

Artículo de investigación

Objetivos y decisiones estratégicas operacionales como apoyo al *lean manufacturing*



Natalia Marulanda Grisales* y Henry Helí González Gaitán

Docentes de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Corporación Universitaria Minuto de Dios, Seccional Bello. Km 0, Autopista Medellín, Bogotá, Colombia

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 1 de noviembre de 2017

Aceptado el 8 de noviembre de 2017

On-line el 26 de noviembre de 2017

Códigos JEL:

C12

L2

L67

M11

Palabras clave:

Capacidad

Entrega

Estrategia de operaciones

Lean manufacturing

Sector textil

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación consistió en identificar los mecanismos de coordinación entre las herramientas de *lean manufacturing* y la estrategia de operaciones en siete compañías del sector textil ubicadas en el Valle de Aburrá, Colombia. Se empleó una metodología de estudio de caso, con base en un enfoque cuantitativo y un alcance descriptivo-correlacional. Entre los principales resultados se encontró que las utilidades operacionales se convierten en el elemento integrador entre el objetivo de entrega, la decisión estratégica de capacidad y la incorporación de la filosofía *lean* en las actividades diarias de la organización. Asimismo, la optimización de los recursos organizacionales a partir de la adopción de *lean manufacturing* se construye desde la estrategia operacional, involucrando a todos los colaboradores de los diferentes niveles jerárquicos de la organización.

© 2017 Fundación Universitaria Konrad Lorenz. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Strategic and operational objectives and decisions as support for lean manufacturing

ABSTRACT

The aim of this study is to identify coordination mechanisms among lean manufacturing tools and operations strategy. The study was carried out in seven companies of the textile sector located in the Valley of Aburrá, Colombia. A case study methodology is used. The methodology is based on a quantitative approach and a descriptive-correlational scope. Among the main results, it was found that operational profit became the main driver between delivery strategy objective, capacity strategy decision and the incorporation of lean philosophy in daily organisation activities. Furthermore, the optimising of organisational

JEL classification:

C12

L2

L67

M11

Keywords:

Capacity

Delivery

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: nmarulandag@uniminuto.edu.co (N. Marulanda Grisales).

<https://doi.org/10.1016/j.sumneg.2017.11.005>

2215-910X/© 2017 Fundación Universitaria Konrad Lorenz. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Operations strategy
Lean manufacturing
Textile sector

resources was achieved by the adoption of lean manufacturing. This also involves collaboration from different hierarchical levels of the organisation.

© 2017 Fundación Universitaria Konrad Lorenz. Published by Elsevier España, S.L.U.
This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

Las organizaciones han implementado en sus procesos metodologías de mejoramiento continuo para garantizar su sostenimiento en mercados altamente cambiantes. Entre estas metodologías se encuentra la filosofía de *lean manufacturing*, la cual permite la optimización de los procesos productivos y administrativos a partir de la eliminación de desperdicios (Omogbai & Salonitis, 2016). No obstante, para incorporar la filosofía de *lean manufacturing* en la estructura organizacional debe existir una estrategia corporativa y de operaciones clara (Drohomeretski, Gouvea da Costa, Pinheiro, & da Rosa, 2014; Gonçalves, Campos, & Pontes, 2016) que brinde los lineamientos para su planeación, gestión y control en el largo plazo.

Asimismo, la adopción de la filosofía de *lean manufacturing* se encuentra asociada con la generación de valor y eficiencia en términos ambientales, lo que implica repensar las metas y estrategias de las organizaciones para atender el ciclo de vida de los productos y servicios ofertados (Abreu, Alves, & Moreira, 2017). De aquí que los resultados derivados de la ejecución de las herramientas del *lean manufacturing* como elementos de la estrategia corporativa y de operaciones no sean inmediatos y tardan tiempo en manifestarse (Norani, Md Deros, Abdul Wahab, & Ab Rahman, 2011).

