

Validación de un cuestionario para medir el grado de uso de las herramientas alternativas a la producción en masa*

Juan A. Marin-Garcia¹; M^a Rosario Perello-Marin¹; Gabriel Ferrús¹; Julio J. Garcia-Sabater¹

¹ ROGLE- Dpto. de Organización de Empresas. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera S/N 46021 Valencia. jamarin@omp.upv.es, rperell @ upvnet.upv.es, gabfercl@etsii.upv.es, jugarsa@omp.upv.es

Keywords: producción ajustada, validación de cuestionario, EQS

1. Introducción

El número de publicaciones científicas relacionadas con sistemas alternativos a la producción en masa en los últimos 20 años es abundante. Entre los sistemas alternativos propuestos, uno de los que más popularidad académica ha gozado ha sido la producción ajustada (lean production), aunque no debemos olvidar otras formas de llamar a los sistemas productivos que comparten muchas características con la producción ajustada. Por ejemplo, fabricación ágil (agile manufacturing) (Agarwal et al., 2006; Vazquez-Bustelo y Avella, 2006a) la personalización flexible (flexible customization)(Narain et al., 2004); la personalización en masa (mass customization) (Brown y Bessant, 2003; Ismail et al., 2007); etc.

Nuestro trabajo se enmarca dentro de la línea en la que están trabajando diferentes autores a nivel internacional (Holweg, 2007; Portioli Staudacher y Tantardini, 2007; Shah y Ward, 2007) y de las adaptaciones recientes para crear y validar cuestionarios de prácticas de gestión de operaciones en castellano (Martín Peña y Díaz Garrido, 2007; Tari et al., 2007; Urgal González et al., 2007; Vazquez-Bustelo y Avella, 2006b). Nosotros extendemos los trabajos previos en varios aspectos. Por un lado, creando un cuestionario amplio que represente un número suficiente de ítems y constructos relacionados con las herramientas alternativas a la producción en masa (y no solo los 4 ó 5 constructos que suele ser habitual en casi todas las investigaciones publicadas). Por otro, validando el modelo factorial, comprobando si la agrupación de ítems en las categorías propuestas en los modelos teóricos se ajusta al conjunto de datos obtenidos.

1.1. Marco Teórico

Existen opiniones de diferentes autores que consideran que los términos de producción ajustada, flexible, ágil o personalización en masa representan enfoques distintos del sistema productivo (Da Silveira et al., 2001; Krishnamurthy y & Yauch, 2007). Algunas opiniones se basan en que una empresa que utiliza la producción ajustada puede ser considerada una empresa de fabricación en masa que ha eliminado los desperdicios y que una empresa flexible se distingue porque tiene la capacidad de adaptarse mejor al entorno pero no tan rápido como una empresa ágil (Duguay et al., 1997). Por otra parte, se considera que el concepto de la fabricación ágil tiene sus raíces en la fabricación flexible, la producción ajustada, la

* Trabajo desarrollado con la financiación recibida para el proyecto: Treball d'Enginyeria per a la col·locació adaptada de persones amb discapacitats (GV/2007/241)

competencia basada en el tiempo y en la innovación de ciclo rápido (Vazquez-Bustelo y Avella, 2006a). Por ello, afirman que la fabricación ágil trata de combinar la eficiencia de la producción ajustada con la flexibilidad operativa de un sistema de fabricación flexible, ofreciendo soluciones personalizadas, a un coste similar al de la producción en masa. A continuación, vamos a repasar muy brevemente cada uno de estos sistemas y comprobar si, realmente, son tan diferentes entre sí cuando observamos las prácticas que ponen en marcha.

La producción ajustada se ha tratado en la literatura como un conjunto de herramientas cuyo objetivo principal es eliminar el desperdicio (tiempo, espacio, personas, material, retrabajos, stocks, etc) (Shah y Ward, 2007). El listado de herramientas de la producción ajustada es extenso y no siempre homogéneo, aunque se pueden agrupar en cinco categorías: gestión de la calidad total, flujo continuo (just-in-time), mantenimiento preventivo, gestión de la cadena de suministro y desarrollo de producto y proceso (Bonavía Martín y Marin-García, 2006; Swink et al., 2005). Algunos autores incluyen como sexto elemento la cultura de mejora continua y la implicación de los operarios. Pero otros consideran que se trata de un elemento necesario pero independiente de las prácticas específicas de la producción ajustada (Ahmad et al., 2003; Sakakibara et al., 1997).

