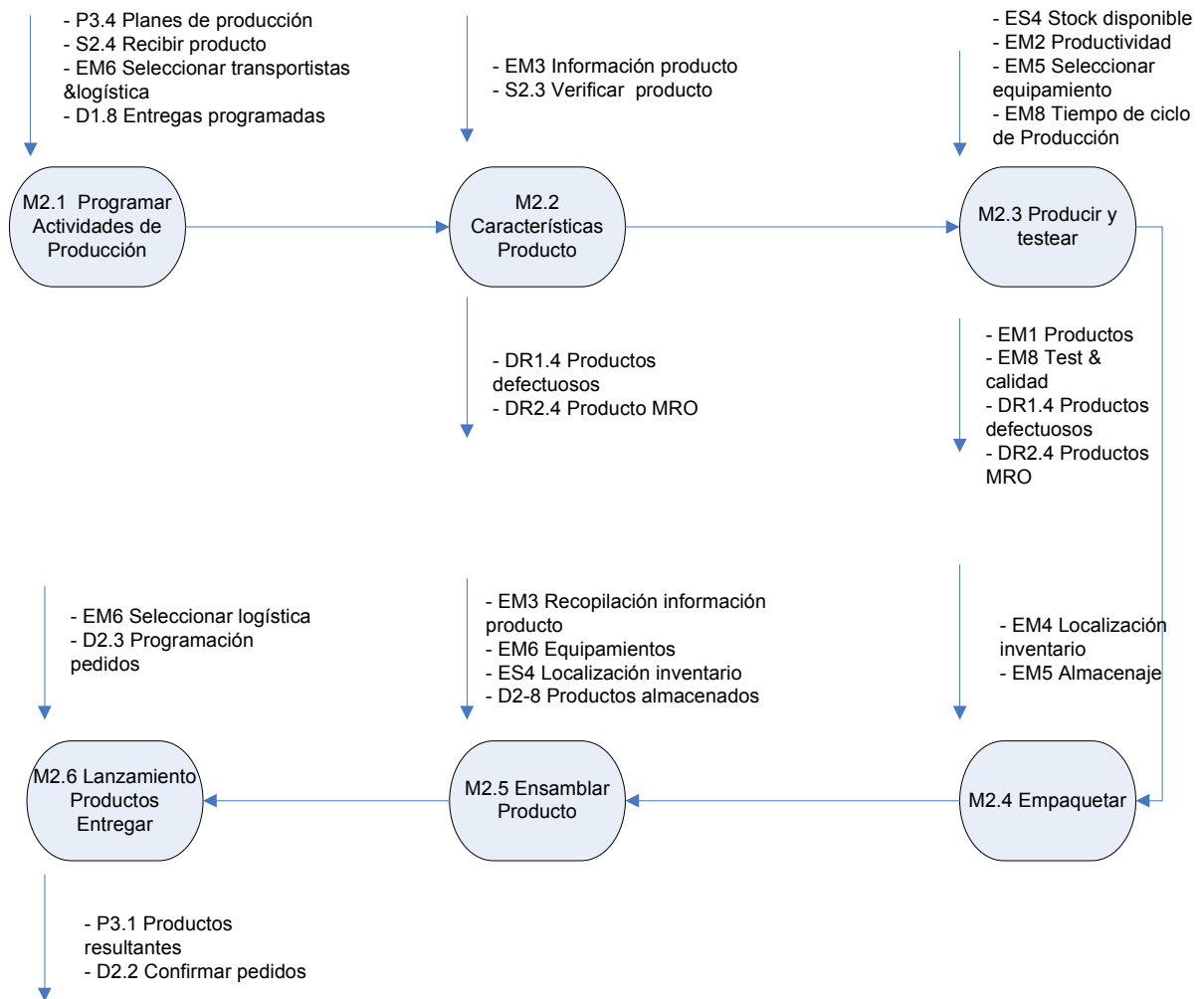


Figura A.1.2.6. Diagrama de elementos de fabricación bajo pedido.

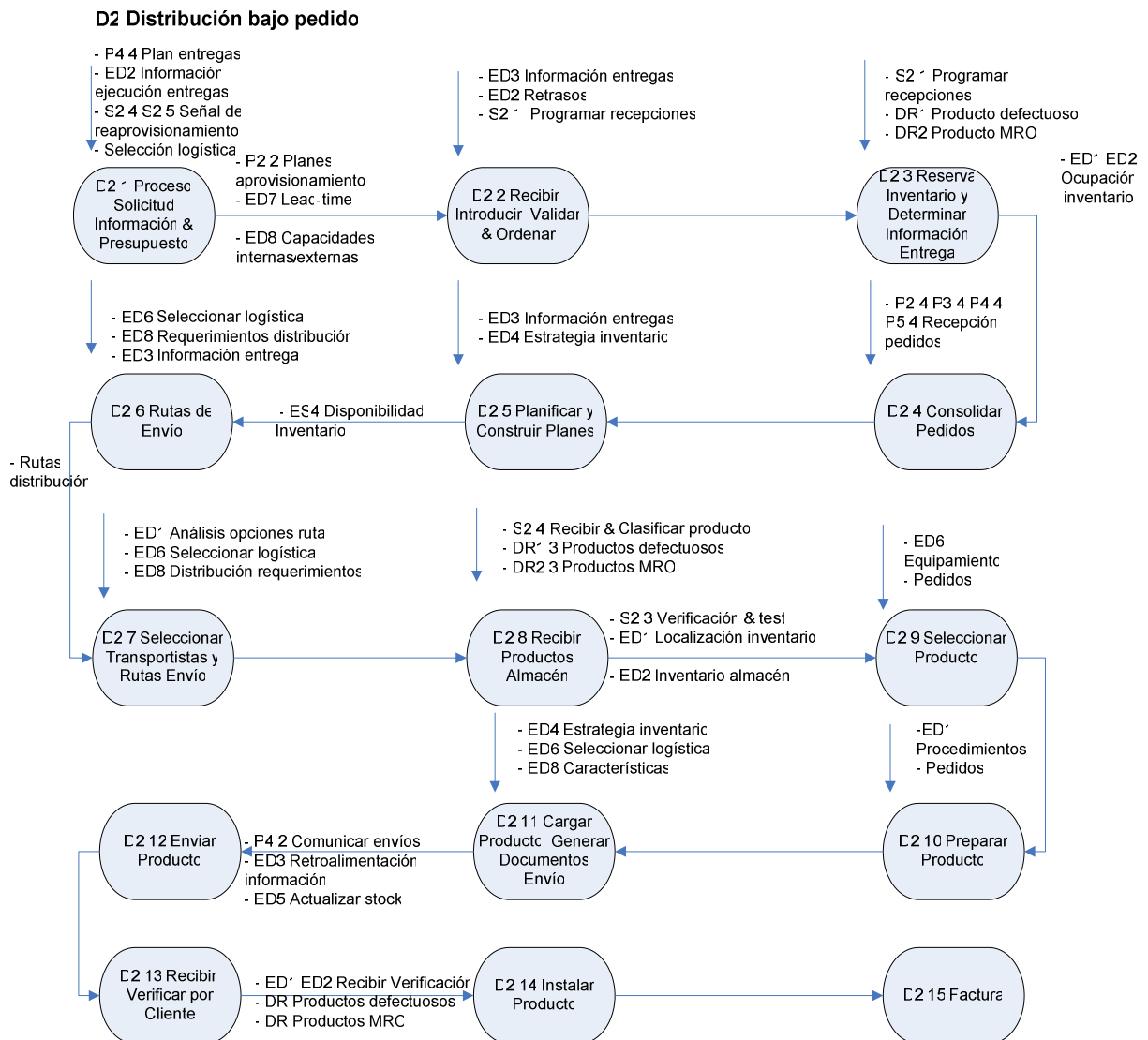


Figura A.1.2.7. Diagrama de elementos de distribución bajo pedido.

**SR1 Devolución de Producto Defectuoso**

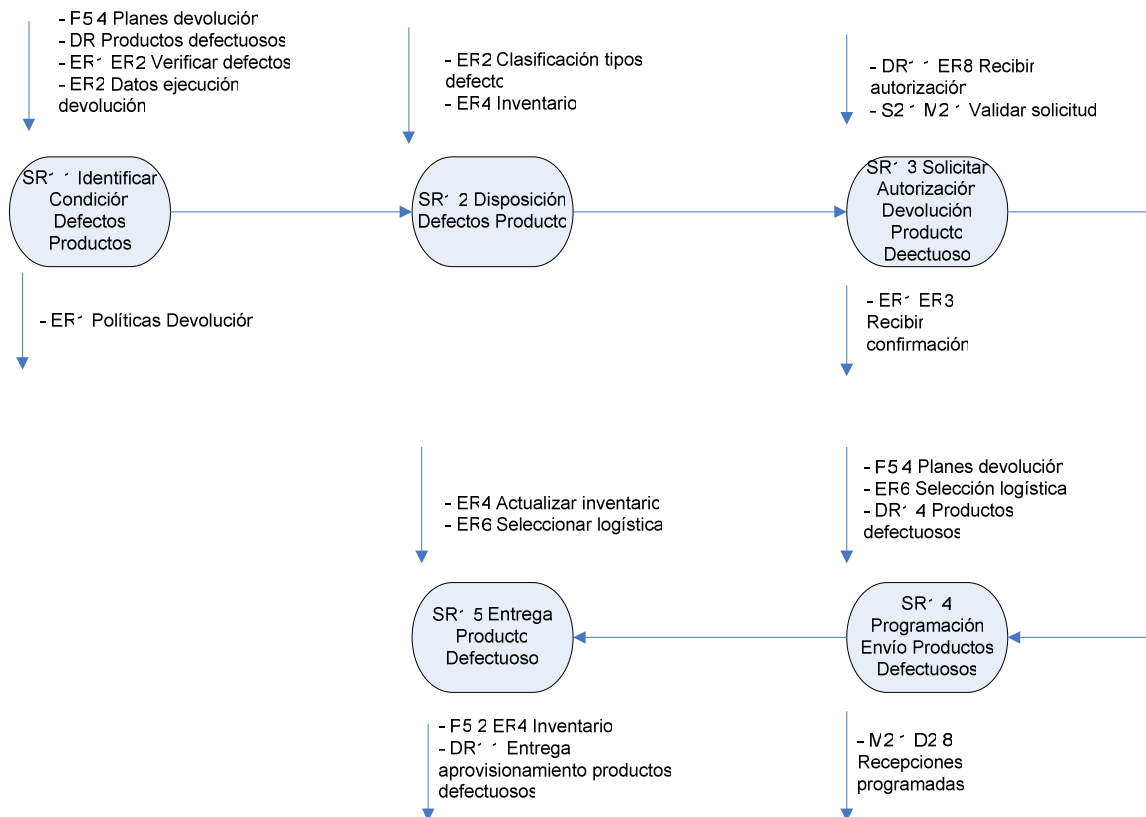


Figura A.1.2.8. Diagrama de elementos de aprovisionamiento de devoluciones de producto defectuoso.

### SR2 Aprovisionamiento Devolución Productos Defectuosos

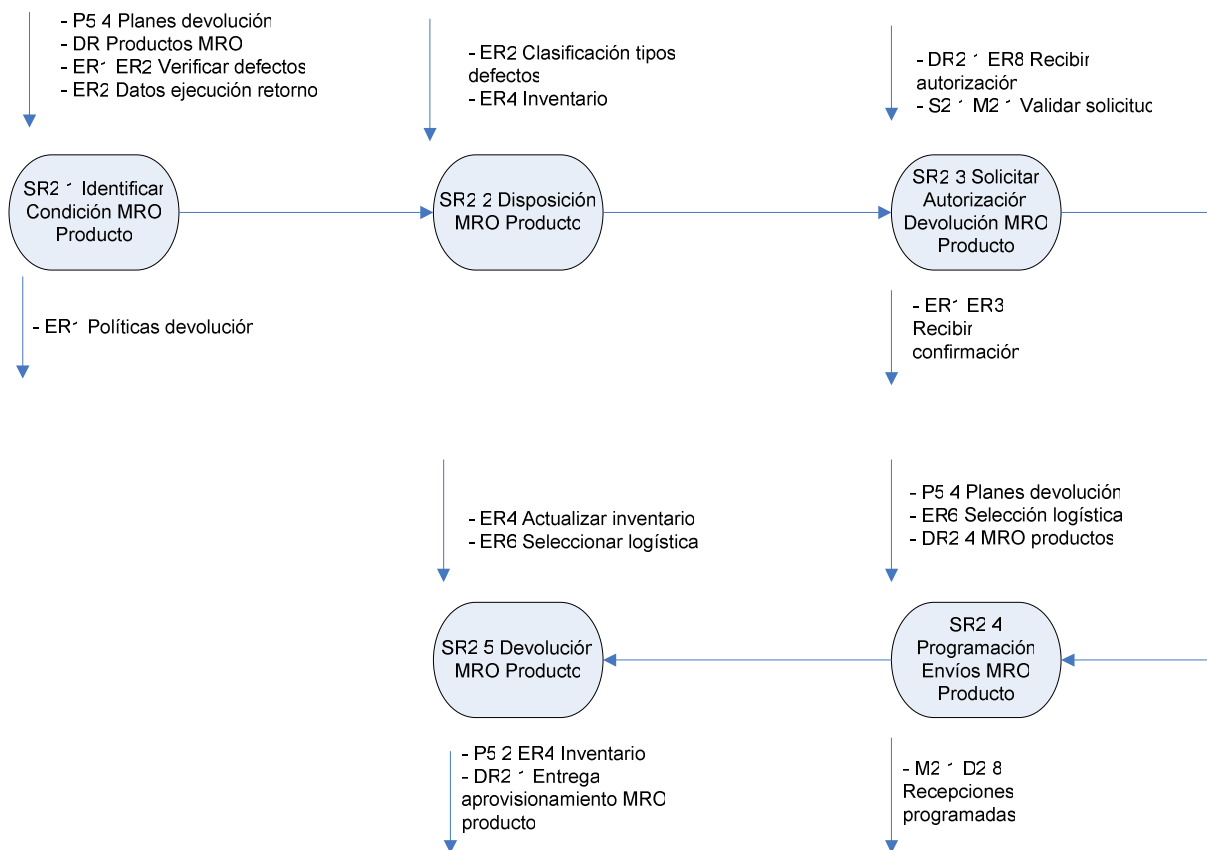


Figura A.1.2.9. Diagrama de elementos de aprovisionamiento de devoluciones de productos MRO.

## DR1 Distribución Devolución Productos Defectuosos

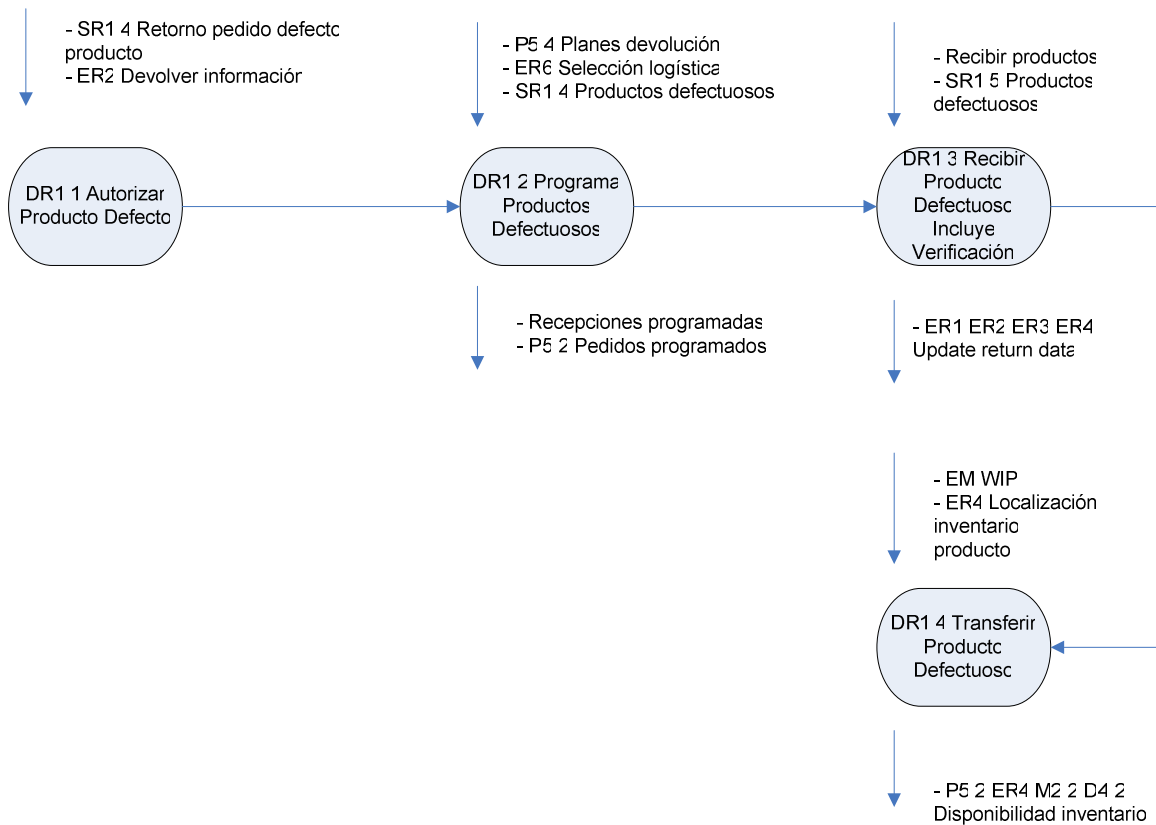


Figura A1.2.10. Diagrama de elementos de entrega de devoluciones de productos defectuosos.

## DR2 Distribución Devolución Productos MRO

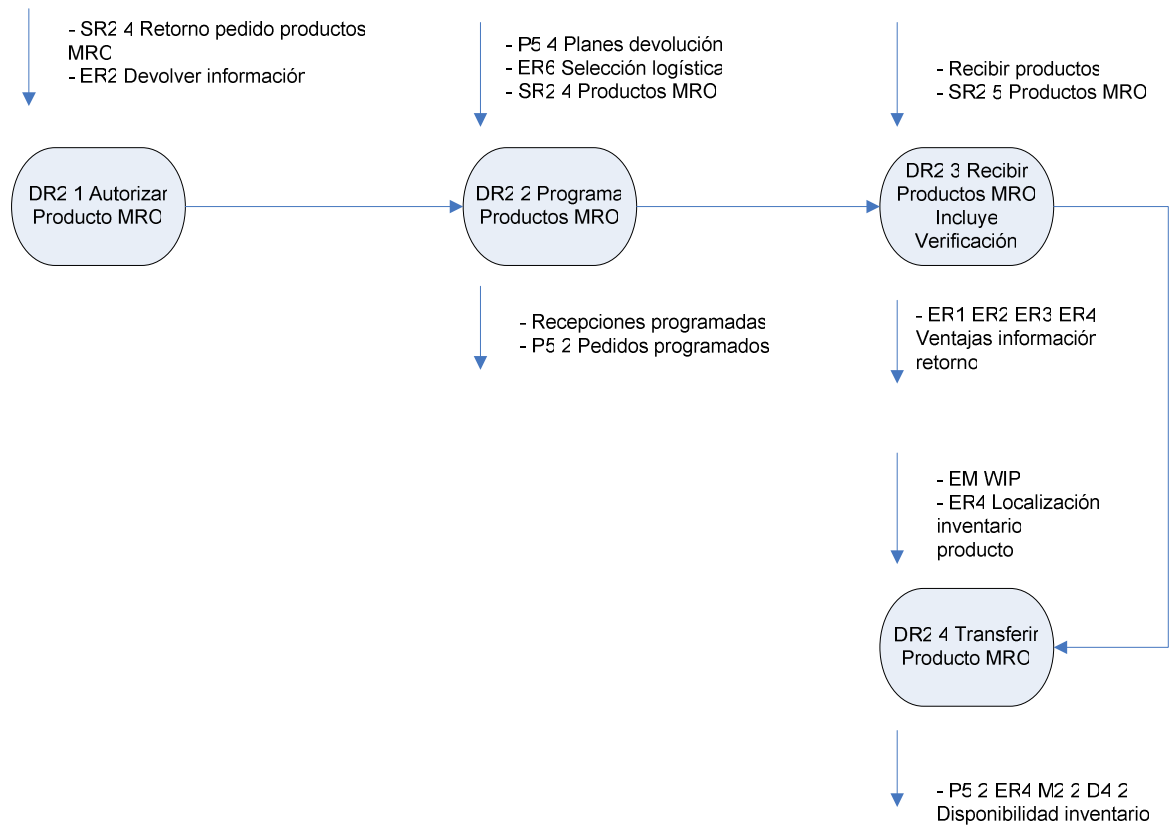


Figura A.1.2.11. Diagrama de elementos de entrega de devoluciones de productos MRO.



