

Estrategias de Gestión de los Procesos y Operaciones en Escenarios de Personalización en Masa

Raquel Sanchis¹, Raul Poler¹

¹ Centro de Investigación en Gestión e Ingeniería de Producción (CIGIP). Universidad Politécnica de Valencia. Plaza Ferrándiz y Carbonell, 2. 03801 Alcoy (Alicante). rsanchis@cigip.upv.es, rpoler@cigip.upv.es

Resumen

La Personalización en Masa (PM) se centra en la habilidad para proporcionar productos y servicios individualmente diseñados a cada cliente a través de procesos ágiles y flexibles. Sin embargo, la adopción de estrategias de PM presenta cierta problemática que ha sido analizada mediante una revisión bibliográfica desde la perspectiva de la gestión de procesos y operaciones. Una vez identificada la problemática relacionada con la PM, se realiza una revisión que ofrece los diferentes enfoques que se han desarrollado para vencer dichas barreras y que proporcionan una visión general y teórica de las líneas de investigación sobre PM desarrolladas hasta actualidad.

Keywords: Personalización en Masa, Participación del cliente, Diseño del producto, Tecnología, Logística, Gestión de la cadena de suministro, Gestión del conocimiento, Estrategias de negocio, Punto de desacople

1. Introducción

El enfoque de la gestión de los procesos y operaciones, se basa en maximizar el beneficio, disminuyendo los costes mediante la automatización de procesos y la producción de grandes volúmenes de fabricación que permitan economías de escala mediante la producción en masa. Actualmente, las empresas deben evolucionar de este enfoque basado en la eficiencia interna del proceso de producción a un paradigma orientado al valor añadido que se proporciona a los clientes combinando sistemas de producción de grandes volúmenes y al mismo tiempo personalizados a los requerimientos de los clientes (Vilana, 2006).

Zipkin (2001) declaró que el concepto de Personalización en Masa (PM) lleva implícito una contradicción de términos, ya que la producción en masa implica productos uniformes, mientras que la personalización connota la producción a pequeña escala. Selladurai (2004), por su parte, comentaba que la unión de ambos términos parece ser la solución a los problemas actuales de gestión de la producción y que su continuidad se hace necesaria en un futuro próximo.

Esta investigación ha sido parcialmente financiada por la Comunidad Europea en el Séptimo Programa Marco (FP7/2007-2013) con el Proyecto "Resilient Multi-Plant Networks" cuyo número de acuerdo de subvención es NMP2-SL-2009-22933. *The research leading to these results has received funding from the European Community's Seventh Framework Programme (FP7/2007-2013) under grant agreement n° NMP2-SL-2009-22933.*

En la literatura existen numerosas definiciones del concepto de PM. En la Tabla 1, se muestra un resumen de las más significativas.

La definición de Davis (1989) cubría la implementación de procesos con altos niveles de agilidad, flexibilidad e integración para lograr PM. La descripción de las estrategias de gestión de los procesos y operaciones es de vital importancia para que las compañías ofrezcan productos personalizados cubriendo de este modo las necesidades de sus clientes. Pine (1993) introdujo en su definición la organización de todos los recursos de la empresa, procesos, estructuras organizativas, recursos humanos y tecnología para cumplir los objetivos de la PM.

Tabla 1. Revisión bibliográfica de las definiciones de Personalización en Masa.

Definición	Autor (s)
Habilidad para proporcionar productos y servicios individualmente diseñados a cada cliente a través de procesos con altos niveles de agilidad, flexibilidad e integración.	Davis (1989)
Proceso en el cual todos los aspectos dentro de la organización como recursos humanos, procesos, estructura organizacional y tecnología se combinan para proporcionar a los clientes de forma específica aquello que necesitan y desean.	Pine (1993)
Sistema que utiliza las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs), los procesos flexibles y las estructuras organizacionales para entregar un amplio rango de productos y servicios que encajan con las necesidades específicas de clientes individuales (a menudo definidas mediante series de opciones) a un coste cercano a aquellos productos y servicios realizados mediante producción en masa.	Kay (1993)
Habilidad para proporcionar numerosas variaciones de un producto/servicio elegido por los clientes en cada pedido junto con rápidos periodos de entrega y sin penalización en los costes.	Ahlström y Westbrook (1999)
Capacidad, obtenida por pocas empresas, para ofrecer productos o servicios individualmente adaptados al cliente y producidos a gran escala.	Zipkin, (2001)
Habilidad para rápidamente producir productos personalizados en grandes volúmenes con un coste, calidad y entrega comparable a aquellos desarrollados en un entorno de producción en masa.	MacCarthy et al. (2003)