Ahora bien, la filosofía de *lean manufacturing* se ha implementado de manera paulatina desde los años cincuenta, involucrando la coordinación de las herramientas técnicas con las buenas prácticas de gestión de recursos humanos (Cirjaliu & Draghici, 2016; Baril, Gascon, Miller, & Côté, 2016). Entre estas se destacan las herramientas de características mixtas que optimizan el uso de los recursos organizacionales para satisfacer a tiempo los requerimientos de los diferentes *stakeholders*, las cuales para el mercado actual se encuentran orientadas al *mass customization* (Onyeocha, Khoury, & Geraghty, 2015; Omogbai & Salonitis, 2016).

Además, el *lean manufacturing* se ha integrado con un nueva área de estudio conocida como *Green Productivity*, que vincula el desempeño industrial con procesos sostenibles (Verrier, Rose, & Caillaud, 2016). Asimismo, la filosofía *lean manufacturing* ha migrado al sector servicios (López, González, & Sanz, 2015) debido a la flexibilidad que ofrecen sus herramientas.

Si bien las herramientas de *lean manufacturing* se encuentran muy estandarizadas, resulta fundamental identificar la tipología o la clasificación de las herramientas, las cuales pueden ser pilares de la filosofía, operativas, de diagnóstico o de seguimiento. Además, se deben resaltar aquellos aspectos comunes que existen entre ellas, como el flujo de material, personal e información; la estandarización de procesos; el empoderamiento del personal y los canales de comunicación entre las diferentes áreas organizacionales (León, Marulanda, & González, 2017).

Con base en lo anterior, las herramientas que soportan la filosofía *lean manufacturing* son Just in Time (Cuatrecasas, 2006; Hay, 2003; Gaither & Frazier, 2000; Heizer & Render, 2007), células de manufactura (Villaseñor & Galindo, 2009; Salazar, Vargas, Añasco, & Orejuela, 2010; Cardona, 2013; Chang, Wu, & Wu, 2013; Jajodia, Minis, Harhalakis, & Proth, 1992), Jidoka, Poka Yoke y Single-Minute Exchange of Die (SMED) (Hernández & Vizán, 2013; Villaseñor & Galindo, 2009), Kaizen (Alukal & Manos, 2006; Imai, 2012), Value Stream Mapping (VSM) (Rother & Shook, 2003; Keyte & Locher, 2004; Sullivan, McDonald, & van Aken, 2002; Nash & Poling, 2008).

Asimismo, se destacan las 5 s (Villaseñor & Galindo, 2009; Rajadell & Sánchez, 2010; Pérez Rave, 2011; Villaseñor & Galindo, 2011), Total Productive Maintenance (TPM) (Cuatrecasas & Torrell, 2010; Hernández & Vizán, 2013), Kanban (Monden, 1996), gestión visual (Alukal & Manos, 2006; Hernández & Vizán, 2013), Six Sigma (Youssof, Rachid, & Ion, 2014; Aguirre, 2010), Point-to-Point Flow Chart (Sheldon, 2008), Lean Action Item List (Plenert, 2007) y Evaluación nivel de madurez (Urban, 2015).

Ahora bien, existen un conjunto de elementos que determinan el éxito en la implementación de *lean manufacturing* en una organización; entre estos se encuentran la comunicación, el cambio en la cultura, el compromiso de la alta dirección, el involucramiento de los empleados, la educación y el entrenamiento (Alhuraish, Robledo, & Kobi, 2017).

Con respecto al sector textil, se encontró que el éxito de aplicación de las herramientas *lean* en este tipo de compañías depende del nivel de empoderamiento que posean los colaboradores (Kordoghli & Moussa, 2013). Por otro lado, el uso de herramientas de *lean manufacturing* en las compañías del sector textil permite optimizar los recursos físicos y responder de forma eficiente a los cambios en la demanda en periodos cortos de tiempo (Maia, Alves, & Leão, 2015). Sin embargo, en el mencionado sector la implementación de herramientas *lean* se ha ejecutado sin un entendimiento real de su significado (Chiromo, Nel, & Sebele, 2015).

En el caso colombiano, el sector textil-confecciones aporta el 9,2% del PIB manufacturero (Superintendencia de Sociedades, 2015). En términos de estudios realizados sobre *lean manufacturing* en Medellín, Colombia, el sector textil ocupa el tercer lugar, con una participación del 9% (Arrieta, Domínguez, Echeverri, & Gutiérrez, 2011).