## A.2 Diagramas Etapa Fabricación

### P1 Planificación de la Cadena de Suministro

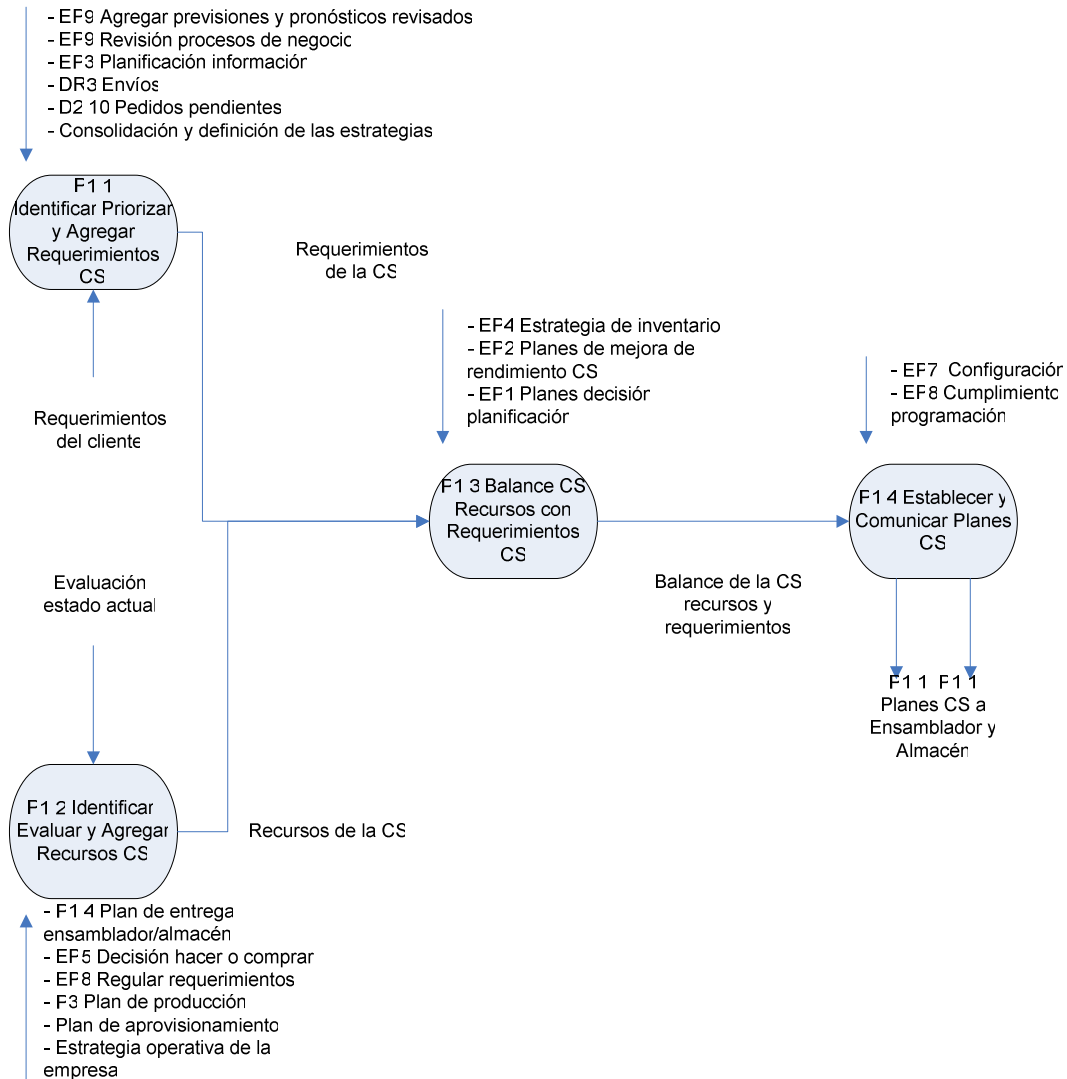


Figura A.2. Diagrama de elementos de Planificación de la Cadena de Suministro

## A.2.1 Diagramas Etapa Ensambladora

### P1 Planificación de la Cadena de Suministro

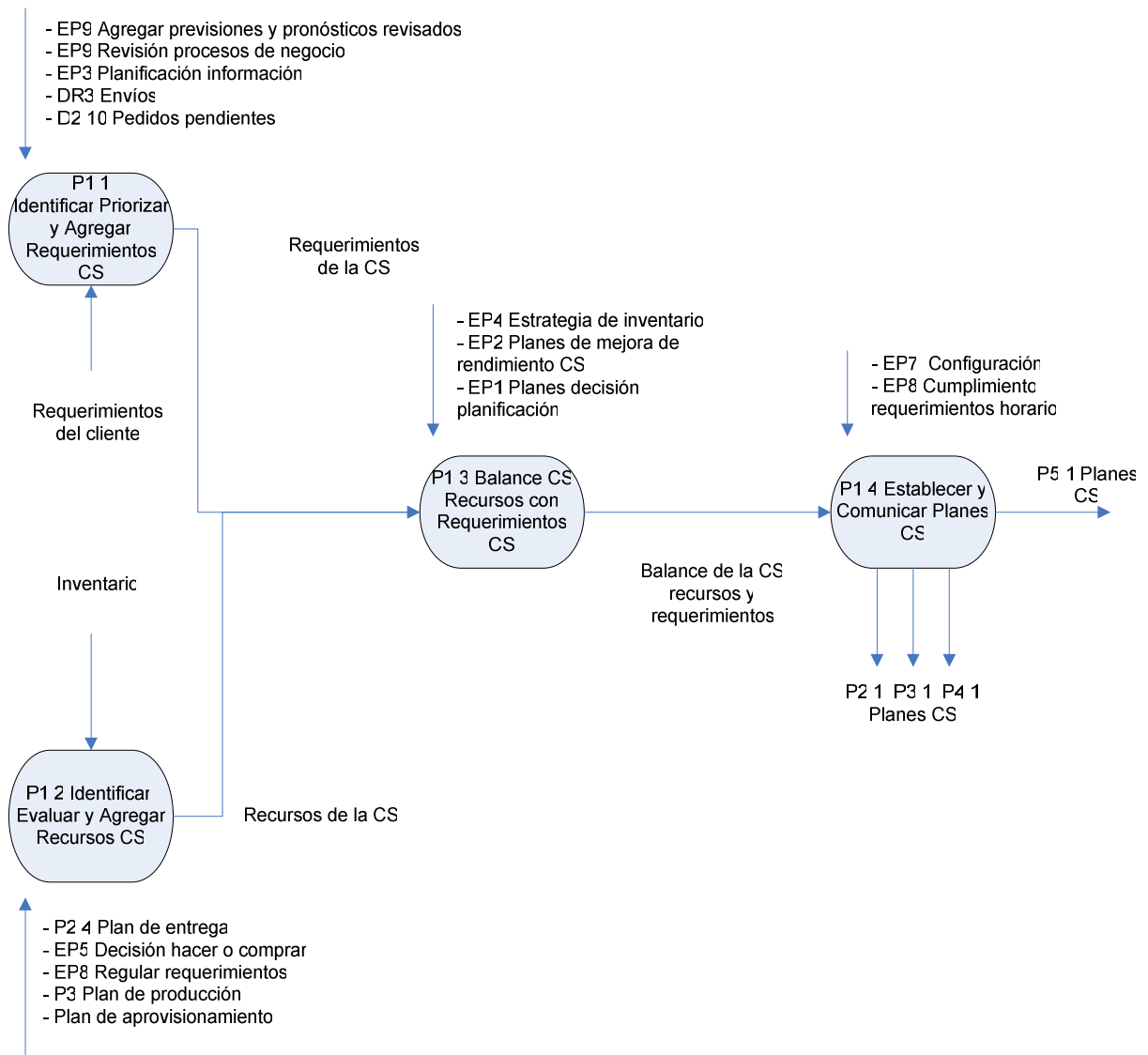


Figura A.2.1.1. Diagrama de elementos de Planificación de la Cadena de Suministro.

## P2 Plan Aproveccionamiento

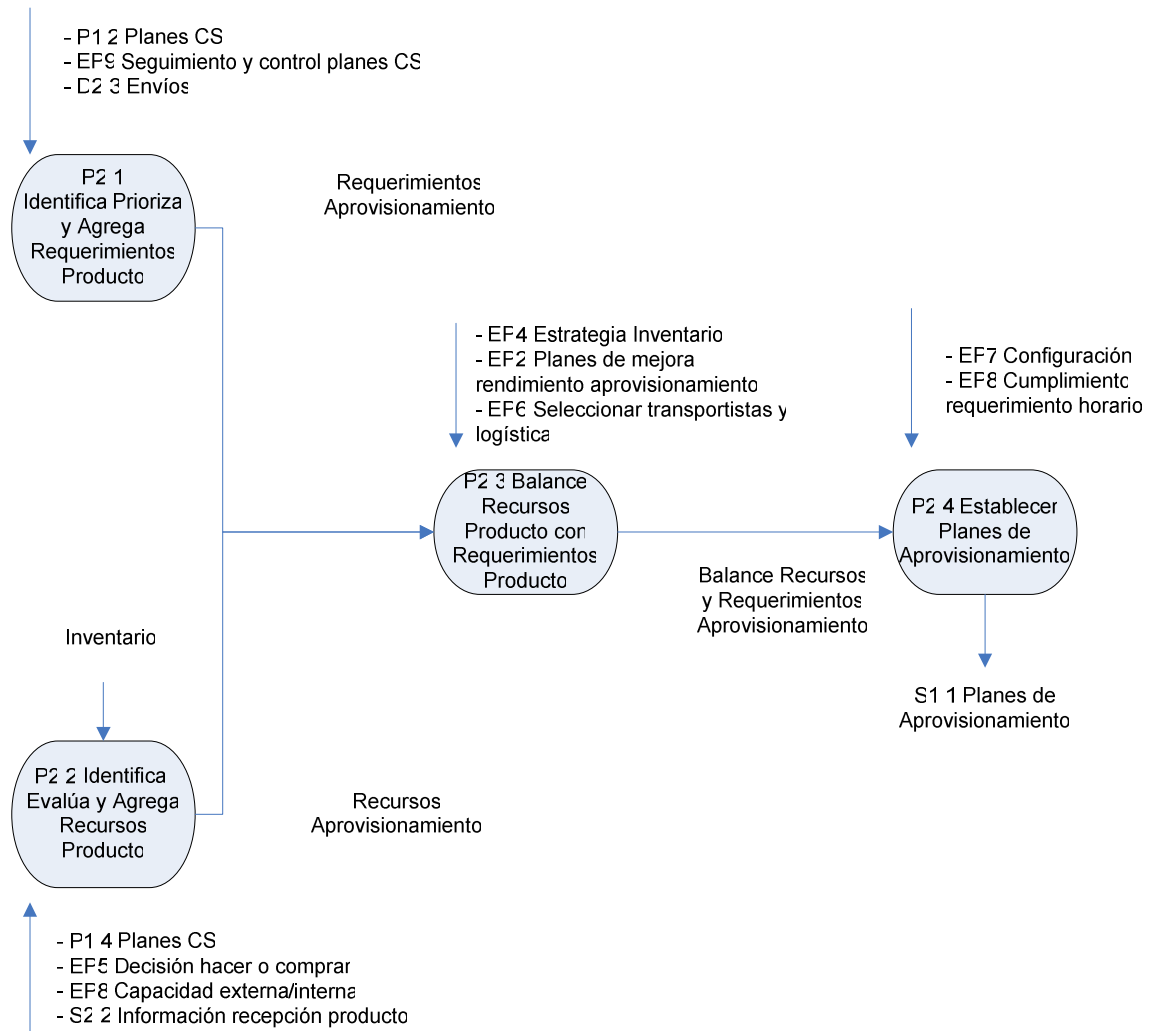


Figura A.2.1.2. Diagrama de elementos de planificación de aprovisionamiento.

### P3 Plan Producción

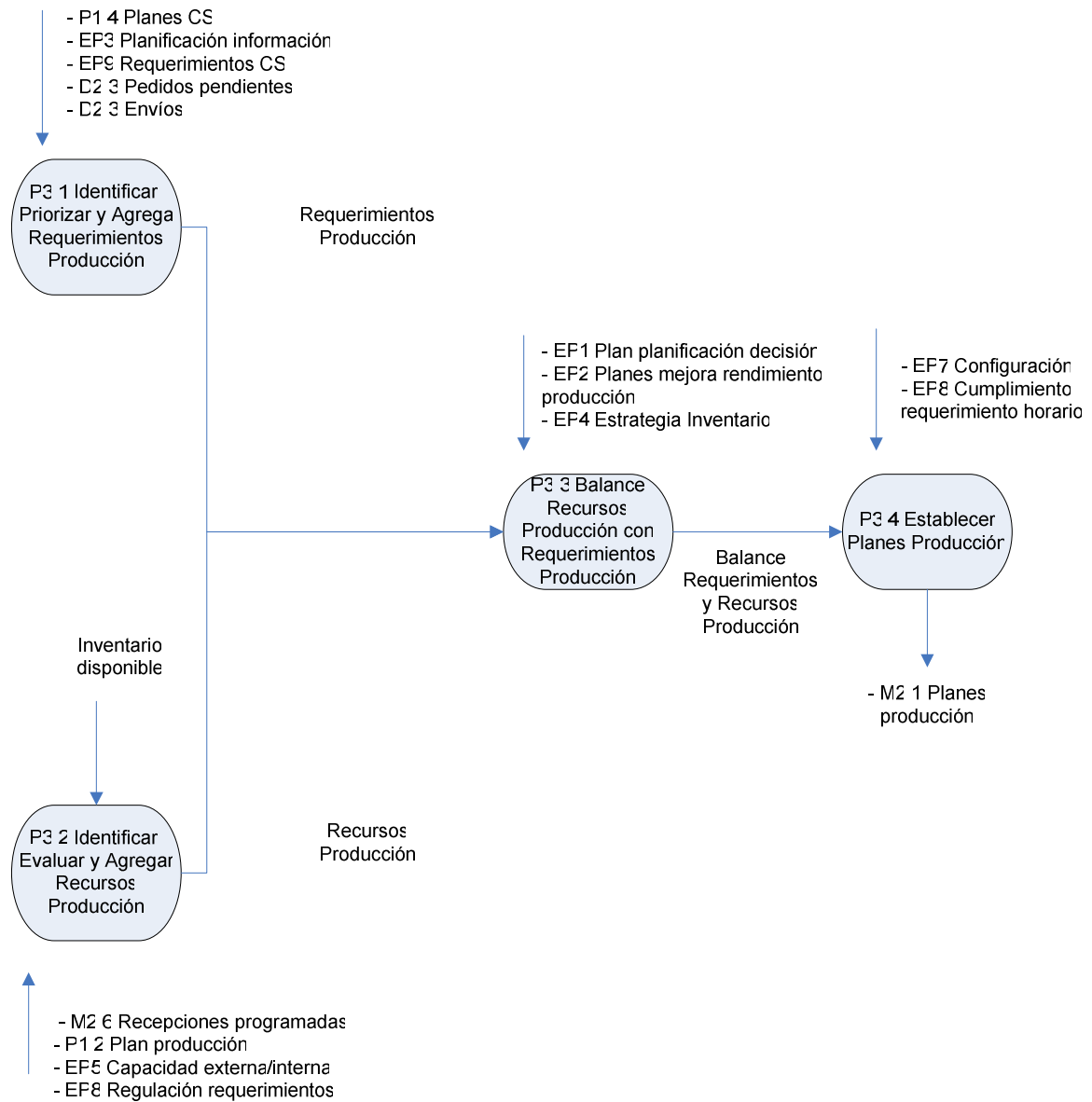


Figura A.2.1.3. Diagrama de elementos de planificación de Fabricación.

### P4 Plan Distribución

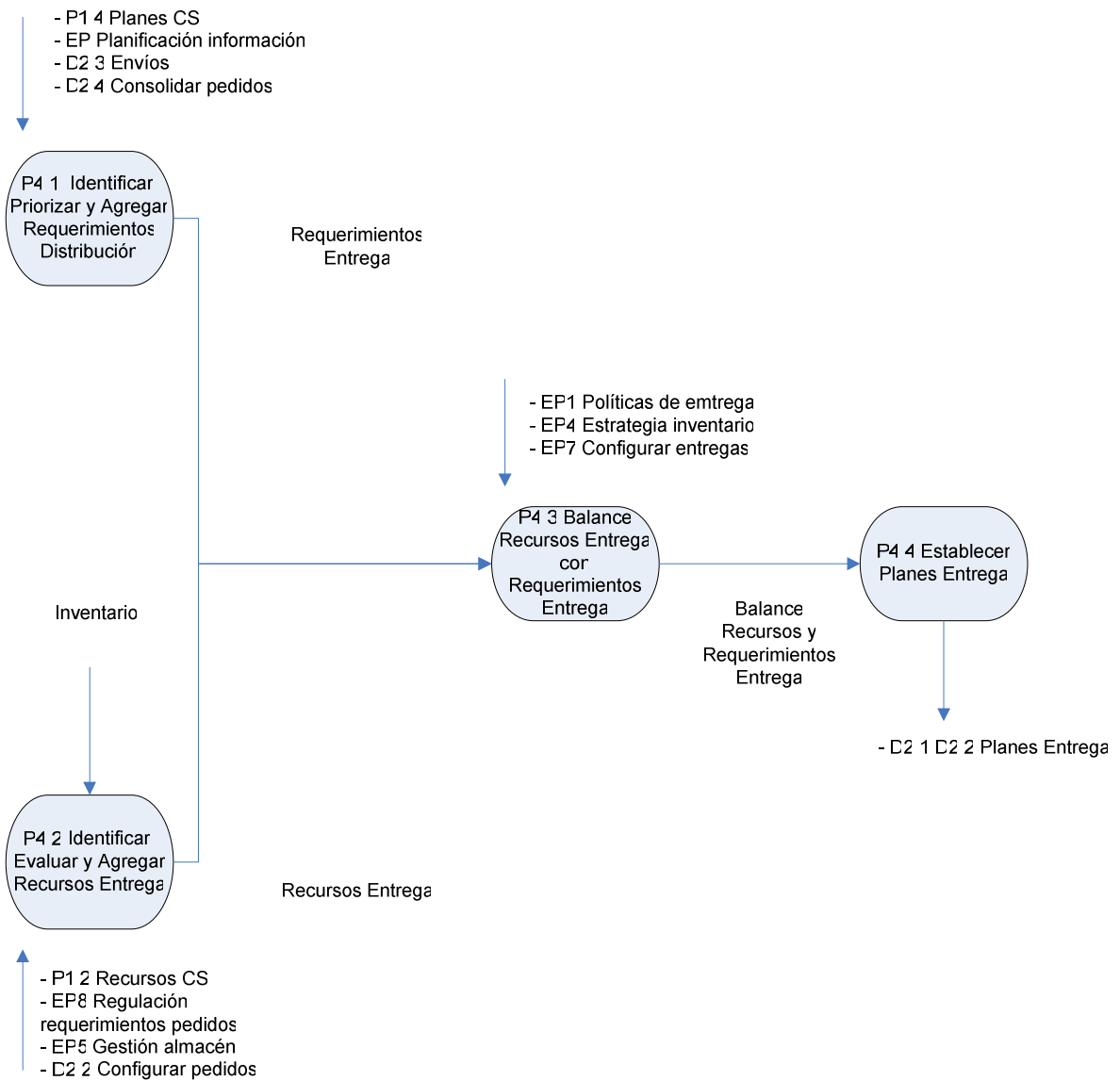


Figura A.2.1.4. Diagrama de elementos de planificación de la distribución.