Por otro lado, Kay (1993) declaró que los requerimientos de cada cliente son a menudo definidos por una serie de opciones y por tanto ya estaba apuntando a la estrategia de modularización en su definición. Ahlström y Westbrook (1999) vinculaban las actividades de PM con una orden o pedido. En su definición, de forma implícita, estaban introduciendo el concepto de punto de desacople o punto de penetración de pedido, que se define como la etapa en la cadena de valor de producción de un determinado producto, en la cual la producción en curso se vincula a un pedido de un cliente específico (Brun y Zorzini, 2009). Zipkin (2001) señaló que pocas compañías tienen la capacidad de la PM. Huang et al. (2008) secundan esta afirmación ya que sostienen que la literatura existente ofrece muy pocos casos reales de aplicaciones e implantaciones de PM. Por último, MacCarthy et al. (2003) comparan en su definición el concepto de PM con el término de producción en masa. Selladurai (2004) explicó que una empresa tradicional de producción en masa tiene una estructura muy burocrática, jerárquica y altamente estandarizada. Se opera bajo una estrecha supervisión con procesos muy rutinarios, estandarizados y tareas muy repetitivas. Este tipo tradicional de procesos de producción, proporciona una fabricación de bajo coste, productos y servicios normalizados, pero presenta grandes diferencias respecto a la PM ya que ésta última ofrece también una fabricación de bajo coste, pero con productos y servicios personalizados de alta calidad producidos a gran escala para un mercado masivo.

Las estrategias de gestión de los procesos y operaciones en escenarios de PM son de vital importancia para la producción de productos y servicios a bajo coste, alta calidad, y suministro

de grandes volúmenes de producción personalizados a cada cliente para responder de esta forma a la necesidad del mercado caracterizado por cambios constantes en la variedad y especificaciones de los productos. Por ello, el objetivo del presente artículo se centra en analizar la literatura existente para estudiar los problemas actuales de las empresas cuando operan en escenarios de PM. La siguiente sección muestra la metodología de análisis del presente trabajo, que en la fase actual abarca tan sólo el análisis teórico de la PM desde la perspectiva de las estrategias de gestión de procesos y operaciones. La sección 3 muestra la problemática actual de la PM desde diferentes áreas de gestión de procesos y operaciones. En el apartado 4, se mostrará una revisión de los enfoques que diferentes autores han desarrollado para vencer dichas barreras. Finalmente, las conclusiones mostrarán los resultados más significativos del estudio que servirán de base para el desarrollo de la segunda fase de la metodología de análisis, en la cual se desarrollará un cuestionario para cuantificar la problemática y las soluciones propuestas en el contexto de la PM en el entorno de redes de fabricación no jerárquicas del sector de maquinaria y bienes de equipo a nivel europeo.

2. Metodología de análisis

La búsqueda bibliográfica se ha realizado utilizando diferentes palabras claves relacionadas con la PM desde la perspectiva de las estrategias de gestión de procesos y operaciones. Para ello, se han utilizado diversas bases de datos: [CRC ENGnetBASE](#), [DIALNET](#), [Emerald ScienceDirect](#), [ISI Web of Knowledge](#), [SciELO](#), [Scirus](#), [Scopus](#) y [Uspto](#).

Se han identificado 84 referencias, las cuales han sido analizadas con detenimiento y se han seleccionado 12 referencias claves como significativas del total de la búsqueda bibliográfica. El presente análisis se basa en dichas referencias clave junto con 30 aportaciones complementarias del total de referencias identificadas. Las palabras clave utilizadas inicialmente, han ido evolucionando conforme se iba analizando el material bibliográfico identificado y se han reconocido diversas áreas de gestión de procesos y operaciones relativos a la PM.

