

Desarrollo de un modelo de decisión de centralización de la planificación en redes de fabricación

Herwig Mittermayer¹, Carlos Rodríguez Monroy¹

¹ Dpto. ETS Ingenieros Industriales/Universidad Politécnica de Madrid. C/ José Gutiérrez Abascal, 2 28006 Madrid. Tel. + 34 913364265 Fax: + 34 913363005 E-mail: h.mittermayer@web.de, crmonroy@etsii.upm.es

Resumen

La gestión de la cadena de suministro cobra cada vez más relieve debido a la distribución internacional de los procesos de producción. Los correspondientes sistemas informáticos imprescindibles para la realización se basan en una planificación central de los recursos, pero no todas las compañías muestran en todas las áreas características favorables para el uso beneficioso. El objetivo principal de la presente investigación es facilitar una herramienta con la cual es posible identificar la forma adecuada de centralización en la planificación de producción. El modelo consiste en dos bloques principales: por un lado se desarrollan propuestas organizativas con distinto grado de centralización y por otro lado se describen los factores de influencia como base de decisión sobre el tipo de organización. El caso práctico trata de una red de fabricación de la industria farmacéutica. La aplicación ejemplar sirve para comprobar el uso del modelo.

Palabras clave: Cadena de suministro, centralización, planificación de producción, industria farmacéutica.

1. Introducción y motivación

En los últimos años las empresas manufactureras se han visto enfrentadas a un entorno empresarial cada vez más competitivo y dinámico. Por un lado el cliente exige bajos costes y tiempos de entrega cortos, pero a la vez demanda un mayor grado de innovación e individualización del producto. Por otro lado han surgido nuevas oportunidades en mercados extranjeros. Como consecuencia, las compañías han creado capacidades de producción en el extranjero para aprovechar la mano de obra de menor coste y para poder reaccionar ágilmente a cambios de la demanda en los mercados locales. Para acceder a nuevos mercados de forma rápida, la mayoría de las empresas han adquirido compañías existentes con los recursos adyacentes en lugar de fomentar una estructura propia a través de un crecimiento interno. Este proceso conlleva inconvenientes porque la compañía adquirida está caracterizada por:

1. Unos recursos que no se corresponden exactamente con las necesidades de la empresa compradora.
2. Una cartera de productos que no encaja totalmente con la estrategia de la casa matriz.
3. Sistemas TI que no son necesariamente compatibles.

La dirección debe enfocarse en la planificación de la producción de los productos principales con el fin de establecer una estrategia corporativa para todo el grupo, pero a la vez debe respetar las particularidades de cada fábrica y de sus mercados. Esto significa tener en cuenta la propia cartera de productos de cada fábrica en el momento de asignar los pedidos a las

capacidades en la red de fabricación. Para la planificación de la producción resulta que, en primer lugar, se puede observar un mayor grado de distribución internacional de los procesos productivos. Es la causa de la creciente importancia de la gestión de la cadena de suministro (*Supply Chain Management*, SCM). Significa un planteamiento integral de la planificación y del control de aprovisionamiento, de la producción y de la distribución a lo largo de la cadena de valor respetando las restricciones de material, tiempo y capacidades (Schiegg *et al.* 2002). En segundo lugar, gracias a la heterogeneidad de las características de las fábricas con respecto a clientes, maquinaria y sistemas de TI, la organización de la planificación de producción tiene que estar adaptada a la situación individual de cada compañía. Ante las dificultades de integración descritas, las empresas adquiridas hoy en día todavía se encuentran en su gran mayoría en una situación parecida a la de un proveedor externo (Lücke 2005).

Debido a la alta complejidad de los sistemas de producción y a la gran variedad de productos, la gestión de la cadena de suministro hoy en día no es manejable sin disponer de un sistema SCM. Dado que las fábricas ya disponen de software para la planificación de recursos (*Enterprise Resource Planning*, ERP), se puede implantar el sistema SCM para realizar la planificación táctica a medio plazo, aprovechando la base de datos del sistema ERP subyacente. Después de haber planificado y distribuido los pedidos de forma central con un horizonte temporal medio, el departamento local es responsable de la planificación a corto plazo.

Se dispone de abundante información sobre los grandes grupos internacionales de industrias como la alimentación, la tecnología de la información o la automoción (Philipsson 2003). Las características de estos sistemas de producción encajan con la arquitectura de este tipo de software y con la planificación central asociada. Mientras los sistemas SCM ya están instalados con éxito en la mayoría de los fabricantes más grandes, la penetración en el segmento de empresas medianas es escasa. Según una encuesta en la industria alemana, un 80% de los fabricantes todavía no disponen de esta solución informática (Schiegg 2005).