La fabricación flexible es considerada como la habilidad de las empresas para adaptarse a las fluctuaciones de la demanda y a los otros cambios de su entorno (Duguay et al., 1997). Pero también se entiende como la capacidad de fabricar diversos productos bajo la misma cadena de producción, acomodando una gama amplia de productos, admitiendo modificaciones de volumen de la producción y múltiples procesos (Krishnamurthy y & Yauch, 2007). Los sistemas flexibles están enfocados, primordialmente, hacia la tecnología en el área de producción, incluyendo máquinas y sistemas de manipulación de materiales automatizados (Krishnamurthy y & Yauch, 2007). El objetivo principal de la fabricación flexible es hacer los cambios necesarios para adaptarse a las nuevas exigencias del mercado, mejorar la calidad, los costes, los tiempos de fabricación y de entrega, simultáneamente (Duguay et al., 1997). Para asegurar estos objetivos es necesario mantener una relación cercana con clientes y proveedores, usar tecnologías avanzadas de fabricación, tener una estructura organizacional con menos niveles y utilizar políticas innovadoras de recursos humanos (Duguay et al., 1997).

La mayoría de los autores definen agilidad como una habilidad para atender las necesidades de los clientes en el menor tiempo posible y a bajo coste (Brown y Bessant, 2003; Vazquez-Bustelo y Avella, 2006a). Se ha propuesto que la fabricación ágil agrupa diversas técnicas, entre ellas: justo a tiempo, fabricación en célula, fabricación flexible y gestión de la calidad total. Todas estas técnicas son utilizadas con el objetivo de conseguir mejoras de calidad, productividad y servicio al cliente (Monplaisir, 2002a). Algunos autores afirman que existen líneas divisorias claras entre los sistemas de producción ajustada y fabricación ágil (Avella y Vazquez-Bustelo, 2005; Vazquez-Bustelo y Avella, 2006a). En principio, la fabricación ágil es una integración de los conceptos de fabricación flexible y de producción ajustada (Vazquez-Bustelo y Avella, 2006a).

La personalización en masa es una estrategia relacionada a la habilidad de proporcionar productos o servicios personalizados a través de procesos flexibles con altos volúmenes y bajos costes (Krishnamurthy y & Yauch, 2007). El objetivo principal de la personalización en masa es atender a las necesidades específicas del cliente (Ahlstrom y Westbrook, 1999). Esto se logra por medio de cuatro perfiles de personalización (Brown y Bessant, 2003): diseñadores que trabajan integrados con los clientes; los productos estándar pueden ser cambiados por los clientes durante el uso; el conjunto de productos estándar es único para cada cliente; y los productos se modifican conforme a las necesidades individuales específicas. La personalización en masa utiliza algunos de los elementos de la producción

ajustada (desarrollo de productos, gestión de la cadena de suministro, gestión de la producción, cultura de mejora continua) a los que se añade el servicio postventa y el marketing (Da Silveira et al., 2001).

Revisando la información comentada en los párrafos anteriores, es posible que los principios, o filosofías subyacentes de cada uno de los sistemas sean diferentes. Sin embargo, si nos fijamos sólo en las prácticas que se implantan podemos observar que son, en su mayoría, muy similares (ver tabla 1). Hemos encontrado que las prácticas de recursos humanos aparecen referenciadas de muchas maneras: como un constructo independiente (Urgal González et al., 2007), como varios constructos o dimensiones (Narasimhan et al., 2006) o como prácticas metidas en otros constructos de los que aparecen en la tabla 1 (Kannan y Tan, 2005; Tari et al., 2007). Consideramos que el análisis detallado, del papel y dimensionalidad de las prácticas de recursos humanos en la gestión de operaciones, sobrepasa los objetivos de esta comunicación y lo abordaremos con más detalle en futuras investigaciones.