Se han distinguido diversos problemas asociados a la PM y se ha realizado una búsqueda de posibles soluciones para la problemática identificada. En el presente artículo se presenta un análisis teórico de las soluciones propuestas quedando como líneas futuras de investigación la identificación de las estrategias de PM más adecuadas. Para ello, se desarrollará un cuestionario, con el objetivo de validar la identificación de la problemática y las soluciones propuestas y conocer el estado de las de redes de fabricación europeas no jerárquicas del sector de maquinaria y bienes de equipo desde el punto de vista de las estrategias de gestión de procesos y operaciones en escenarios de PM.

3. Problemática en las estrategias de gestión de procesos y operaciones en escenarios de personalización en masa.

El análisis de la literatura ofrece la problemática general relativa a las estrategias de gestión de procesos en escenarios de PM. La Tabla 2 muestra un resumen de los problemas más ampliamente estudiados y sus áreas relativas, ya que cada problema está asociado a un campo de investigación diferente:

Tabla 2. Problemática actual de las estrategias de gestión de procesos y operaciones en escenarios de PM.

#	Descripción del problema	Área de gestión
1	La implantación de sistemas de PM requiere de un elaborado sistema de elicitación para poder satisfacer los requerimientos y expectativas de los clientes (Zipkin, 2001). El problema se presenta en este proceso de elicitación, ya que es necesaria una comprensión completa y detallada acerca de las necesidades de los clientes. Ahlström y Westbrook (1999) desarrollaron un estudio empírico en el cual, la mayor dificultad (en orden de importancia) con la que se encontraban las empresas cuando adoptaban estrategias de PM era el problema del entendimiento de las necesidades de los clientes para poder diseñar el producto/servicio con total fiabilidad.	Participación del cliente
		Diseño del producto
2	La implementación de estrategias de gestión de procesos y operaciones en escenarios de PM requiere de tecnologías de producción dotadas de una gran flexibilidad (Zipkin, 2001). Da Silveira et al. (2001) afirman que es necesaria la aplicación de tecnologías tanto de fabricación como TICs para alcanzar los objetivos de la PM. Sin embargo, desarrollar dichas tecnologías resulta complicado y costoso. Además, algunos procesos son más flexibles y fáciles de digitalizar que otros.	Tecnología
3	Las estrategias de gestión dirigidas a escenarios de PM requiere de un sistema logístico fuerte y dirigido directamente al cliente (Zipkin, 2001). El problema relacionado con los canales de distribución también aparece en el estudio de Ahlström y Westbrook (1999) como un aspecto difícil de gestionar en sistemas de PM.	Logística
4	En numerosas ocasiones, la cadena de valor y de suministro no está preparada para operar en un entorno de PM. Da Silveira et al. (2001) explican que la PM es un concepto basado en la cadena de valor y que el éxito de la implantación de estrategias de gestión de procesos y operaciones en escenarios de PM depende de la disposición de todos los actores de la cadena de suministro para llevar a buen término los objetivos globales de la cadena. Ahlström y Westbrook (1999) señala la gestión de la cadena de suministro como el segundo problema (en orden de importancia) con el que tiene que enfrentarse las empresas que operan en un entorno de PM.	Gestión de la cadena de suministro
5	No se fomenta la creación, distribución e intercambio de conocimiento. Las estrategias de gestión de procesos y operaciones para implementar PM deben ser dinámicas a fin de lograr una cultura que enfatice la creación de conocimiento y su distribución a través de la cadena de valor (Da Silveira et al., 2001).	Gestión del conocimiento
6	La cultura, organización y los procesos de negocio cambian a lo largo del tiempo. Es necesario un sistema organizacional eficiente y bien integrado que facilite el proceso de PM (Selladurai, 2004).	Estrategias de negocio
7	Da Silveira (2001) afirma que el éxito de los productos de PM depende de su modularidad, versatilidad y constante renovación. También se precisa de procesos de desarrollo de productos rápidos y grandes capacidades de innovación debido a los cortos ciclos de vida de los productos. Por todo ello, las estrategias de posicionamiento del punto de desacople juegan un papel muy importante a la hora de resolver esta problemática.	Punto de desacople

Se ha analizado la tendencia en el ámbito de la investigación de cada una de las áreas de gestión de procesos y operaciones en escenarios de PM, y se observa que el problema más ampliamente estudiado en la literatura ha sido el proceso de diseño del producto junto con el área tecnológica.