Sin embargo, la implementación total de las herramientas de *lean manufacturing* y la obtención de resultados en las organizaciones del sector textil pueden tardar más de dos años, lo que representa un periodo de tiempo muy largo para compañías que se gestionan desde una demanda cíclica (Barón & Rivera, 2014).

Por otro lado, para abordar la estrategia de operaciones, puede ser descrita con base en cuatro componentes (Slack & Lewis, 2011): estrategia corporativa, requerimientos del mercado, experiencia operacional y recursos operacionales.

Otros autores consideran que dicha estrategia se encuentra conformada por la misión empresarial, la ventaja competitiva, los objetivos y las decisiones estratégicas de la organización (Schroeder, Meyer, & Rungtusanatham, 2011; Chary, 2009; García, García, Pérez, Sánchez, & Serrano, 2013). También puede considerarse que está compuesta por metas a largo plazo, planes, políticas, cultura, recursos, decisiones y acciones que afectan las operaciones (Waters, 2006).

Con base en lo anterior, la estrategia operacional debe responder a un plan de acción que contenga los elementos diferenciadores de la estrategia corporativa (Ballou, 2004; Collis & Montgomery, 2005), como lo son los objetivos de la empresa, procesos visionarios, *stakeholders* y dirección de las estrategias funcionales; además de la cobertura geográfica de los negocios, tipología de productos y servicios ofertados y el poder competitivo en el mercado (Smit & Moraitis, 2015).

Por su parte, la estrategia de operaciones también considera la estrategia de negocios, la cual se constituye de manera particular para cada operación comercial ejecutada en la compañía (Schroeder et al., 2011; Becerra, 2009). Además de las operaciones, precio, producto y servicio (Roth, Schroeder, Huang, & Kristal, 2008). Finalmente, innovación, entendimiento de los riesgos y competitividad (Covin & Slevin, 1989).

Lo anterior contribuye con el logro de la ventaja competitiva, optimizando el uso de recursos y capacidades para superar a los competidores (Porter, 1991), además de garantizar el sostenimiento de los resultados en el largo plazo (Longenecker et al., 2009; Kumar, 2016).

Más aun, el éxito de la estrategia de operaciones suele evaluarse con base en el cumplimiento de sus objetivos o dimensiones de desempeño. Si bien diversos autores han diseñado un conjunto de objetivos operacionales, la presente investigación se desarrollará teniendo en cuenta dos de estos elementos: flexibilidad y entrega. Las otras dimensiones son costo y calidad.

Se entiende por *flexibilidad* la satisfacción de los requerimientos del mercado con base en la adopción de diversos estados. Por ende, una operación es más flexible si puede hacer más cosas; es decir, exhibir un rango más amplio de habilidades (Slack & Lewis, 2011). Los beneficios derivados de la flexibilidad pueden ser internos, como la respuesta a eventos no previstos, o externos, como el volumen de oferta de bienes o servicios. A su vez, la flexibilidad involucra la reducción de tiempo, incremento de la capacidad, compra de equipos más flexibles o rediseño de producto (Schroeder et al., 2011).

Con respecto a la *entrega*, esta puede definirse como la confianza en el cumplimiento de los tiempos inicialmente pactados con el cliente o el tiempo de entrega interno programado para cada operación (Slack & Lewis, 2011). Su objetivo es reducir el tiempo malgastado en las operaciones, como reprocesamientos, desperdicios, inspección y otros pasos que no agregan valor y deben ser eliminados de las operaciones (Schroeder et al., 2011).

Por otro lado, para garantizar la operación futura de las organizaciones es importante definir un conjunto de decisiones denominadas «estratégicas», entre las cuales se encuentran las decisiones proceso, calidad, capacidad e inventario. La presente investigación tendrá en cuenta las dos últimas decisiones estratégicas.

La capacidad se refiere a la distribución de los espacios, el tamaño de cada uno de ellos y el volumen de atención que pueden brindar bajo operación normal (Slack & Lewis, 2011). Además busca suministrar los recursos correctos, en el lugar correcto y en el momento indicado (Schroeder et al., 2011).