Constructo	Producción ajustada	Flexible	Fabricación ágil	Personalización en masa
Gestión Visual	(Doolen y Hacker, 2005; Shah y Ward, 2007)			
Mejora Continua	(Dabhilkar y Ahlstrom, 2007; Shah y Ward, 2007) (Jorgensen et al., 2008)	(Avella y Vazquez-Bustelo, 2005; Challis et al., 2005; Duguay et al., 1997)	(Monplasilir, 2002b)	(Radder y Louw, 1999)
TQM	(Doolen y Hacker, 2005; Kannan y Tan, 2005; Shah y Ward, 2007)	(Duguay et al., 1997; Swink y Nair, 2007; Urgal González et al., 2007; Yadav et al., 2000)	(Monplasilir, 2002b)	(Brown y Bessant, 2003)
JIT/Kanban	(Doolen y Hacker, 2005; Kannan y Tan, 2005; Shah y Ward, 2007)	(Ahmad et al., 2003)	(Banker et al., 2006)	
Estandarización de procesos	(Doolen y Hacker, 2005; Treville y Antonakis, 2006)			
Tiempos cortos de cambio	(Dabhilkar y Ahlstrom, 2007; Doolen y Hacker, 2005; Shah y Ward, 2007; Treville y Antonakis, 2006)	(Ahmad et al., 2003)	(Avella y Vazquez-Bustelo, 2005)	(Avella y Vazquez-Bustelo, 2005)
Equilibrado de Líneas	(Doolen y Hacker, 2005; Kannan y Tan, 2005; Shah y Ward, 2007)	(Ahmad et al., 2003)	(Banker et al., 2006; Monplasilir, 2002b)	
Flujo continuo y Fabricación en células	(Dabhilkar y Ahlstrom, 2007; Doolen y Hacker, 2005; Shah y Ward, 2007)	(Lau, 2006; Yadav et al., 2000)	(Vazquez-Bustelo y Avella, 2006b)	(Brown y Bessant, 2003; Radder y Louw, 1999)
Mantenimiento Autónomo	(Doolen y Hacker, 2005; Shah y Ward, 2007)	(Duguay et al., 1997)		
Relación con Proveedores	(Doolen y Hacker, 2005; Kannan y Tan, 2005; Shah y Ward, 2007)	(Duguay et al., 1997; Lau, 2006)	(Banker et al., 2006; Vazquez-Bustelo y Avella, 2006b) (Avella et al., 2001)	(Radder y Louw, 1999)
Relación con Clientes	(Doolen y Hacker, 2005; Shah y Ward, 2007)	(Duguay et al., 1997)	(Sharifi y Zang, 2001; Vazquez-Bustelo y Avella, 2006b)	(Radder y Louw, 1999)

Automatización y Procesos Propios		(Challis et al., 2005; Duguay et al., 1997; Lau, 2006; Raymond y St-Pierre, 2005; Sohal et al., 2006; Swink y Nair, 2007; Urgal González et al., 2007; Yadav et al., 2000)	(Banker et al., 2006; Sharifi y Zang, 2001; Vazquez-Bustelo y Avella, 2006b)	
Diseño integrado con fabricación	(Doolen y Hacker, 2005; Kannan y Tan, 2005; Shah y Ward, 2007)	(Lau, 2006; Urgal González et al., 2007)	(Avella et al., 2001; Banker et al., 2006)	
Gestión del conocimiento	(Jorgensen et al., 2008)			

Tabla 1: Sistemas de producción y conjunto de prácticas relacionadas

Como se puede observar en la tabla 1, el conjunto de prácticas alternativas a la producción en masa se pueden agrupar en torno a 14 constructos bien referenciados en la literatura académica. Estas dimensiones y los indicadores que las componen serían : **gestión visual** (Preocupación y esfuerzo por la limpieza y orden, gráficas de tiempos de paradas, % errores, productividad, sistemas visuales para incidencias, Value Stream Mapping.), **mejora continua** (Se valoran e implantan sugerencias operarios para mejorar productos, uso de equipos de operarios para resolución de problemas, círculos de calidad.), **gestión de la calidad** (Los mandos lideran la mejora de la calidad de los productos, implicación de los departamentos en la mejora de productos, uso de control estadístico de procesos, gráficas de control, detección de error en planta, parada de línea por problemas de calidad), **justo a tiempo** (Mandos fomentan la producción JIT, esfuerzos por reducir el tamaño de los lotes, uso de kanban en la empresa y con proveedores), **estandarización de procesos** (Estandarización de las operaciones, procedimiento estandarizados y actualizados periódicamente), **tiempos cortos de cambio** (Esfuerzos por reducir los tiempos de cambio de artículo, la mayoría del tiempo de cambio son "operaciones externas", operarios entrenados en cambios rápidos de lote, mandos dan importancia a reducir el tiempo de cambio de lote, máquinas están siempre a punto de fabricar), **mantenimiento autónomo** (Los operarios dedican una parte de la jornada laboral solo al mantenimiento de las máquinas que utilizan, importancia dada al mantenimiento de las máquinas para la calidad, operarios de mantenimiento se centran en ayudar a los de producción a realizar el mantenimiento preventivo), **flujo continuo y fabricación en células** (Se agrupan máquinas por productos, puestos de trabajo cercanos para reducir movimientos), **equilibrado de líneas** (Gráficas cumplimiento los programas cerca de los puestos de trabajo, programación diaria de todos los productos, programación considerando el tiempo de las paradas, programa de producción nivelado, identificación de cuellos de botella, cálculo del tiempo "takt" de cada línea, ritmo de producción relacionado con la tasa de demanda del cliente), **relación con proveedores** (Integración operaciones con proveedores, utilización de subcontratación, relaciones a largo plazo con proveedores, grupo reducido de proveedores, relaciones estrechas con proveedores, colaboración con proveedores para mejorar la calidad, intercambio de información para planes de producción o predicciones de demanda, % componentes suministrados diariamente, proveedores con certificado de calidad, equipos de trabajo en conjunto con proveedores), **relación con clientes** (Relaciones estrechas con los clientes, encuestan necesidades de clientes, integración de operaciones con clientes, información sobre la calidad de las entregas, equipos de trabajo en conjunto con clientes), **automatización y procesos propios** (Maquinaria exclusiva, patente de máquinas, conocimientos de operarios, proveedores realizan inversiones específicas, aprendizaje a través de otros operarios, sistemas de fabricación flexibles, aprendizaje continuo después de