La logística, gestión de la cadena de suministro y las estrategias de negocio relativas a la PM también han sido factores analizados en la literatura aunque en menor medida. Los años 2004 y 2007 han sido los que han registrado mayor cantidad de acciones de diseminación de resultados relativos a la PM, ya que coincide con el desarrollo de diversos proyectos europeos de investigación en PM tales como *CATER* (*Computerized automotive technology reconfiguration system for mass customization*), *DIGIMOULD* (*Digital moulding in the ceramic industry - a contribution to mass customization*) y *EUROShoE* (*Extended User Oriented Shoe Enterprise*).

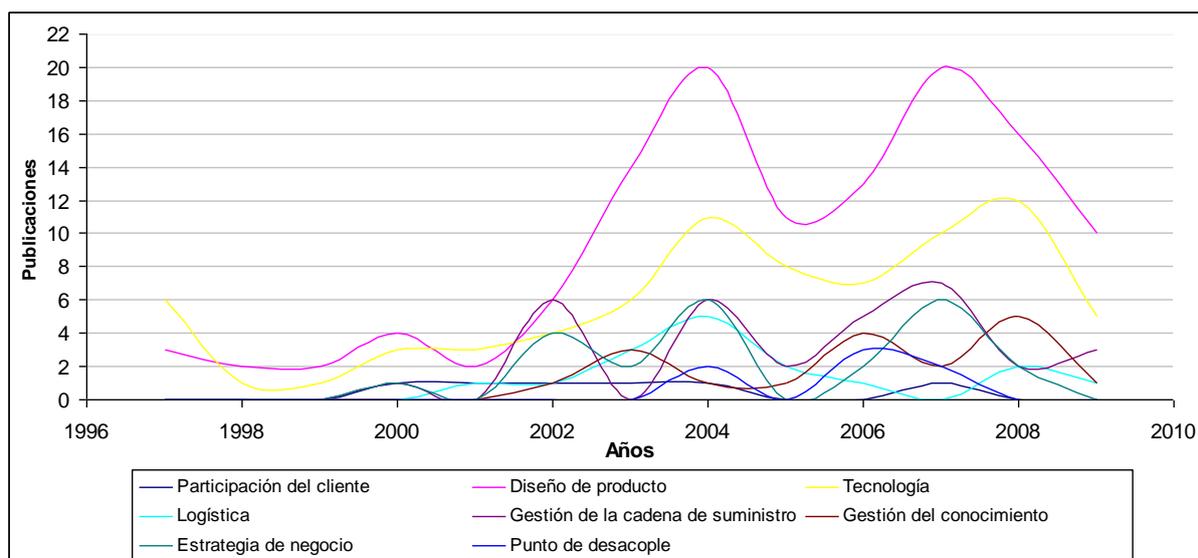


Figura 1. Análisis de las acciones de diseminación relativas a la PM (Fuente: [ISI Web of KnowledgeSM](#)).

4. Soluciones propuestas

En esta sección se revisan los principales enfoques existentes en la literatura que tratan de resolver los problemas anteriormente identificados y relativos a las estrategias de gestión de procesos y operaciones en escenarios de PM. Algunos enfoques son teóricos y sólo describen taxonomías de clasificación de los diferentes problemas. Sin embargo, el presente análisis proporciona una visión general de las líneas de investigación que se han desarrollado hasta el momento y de las soluciones que mejor se adaptan a las necesidades específicas de los clientes.

Basándose en los estudios realizados por Lampel and Mintzberg (1996); Spira (1996); Gilmore y Pine (1997); Amaro et al. (1999) y Da Silveira et al. (2001) se definen 8 niveles de PM que se dirigen a clasificar la problemática del diseño del producto y de la participación de los clientes en el proceso de PM. Dichos niveles se dividen en:

Tabla 3. Niveles de la PM.