El objetivo de la presente investigación es el desarrollo de un modelo de decisión con lo cual es posible identificar la forma de organización adecuada en la gestión de la cadena de suministro en función de las características de la red de producción. El primer paso consiste en distinguir los tipos de relaciones entre fábricas. Luego se desarrollan tipos organizativos como referencias. La utilidad de esas propuestas organizativas depende de la situación particular de la empresa, que está descrita por varios factores de influencia. Una aplicación práctica en el ámbito de la industria farmacéutica comprueba la validez del modelo de decisión.

2. Literatura y enfoque de investigación

La investigación en la gestión de la producción se basa en el enfoque instrumental o en el institucional. Entre los enfoques instrumentales han de destacarse la investigación orientada a tareas y los modelos orientados a procesos. En el campo de los enfoques orientados a tareas, Felsner (1980) desarrolla un catálogo de tareas logísticas. Diversos criterios logísticos influyen en el diseño del departamento de logística. Felsner distingue entre cuatro dimensiones: la tarea, el tipo de organización, la jerarquía y el grado de formalización. De forma semejante, Miller y Gilmour (1979) proponen implantar la función de un *materials manager* cuyas responsabilidades se definen en función de las características de la compañía. Debido a la creciente importancia de reducir el tiempo de entrega, la investigación se centra cada vez más en los procesos. Hammer y Champy (1994) desarrollan interfaces de procesos

entre las áreas funcionales para alinear los objetivos departamentales con los globales de la empresa. La investigación descrita se limitaba a fábricas individuales. Gracias al cambio del entorno empresarial, las compañías se enfocaban en la gestión de la cadena de suministro. En el ámbito científico surgían críticas sobre los enfoques instrumentales. Aunque mostraran herramientas innovadoras para la reorganización, no respetaban las características individuales de la empresa. La aproximación contingente de Mintzberg (1979) – un enfoque muy reconocido entre los institucionalistas – trataba de descubrir porqué las organizaciones aparecen en varias formas. "*Effective structuring requires a close fit between the contingency factors and the design parameters*". Fisher (1997) distingue entre productos funcionales e innovadores con una serie de características consecuentes respecto al sistema de producción. La gestión de la cadena de suministro puede ser o bien físicamente eficiente o flexible. Los productos funcionales requieren una gestión físicamente eficiente, mientras que los productos innovadores deben ser gestionados de forma flexible. Klaas (2002) concentra su investigación en "segmentos logísticos". Un segmento logístico tiene características claramente diferentes de otros y por lo tanto debería ser coordinado de forma autónoma. Esta investigación está basada en el enfoque institucional. Trata de desarrollar una herramienta de la que se derivan recomendaciones organizativas de las características de la red de producción.

3. Clasificación de relaciones en la red de producción

Basándose en anteriores clasificaciones (Crowston 1994; Rilling 1997), en éste trabajo de investigación se destacan dos relaciones fundamentales entre fábricas:

1. Redundancia. Los pedidos pueden ser dirigidos a varias fábricas ya que los materiales o capacidades existen de forma duplicada en la red de producción. Aunque no existe un flujo directo entre las plantas hay una interdependencia horizontal de recursos a nivel de planificación.
2. Secuencia. El producto final de una fábrica es material requerido en otra. La interdependencia está establecida por el flujo de material y por lo tanto se debe al acoplamiento vertical de fábricas.

Además, existen derivaciones de las relaciones fundamentales. La sincronización significa que unos materiales o componentes de diferentes plantas serán ensamblados o procesados juntos en una tercera fábrica. Se trata de una combinación de varias secuencias paralelas. El concepto del *extended workbench* describe el *outsourcing* de unos procesos predeterminados en la producción y puede ser representado por dos secuencias en línea.

4. Tipos referenciales de organización

La centralización permite fusionar en una entidad central tareas que originalmente se han ejecutado en varias entidades autónomas. Pueden estar afectadas una o varias áreas funcionales de forma parcial o total. Se han desarrollado cuatro tipos referenciales de organización como alternativas (figura 1).