instalación de maquinaria nueva, sistemas automáticos de almacenamiento y dispensación de materiales, sistemas de identificación automática, EDI, ERP, MRP/II), **diseño integrado con fabricación** (Diseño para montaje, varios departamentos involucrados en diseño desde inicio, revisión completa de diseños antes de fabricación, sólo especificaciones necesarias en diseño, diseño minimizado de componentes, CAD/CAE, se incluye el cliente en el diseño, se trabaja con proveedores en diseño) y **gestión del conocimiento** (Normas apoyan ideas innovadoras, sistemas de información para difundir el conocimiento, operarios que acceden, aplican y renuevan el conocimiento de forma continua, mecanismos formales para compartir mejores prácticas).

Para medir el grado de implantación de estos constructos se han utilizado diferentes escalas. Normalmente, la validación de estas escalas se ha limitado a un análisis factorial exploratorio y a comprobar el valor del α de Cronbach de los factores extraídos. No obstante, en algunos estudios se presentan otros indicadores de la bondad de ajuste. Los autores que definieron indicadores relacionados con la gestión visual encontraron un α de Cronbach en torno al 0.80 (Narasimhan et al., 2006; Shah y Ward, 2007). El constructo mejora continua ha sido utilizado por diversos autores con α -Cronbach entre 0.76 y 0.91 (Dabhilkar y Ahlstrom, 2007; Jorgensen et al., 2008; Tari et al., 2007). La gestión de la calidad total ha sido investigada en múltiples trabajos. Los valores de α -Cronbach obtenidos se encuentran entre 0.63 y 0.89 (Kannan y Tan, 2005; Tari et al., 2007). No obstante, este constructo se ha considerado en varias ocasiones como un factor de segundo orden compuesto por varias dimensiones: control estadístico, con α -Cronbach entre 0.83 y 0.90 (Molina et al., 2007; Narasimhan et al., 2005; Shah y Ward, 2007); mejora continua, con α -Cronbach de 0.76 (Tari et al., 2007), y gestión de proveedores con α -Cronbach de 0.62 (Tari et al., 2007).

Algunos trabajos han utilizado el constructo producción ajustada como un factor único, obteniendo unos valores de α -Cronbach superiores a 0.85 (Dabhilkar y Ahlstrom, 2007; Doolen y Hacker, 2005). No obstante, lo normal ha sido estudiarlo como un factor de segundo orden compuesto por varios constructos (Flynn y Sakakibara, 1995; Shah y Ward, 2007): JIT/Kanban (α -Cronbach entre 0.524 y 0.946), tiempos cortos de cambio (α -Cronbach de 0.75), equilibrado de líneas (α -Cronbach entre 0.75 y 0.86) y flujo continuo y fabricación en células (α -Cronbach de 0.75).

El constructo de Mantenimiento Preventivo fue investigado de tres maneras: mezclado con preguntas sobre JIT (Kannan y Tan, 2005), mezclado con preguntas sobre TQM (Martín Peña y Díaz Garrido, 2007) y como un constructo único. Los autores que investigaron como un constructo único, encontraron α -Cronbach mayores que 0.7 (Cua et al., 2001; Shah y Ward, 2007).

Los indicadores para el constructo Relación con los proveedores han obtenido valores de α -Cronbach situados entre 0.62 a 0.97 (Molina et al., 2007; Tari et al., 2007). El constructo relación con los clientes no tiene unos resultados claros entre los diferentes estudios. Algunos trabajos obtuvieron un α -Cronbach de 0.54 (Tari et al., 2007), mientras que otros, con muestras del mismo país, obtuvieron un α -Cronbach de 0.98 (Molina et al., 2007). Estudios realizados en diferentes países, pero usando indicadores muy similares a los definidos por Tari et al. (Tari et al., 2007) obtuvieron valores altos de α -Cronbach.

Los indicadores para el constructo automatización, usados en investigaciones publicadas, obtuvieron un α -Cronbach entre 0.64 y 0.84 (Sohal et al., 2006; Swink et al., 2005). Los autores que investigaron el Diseño integrado con fabricación, obtuvieron un α -Cronbach entre 0.65 y 0.89 (Narasimhan et al., 2005; Urgal González et al., 2007). Por último, pocos autores

investigaron la gestión del conocimiento pero obtuvieron α -Cronbach altos, entre 0.79 y 0.89 (Jorgensen et al., 2008; Molina et al., 2007).