Nivel 8: Diseño	Proyecto colaborativo de fabricación y entrega de productos/servicios de acuerdo a las preferencias individuales de los clientes.
Nivel 7: Fabricación	Fabricación de productos adaptados a cada cliente siguiendo ciertos diseños predefinidos.
Nivel 6: Ensamblaje	Ensamblaje de diferentes componentes modulares en varias configuraciones de acuerdo a las necesidades de los clientes.
Niveles 5 y 4. Personalización adicional de productos	La PM se alcanza mediante la adición de trabajo de personalización a productos estándares (a menudo en el punto de entrega).
Nivel 3. Empaquetado y distribución	La PM se consigue mediante el empaquetado o distribución de productos similares pero utilizando diversos modos según las condiciones específicas del mercado, por ejemplo la utilización de diferentes tamaños de cajas.
Nivel 2. Uso	La PM se establece después de la entrega, a través de productos que pueden ser adaptados a diferentes funciones o situaciones.
Nivel 1. Estandarización	Se refiere a la pura estandarización, estrategia que puede resultar de gran utilidad en numerosos segmentos industriales.

Los niveles están interrelacionados con las diferentes perspectivas de la cadena de valor. Duray et al. (2000) propone un modelo de PM basado en dos identificadores críticos:

- El punto en el que el cliente participa en el diseño del producto, que se utiliza para determinar el grado de personalización.
- Modularidad que restringe el rango de elección del cliente, disminuyendo así la posible variedad de componentes y por tanto permitiendo la producción repetitiva.

Tomando como base dichos identificadores Duray et al. (2000) propone un modelo con 4 enfoques: (i) Fabricantes: los clientes participan desde el principio en el proceso de producción para realizar diseños únicos o introducir grandes cambios en los mismos; (ii) Involucrados: los clientes participan desde las primeras fases del proceso de producción aunque no se fabrican nuevos módulos para dichos clientes, (iii) Modularizadores: que implementan la participación del cliente y la estrategia de modularización en las fases de ensamblaje y uso ; (iv) Ensambladores: los clientes participan durante el ensamblaje y entrega de los productos/servicios aunque la modularidad se incorpora desde el inicio del ciclo de producción.

Ambos enfoques no resuelven de manera específica la problemática del diseño del producto y la participación del cliente, sin embargo definen marcos clasificatorios de la PM dependiendo de las necesidades de los clientes.

Respecto a la problemática tecnológica de la PM, Zipkin (2001) afirma que los sistemas de PM poseen tres capacidades clave: elicitación, flexibilidad de los procesos y logística. Todas estas capacidades precisan de una base tecnológica para poder desarrollarse de forma eficaz y eficiente, pero no sólo a nivel de las tecnologías de producción, sino en el ámbito de la implementación de Tecnologías de Información y Comunicación (TICs). Da Silveira et al. (2001) corroboran la declaración anterior afirmando que las tecnologías de soporte a la PM se distinguen en tecnologías avanzadas de producción y en el uso de TICs en redes de empresas. Selladurai (2004) explica que el incremento del uso de Internet ha proporcionado a los fabricantes de una gran oportunidad para recibir las órdenes de los clientes mediante plataformas web. Finalmente, Helms et al., (2008) declara que la PM requiere de canales de comercio electrónico y además, confirma que la Web 2.0 y los marcos de gestión del conocimiento se deben también combinar para promover la PM.

Los problemas identificados en los campos de la logística y la gestión de la cadena de suministro, han sido ampliamente analizados en la literatura. Ernst y Kamrad (2000) desarrollaron una clasificación para caracterizar las diferentes estructuras de cadenas de suministro, definiendo 4: (i) Estructura rígida: representa la clásica cadena de suministro verticalmente integrada donde el objetivo principal es aprovechar las economías de escala en la producción de grandes series mientras se mantienen grandes inventarios de productos terminados; (ii) Estructura flexible: donde se utiliza la subcontratación para la fabricación de los diferentes componentes así como el ensamblaje del producto final en respuesta a una demanda específica; (iii) Estructura de modularización: que es la que presenta múltiples fuentes para la fabricación de componentes pero el resultado del ensamblaje es el producto final; (iv) Estructura de posposición: en la que se explotan las economías de escala en la fabricación de componentes, pero se personaliza el producto final para satisfacer a un cliente específico o la demanda del mercado.