Típicamente el nivel de integración organizativa es relativamente bajo entre diferentes fábricas si el conjunto está integrado por fábricas adquiridas. En este caso no existe una entidad central que es responsable de la planificación táctica para varias plantas. Según la tipología propuesta se trata de la descentralización total. Partiendo de este tipo referencial que habitualmente es la forma actual de organización, se puede realizar la centralización siguiendo un criterio funcional o divisional. En caso de la centralización funcional se considera la centralización de tareas de planificación de la producción de varias fábricas. Adicionalmente,

puede que sea indicado centralizar tareas de otras funciones (compras o ventas). La centralización total contempla las tres funciones. Alternativamente, se pueden centralizar las tareas respecto a un segmento de fabricación, es decir, aislar y fusionar la planificación de una selección de recursos a lo largo de varias fábricas. La segmentación se puede realizar por varios criterios como mercados territoriales, clientes, productos o recursos de fabricación. Como esta forma de la reorganización recuerda al concepto de organización por líneas de negocio, este tipo recibe el nombre de “centralización divisional”.

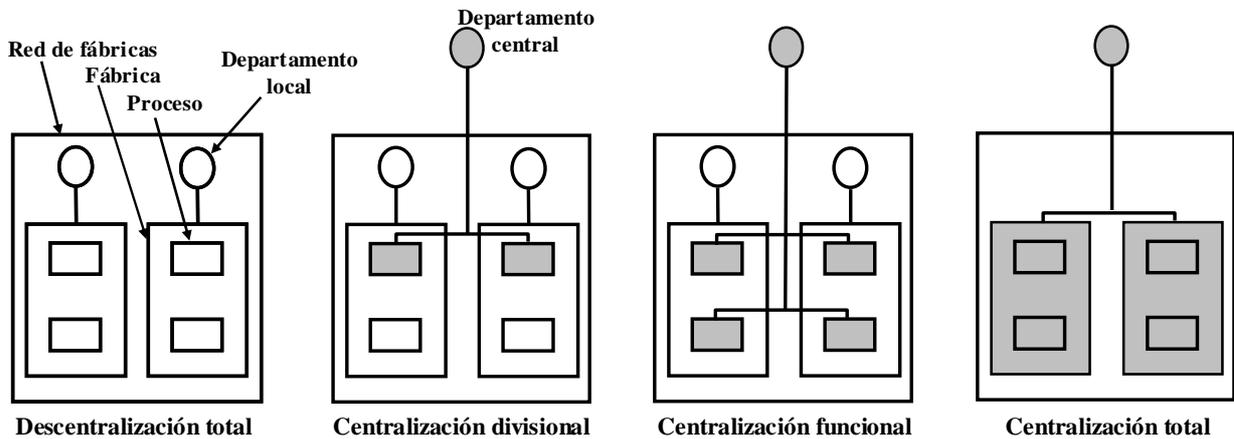


Figura 1. Tipos referenciales de organización.

5. Factores de influencia

La decisión sobre la forma adecuada de organización depende de las características del sistema de producción y de su entorno. Los factores de influencia describen los diversos aspectos que representan la peculiar situación de la red de fábricas. Son aquellos parámetros predeterminados que no se encuentran bajo el control del diseño (Güthenke 2000). El modelo desarrollado contempla una gran variedad de factores agrupados de manera estructurada. Los factores internos son asignados a la red de fábricas, a la planta individual y al nivel de material y proceso. Las características de los mercados de proveedores y de clientes marcan dos categorías de factores externos a la producción. Para cualquier forma de centralización es necesario que las relaciones entre fábricas sean suficientemente estrechas. Así, la coordinación de las interdependencias subyacentes conlleva un aumento en la eficiencia de la organización. El valor de los materiales procesados en las planificaciones interdependientes en relación con el coste total de la producción de la red de fábrica determina la primera métrica. Valores bajos indican que no es económico incurrir en el coste de coordinación adicional para la implantación y operación de una entidad central de planificación.

La centralización divisional supone centralizar procesos y materiales que parcialmente se siguen utilizando en el ámbito de la planificación local. Por eso hay que averiguar el valor de los materiales procesados del segmento en proporción al valor total de los materiales procesados en la planificación centralizada. Solamente si el valor específico del segmento sobrepasa cierto límite, la centralización divisional es una alternativa valiosa. Además, la gestión aislada de un segmento que se extiende por la red de fábricas solamente es recomendable si la estructura de producción interna de cada planta es apropiada. Después de la reorganización, la planificación central y local deberían manejar un mínimo de materiales y procesos idénticos. Consecuentemente, se debe analizar cada proceso de fabricación. La información correspondiente puede ser extraída de los sistemas ERP basándose en las rutas de trabajo y en las listas de materiales. Si el grado de entrelazamiento entre los dos niveles de

planificación es demasiado alto a lo largo de la cadena de suministro, los beneficios de la centralización divisional se consumen por el coste de coordinación.