Los mayoría de autores que utilizaron medidas de bondad de ajuste mediante modelos de ecuaciones estructurales, informaron sólo de los estadísticos del modelo completo y no d las escalas (Peng et al., 2008; Shah y Ward, 2007; Swink et al., 2005; Tari et al., 2007). En la literatura revisada, solamente Narasimhan et al. (Narasimhan et al., 2006) validó las escalas individualmente.

2. Metodología

Los objetivos de nuestra investigación son: identificar el conjunto de prácticas alternativas a la producción en masa que sea aceptado mayoritariamente; crear un cuestionario unificado que mida el grado de uso de las prácticas de sistemas alternativos a la producción en masa, a partir de los ítems utilizados en cuestionario validados en otras investigaciones, y validar las escalas comprobando la bondad de ajuste de cada uno de los constructos. Para la validez de constructo, el modelo de medida considerará que cada indicador se asocia solo a un constructo (Hogan y Martell, 1987) y usaremos una estrategia de modelización confirmatoria. En ella, se parte de un único modelo donde todas las relaciones están claramente establecidas y se comprueba si el modelo se ajusta a los datos (Hair et al., 1999). Comprobaremos que los valores de bondad de ajuste del modelo son adecuados (tabla 2) y que la fiabilidad compuesta sea superior a 0.7 (Hair et al., 1999). Por último comprobaremos que los valores de α de Cronbach superan 0.55 (Hair et al., 1999; Lin, 2006; Tari et al., 2007) y que la varianza extraída es superior al 40% (Hair et al., 1999).

Chi2 significance	(Satorra-Bentler scaled) Chi2/Degree of Freedom	Comparative fit index CFI	Bollen Fit indice IFI	McDolland Fit indice MFI	Lisrel Fit Indice GFI	Root square error of aproximation RMSA	AGFI
> 0.05 (más seguro si supera 0.1)	<3 (se puede llegar hasta 5 como mucho)	>0.90	>0.90	>0.90	>.85	<0.08 (sepuede llegar a 0.10)	>090

Tabla 2.- Valores recomendados para un ajuste satisfactorio de los modelos (Hair et al., 1995; Sila, 2007; Spreitzer, 1995; Tari et al., 2007; Ullman y Bentler, 2004)

Los análisis se han realizado utilizando el programa EQS con el método de estimación de parámetros de máxima verosimilitud o, en los indicadores que era posible, los calculábamos con el método robusto (Bentler, 2002; Ullman y Bentler, 2004).

2.1. Descripción de la muestra

La población objeto de estudio la componían Centros especiales de Empleo de España (646). Tras un primer contacto telefónico con la empresa, se les requería un correo electrónico de una de las personas Responsables de la misma (Gerente, Responsable de Producción, Responsable de Calidad, etc.) para proceder el envío del enlace al cuestionario que se completaba a través de una página web. Los cuestionarios no completados se reclamaron tres veces por correo electrónico antes de ser considerados como no contestados. De las 237 respuestas recibidas, solo 128 tenían todos los datos completos (19,81% tasa de respuesta) y son los que emplearemos en esta investigación.

3. Resultados y discusión

Por limitaciones de espacio no incluimos una tabla con los descriptivos de los ítems individuales de las escalas (pueden solicitarse al primer autor). En general, las prácticas que componen las escalas de mejora continua, estandarización de procesos, flujo continuo y

fabricación en células y relación con clientes son las que tienen un grado de implantación más homogéneo en nuestra muestra. Las de automatización son las que menos hemos encontrado implantadas. La escala que presenta mayores desviaciones típicas es la de flujo continuo y fabricación en células, demostrando que la implantación está muy polarizada, o las empresas las aplican casi todas o no aplican casi ninguna.

Para comprobar la validez de las escalas tenemos usaremos cuatro criterios: bondad de ajuste, fiabilidad compuesta, α de Cronbach y varianza extraída (ver tabla yy). Los índices de bondad de ajuste son buenos para 7 de las escalas: estandarización de procesos, tiempos cortos de cambio, flujo continuo y fabricación en células, mantenimiento autónomo, relación con proveedores, relación con clientes, y gestión del conocimiento. Otras tres escalas tienen unos índices que, globalmente, podrían considerarse aceptables aunque un poco flojos: mejora continua, automatización y proceso propios y diseño integrado con fabricación. Sin embargo, tres escalas tienen índices inaceptables: gestión visual, JIT/Kanabn y equilibrado de líneas. Sin embargo, los valores de α de Cronbach y fiabilidad compuesta de las 14 escalas son elevados y permitirían considerar que las escalas son adecuadas. Por último, la varianza extraída de 10 de las escalas se puede considerar aceptable o muy buena. Sólo fallan en este apartado las escalas de equilibrado de líneas y la de relación con clientes.