Siguiendo dicha clasificación, Brun y Zorzini (2009) proponen un marco basado en: (i) las estructuras de la cadena de suministro previamente mostradas (estrategias de personalización) y (ii) en dos factores contextuales principales:

- El grado de personalización del producto/ proceso: oportunidad para la personalización del producto y facilidad para dicha personalización a lo largo de la cadena de suministro.

- El nivel de complejidad del producto/proceso: facilidad de gestión con la que el producto es diseñado, fabricado, ensamblado y distribuido a lo largo de la cadena de suministro.

		<i>Nivel de complejidad</i>			
		Complejidad baja		Complejidad alta	
		<i>Grado de personalización</i>		<i>Grado de personalización</i>	
		Personalización Baja	Personalización Alta	Personalización Baja	Personalización Alta
Estructura	Rígida				
	Posposición				
	Modularización				
	Flexible				

Figura 2. Modelo de clasificación de las estrategias de personalización y de las estructuras de la cadena de suministro (adaptado de Brun y Zorzini, 2009).

Dichos modelos sirven de guía, dependiendo del nivel de complejidad y del grado de personalización, para configurar la cadena de suministro de la forma más adecuada.

Desde el punto de vista de la problemática de la gestión de conocimiento, Huang et al. (2008) proponen un marco de creación de conocimiento en el cual se relaciona de manera directa el aprendizaje interno y externo, la implementación efectiva de procesos y la capacidad de PM. El marco engloba que el aprendizaje tanto interno como externo son dos rutinas generadoras de conocimiento que pueden incorporar conocimiento a los procesos de producción y que por tanto se dirige hacia una implementación de procesos efectiva. Afirman que la implementación efectiva de los procesos se considera como capacidad muy valuable basada en el conocimiento que mejora la capacidad de PM. Dicho modelo fue definido y evaluado mediante la realización de un estudio empírico que validaba las hipótesis de los autores.

La problemática de las estrategias de negocio es analizada por Selladurai (2004) que afirma que para implementar PM de forma eficiente, las compañías necesitan gestionar estrategias de negocio particulares como la modificación de la estructura organizacional, para establecer una correcta transición desde la estandarización a la PM; la implementación de la PM, en la que las diferentes operaciones precisan ser adaptadas a esta nueva estrategia; el tipo y naturaleza del producto, que determina el grado de PM; la integración rápida y efectiva, en la que el proceso completo de PM debe ser cuidadosamente coordinado; la minimización de los costes operacionales, pues tras la inversión inicial, se debe reducir al máximo el coste de producción; la modularidad del producto, que es definida como el diseño y producción de productos basados en la combinación apropiada de diferentes componentes o subensamblajes, llamados módulos; la modularidad en los procesos, que provoca que un producto vaya a través de un conjunto específico de operaciones y que permite el almacenaje de inventario en forma de productos semi-acabados; la automatización de la tecnología para la estandarización, con el objetivo de automatizar el mayor número posible de operaciones y así beneficiarse de las ventajas de la automatización y estandarización; y finalmente el fomento de relaciones dinámicas con los clientes, ya que la PM precisa de interacciones continuas con sus clientes.

Finalmente, la elección de la estrategia de posicionamiento del punto de desacople es uno de los factores más importantes y críticos de la PM según la problemática identificada previamente. El punto de desacople se define como la fase en la cadena de producción en la que un producto particular se conecta a una orden específica de un cliente (Olhager, 2003). Brabazon and MacCarthy, (2005) identificaron cuatro formas estructurales de estrategias de posicionamiento del punto de desacople:

Tabla 4. Estrategias de posicionamiento del punto de desacople.