Al nivel más detallado de materiales y procesos se han detectado varios factores del contexto. En función de si se trata de una interdependencia por redundancia o por secuencia, se puede variar el efecto de factores influyentes.

En la figura 2 están representados los factores de influencia junto con sus efectos respecto a la intensidad de la interdependencia.

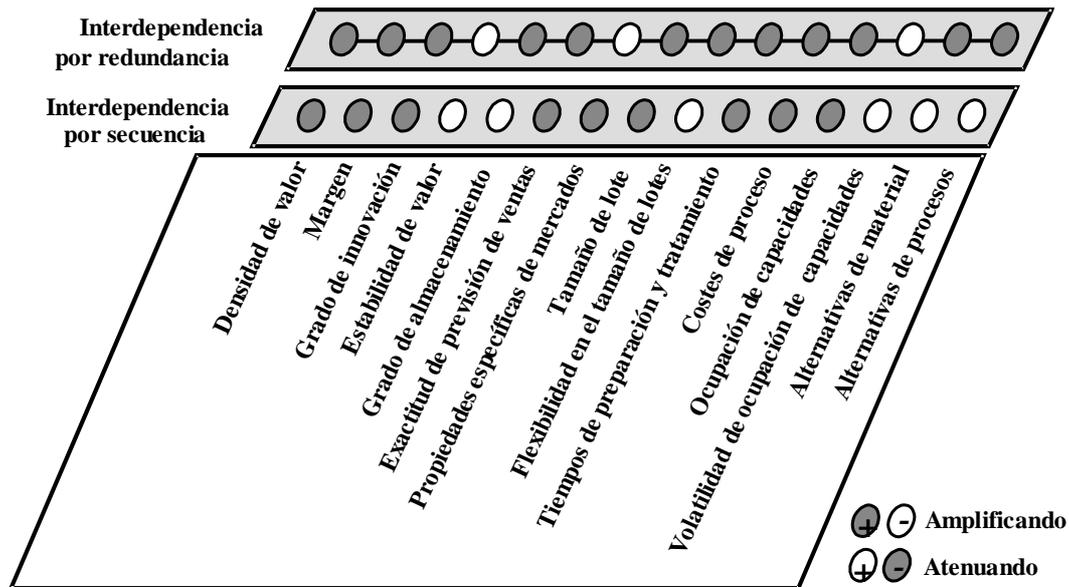


Figura 2. Factores de influencia a nivel material/proceso y sus impactos.

En cada caso concreto, los factores tienen que ser evaluados de forma individual para cada relación. Cuando los factores que indican intensas interdependencias predominan sobre aquellos responsables de débiles relaciones, material y proceso son apropiados para la centralización. En la mayoría de los casos el valor del factor no varía en función del tipo de relación subyacente. Por ejemplo, costes adicionales de coordinación resultan en reducciones mayores de costes cuando más alto sea el valor del material en cuestión. Esto es debido al hecho de que la mejora de resultados gracias al método más sofisticado de planificación depende del valor del material o proceso mientras que el coste para realizar la tarea es independiente de los objetos subyacentes.

Otros factores de influencia, en su gran mayoría relacionados con la flexibilidad de producción, no afectan de forma igual a distintas interdependencias. Al coordinar interdependencias por redundancias se amplía el campo de decisión por alternativas para mejorar los resultados de la planificación. Por lo tanto, cuando es más flexible la producción respecto a materiales y capacidades redundantes, mayores son los beneficios consiguientes de la planificación central. Por el contrario, interdependencias por flujo de material son más intensas en ausencia de flexibilidad (Schotten 1998). Por ejemplo, cuando un pedido tiene muchas especificaciones particulares del cliente o del mercado, los flujos de material son relativamente determinados y por lo tanto las posibilidades de asignar el pedido a fábricas alternativas es bastante limitada. El factor atenúa las interdependencias por redundancia pero amplifica aquellas por secuencia. Dado que las posibilidades de variar los flujos son

relativamente limitadas, la coordinación eficiente de los flujos de material entre dos plantas tiene una importancia relativamente alta.

Los factores externos tienen en cuenta mercados de compradores y proveedores.

La coordinación adicional adecuada entre fábricas depende de la armonía ya existente entre la organización de producción y ventas. Las líneas comerciales están típicamente fragmentadas según mercados de clientes, productos o territorios. Aunque también la organización de la producción en la red de fábricas puede seguir estos criterios, en la mayoría de los casos domina el criterio de la “tecnología” (Schotten 1998). Es decir, que cada fábrica dispone de su tecnología propia dentro de la red de producción.