Tabla yy. Valores de bondad de ajuste, fiabilidad compuesta, α de Cronbach y varianza extraída de las escalas.

Escala	Nº ítems	d.f. (ind)	Chi2 (Ind)	Chi2 signif	Chi2 /d.f.	CFI	IFI	MFI	GFI	AG FI	RMS A	α	Fiab	e.v
Gestión Visual	7	14 (21)	91.8419 (278.887)	.00000	6.560	.698	.706	.738	.856	.712	.209	.813	.815	.429
Mejora Continua	5	5 (10)	36.1342 (209.039)	.00000	7.227	.844	.847	.885	.877	.630	.221	.784	.787	.454
Gestión de la calidad	6	9 (15)	105.8846 (286.242)	.00000	11.765	.643	.651	.685	.756	.430	.291	.806	.772	.395
JIT/KANBAN	5	5 (10)	71.7249 (203.450)	.00000	14.345	.655	.664	.771	.861	.582	.324	.979	.895	.654
Estandarización de procesos	3	13 (21)	24.1027 (794.983)	.03020	1.540	.986	.986	.958	.932	.853	.082	.869	.955	.754
Tiempos Cortos de Cambio	5	5 (10)	9.4807 (843.146)	.09136	1.896	.995	.995	.983	.959	.876	.084	.924	.928	.721
Equilibrado de Líneas	7	14 (21)	53.0519 (132.399)	.00000	3.789	.649	.670	.687	.738	.476	.234	.802	.706	.311
Flujo Continuo y fabricación en células	3	8 (15)	5.9137 (569.831)	.65690	.0739	1.00	1.00	1.00	.984	.957	.000	.821	.948	.755
Mantenimiento Autónomo	3	13 (21)	16.3716 (560.444)	.22964	1.259	.994	.994	.987	.963	.920	.045	.792	.936	.679
Relación con Proveedores	10	35 (45)	48.3078 (384.408)	.06654	1.380	.961	.962	.949	.927	.885	.055	.831	.836	.361

Relación con Clientes	4	2 (6)	2.1526 (102.464)	.34085	1.07 6	.998	.998	.999	.990	.949	.025	.759	.773	.463
Automatización y Procesos propios	12	54 (66)	97.2734 (327.798)	.00028	1.80 1	.835	.842	.844	.819	.739	.079	.879	.894	.424
Diseño integrado con fabricación	8	20 (28)	30.6858 (272.708)	.05948	1.53 4	.956	.958	.907	.766	.579	.099	.961	.963	.764
Gestión del Conocimiento	4	2 (6)	3.2011 (526.764)	.20178	1.60 1	.998	.998	.995	.986	.930	.069	.921	.921	.745

4. Conclusiones

A pesar de la abundante literatura sobre este tema, no es fácil encontrar estudios que validen, de manera completa, las escalas que utilizan para medir el grado de uso de las prácticas de gestión de operaciones alternativas a la producción en masa. En la muestra de empresas estudiada existe cierto grado de implantación de estas prácticas. Teniendo en cuenta conjuntamente los cuatro criterios comentados, 13 de las 14 escalas propuestas podrían considerarse válidas, aunque se recomienda un análisis detallado de la dimensionalidad y componentes de algunas de ellas. La escala de equilibrado de líneas debe ser estudiada en el futuro para mejorar sus propiedades psicométricas.

Agradecimientos

Agradecemos a Paula Carneiro su contribución y trabajo en el desarrollo de esta comunicación.

Referencias

- Agarwal, A.; Shankar, R.; Tiwari, M. K. (2006). Modeling the metrics of lean, agile and leagile supply chain: An ANP-based approach. *European Journal of Operational Research*, Vol. 173, nº. 1, pp. 211-225.
- Ahlstrom, 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.
- Ahmad, S.; Schroeder, R. G.; Sinha, K. K. (2003). The role of infrastructure practices in the effectiveness of JIT practices: implications for plant competitiveness. *Journal of Engineering and Technology Management*, Vol. 20, nº. 3, pp. 161-191.
- Avella, L.; Fernandez, E.; Vazquez, C. J. (2001). Analysis of manufacturing strategy as an explanatory factor of competitiveness in the large Spanish industrial firm. *International Journal of Production Economics*, Vol. 72, nº. 2, pp. 139-157.
- Avella, L.; Vazquez-Bustelo, D. (2005). ¿es la fabricación ágil un nuevo modelo de producción? *Universia Business Review - Actualidad Económica* nº. 6, pp. 94-107.
- Banker, R. D.; Bardhan, I. R.; Chang, H. H.; Lin, S. (2006). Plant information systems, manufacturing capabilities, and plant performance. *Mis Quarterly*, Vol. 30, nº. 2, pp. 315-337.
- Bentler, P. M. (2002). EQS 6 Structural Equations Program Manual Multivariate Software, Inc.