### S2 Aprovisionamiento bajo pedido

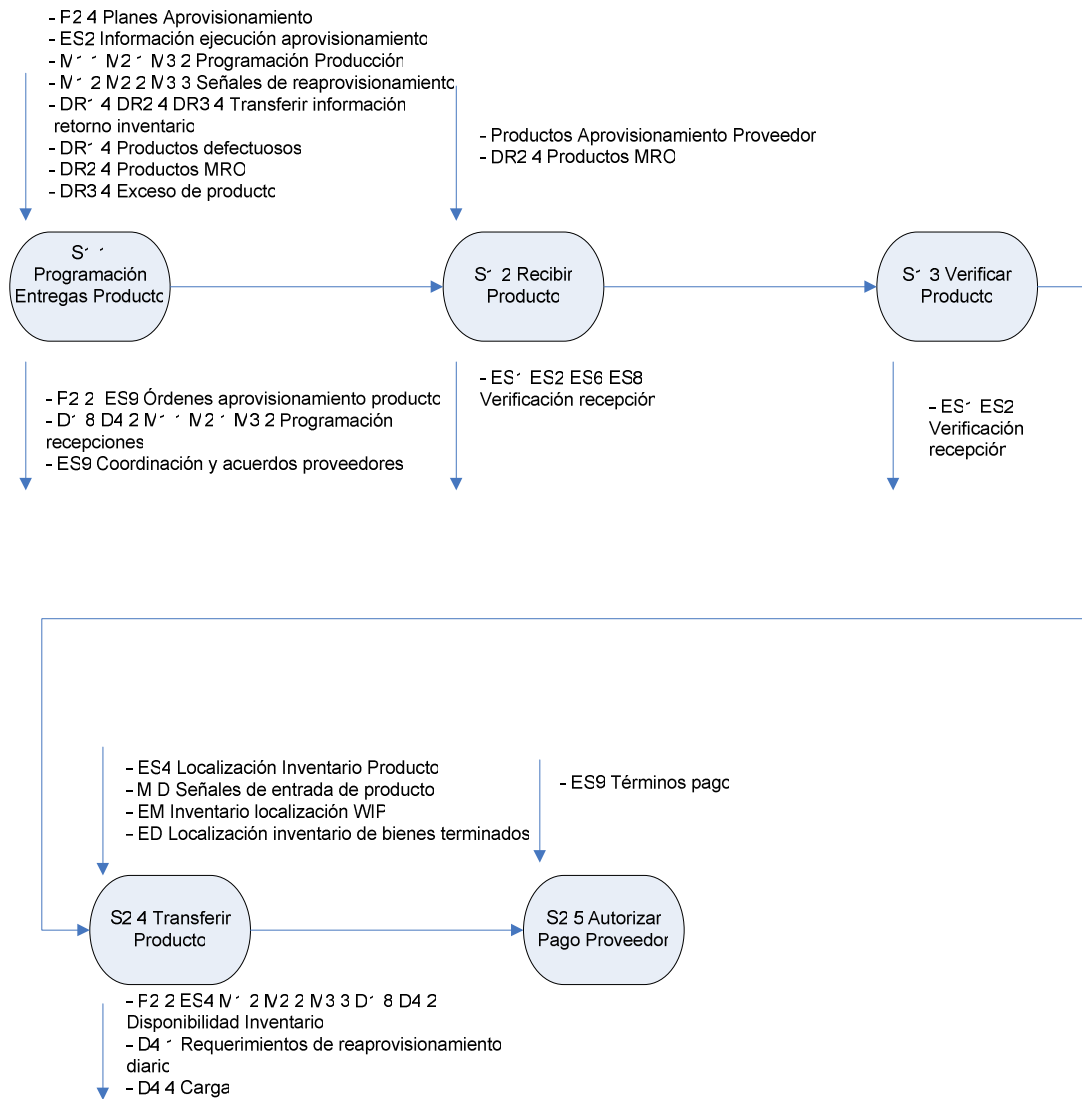


Figura A.2.1.5. Diagrama de elementos de aprovisionamiento bajo pedido.

## M2 Fabricación bajo pedido

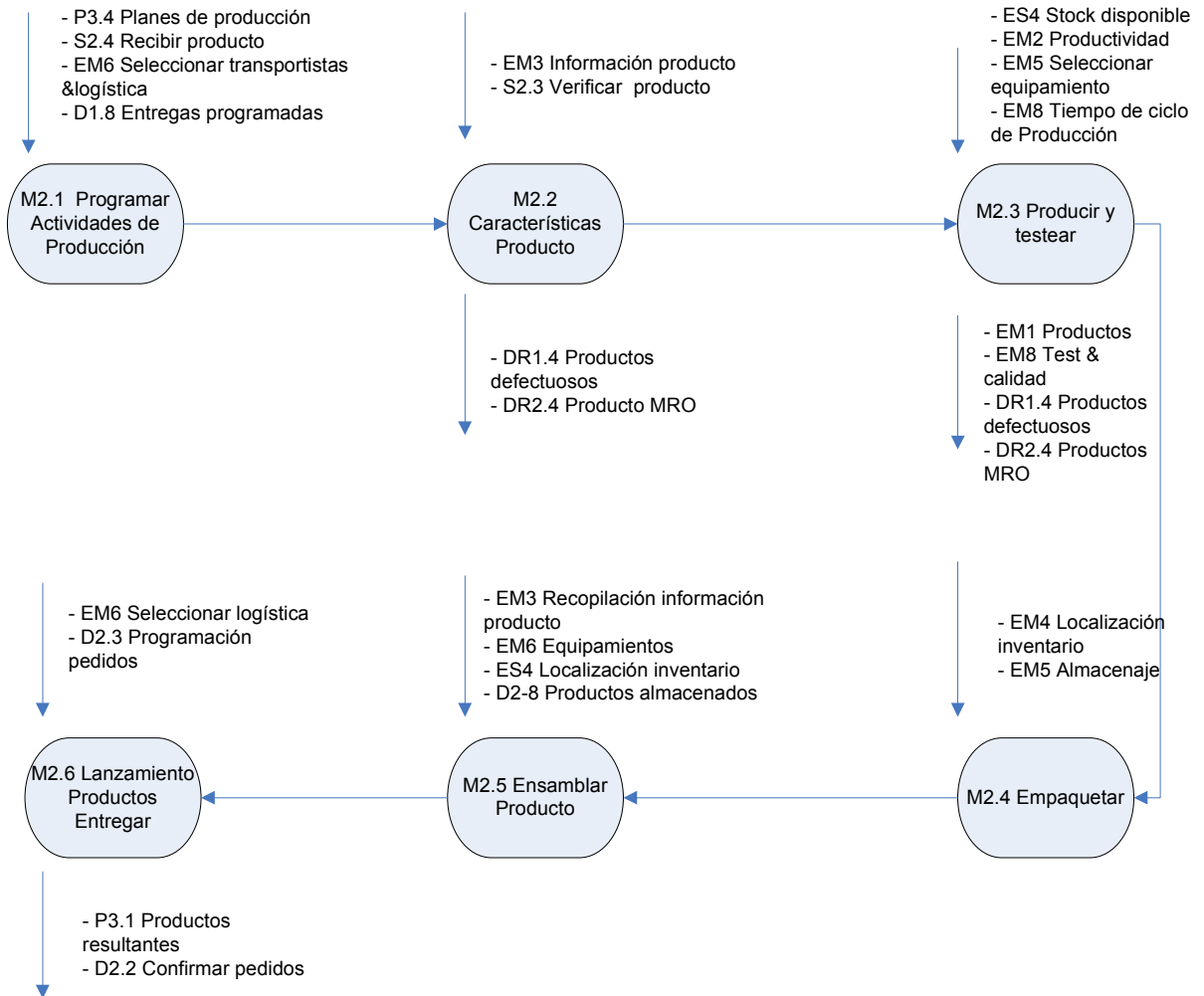


Figura A.2.1.6 Diagrama de elementos de fabricación bajo pedido.

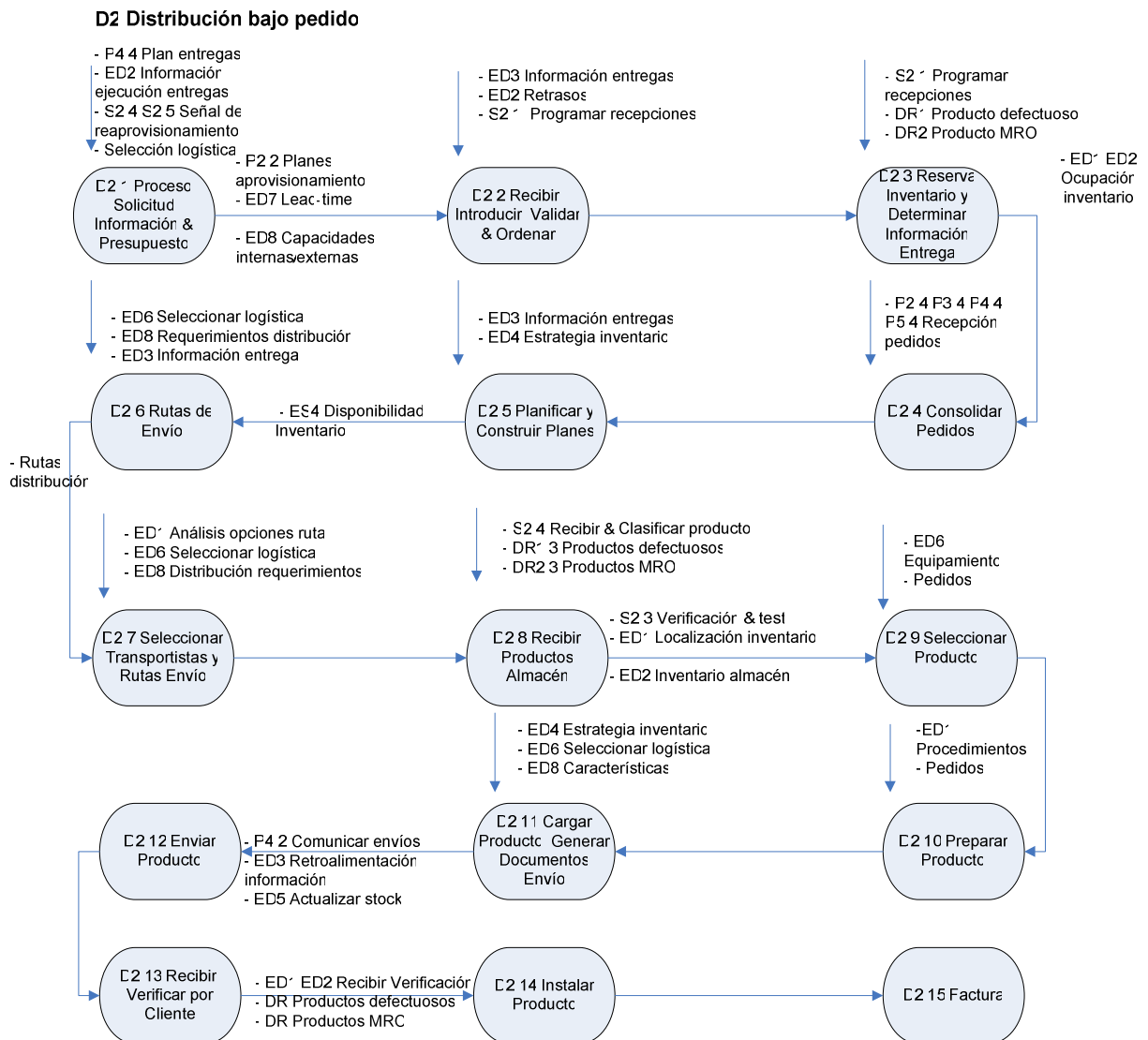


Figura A.2.1.7. Diagrama de elementos de distribución bajo pedido.



**SR1 Devolución de Producto Defectuoso**

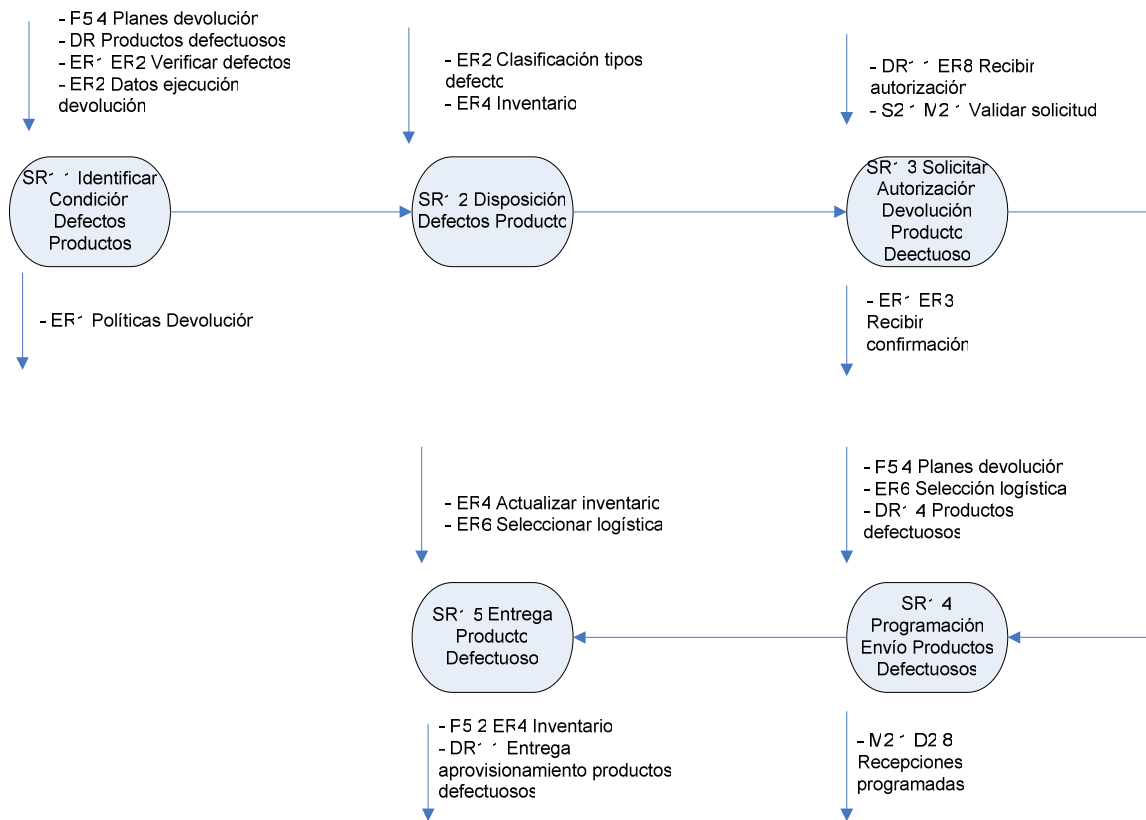


Figura A.2.1.7. Diagrama de elementos de aprovisionamiento de devoluciones de producto defectuoso

### SR2 Aprovisionamiento Devolución Productos Defectuosos

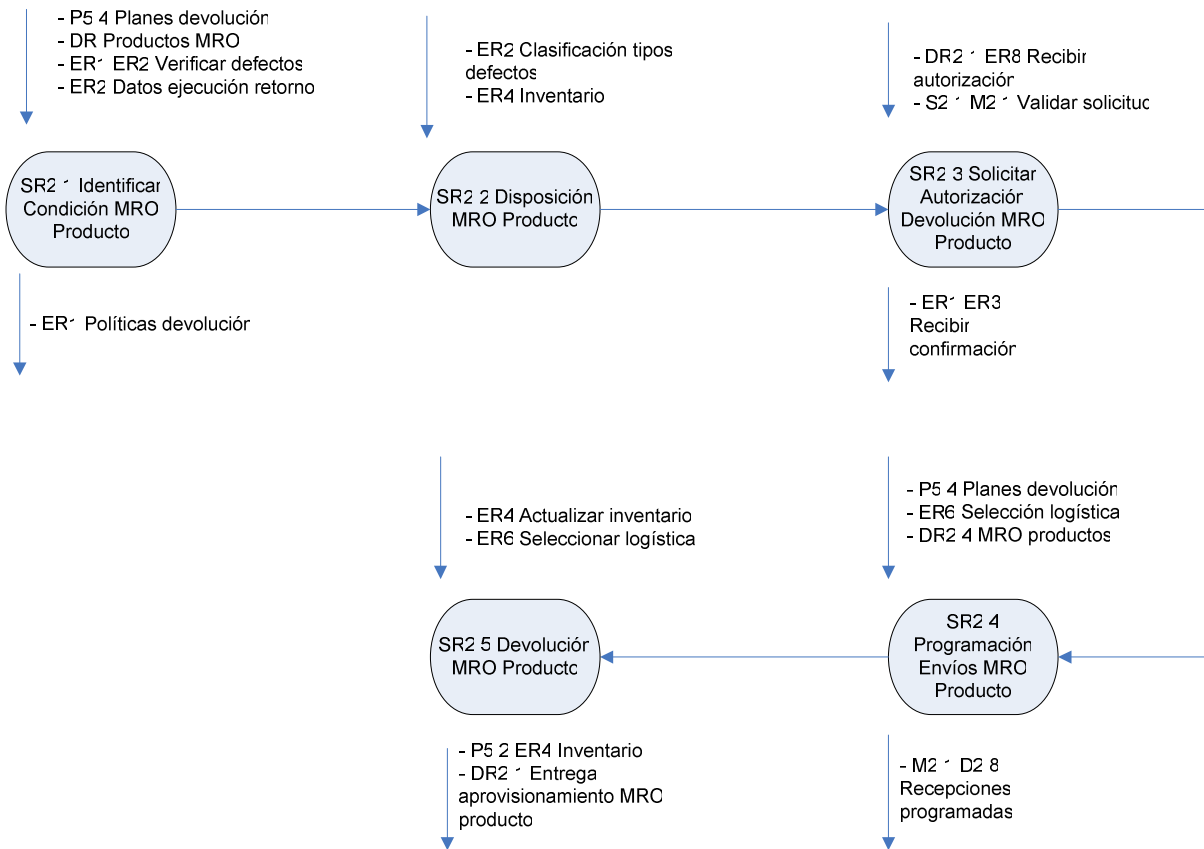


Figura A.2.1.8. Diagrama de elementos de aprovisionamiento de devoluciones de producto MRO.

**DR1 Distribución Devolución Productos Defectuosos**

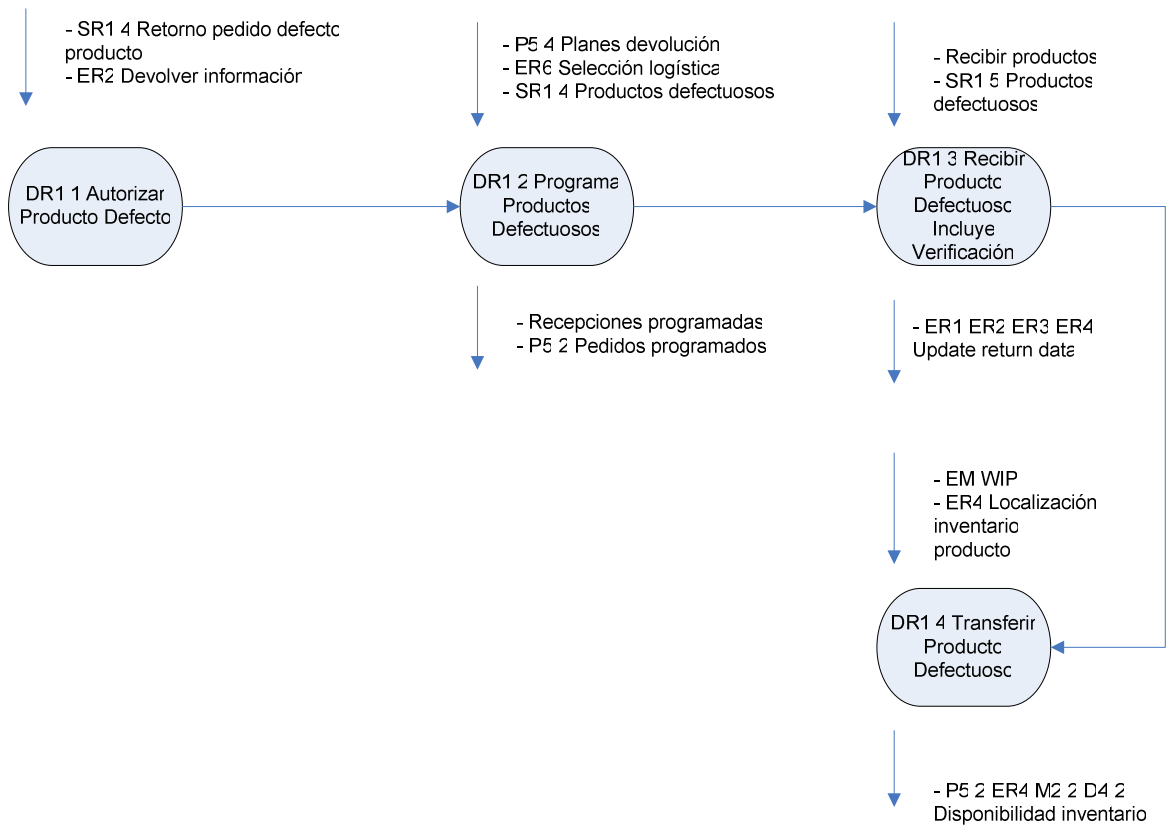


Figura A.2.1.9. Diagrama de elementos de entrega de devoluciones de productos defectuosos.