Estrategia	Estructura	Descripción
Desde el almacén	Make to stock (MTS)	Los planes de producción se basan en información histórica de la demanda, junto con las previsiones de ventas. La estrategia MTS es apropiada para la fabricación de grandes volúmenes de productos donde la demanda es estacional o fácilmente predecible, o ambas cosas.
Desde un solo punto de desacople fijo	Engineer-to-order (ETO)	Se define como el rango de productos estándares ofrecidos con la disponibilidad de modificaciones y personalizaciones. Los productos requieren de ingeniería y cada orden de un cliente resulta en un único conjunto de elementos, materiales y rutinas (Amaro et al., 1999).
	Make-to-order (MTO)	Las operaciones necesarias para fabricar un producto se llevan a cabo después de la recepción del pedido del cliente. En algunos casos incluso los materiales y los componentes que conforman el producto son adquiridos a la recepción de una orden en particular. La capacidad de personalización del producto es mayor que en ATO (Amaro et al., 1999).
	Assemble-to-order (ATO)	Los productos finales, a pesar de presentar un cierto grado de personalización, son producidos con partes estandarizadas, que pueden ensamblarse mediante la elección de una serie de opciones. La recepción de una orden inicia el montaje del producto. Los componentes utilizados en el montaje de los productos, han sido planificados mediante previsión de la demanda y se encuentran ya en el almacén (Amaro et al., 1999).
	Design-to-order	Se define como la fabricación de nuevos productos con la introducción de diseños personalizados a cada cliente. Se permite a los clientes modificar el diseño real, crear nuevas formas o modificar ciertas características del producto.
	Make-to-print	Es la producción de un producto según sus especificaciones mediante una representación gráfica del mismo. El plazo de entrega incluye las operaciones de compra de materias primas y fabricación. No incluye el diseño, aunque en algunas ocasiones se iniciará un proceso de rediseño debido a nuevos requerimientos del cliente (Hill, 1993).
	Configure-to-order (CTO)	Esta estrategia ha sido distinguida como caso especial del ATO (Song & Zipkin 2003), en la cual los componentes se dividen en subgrupos sobre los cuales los clientes pueden realizar sus selecciones.
Desde uno de los diversos puntos de desacople fijos		Estas estructuras tienen más de un punto de desacople. Hay dos o más localizaciones de almacenaje entre los procesos de producción y entrega. Para la cumplimentación de la orden, los productos pueden ser tomados desde las materias primas hasta los productos semi-elaborados, para después ser asignados al cliente y finalizar su producción y entrega.
Desde diferentes localizaciones con puntos de desacople flotantes	Build-to-forecast (BTF)	Se caracteriza por realizar una previsión del conjunto de productos finales, para crear un programa maestro de productos y posteriormente lanzar los pedidos a producción antes de que las órdenes específicas de los clientes sean recibidas.
	Virtual-build-to-order (VBTO)	El productor tiene la capacidad de buscar a través de toda la línea de producción y almacenes (segmento físico), los productos en producción, y aquellos planificados en el plan maestro de producción (segmento virtual), para encontrar el producto que mejor se adapte a las especificaciones de un cliente.

5. Conclusiones

El análisis realizado muestra diferentes enfoques, taxonomías, clasificaciones y marcos relativos a las diferentes áreas de gestión de procesos y operaciones en escenarios de PM. Desde el punto de vista del diseño del producto y la participación de los clientes, la definición de los diferentes niveles de PM y de la estrategia de modularización, ofrece una visión teórica de cómo afrontar la implementación de sistemas de PM. Las soluciones relativas al área tecnológica se centran en la utilización de las TICs, tecnologías avanzadas de fabricación, el comercio electrónico y la Web 2.0 como herramientas de soporte a los sistemas de PM.

Desde la perspectiva de la gestión de la cadena de suministro y logística, la combinación de las diferentes estructuras de la cadena de suministro (estrategias de personalización) y su conexión con factores contextuales, tales como el grado de personalización y el nivel de complejidad del producto/proceso, proporciona un marco para la clasificación de las diferentes estructuras de cadenas de suministro de PM. La gestión del conocimiento en escenarios de PM se basa en el fomento de rutinas tanto internas como externas de aprendizaje que son consideradas como factores críticos para conducir a las empresas hacia la efectiva implementación de los procesos y operaciones de PM.

La estrategia de negocio en escenarios de PM debe gestionar las capacidades particulares de la organización como la modificación de la estructura organizativa, el tipo y naturaleza de los productos, la integración rápida y efectiva, la modularización de productos y procesos y la automatización de la tecnología para mejorar la estandarización y reducir al mínimo los costes de las operaciones. Por otro lado y respecto al punto de desacople, se debe elegir la correcta estrategia de posicionamiento entre las diferentes existentes como *Make to Stock* (MTS), *Engineer-to-order* (ETO), *Make-to-order* (MTO), *Assemble-to-order* (ATO), *Design-to-order* (DTO), *Configure-to-order* (CTO), *Build-to-forecast* (BTF) y *Virtual-build-to-order* (VBTO), que mejor se adecue al contexto particular de la empresa.