- Bonavía Martín, T.; Marin-Garcia, J. A. (2006). An empirical study of lean production in ceramic tile industries in Spain. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 26, n°. 5, pp. 505-531.
- Brown, S.; Bessant, J. (2003). The manufacturing strategy-capabilities links in mass customisation and agile manufacturing--an exploratory study. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 23, n°. 7, p. 707.
- Challis, D.; Samson, D.; Lawson, B. (2005). Impact of technological, organizational and human resource investments on employee and manufacturing performance: Australian and New Zealand evidence. *International Journal of Production Research*, Vol. 43, n°. 1, pp. 81-107.
- Cua, K.; McKone, K.; Schroeder, R. G. (2001). Relationships between implementation of TQM, JIT, and TPM and manufacturing performance. *Journal of Operations Management*, Vol. 19, n°. 6, pp. 675-694.
- Da Silveira, G.; Borenstein, D.; Fogliatto, F. S. (2001). Mass customization - Literature review and research directions. *Int.J.Production Economics*, Vol. 72, pp. 1-13.
- Dabhilkar, M.; Ahlstrom, P. (2007). THE IMPACT OF LEAN PRODUCTION PRACTICES AND CONTINUOUS IMPROVEMENT BEHAVIOR ON PLANT OPERATING PERFORMANCE. *CINet*, Vol. 2007, pp. 187-198.
- Doolen, T. L.; Hacker, M. E. (2005). A Review of Lean Assessment in Organizations: An Exploratory Study of Lean Practices by Electronics Manufacturers. *International Journal of Manufacturing Systems*, Vol. 24, n°. 1, pp. 22-67.
- Duguay, C.; Landry, S.; Pasin, F. (1997). From mass production to flexible/agile production. *International Journal of Operations& Production Management*, Vol. 17, n°. 12, pp. 1183-1195.
- Flynn, B. B.; Sakakibara, S. (1995). Relationship between JIT and TQM: Practices and performance. *Academy of management Journal*, Vol. 38, n°. 5, p. 1325.
- Hair, J. F.; Anderson, R. E.; Tatham, R. L.; Black, W. C. (1995). *Multivariate data analysis*, 4° ed. Prentice Hall
- Hair, J. F.; Anderson, R. E.; Tatham, R. L.; Black, W. C. (1999). *Análisis de datos multivariante*, 4° ed. Prentice Hall
- Hogan, E. A.; Martell, D. A. (1987). A confirmatory structural equations analysis of the job characteristics model. *Organizational Behavior and Human dEcision Processes*, Vol. 39, n°. 2, pp. 242-263.
- Holweg, M. (2007). The genealogy of lean production. *Journal of Operations Management*, Vol. 25, n°. 2, pp. 420-437.
- Ismail, H.; Reid, I.; Mooney, J.; Poolton, J.; Arokiam, I. (2007). How small and medium enterprises effectively participate in the mass customization game. *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol. 54, n°. 1, pp. 86-97.
- Jorgensen, F.; Laugen, B. T.; Vujovic, S. (2008). ORGANIZING FOR CONTINUOUS IMPROVEMENT. *CINet* n°. 2008, pp. 482-493.
- Kannan, V. R.; Tan, K. C. (2005). Just in time, total quality management, and supply chain management: understanding their linkages and impact on business performance. *Omega-International Journal of Management Science*, Vol. 33, n°. 2, pp. 153-162.