**DR2 Distribución Devolución Productos MRO**

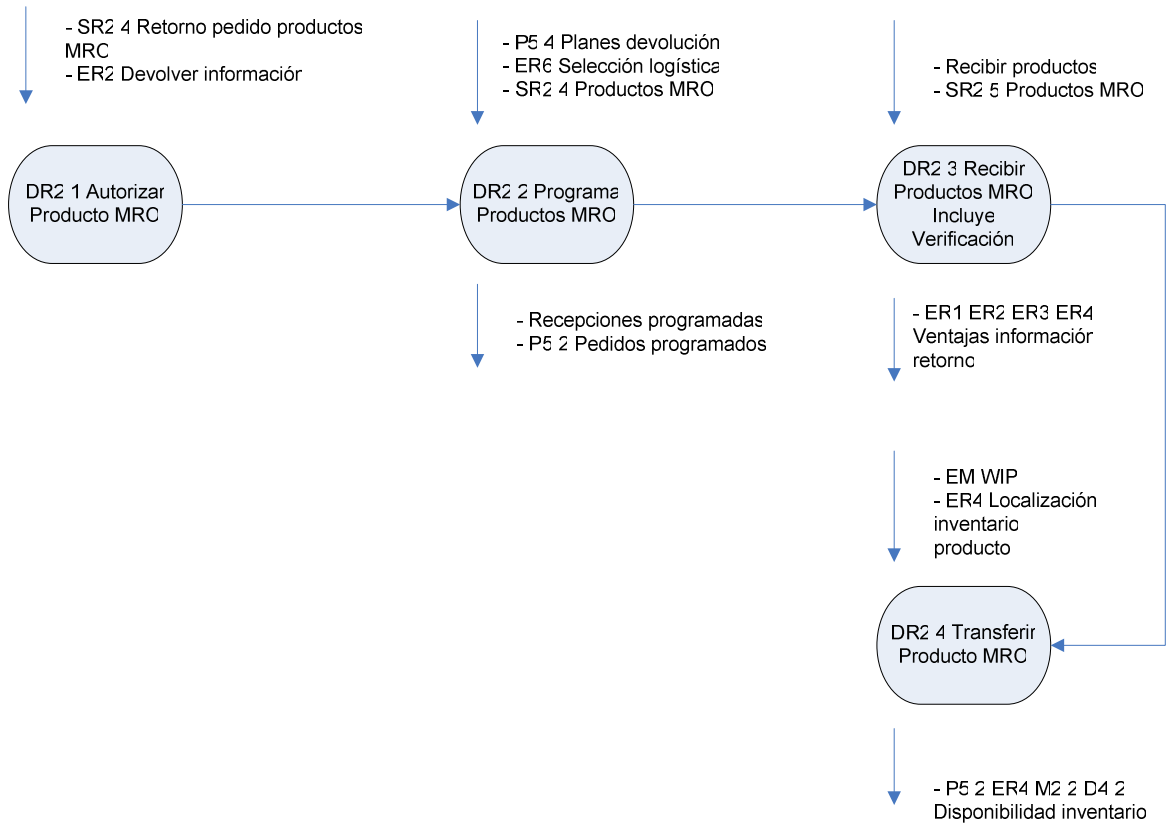


Figura A.2.1.10. Diagrama de elementos de Entrega de devoluciones de productos MRO.

## A.2.2 Diagramas Etapa Almacén Regional Fabricante

### P1 Planificación de la Cadena de Suministro

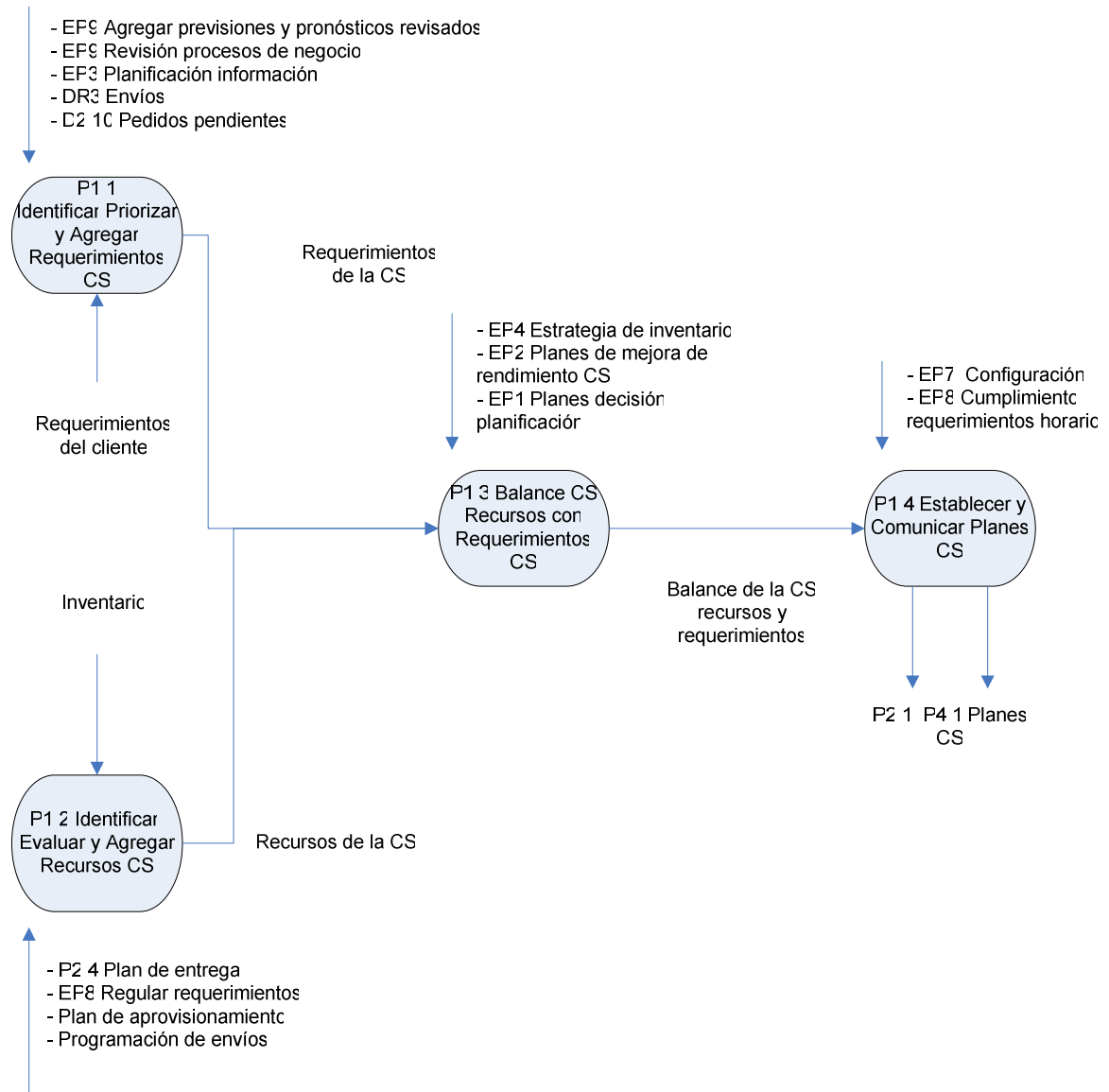


Figura A.2.2.1. Diagrama de elementos de planificación de la Cadena de Suministro.

## P2 Plan Aproveccionamiento

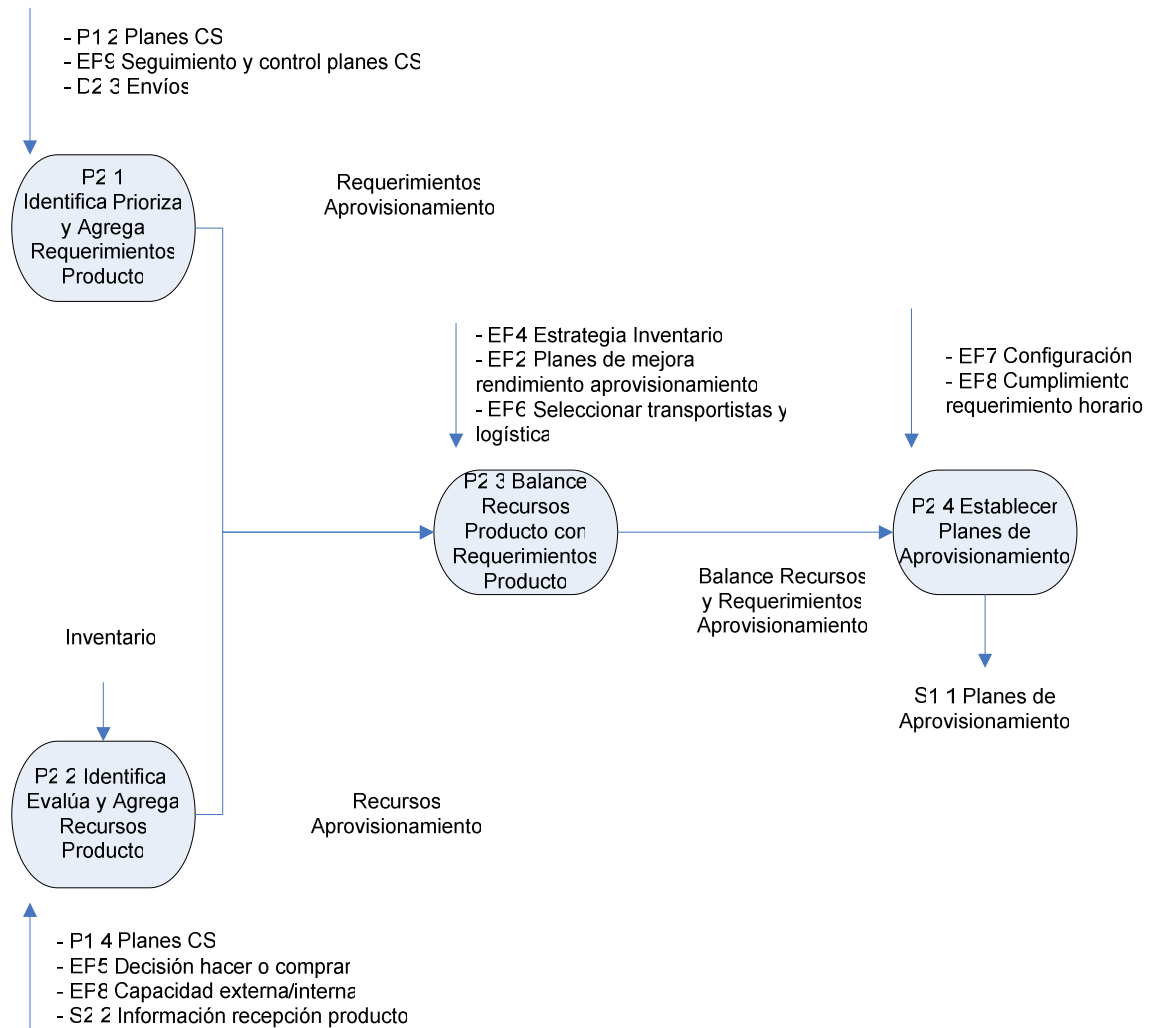


Figura A.2.2.2. Diagrama de elementos de planificación de aprovisionamiento.

### P4 Plan Distribución

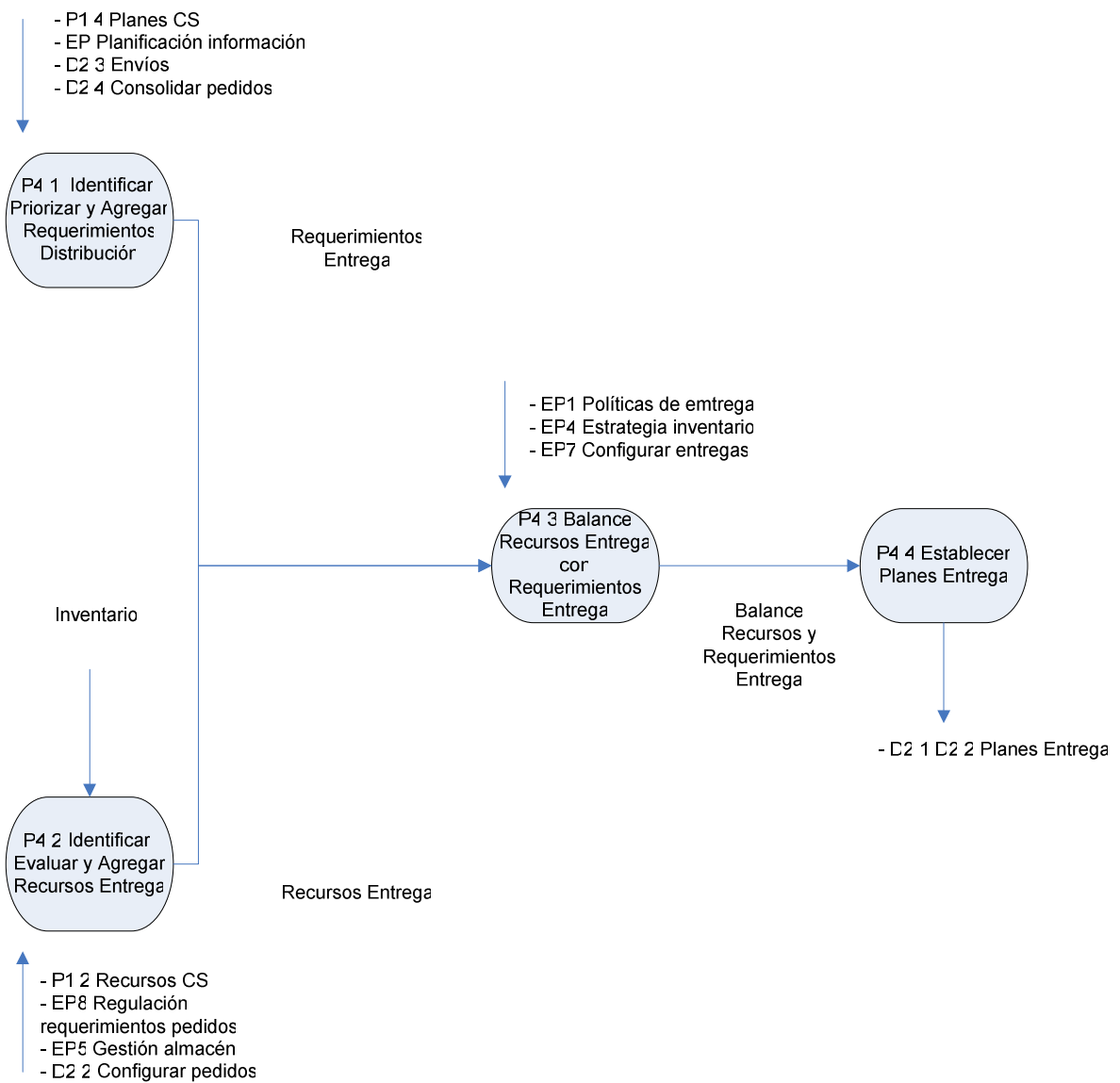


Figura A.2.2.3. Diagrama de elementos de planificación de la distribución.

### S2 Aprovisionamiento bajo pedido

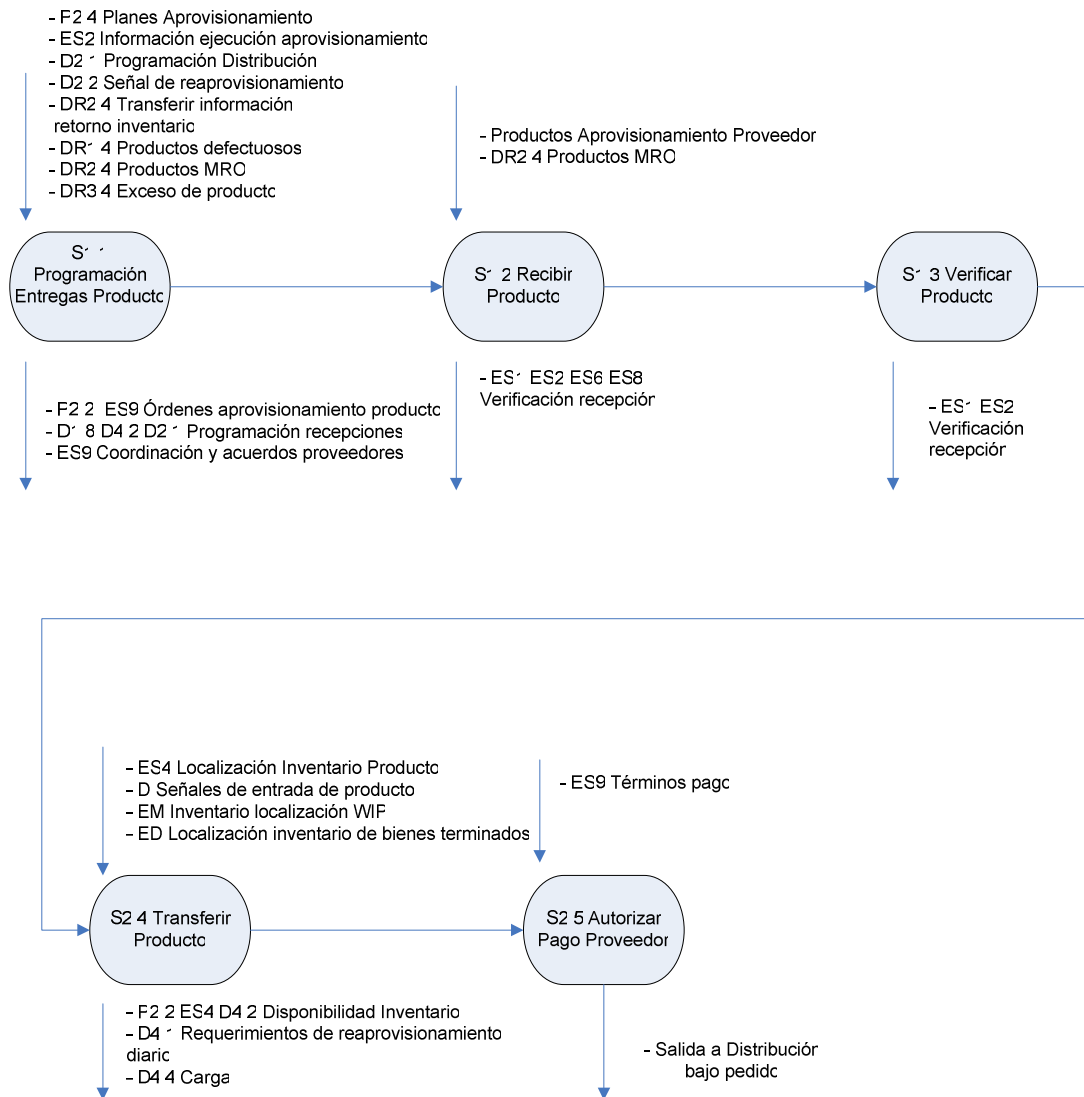


Figura A.2.2.4. Diagrama de elementos de aprovisionamiento bajo pedido.



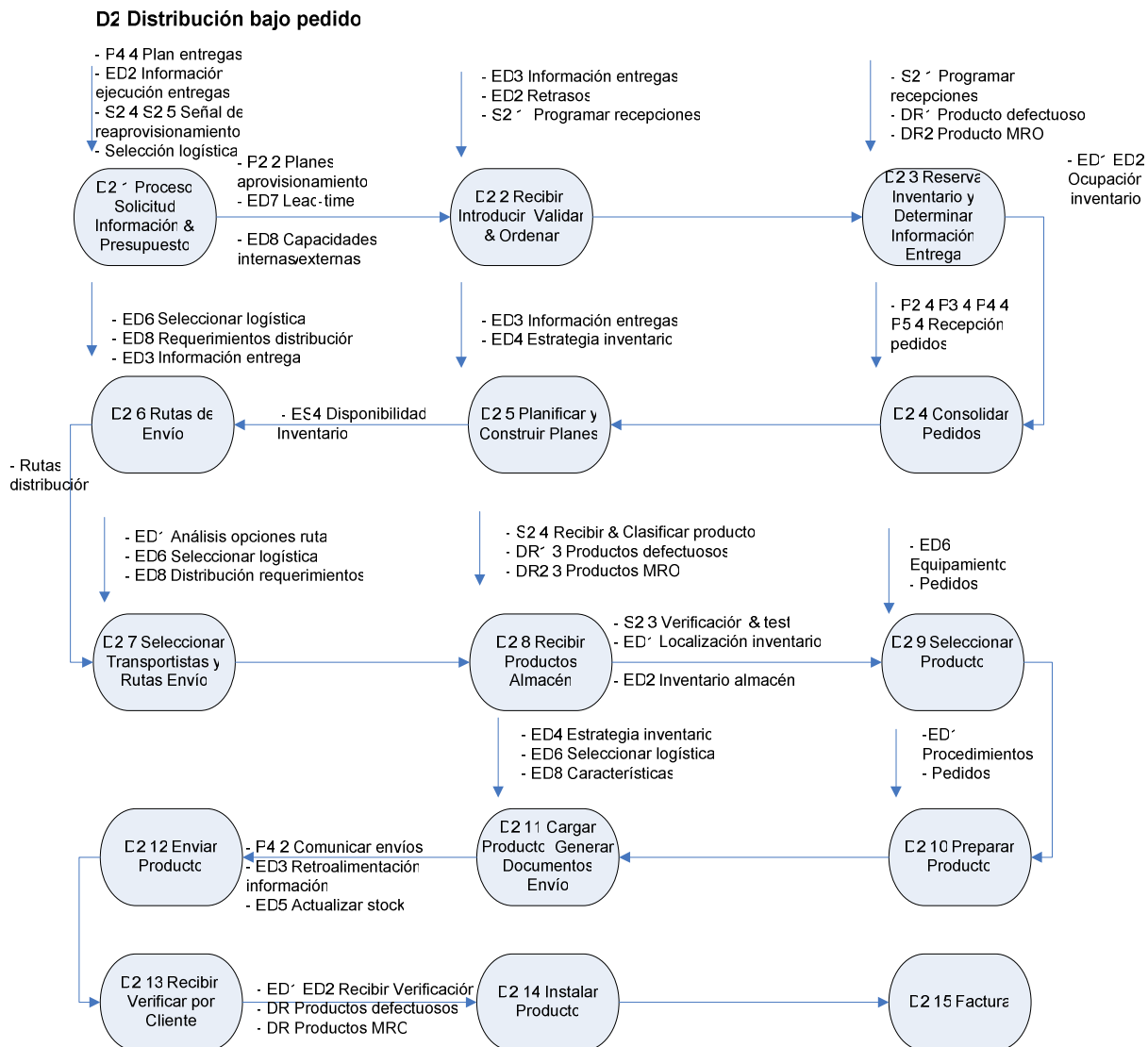


Figura A.2.2.5. Diagrama de elementos de distribución bajo pedido.