Existen cuatro combinaciones de la organización de producción y ventas. Si actualmente se aplica el mismo criterio de segmentación en producción y ventas la coordinación adicional por centralización no aumenta la eficiencia porque casi no existe potencial conflictivo entre los departamentos en el estado actual. Si los criterios de fragmentación son fundamentalmente diferentes en las dos áreas funcionales, las plantas entregan de forma habitual a varias líneas de ventas. Los departamentos de ventas se encuentran en competición por las capacidades limitadas, de modo que la coordinación central es recomendable. Además, existen dos formas intermedias que son derivaciones de los tipos puros descritos anteriormente. Puede que coincida el criterio de organización en producción y ventas. No obstante, la asignación de la planta no está estrictamente fijada. Imagínese una planta que se dedica a fabricar un producto único en la red para abastecer al correspondiente mercado. En el caso que falten capacidades para proveer un mercado semejante, y que la fábrica sea capaz de cubrir esa demanda, surge la necesidad excepcional y temporal de producir para dos mercados. Además puede que producción y ventas sean organizadas según diferentes criterios pero que existan a nivel subordinado unidades de organización dedicados a la coordinación de los distintos intereses. Son, por ejemplo, *product managers* en departamentos de ventas regionales. El valor de la coordinación central en los casos intermedios depende entre otros criterios de la frecuencia de coordinación excepcional y del valor de los pedidos correspondientes.

El potencial de centralización en el área de compras se puede estimar basándose en la forma organizativa de la producción. En la mayoría de los casos la distribución de las capacidades está realizada por tecnología. Los procesos en las plantas se distinguen profundamente porque cada tecnología está asignada exclusivamente a una fábrica concreta. Los productos, y consecuentemente los requerimientos de material, tampoco coinciden habitualmente. Entonces, no se podrían aprovechar las economías de escala – por ejemplo, gracias a la unificación de pedidos – después de la centralización.

Por el contrario, en redes de producción organizadas según mercados territoriales, las fábricas producen la misma gama de productos o una semejante y requieren materiales idénticos. Por lo tanto será recomendable la centralización. Si se trata de la organización por productos o clientes, las posiciones en diferentes listas de materiales suelen ser por lo menos parcialmente idénticos. Resulta así un potencial limitado de centralización.

6. Relación entre los factores influyentes y la organización recomendada

En la figura 3 están ordenados los diversos factores de influencia según el nivel afectado. Para cada tipo de organización están marcados los requisitos respecto a los factores de influencia.

	Factores de influencia		Descentral. total	Central. divisional	Central. funcional	Central. Total
Nivel de red		Alta coincidencia del criterio de organización en producción y ventas.		(✓)	(✓)	✓
		La organización de producción favorece el aprovisionamiento central.		(✓)	(✓)	✓
		Alta importancia de decisiones interdependientes entre fábricas.		✓	✓	✓
		Concentración de planificación en un segmento específico.		✓		
Nivel de fábrica		La variedad de pedidos es escasa.		✓		
		Alta proporción de pedidos asignadas a la planificación central.		✓		
		Poca coincidencia en requerimientos de materiales a nivel local y central.		✓		
Nivel de proceso		Procesos y materiales muestran características que fortifican las interdependencias.		✓	✓	✓

Sombreado: áreas de supuesta centralización; en paréntesis: opcional

Figura 3. Combinaciones de factores y compatibilidad con los tipos de organización.

7. El estudio práctico en la industria farmacéutica

La empresa alemana investigada se dedica primordialmente a la investigación, el desarrollo, la producción y la distribución de medicamentos contra el dolor. En 2005 unos 5.000 trabajadores generaban un volumen de negocio de 700 millones de Euros, por lo cual la empresa puede ser considerada de tamaño mediano en la industria farmacéutica. Ha crecido gracias a adquisiciones en Europa y a nivel mundial, tanto en el área comercial como en producción. El estudio se enfoca al mercado europeo donde operan nueve organizaciones territoriales de ventas y cuatro fábricas que están situadas en Alemania, España, Italia y Suiza. La fábrica en España queda fuera del campo de nuestra investigación, dado que se dedica a la producción para terceros (*Toll Manufacturing*) y por lo tanto no forma parte de la red de producción del grupo.