Todos los enfoques proporcionan una visión general y teórica de las líneas de investigación sobre PM que se han desarrollado hasta actualidad. El análisis realizado sirve para la identificación de las estrategias de PM más adecuadas en el entorno de redes de fabricación no jerárquicas del sector de maquinaria y bienes de equipo, contexto en el que se desarrolla las investigaciones en el proyecto REMPLANET.

Referencias

- Ahlström, P.; Westbrook, R. (1999). Implications of mass customization for operations management: An exploratory survey. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 19, No. 3, pp. 262-274.
- Amaro, G., Hendry, L., Kingsman, B. (1999). Competitive advantage, customization and a new taxonomy for non make-to-stock companies, *International Journal of Operations and Production Management*, Vol. 19, No. 4, pp. 349-371.
- Brabazon, P.G. and MacCarthy, B.L. (2005). Review of order fulfilment models for Catalogue Mass Customization. *Mass Customization: concepts, tools, realization*. Blecker, Th., Friedrich, H. (Eds). *Proceedings of the International Mass Customization Meeting*.
- Brun, A.; Zorzini, M. (2009). Evaluation of product customization strategies through modularization and postponement. *International Journal of Production Economics*, Vol. 120, No. 1, pp. 205-220.
- Da Silveira, G.; Borenstein, D.; Fogliatto, F.S. (2001). Mass customization: Literature review and research directions. *International Journal Production Economics*, Vol. 72, pp. 1-13.
- Davis, S. (1989). From future perfect: Mass customizing. *Planning Review*, Vol. 17, No. 2, pp. 16-21.
- Duray, R.; Ward, P.T.; Milligan, G.W.; Berry, W.L. (2000). Approaches to mass customization: configurations and empirical validation. *Journal of Operations Management*, Vol. 18, No. 6, pp. 605-25.
- Ernst, R.; Kamrad, B. (2000). Evaluation of supply chain structures through modularization and Postponement. *European Journal of Operational Research*, Vol. 124, pp. 495-510

Gilmore, J.; Pine, J. (1997). The four faces of mass customization, *Harvard Business Review*, Vol. 75, No. 1, pp. 91-101.

[ISI Web of KnowledgeSM](http://sawwok.fecyt.es) [en línea]. [Fecha de consulta: 8 de febrero 2009]. Disponible en: <http://sawwok.fecyt.es>

Hill, T. (1993). *Manufacturing Strategy: The Strategic Management of the Manufacturing Function*, The Macmillan Press, Basingstoke and New York, NY.

Huang, X.; Kristal, M.M.; Schroeder, R.G. (2008). Linking learning and effective process implementation to mass customization capability. *Journal of Operations Management*, Vol. 26, pp. 714–729.

Kay, M. (1993). Making mass customization happen: Lessons for implementation, *Planning Review*, Vol. 21, No. 4, pp. 14-18.

Lampel, J.; Mintzberg, H. (1996). Customizing customization, *Sloan Management Review*, Vol. 38, pp. 21-30.

MacCarthy, B.; Brabazon, P.G.; Bramham, J. (2003). Fundamental modes of operation for mass customization. *International Journal of Production Economics*, Vol. 85, No. 3, pp. 289–304.

Olhager, J. (2003). Strategic positioning of the order penetration point. *Int. J. Production Economics*, Vol. 85, pp. 319-329.

Pine B.J. (1993). *Mass Customization: The New Frontier in Business Competition*, Harvard Business School Press, Boston, MA.

Selladurai, R.S. (2004). Mass customization in operations management: oxymoron or reality? *Omega*, Vol. 32, pp. 295 – 300.

Spira, J. (1996). Mass customization through training at Lutron Electronics, *Computers in Industry*, Vol. 30, No. 3, pp. 171-174.

Vilana, J.R. (2006). Beneficios de la personalización en masa. *Revista Tecnológica y desarrollo*.

Zipkin, P. (2001). The Limits of Mass Customization. *MIT Sloan Management Review*, Vol. 42, No. 3, pp. 81 – 88.