**SR1 Devolución de Producto Defectuoso**

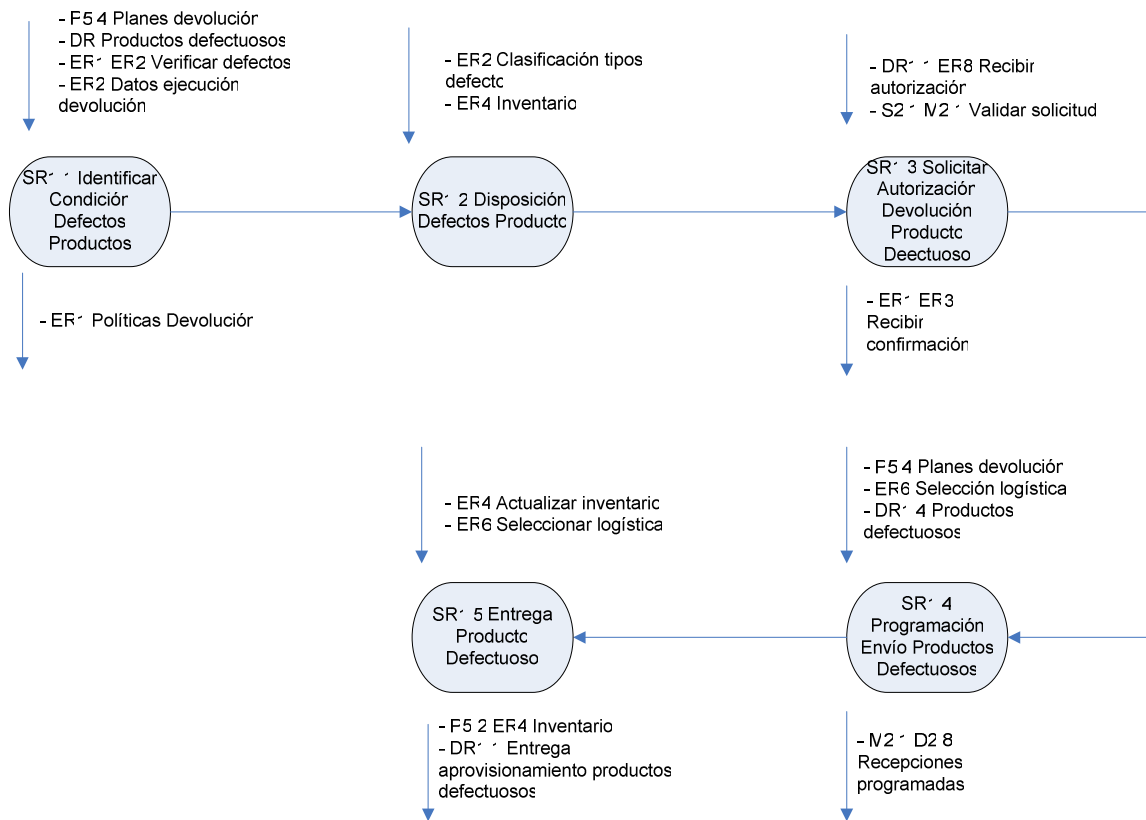


Figura A.2.2.6. Diagrama de elementos de aprovisionamiento de devoluciones de producto defectuoso.

### SR2 Aprovisionamiento Devolución Productos Defectuosos

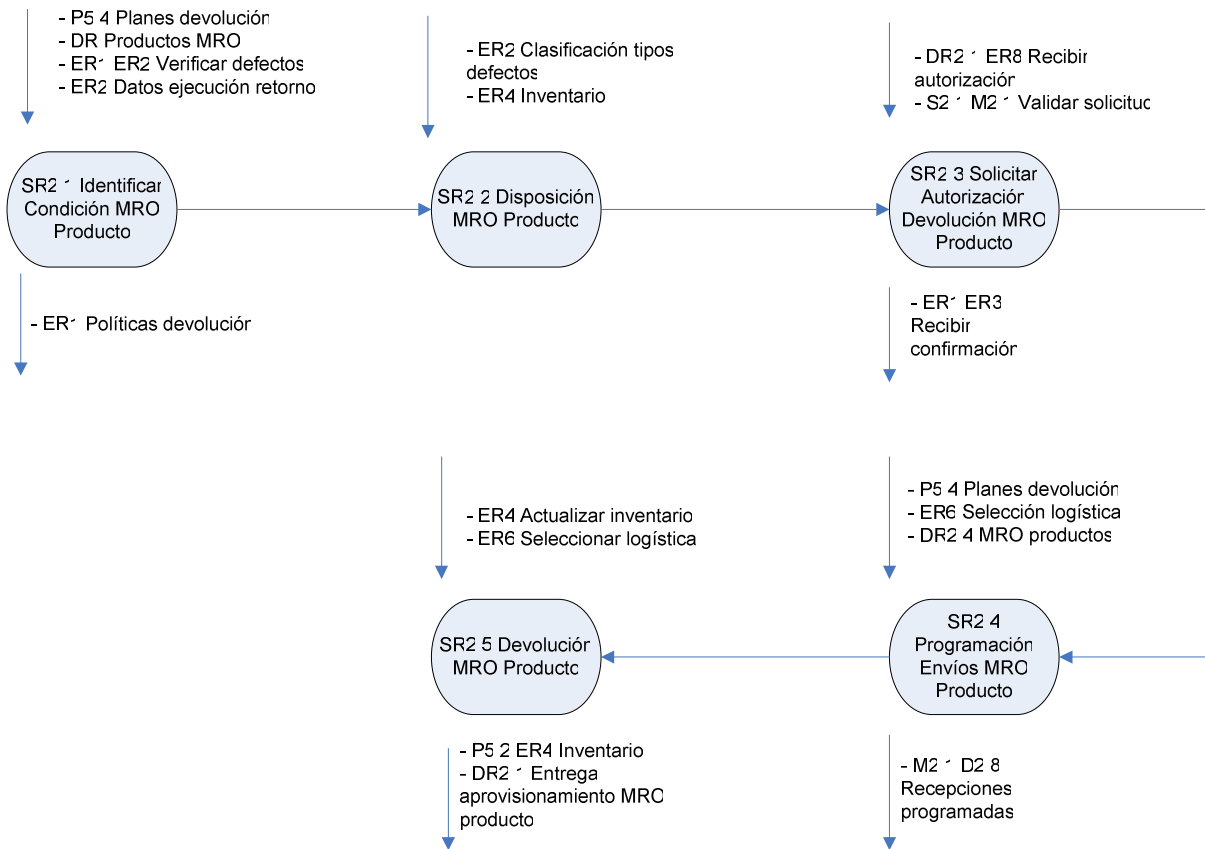


Figura A.2.2.7. Diagrama de elementos de aprovisionamiento de devoluciones de productos MRO.

**DR1 Distribución Devolución Productos Defectuosos**

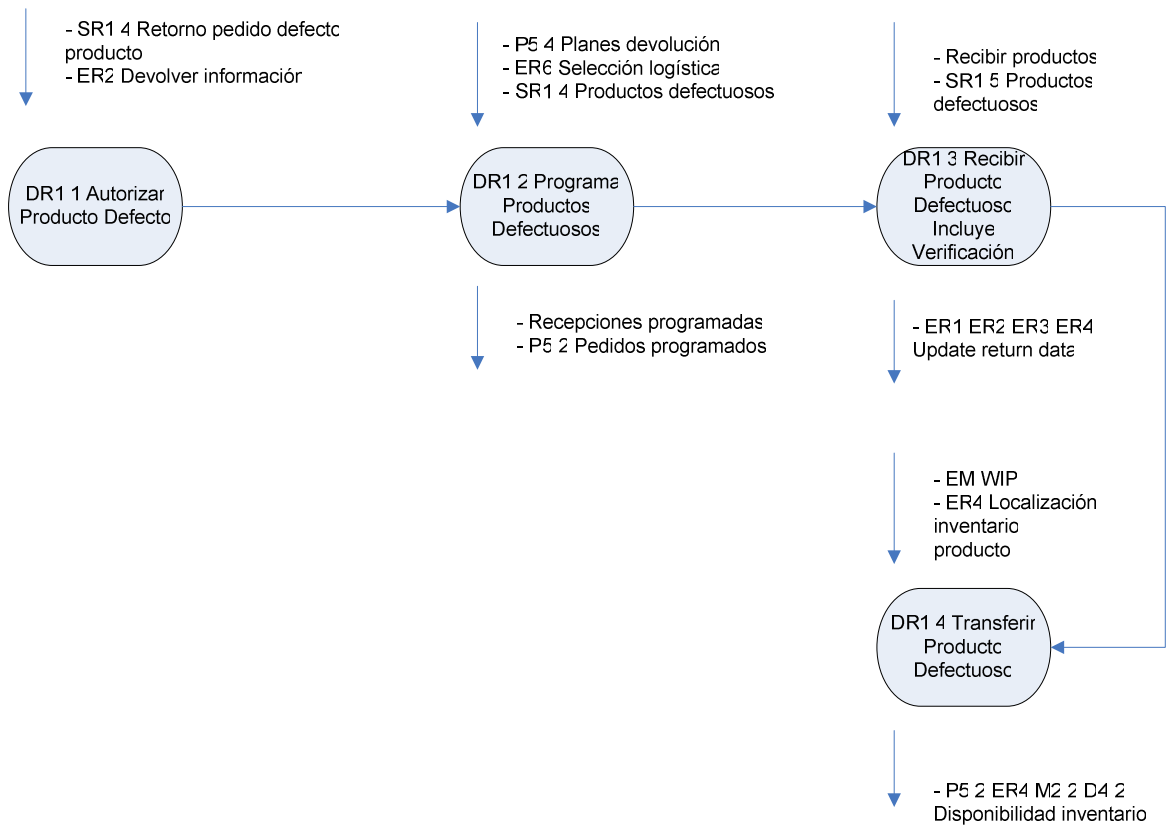


Figura A.2.2.8. Diagrama de elementos de entrega de devoluciones de productos defectuosos.

**DR2 Distribución Devolución Productos MRO**

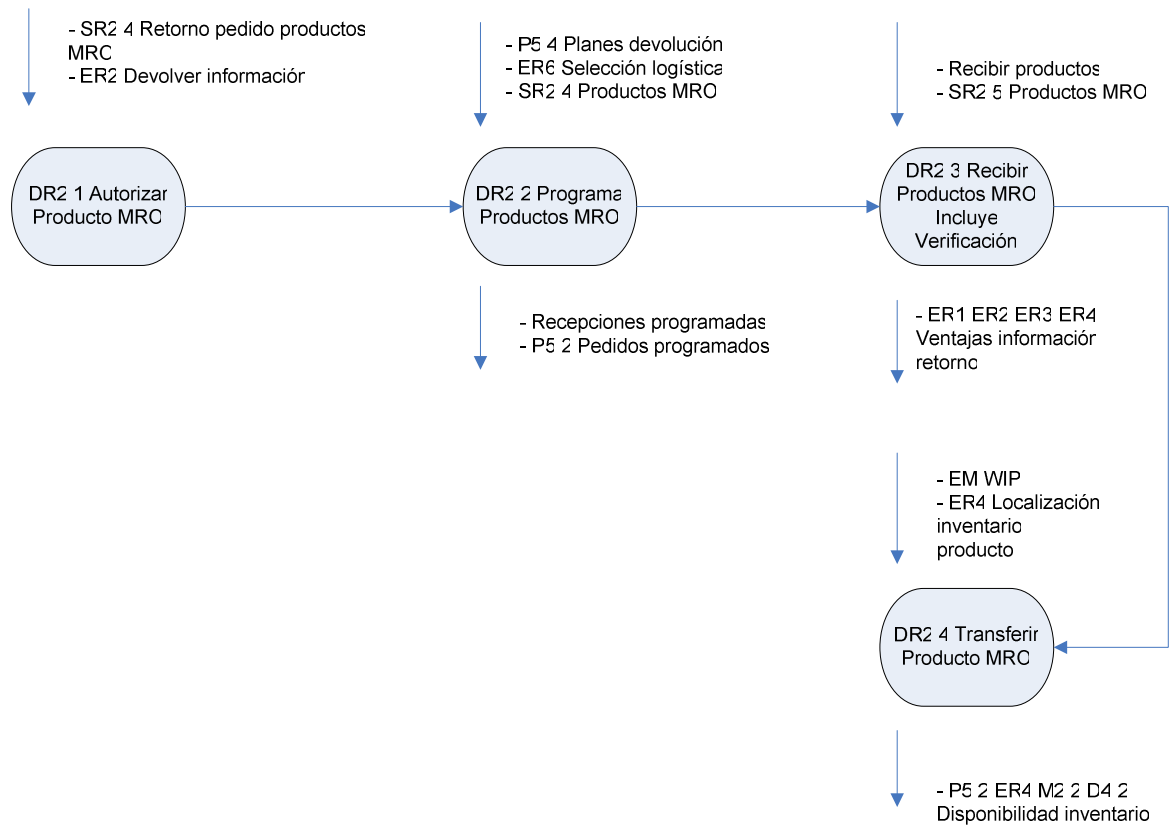


Figura A.2.2.9. Diagrama de elementos de entrega de devoluciones de productos MRO.

### A.3. Diagramas Etapa Distribuidor

#### P1 Planificación de la Cadena de Suministro

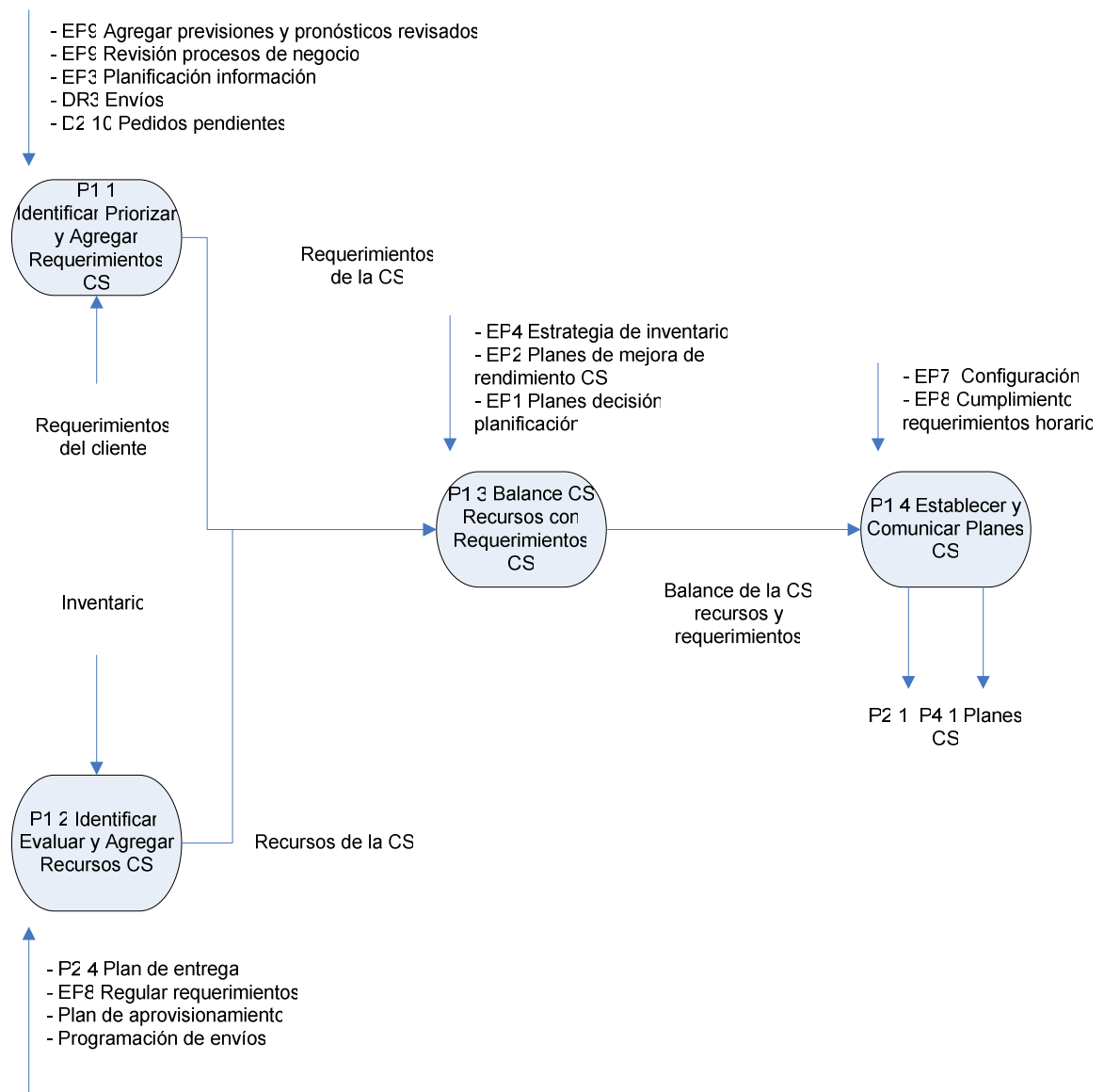


Figura A.3.1. Diagrama de elementos de planificación de la Cadena de Suministro.

## P2 Plan Aproveccionamiento

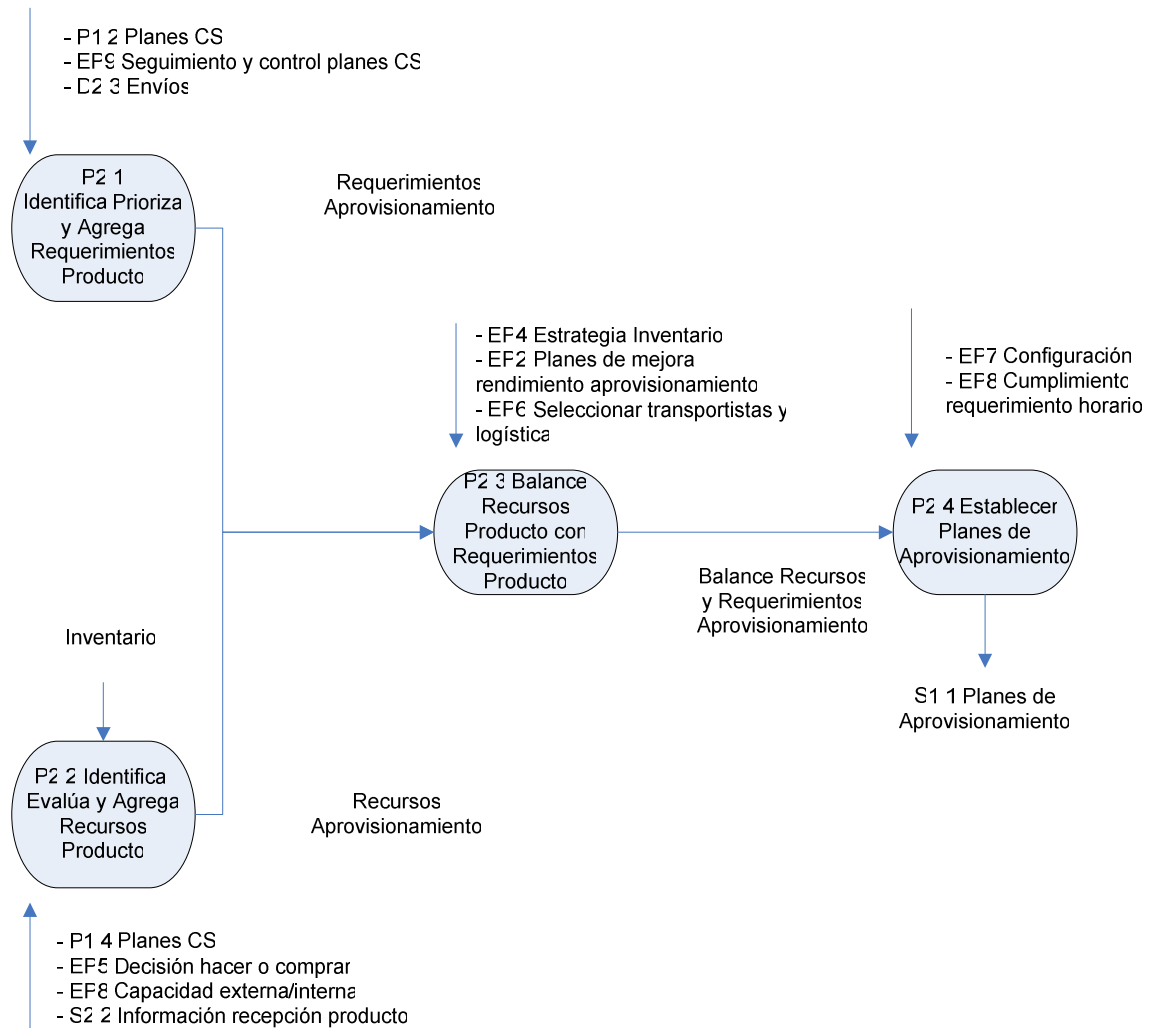


Figura A.3.2. Diagrama de elementos de planificación de aprovisionamiento.