La red de fabricación está organizada de la siguiente manera. Por un lado, la cadena de suministro de los productos *blockbuster* está distribuida verticalmente. El ingrediente farmacéutico activo (IFA) clave se procesa en Suiza mientras otros IFAs son proporcionados externamente en su mayoría. El IFA clave constituye la base para varias formas galénicas. En Suiza se producen pomadas, cremas y supositorios. La producción en Italia está especializada en sólidos orales como comprimidos y cápsulas, mientras que en Alemania se fabrican gotas y preparados semejantes. Los productos semi-terminados (*bulk*) se empaquetan en la misma fábrica para los mercados locales. El material restante se envía a Alemania al acondicionamiento central para suministrar desde allí a los mercados europeos. Los procesos

– excepto empaquetar – son organizados según el criterio de la “tecnología” empleada, o sea, que cada planta dispone de una tecnología exclusiva. Aparte del acondicionamiento central existen departamentos de acondicionamiento locales en cada planta. La cuestión es que la maquinaria es redundante dado que, por ejemplo, las pomadas son empaquetadas tanto en Suiza como en Alemania.

La centralización se puede realizar total o parcialmente, y en este segundo caso de forma funcional o divisional. Como segmento para la centralización divisional podrían valer los materiales y procesos designados para la fabricación de medicamentos con IFA clave.

En la figura 4 están representados los valores de producción de cada planta y la valoración de los flujos de materiales separados por su pertenencia a productos de IFA clave.

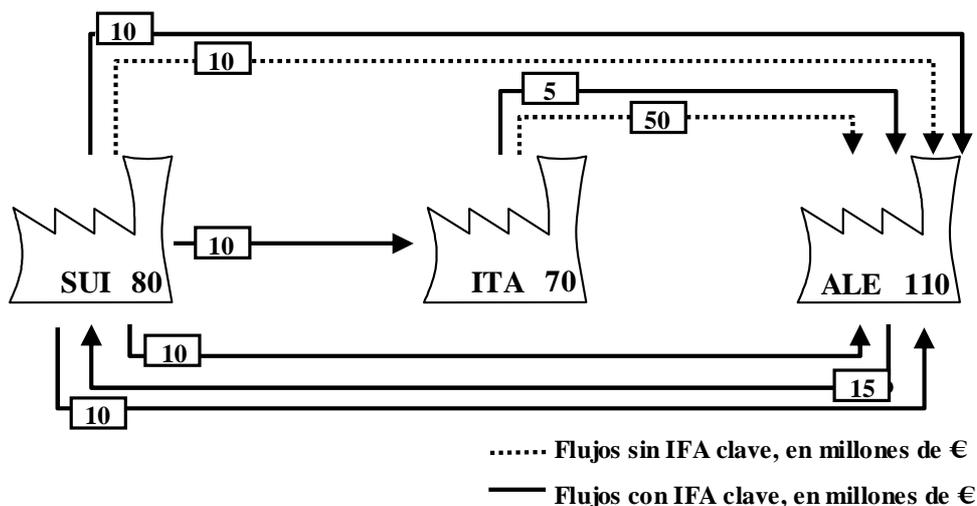


Figura 4. Coste de producción y valoración de los flujos de material.

El coste total de producción llega a los 260 millones de Euros mientras que los flujos de material como causa de interdependencias entre las fábricas se valoran en 120 millones de Euros, casi alcanzando un 50 % del coste de producción total. Las interdependencias son muy importantes de modo que la centralización generalmente puede ser una opción válida. La centralización divisional debe ser considerada si el valor proporcional del segmento de productos con IFA clave es suficientemente alto. Los flujos de material correspondientes valen 60 millones de Euros, o sea, exactamente la mitad de la suma de todos flujos intra-organizacionales. Las interdependencias afectan de forma importante al segmento de productos con IFA clave de modo que se sigue con la valoración de los factores al nivel de la fábrica. Sirve para evaluar las posibilidades de aislar parcialmente los procesos y materiales de varias plantas para fusionarlas en un segmento organizativo. La figura 5 representa los resultados del análisis de los procesos involucrados. Se puede constatar que los valores positivos predominan sobre los negativos de modo que se recomienda la centralización divisional.

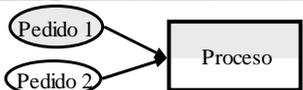
		Factores de influencia		Síntesis IFA clave	Molino y tamizado	Producción Comprimidos	Producción Pomadas	Producción Gotas	Empaquetamto. central
Nivel de fábrica		La variedad de pedidos es escasa.	+	0	+	-	-	-	
		Alta proporción de pedidos asignadas a la planificación central.	+	+	+	0	+	+	
		Poca coincidencia en requerimientos de materiales a nivel local y central.	+	0	+	+	0	-	

Figura 5. Evaluación de factores de influencia a diferentes niveles de fabricación.