- Krishnamurthy, R.; & Yauch, C. A. (2007). Leagile manufacturing - a proposed corporate. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 27, n° 6, pp. 588-604.
- Lau, R. S. M. (2006). Critical factors for achieving manufacturing flexibility. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 19, n° 3, pp. 328-341.
- Lin, W. B. (2006). The exploration of employee involvement model. *Expert Systems with Applications*, Vol. 31, n° 1, pp. 69-82.
- Martín Peña, M. L. & Díaz Garrido, E. (2007). Impacto de la estrategia de producción en la ventaja competitiva y en los resultados operativos, *International Conference on Industrial Engineering & Industrial Management - CIO*, pp. 367-377.
- Molina, L. M.; Llorés-Montes, J.; Ruiz-Moreno, A. (2007). Relationship between quality management practices and knowledge transfer. *Journal of Operations Management*, Vol. 25, pp. 682-701.
- Monplasilir, L. (2002a). Enhancing CSCW with Advanced Decision Making Tools for an Agile Manufacturing System Design Application. *Group Decision and Negotiation*, Vol. 11, pp. 45-63.
- Monplasilir, L. (2002b). Enhancing CSCW with Advanced Decision Making Tools for an Agile Manufacturing System Design Application. *Group Decision and Negotiation*, Vol. 11, pp. 45-63.
- Narain, R.; Yadav, R. C.; Antony, J. (2004). Productivity gains from flexible manufacturing: Experiences from India. *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 53, n° 2, pp. 109-128.
- Narasimhan, R.; Swink, M.; Kim, S. W. (2005). An exploratory study of manufacturing practice and performance interrelationships - Implications for capability progression. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 25, n° 9-10, pp. 1013-1033.
- Narasimhan, R.; Swink, M.; Kim, S. W. (2006). Disentangling leanness and agility: An empirical investigation. *Journal of Operations Management*, Vol. 24, pp. 440-457.
- Peng, D.; Schroeder, R. G.; Shah, R. (2008). Linking routines to operations capabilities: A new perspective. *Journal of Operations Management*, Vol. 26, pp. 730-748.
- Portioli Staudacher, A. & Tantardini, M. (2007). Lean Production implementation: a survey in Italy, *International Conference on Industrial Engineering & Industrial Management - CIO*, pp. 1269-1279.
- Radder, L.; Louw, L. (1999). Mass customization and mass production. *The TQM Magazine*, Vol. 11, n° 1, pp. 35-40.
- Raymond, L.; St-Pierre, J. (2005). Antecedents and performance outcomes of advanced manufacturing systems sophistication in SMEs. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 25, n° 5-6, pp. 514-533.
- Sakakibara, S.; Flynn, B. B.; Schroeder, R. C.; Morris, W. T. (1997). The impact of Just-In-Time manufacturing and its infrastructure on manufacturing performance. *Management Science*, Vol. 43, n° 9, p. 1246.
- Shah, R.; Ward, P. T. (2007). Defining and developing measures of lean production. *Journal of Operations Management*, Vol. 25, n° 4, pp. 785-805.

- Sharifi, H.; Zang, Z. (2001). Agile manufacturing in practice - Application of a methodology. *Journal of Operations & Production Management*, Vol. 21, n°. 5/6, pp. 772-794.
- Sila, I. (2007). Examining the effects of contextual factors on TQM and performance through the lens of organizational theories: An empirical study. *Journal of Operations Management*, Vol. 25, n°. 1, pp. 83-109.
- Sohal, A. S.; Sarros, J.; Schroder, R.; O'Neill, P. (2006). Adoption framework for advanced manufacturing technologies. *International Journal of Production Research*, Vol. 44, n°. 24, pp. 5225-5246.
- Spreitzer, G. M. (1995). Psychological Empowerment in the Workplace - Dimensions, Measurement, and Validation. *Academy of management Journal*, Vol. 38, n°. 5, pp. 1442-1465.
- Swink, M.; Narasimhan, R.; Kim, S. W. (2005). Manufacturing practices and strategy integration: Effects on cost efficiency, flexibility, and market-based performance. *Decision Sciences*, Vol. 36, n°. 3, pp. 427-457.
- Swink, M.; Nair, A. (2007). Capturing the competitive advantages of AMT: Design-manufacturing integration as a complementary asset. *Journal of Operations Management*, Vol. 25, n°. 3, pp. 736-754.
- Tari, J. J.; Molina, J. F.; Castejón, J. L. (2007). The relationship between quality management practices and their effects on quality outcomes. *European Journal of Operational Research*, Vol. 183, n°. 2, pp. 483-501.
- Treville, S. d.; Antonakis, J. (2006). Could lean production job design be intrinsically motivating? Contextual, configurational, and levels-of-analysis issues. *Journal of Operations Management*, Vol. 24, n°. 2, pp. 99-123.
- Ullman, J. B.; Bentler, P. M. (2004). Structural Equation Modeling, en M. Hardy y A. Bryman (dir), *Handbook of Data Analysis*, pp. 431-458. SAGE.
- Urgal González, B.; Diz Comesaña, M. E.; García Vázquez, J. M. (2007). Automatización flexible, Ingeniería de diseño y fabricación, gestión de al calidad y empowerment: evidencia empírica de su contribución a la creación de capacidades estratégicas. *Dirección y Organización* n°. 33, pp. 35-52.
- Vazquez-Bustelo, D.; Avella, L. (2006a). Agile manufacturing: Industrial case studies in Spain. *Technovation*, Vol. 26, pp. 1147-1161.
- Vazquez-Bustelo, D. & Avella, L. (2006b). Contraste empírico del modelo de fabricación ágil en España, XVI congreso nacional de la Asociación Científica de Economía y Dirección de Empresas.
- Yadav, R. N.; Yadav, R. C.; Sarkis, J.; Cordeiro, J. (2000). The strategic implications of flexibility in manufacturing systems. *International Journal of Agile Management Systems*, Vol. 2, n°. 3, pp. 202-213.