## P4 Plan Distribución

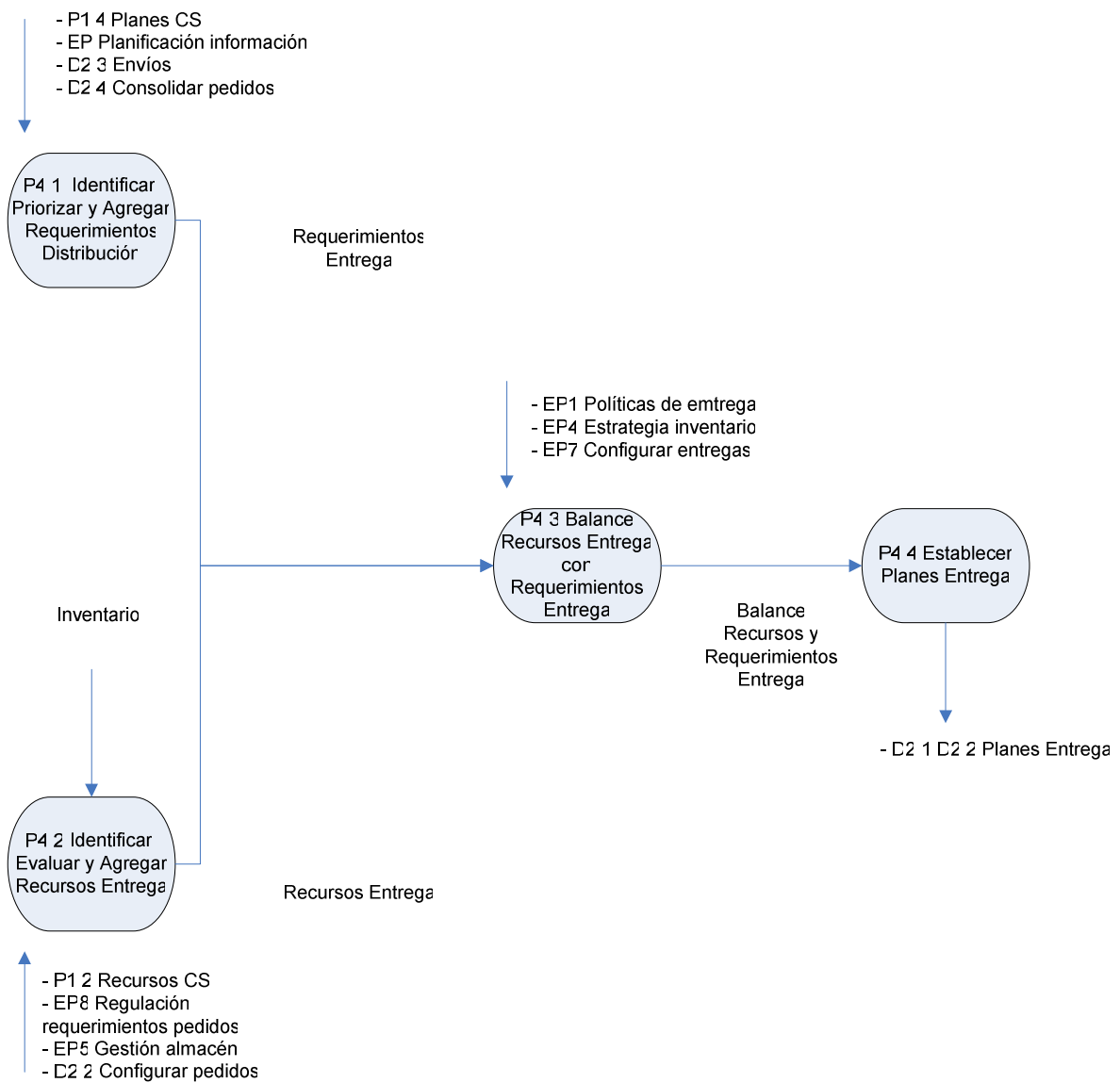


Figura A.3.3. Diagrama de elementos de planificación de la distribución.



## S2 Aprovisionamiento bajo pedido

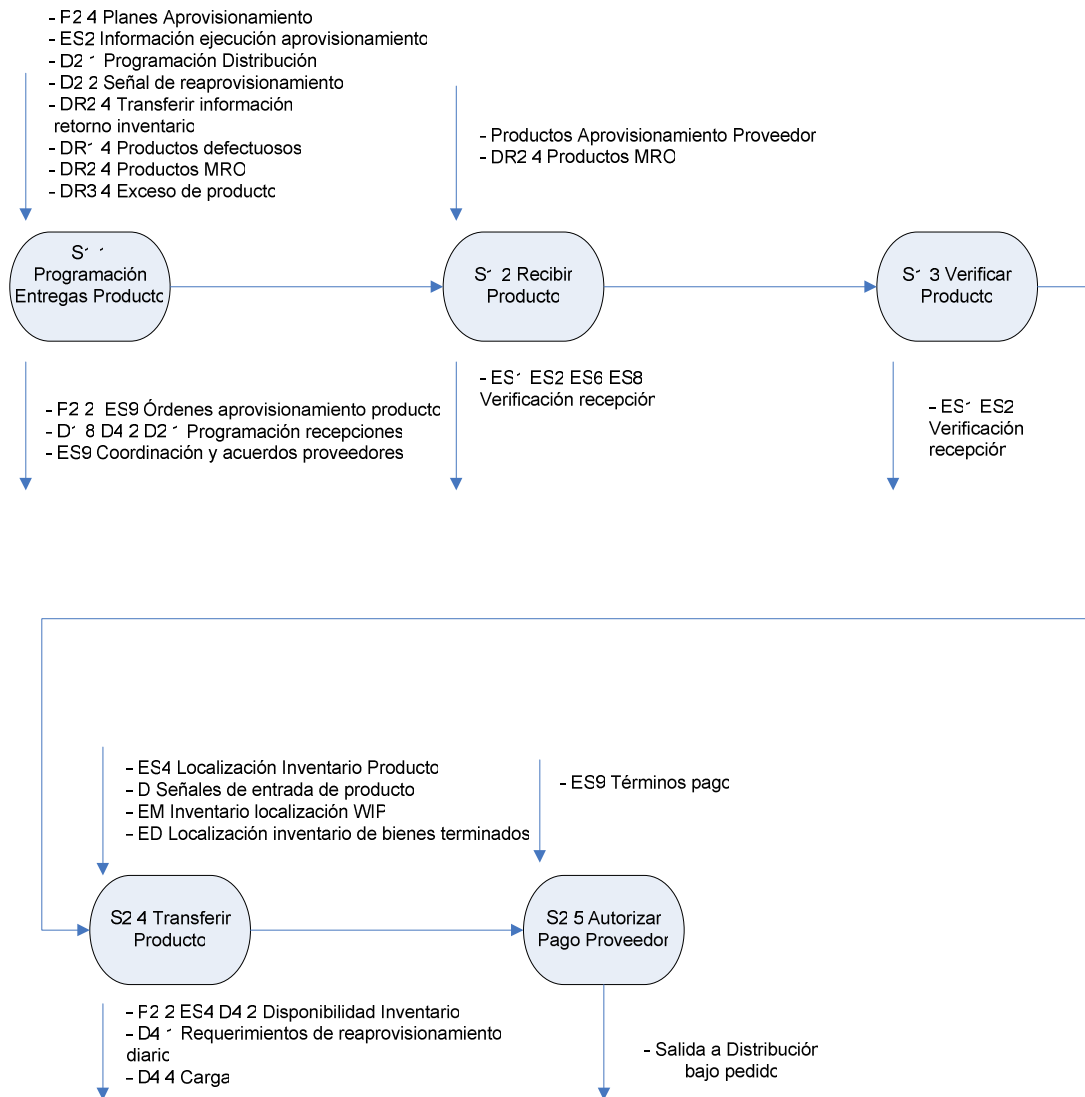


Figura A.3.4. Diagrama de elementos de aprovisionamiento bajo pedido.

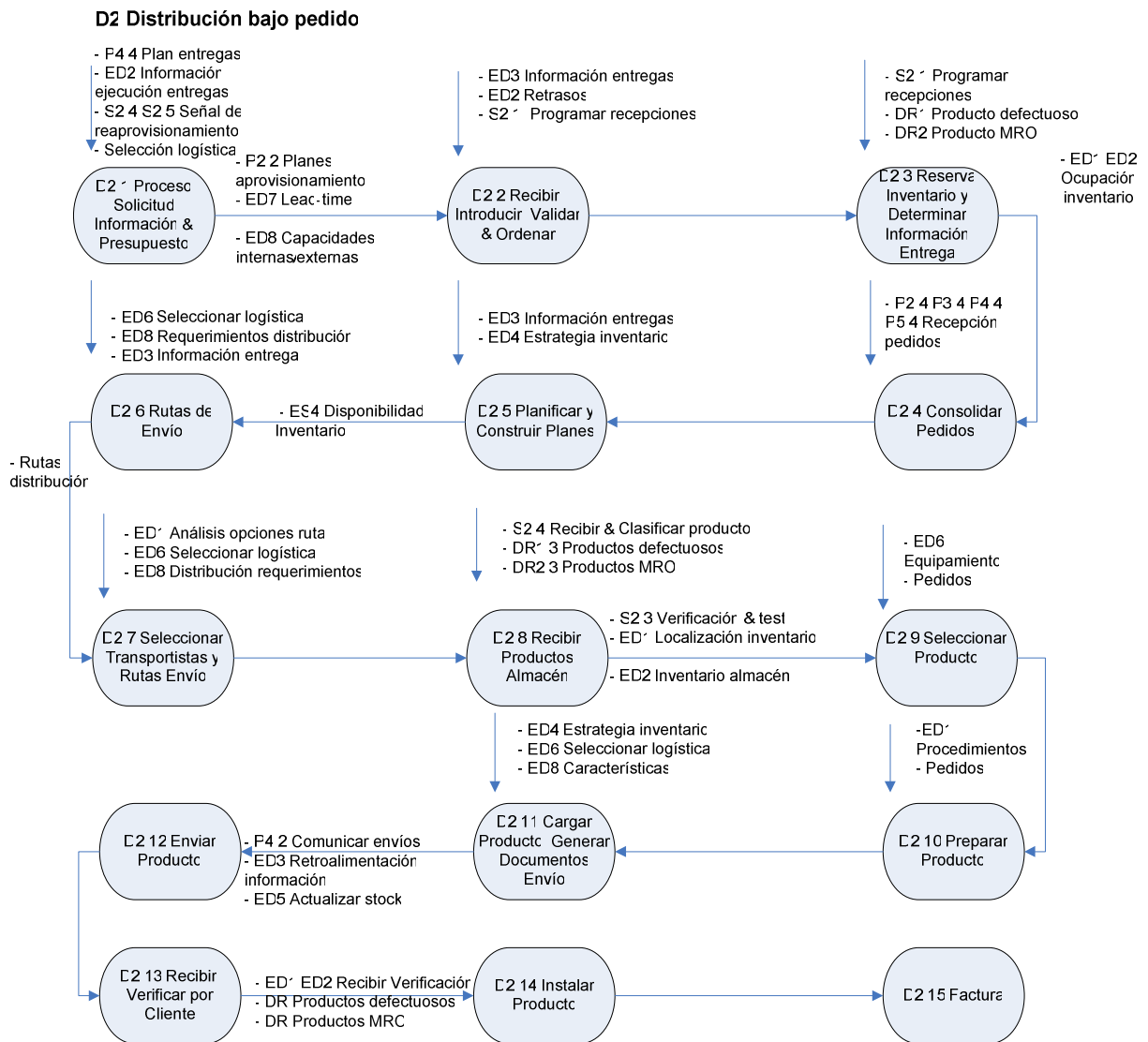


Figura A.3.5. Diagrama de elementos de distribución bajo pedido.

**SR1 Devolución de Producto Defectuoso**

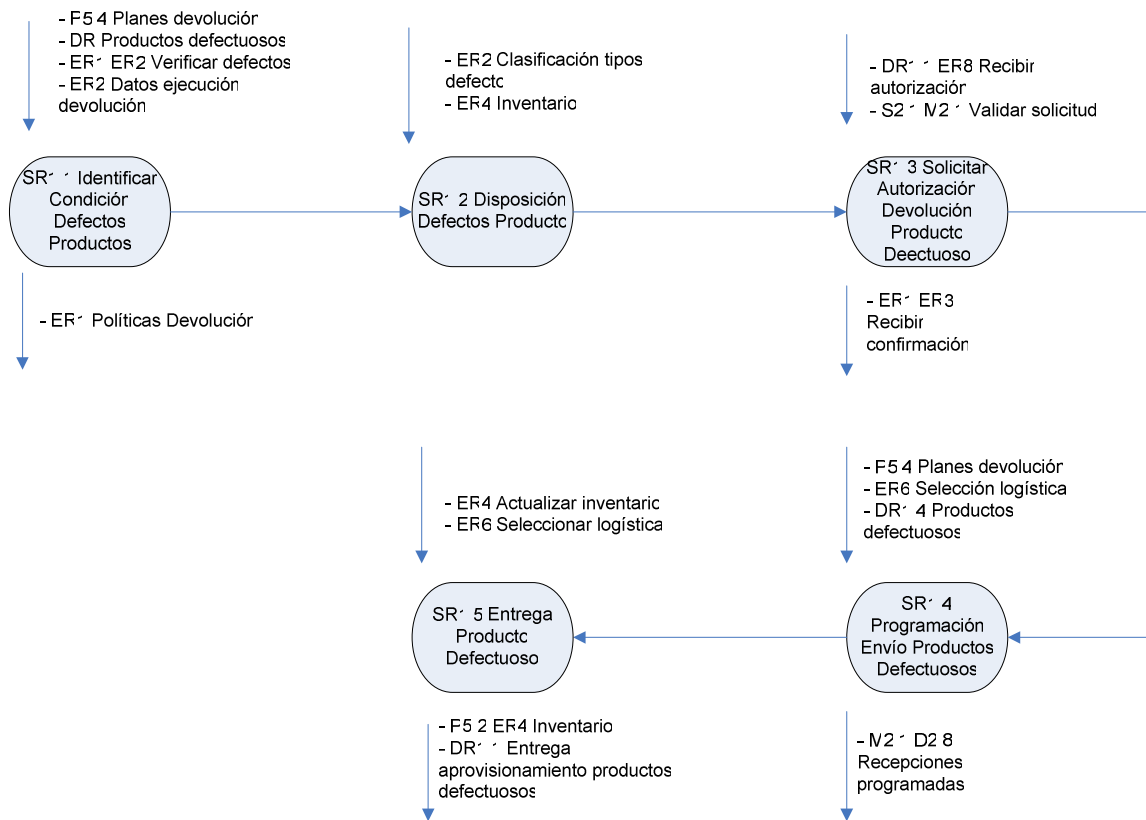


Figura A.3.6. Diagrama de elementos de aprovisionamiento de devoluciones de producto defectuoso.

### SR2 Aprovisionamiento Devolución Productos Defectuosos

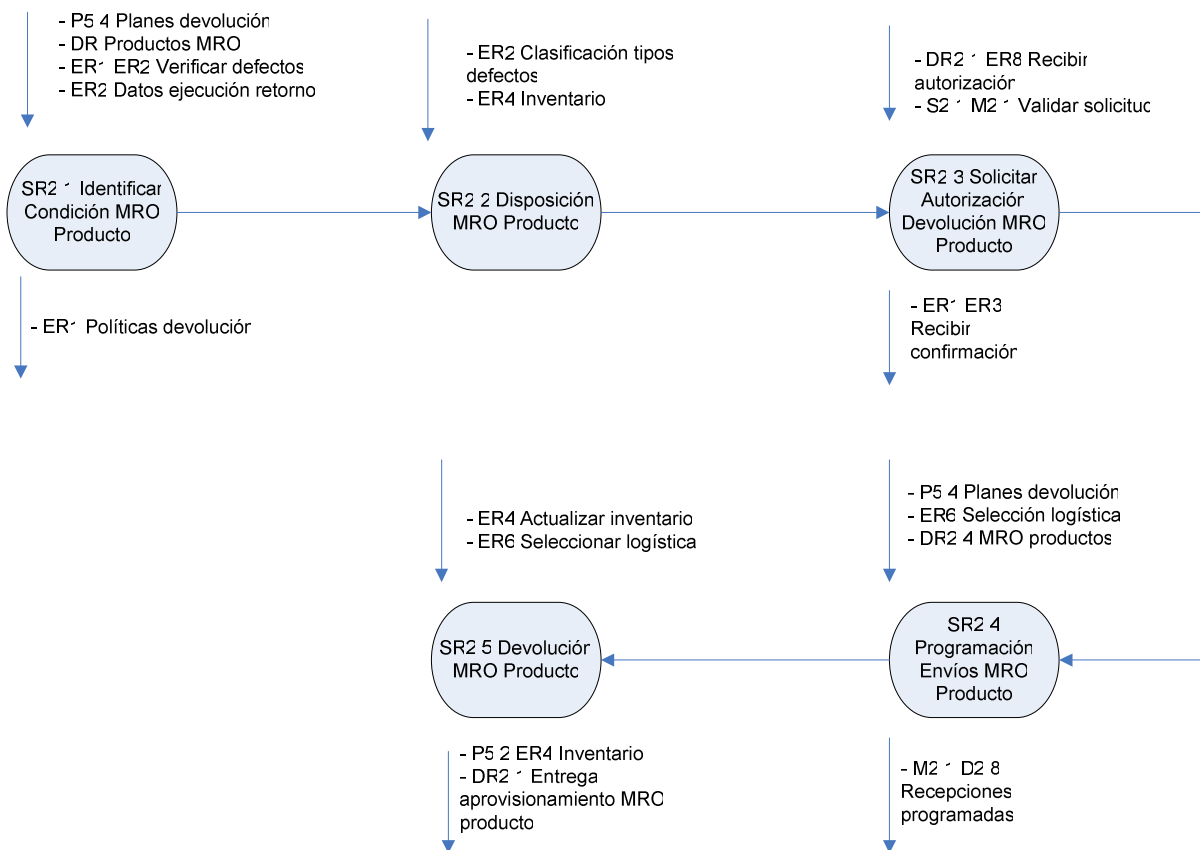


Figura A.3.7. Diagrama de elementos de aprovisionamiento de devoluciones de productos MRO.

## DR1 Distribución Devolución Productos Defectuosos

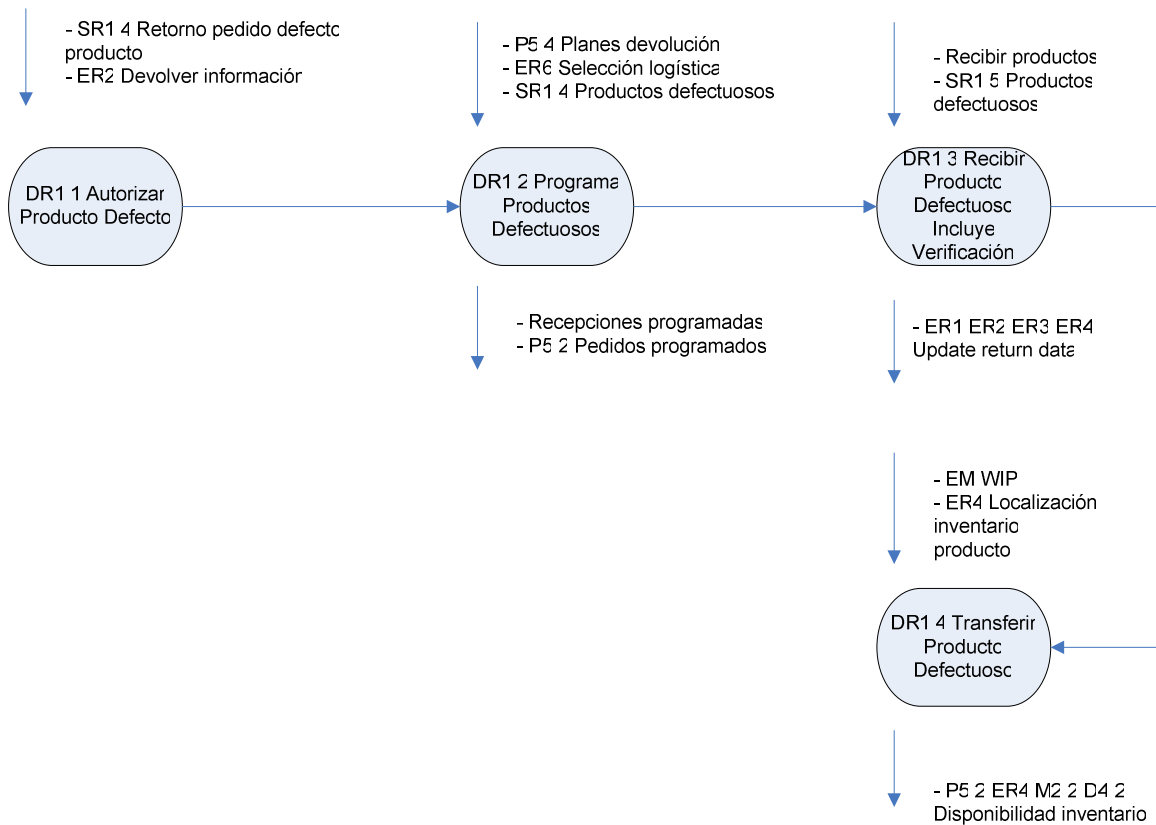


Figura A.3.8. Diagrama de elementos de entrega de devoluciones de productos defectuosos.