Una evaluación semejante de los factores al nivel más detallado de las características de materiales y procesos revela que son generalmente apropiados para la centralización.

Así, al nivel de producción resulta recomendable la centralización divisional del segmento de productos con IFA clave.

Para poder averiguar el potencial de centralización en los campos de aprovisionamiento y ventas hay que evaluar los factores externos descritos.

Un factor externo describe la armonía entre la organización de producción y ventas. La necesidad de coordinación entre las dos áreas funcionales es alta cuando los criterios de organización no coinciden. En el caso dado existe una organización para cada mercado regional. En cambio, la red de producción está organizada principalmente según el criterio de la “tecnología” empleada, es decir, que cada fábrica dispone de una tecnología propia. Por ejemplo en Italia los recursos están especializados para fabricar sólidos orales como comprimidos y cápsulas. No obstante, al nivel de empaquetamiento está superpuesto un criterio secundario. En la central alemana están montadas varias líneas de diferente tecnología, dependiendo de qué forma galénica se trata, pero sin tener en cuenta el mercado territorial al que va a suministrar. Consecuentemente, la necesidad de coordinación por centralización es alta porque carece de coincidencia de criterio de organización en las dos áreas funcionales. Además, cada planta acondiciona los productos semi-elaborados destinados al correspondiente mercado local (figura 6) de forma autónoma. En este caso peculiar los criterios de producción y ventas sí coinciden, ambas áreas funcionales se dedican al mismo mercado. Dado que principalmente no coinciden los criterios en ventas y producción, la centralización y por lo tanto una planificación integral de previsión de ventas para toda la red de fábricas es aconsejable.

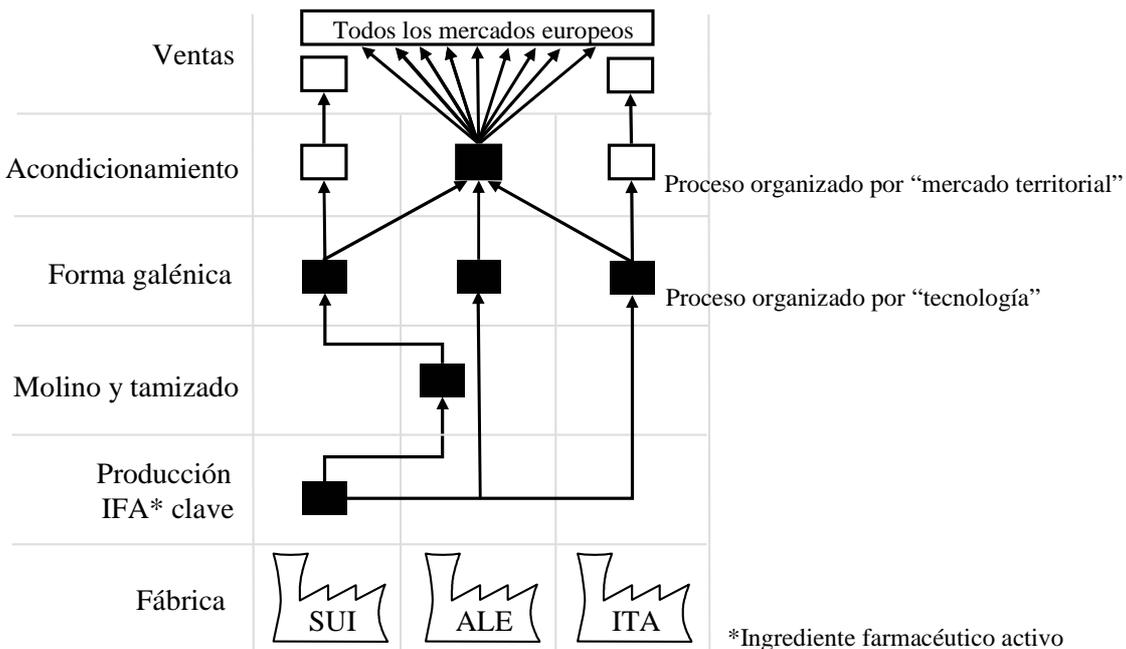


Figura 6. La cadena de suministro con indicación del criterio de organización.