**DR2 Distribución Devolución Productos MRO**

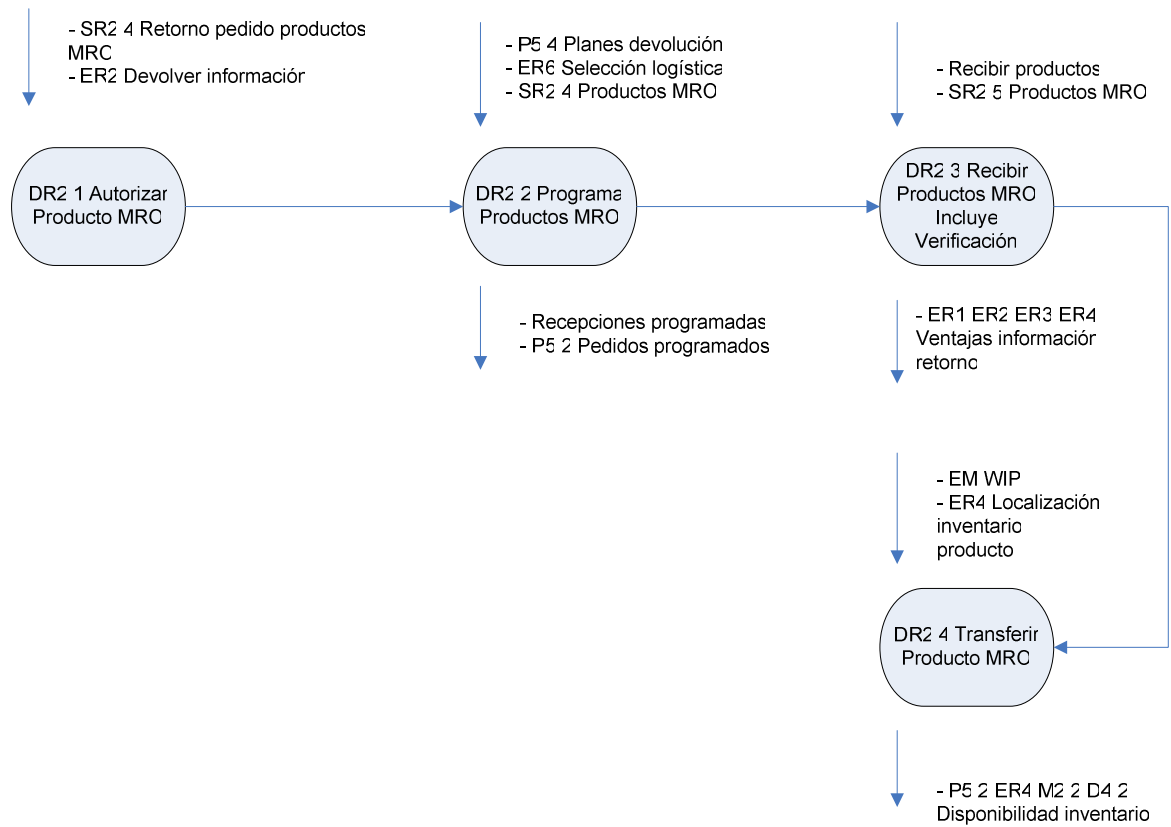


Figura A.3.9. Diagrama de elementos de entrega de devoluciones de productos MRO.

### A.4. Diagramas Etapa Concesionario

#### P1 Planificación de la Cadena de Suministro

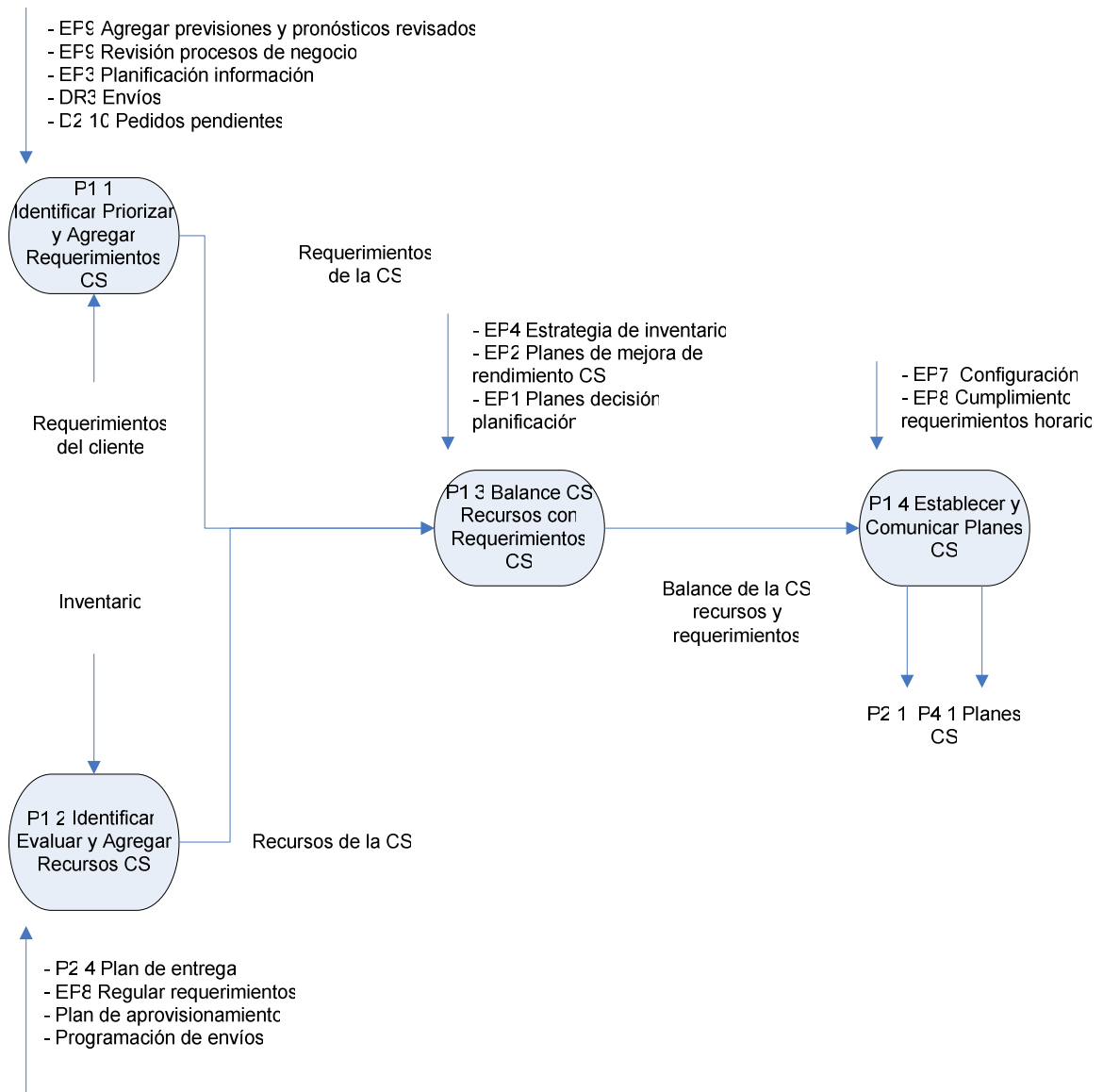


Figura A.4.1. Diagrama de elementos de planificación de la Cadena de Suministro.

## P2 Plan Aproveccionamiento

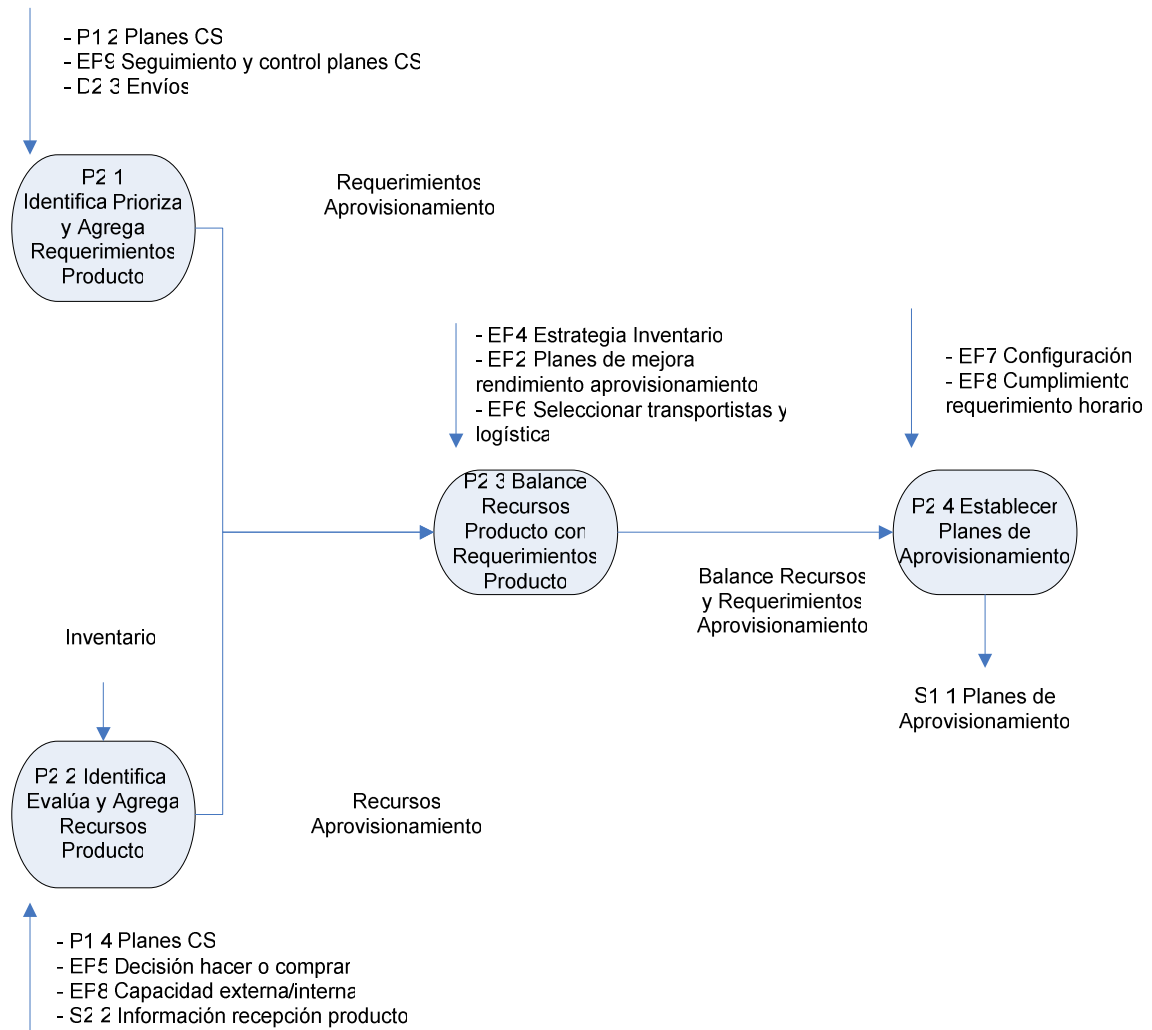


Figura A.4.2. Diagrama de elementos de planificación de aprovisionamiento.



### P4 Plan Distribución

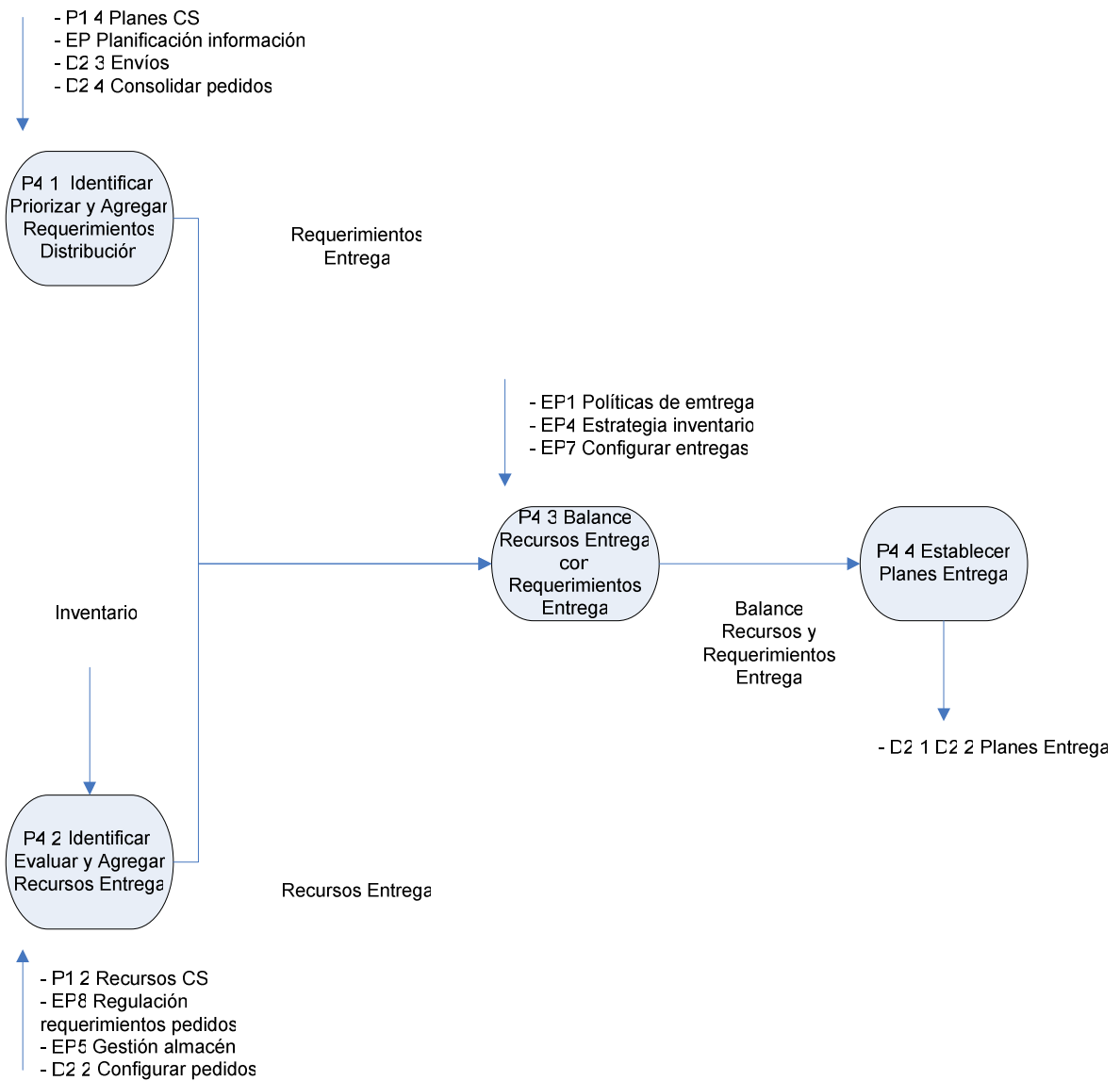


Figura A.4.3. Diagrama de elementos de planificación de la distribución.

### S2 Aprovisionamiento bajo pedido

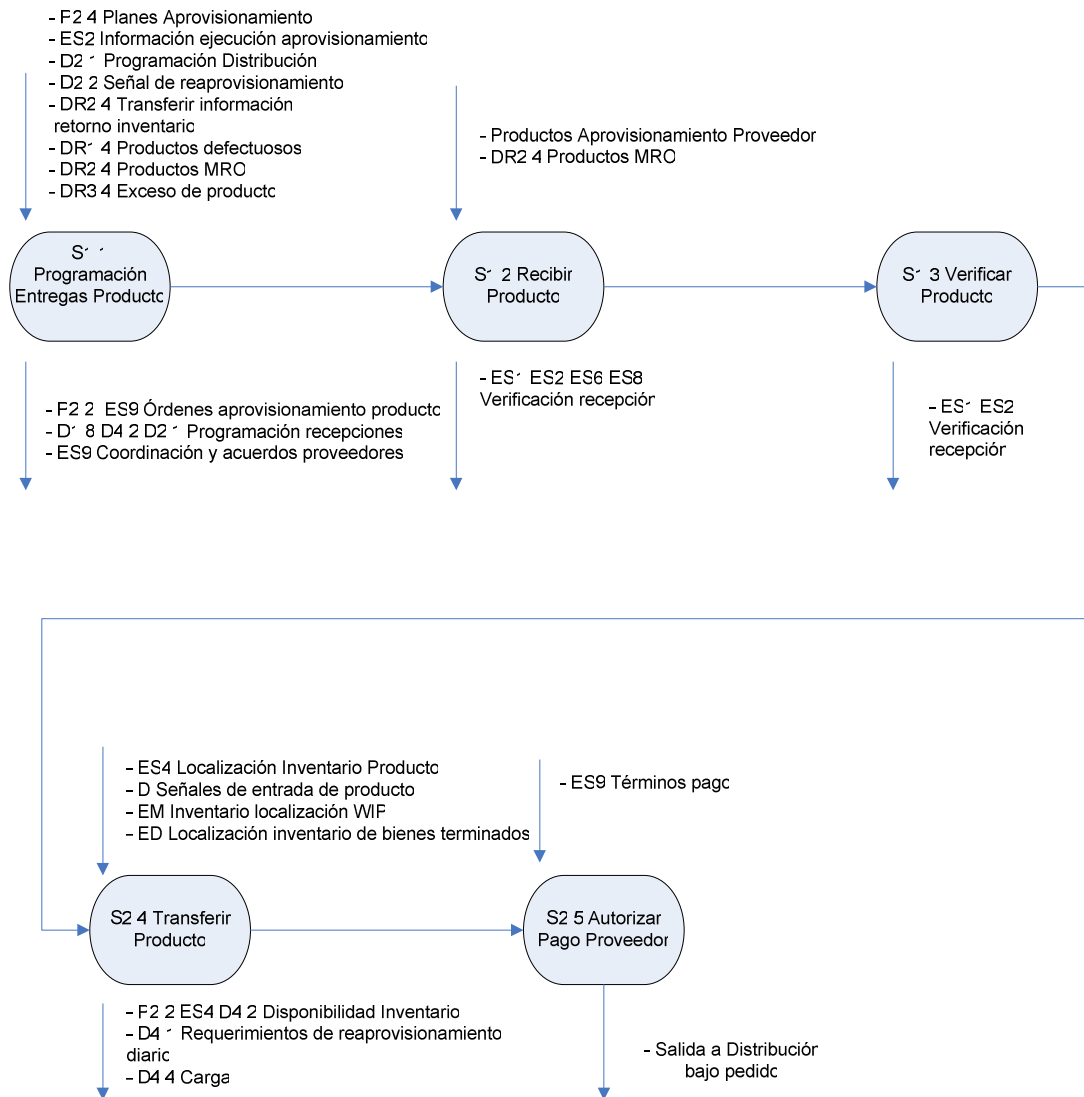


Figura A.4.4. Diagrama de elementos de aprovisionamiento bajo pedido.

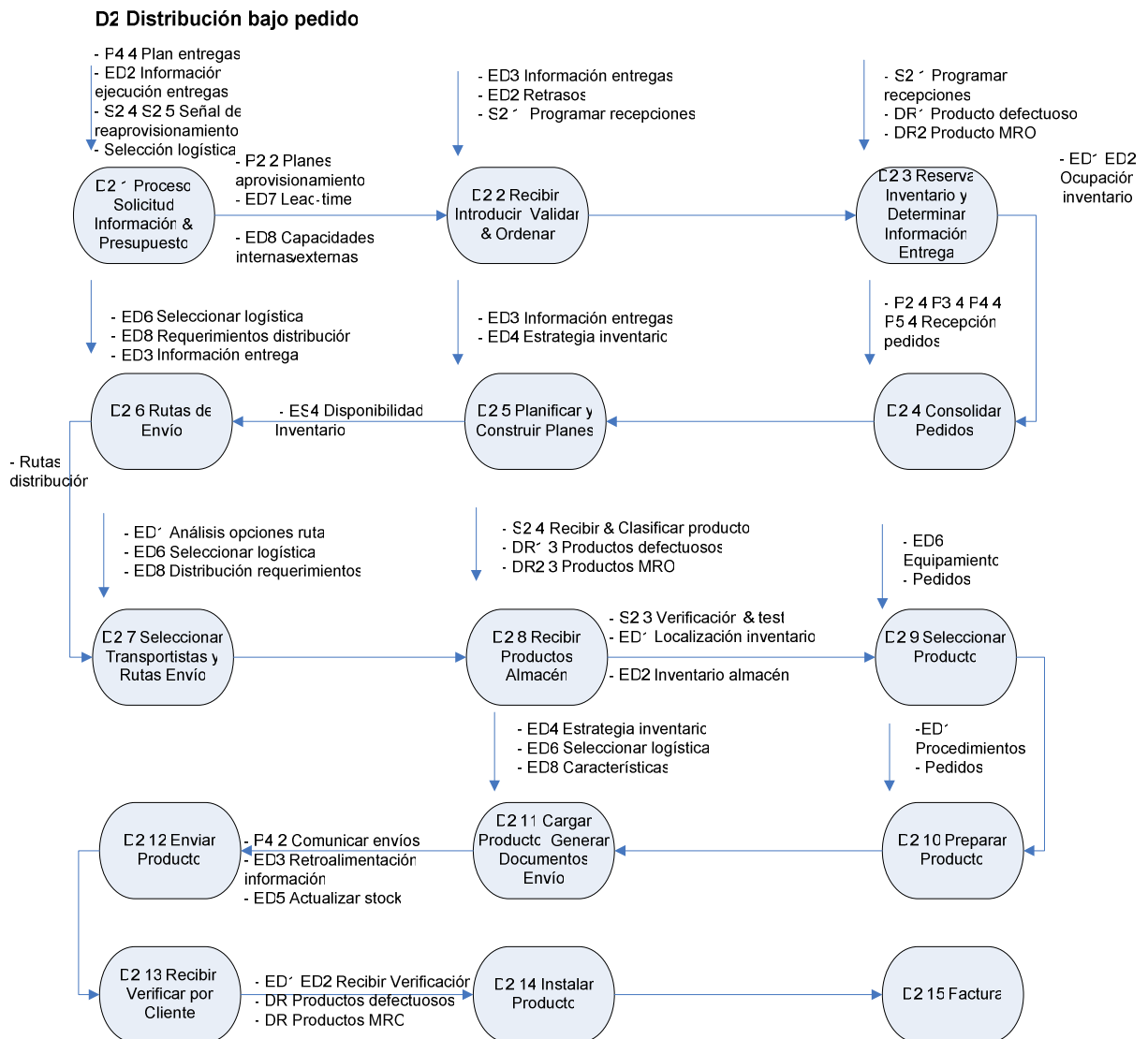


Figura A.4.5. Diagrama de elementos de distribución bajo pedido.

**SR1 Devolución de Producto Defectuoso**

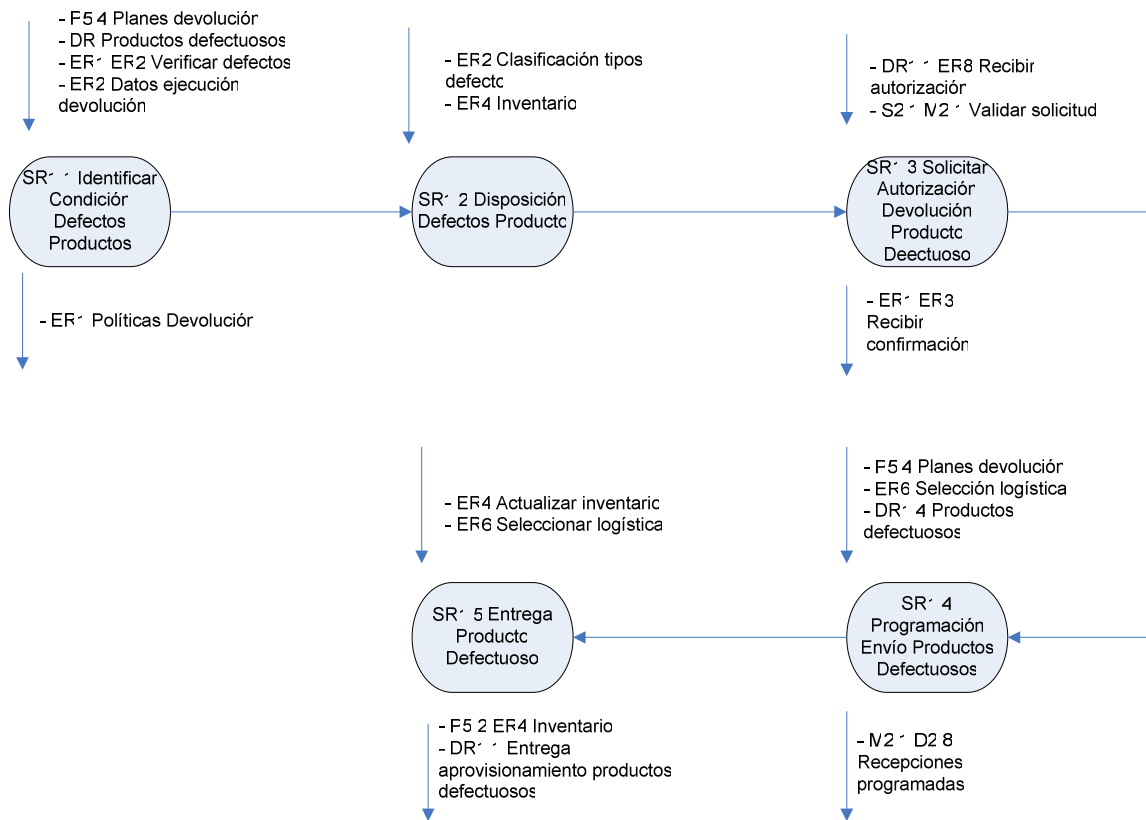


Figura 4.6. Diagrama de elementos de aprovisionamiento de devoluciones de producto defectuoso.

### SR2 Aprovisionamiento Devolución Productos Defectuosos

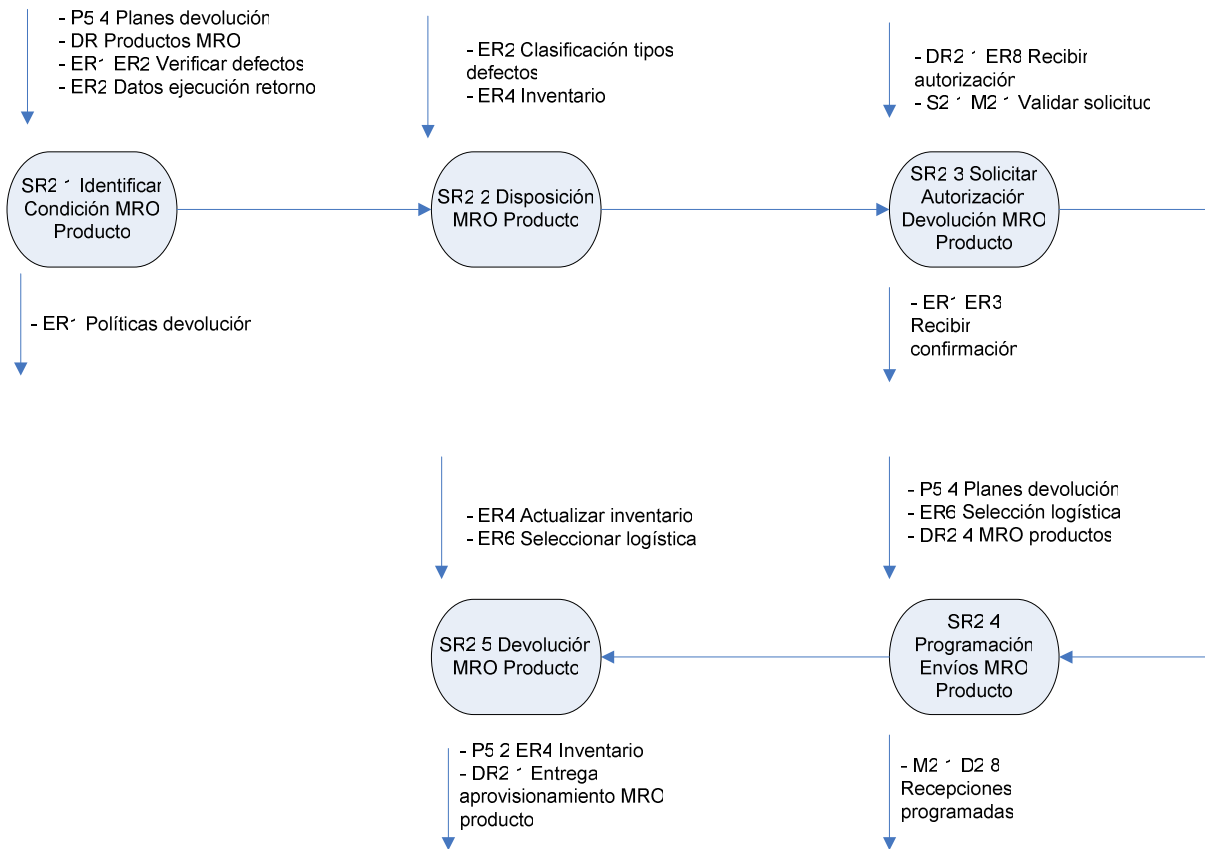


Figura 4.7. Diagrama de elementos de aprovisionamiento de devoluciones de productos MRO.

## DR1 Distribución Devolución Productos Defectuosos

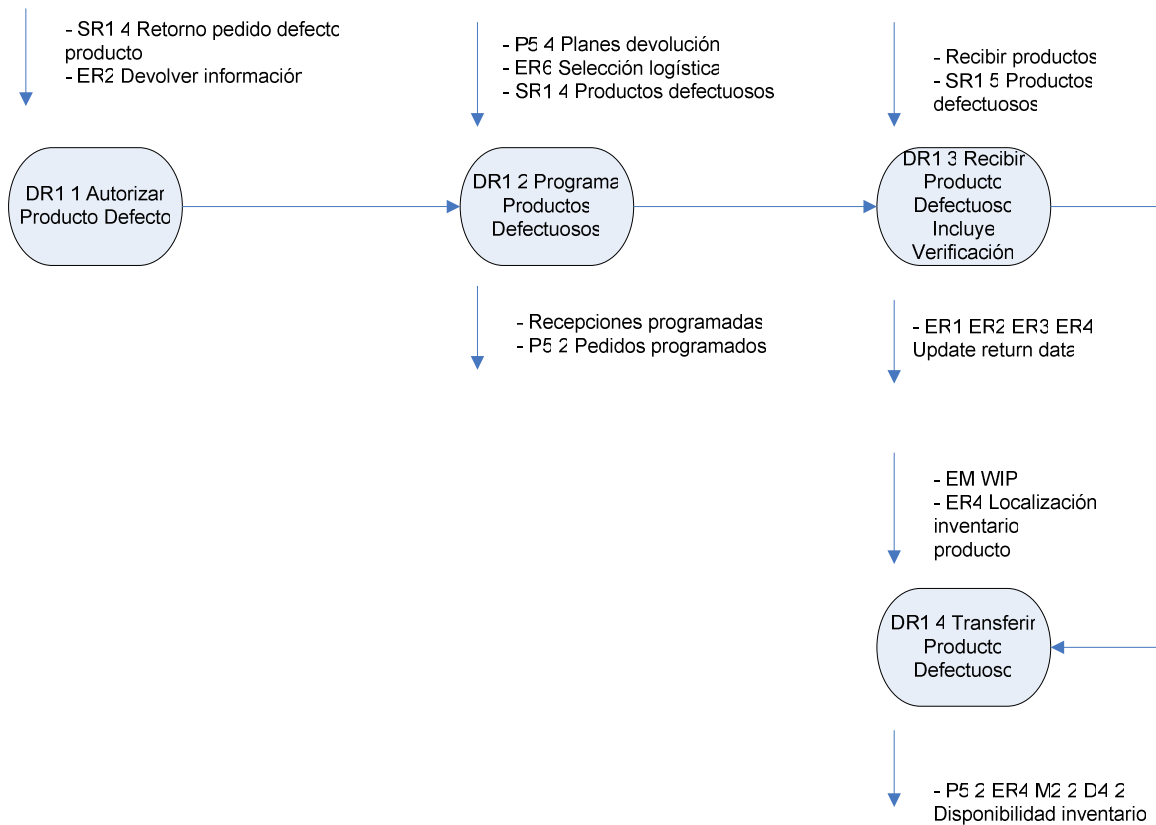


Figura A.4.8. Diagrama de elementos de entrega de devoluciones de productos defectuosos.

**DR2 Distribución Devolución Productos MRO**

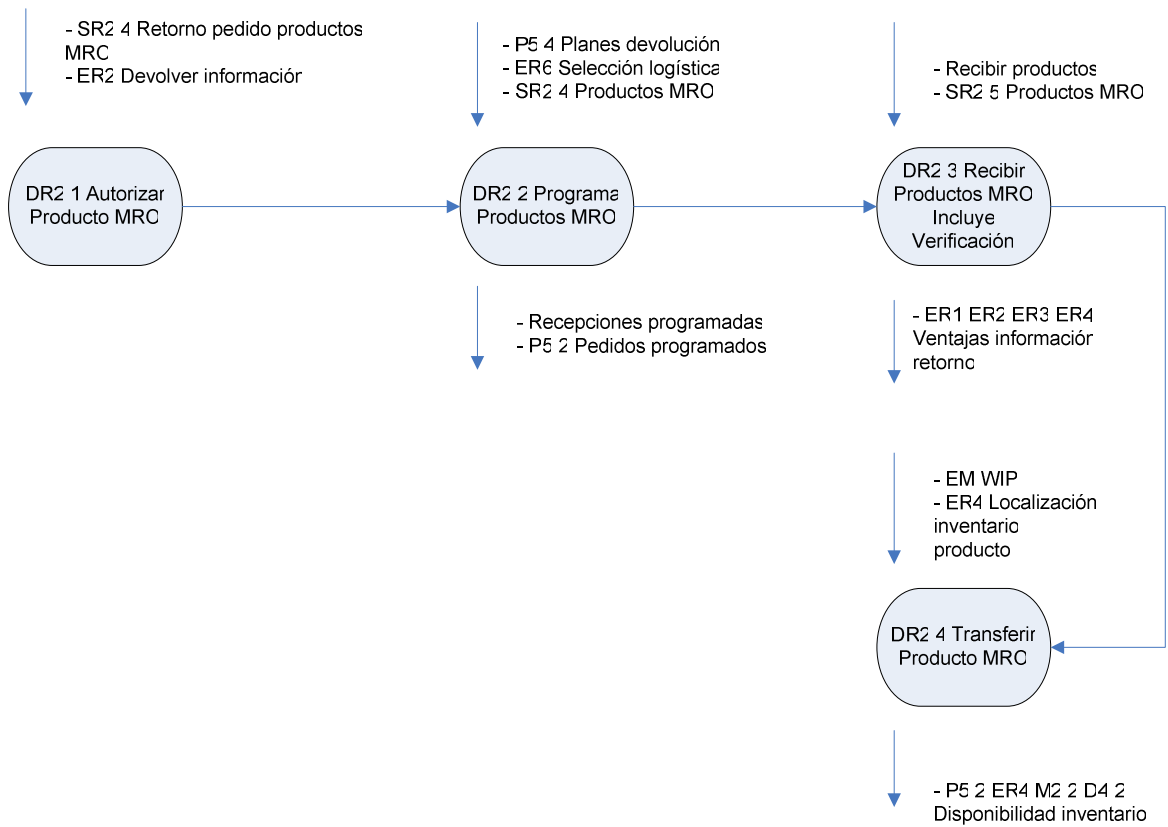


Figura 4.9. Diagrama de elementos de entrega de devoluciones de productos MRO.

<b>Área de decisión: Planificación</b>
Incluye P1: Planificación de la Cadena de Suministro
1. Se ha designado un equipo para la planificación de la estrategia de operaciones
2. Se producen encuentros formales con cierta regularidad
3. Están representados en este equipo la mayoría de funciones importantes de la cadena (Ventas, marketing, logística, etc)
4. Se tiene documentados (descripción de procesos, gráficos, flujos, etc) los procesos de planificación en la estrategia de operaciones
5. Hay un partner dominante en el proceso de planificación de la cadena
6. Se tienen definidas las prioridades del cliente
7. Se tienen definidas las prioridades del producto
8. Se producen modificaciones entre la estrategia y la documentación asociada
9. Se han establecido las métricas de rendimiento de la Cadena de Suministro
10. Se ha observado el impacto de las estrategias en la medición del rendimiento de la CS
11. Se usan las herramientas adecuadas de análisis para examinar el impacto antes de la toma de decisiones
12. Esta incluido el equipo en la selección de los miembros de la gestión de la CS
13. Se mira la rentabilidad del cliente
14. Se mira la rentabilidad del producto
15. Se participa en las relaciones cliente-proveedor
16. Los sistemas de información actual soportan el proceso de gestión de demanda
17. Se analiza la variabilidad de la demanda de los productos
18. Se tiene documentado el proceso de predicción de demanda
19. El proceso emplea datos históricos en el desarrollo de la predicción
20. Se utiliza métodos estadísticos en la predicción de la demanda
21. El proceso está basado en una programación regular
22. Hay una predicción desarrollada para cada producto
23. Hay una predicción desarrollada para cada cliente
24. Hay un partner dominante en el proceso de gestión de la demanda
25. El proceso de gestión de la demanda emplea información del cliente
26. Se realiza una predicción semanal
27. Es la predicción creíble o veraz
28. Se usa la predicción para el desarrollo de planes y para la toma de decisiones
29. Que grado de precisión tiene la predicción
30. Están integradas la gestión de la demanda y los procesos de planificación de la producción
31. Los departamentos de ventas, fabricación y distribución colaboran en el desarrollo de la predicción
32. La toma de decisiones en esta área proporciona rendimiento



<b>Área de decisión: Aprovisionamiento</b>
Incluye P2: Planificación del Aprovisionamiento
1. Esta documentado el proceso de abastecimiento (descripciones escritas, flujos, etc)
2. El sistema de información soporta este proceso
3. Están las relaciones de los proveedores (variabilidad, métricas..) entendidas y documentadas
4. Es un proceso propio identificado
5. Se tiene proveedores estratégicos para todos los productos y servicios
6. Los proveedores gestionan el nuestro inventario de abastecimiento
7. Se dispone de e-procurement
8. Se comparte información y planificación con los proveedores
9. Los proveedores clave tienen personal en otras empresas de la cadena
10. Se colabora con los proveedores y se desarrolla planes con éstos
11. Hay designado un equipo para el procesos de aprovisionamiento
12. Se mide y se realimenta el rendimiento del proveedor
13. El equipo de aprovisionamiento dispone de una regulación y una documentación
14. Otras funciones (ventas, fabricación..) están relacionadas con el área de aprovisionamiento
15. La toma de decisiones en esta área proporciona rendimiento

<b>Área de decisión: Fabricación</b>
Incluye P3: Planificación de la Producción
1. Se tiene documentado (descripciones escritas, flujos..) los procesos de planificación y programación de la producción
2. Están los procesos de planificación coordinados e integrados con otras áreas
3. Se tienen procesos propios
4. Se realizan planificaciones y programaciones semanalmente
5. Es el lead time del proveedor mayor que el proceso de planificación
6. Se actualiza el aprovisionamiento mensualmente
7. Se usan restricciones en la metodología de planificación
8. Está los flujos de compra integrados en el resto de los procesos programación
9. Actualmente los sistemas de información disponibles soportan estos procesos
10. Se mide la adherencia de los planes
11. Los procesos actuales están adecuadamente adaptados a las necesidades del negocio
12. Las distintas empresas colaboran en la procesos programación y planificación de ventas, fabricación y distribución
13. Está la información de los requerimientos del cliente incluida en la propia
14. Los cambio producidos son aprobados por los partners y se documentan
15. A que nivel de detalle son desarrollados los planes
16. La toma de decisiones en esta área proporciona rendimiento

<b>Área de decisión: Distribución</b>
Incluye P3: Planificación de la Distribución
1. Los procesos de comprometer pedidos están documentados (descripción, flujos..)
2. Se tiene procesos propios de comprometer pedidos
3. Que porcentaje de pedidos entregados a tiempo se tiene actualmente
4. Están los clientes satisfechos con el actual rendimiento de entrega
5. Se realizan pedidos
6. Se compara los requerimientos del cliente con el actual rendimiento de entrega
7. Se encuentra la demanda del cliente a corto plazo en el inventario disponible
8. Dada la demanda potencial, que porcentaje de pedidos en firme se puede hacer frente en las condiciones iniciales requeridas pro el cliente
9. Están los compromisos de entrega proyectados según los requerimientos de cliente
10. Se comprometen pedidos que puede ser satisfechos por los niveles de inventario actuales
11. La capacidad disponible responde a la capacidad de respuesta requerida
12. Se reabastece el inventario automáticamente
13. Las distintas empresas colaboran en la procesos programación y planificación de ventas, fabricación y distribución
14. Los sistemas de información actuales soportan el procesos de pedidos
15. Se mide los escenarios de roturas de stock
16. Están los procesos de comprometer pedidos integrados en la planificación estratégica
17. Los procesos de gestión de la distribución están documentados
18. El sistema de información soporta la gestión de la distribución
19. Las redes y relaciones están descritas y documentadas
20. Se dispone de procesos de distribución propios
21. El impacto de los cambios es suficientemente analizada después de realizado
22. Los cambios realizados son respuestas a los indicadores obtenidos
23. Son las entregas expedidas
24. Se emplean herramientas matemáticas en la planificación de la distribución
25. Puede responderse rápidamente a los cambios
26. Cada nodo de la red dispone de controles de medición y de stock
27. La gestión de la distribución está integrada en el resto de procesos
28. Se emplean reabastecimientos automáticos en la red
29. Se mide los procesos de gestión de distribución
30. Son empleados para reconocer y recompensar los procesos participantes
31. La toma de decisiones en esta área proporciona rendimiento