La centralización en el área de aprovisionamiento no se recomienda cuando se trata de una red de producción organizada según el criterio de "tecnología". En los procesos asociados habitualmente se emplean materiales distintos porque son exclusivos en cada planta. La figura 6 revela que sólo al nivel de acondicionamiento se aplica – parcialmente – el criterio "mercado". Aunque de hecho existe cierta redundancia en los requerimientos de material a este nivel de procesos, sólo se trata de una proporción pequeña respecto a la totalidad de los procesos. Hay que rechazar, por lo tanto, la centralización del aprovisionamiento a lo largo de la red de producción.

Según el modelo desarrollado la forma adecuada de centralización sería la centralización divisional de los procesos y materiales que pertenecen al segmento de productos con IFA clave. Se debería implantar una previsión de ventas integrada para todo el grupo.

8. Resumen y conclusiones

Las redes internas de fabricación se amplían continuamente como consecuencia del crecimiento en los mercados internacionales. Para poder controlar y planificar de forma eficiente los flujos de material y de información hacen falta complejos sistemas informáticos que realizan una planificación central.

El objetivo principal de esta investigación es facilitar una herramienta para averiguar cuál será el grado y la forma adecuados de centralización. Se recomienda la centralización cuando las interdependencias entre las fábricas son fuertes. Por ello se describen los factores de influencia que afectan a la intensidad de interdependencia. Los factores se refieren a las características de la red de producción a distintos niveles y los mercados de proveedores y compradores. Se han desarrollado cuatro tipos de centralización que se recomiendan en función de la valoración de los factores. La aplicación del modelo a un caso práctico de la industria farmacéutica muestra su utilización.

En una futura investigación se puede ampliar el número de tipos organizativos y descubrir más factores influyentes. Se podría pensar incluso en categorías nuevas. Los valores de los factores de influencia deberían ser agrupados en tal forma que representen apariencias reales de redes de fabricación. Además, debería demostrarse la validez del modelo por técnicas de simulación o por datos empíricos.

9. Bibliografía

- Crowston, K. (1994). A Taxonomy of Organizational Dependencies and Coordination Mechanisms. Working Paper MIT, 1994. <http://ccs.mit.edu/papers/CCSWP174.html>.
- Fisher, M. L. (1997) What is the right Supply Chain for your Product? A simple framework can help you figure the answer. *Harvard Business Review*, Vol. 75, No. 2, 1997, pp. 105-116.
- Güthenke, G. (2000). Center-Konzeption für produzierende Unternehmen: Ein Entscheidungsmodell zur kontextspezifischen Gestaltung technologieintensiver Geschäftseinheiten. Tesis doctoral, RWTH Aachen, Shaker.
- Felsner, J. (1980). Kriterien zur Planung und Realisierung von Logistik-Konzeptionen in Industrieunternehmen. Bremen.
- Hammer, M., Champy, J. (1994). Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution. *Harper Business*, New York.
- Klaas, Th. (2002). Logistik Organisation. Ein konfigurationstheoretischer Ansatz. Tesis doctoral, Deutscher Universitätsverlag.
- Lücke, T. (2005). Koordination von intra-organisationalen Produktionsnetzwerken. Tesis doctoral, RWTH Aachen, Shaker.
- Miller, J.; Gilmour, P. (1979). Materials Manager: Who needs them? *Harvard Business Review*, Vol. 57, No. 4, pp. 143-153.
- Mintzberg, H. (1979). The Structuring of Organizations. A Synthesis of the Research. Englewood Cliffs.
- Philippson, C. (2003). Koordination einer standortbezogenen verteilten Produktionsplanung und -steuerung auf der Basis von Standard-PPS-Systemen. Tesis doctoral, RWTH Aachen, Shaker.
- Rilling, G. (1997): Koordination im Produktionsverbund: eine empirische Untersuchung. Tesis doctoral. TU Munich, Gabler Verlag, Wiesbaden .
- Schiegg, P.; Roesgen R.; Mittermayer, H.; Stich, V. (2002). Supply Chain Management Systems - A Survey of the State-of-the-Art. Collaborative Systems for Production Management. Editors: Harinder J.; J. C. Wortmann; H. J. Pels. *Eighth International Conference on Advances in Production Management Systems*. Eindhoven.
- Schiegg, P. (2005). Typologie und Erklärungsansätze für Strukturen der Planung und Steuerung in Produktionsnetzwerken. Tesis doctoral, RWTH Aachen, Shaker.
- Schotten, M. (1998): Beurteilung von EDV-gestützten Koordinationsinstrumentarien in der Fertigung. Tesis doctoral, RWTH Aachen, Shaker.