A nivel de operaciones, las decisiones de inventario especifican el tipo y el nivel en que deben mantenerse las existencias en función de la incertidumbre. Se soporta en el uso de las TIC y sistemas de información a fin de garantizar la cantidad mínima necesaria y su ubicación (Schroeder et al., 2011). Antes de implementar una decisión de inventario, es necesario conocer cuál será su impacto no solo en la organización sino también en los demás eslabones de la cadena de suministro (Aiello, 2008).

En cierta medida, la implementación de *lean manufacturing* desde la gestión de operaciones representa un reto organizacional para atender los diferentes tipos de producción, desde niveles bajos hasta volúmenes altos de producto en proceso y producto terminado (Gómez & Godinho, 2017). En el caso del sector textil, la integración de ambos elementos puede generar ventaja competitiva a través del diseño, programación y control de los procesos corporativos (Gonçalves et al., 2016; Klingenberg, Timberlake, Geurts, & Brown, 2013). Además, es fundamental que las empresas textiles desarrollen una estrategia competitiva mixta (costo y diferenciación) para mejorar los objetivos de entrega y flexibilidad (Castro, Castrillón, & Giraldo, 2011; Jayaram, Tan, & Laosirihongthong, 2014).

Con base en lo anteriormente tratado, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿En qué medida las decisiones estratégicas de capacidad e inventario, y los objetivos operacionales de flexibilidad y entrega, se relacionan con la implementación de la filosofía de *lean manufacturing* en compañías del sector textil?

Metodología

La metodología empleada es de carácter cuantitativo. A su vez posee un alcance descriptivo-correlacional. Se basa en un estudio de caso realizado en siete compañías ubicadas en el Valle de Aburrá pertenecientes al sector textil, las cuales han implementado herramientas de *lean manufacturing*. Para la selección de las unidades del estudio se empleó un muestreo no probabilístico por conveniencia. Se realizó un contacto inicial con la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, Sede Aburrá Norte y con representantes del Clúster Textil/Confección, Diseño y Moda, quienes proporcionaron un listado de 12 compañías que hubiesen ejecutado alguna de estas herramientas. Luego de establecer contacto, siete organizaciones decidieron participar a través de los líderes de procesos, cuyos cargos varían desde supervisores hasta gerentes de las compañías.

Una vez fueron seleccionadas las compañías participantes, se procedió con el levantamiento de información primaria a partir del diseño de un formulario y aplicación de una encuesta a los líderes de procesos. El formulario se encuentra dividido en tres secciones: generalidades de la empresa (preguntas de control), implementación de herramientas de *lean manufacturing* y relacionamiento del *lean manufacturing* con la

estrategia de operaciones. Las preguntas empleadas son cerradas y las opciones de respuesta se basaron en la Escala de Likert de cinco opciones, siendo 1 totalmente en desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo.

Para el análisis estadístico descriptivo de los componentes se empleó la correlación lineal entre el par de variables de Pearson. Dicho coeficiente varía en el rango $-1 \leq r_{xy} \leq 1$, a fin de medir la fuerza de relacionamiento perfectamente positiva o negativa entre el par de variables que son estudiadas. No obstante, es fundamental calcular si la correlación es o no significativa. Para el caso específico de estudio se emplearon las siguientes hipótesis:

$$H_0 = r_{ij} = 0 \text{ vs } H_a = \rho r_{ij} \neq 0$$

Lo que equivale a:

$$H_0 = \rho = 0 \text{ vs } H_a = \rho \neq 0$$

Donde:

$$i, j = \text{PI1, PI3, PI6, PI8, PI9, PI10, PI11, PII2,}$$

$$\text{PII4, PII5, PII6, PII7, PII8, PII14, PII15}$$

Para la prueba de significancia se utilizó un $\alpha=0,05$. Así pues, si el $\text{Valor}_p \leq 0,05$, se rechaza la hipótesis nula y se tendría un índice de correlación significativamente diferente de cero (0), con un nivel de confianza del 95%.

Por otro lado, la información secundaria se obtuvo a partir de la revisión detallada de la literatura en diversas bases de datos, repositorios institucionales, archivos, informes y revistas especializadas en el área. Con la información recabada, se procedió a la tabulación de los datos y a la selección de las preguntas a analizar.

Resultados

Preguntas de control

Se realizaron siete preguntas de control para conocer algunas de las generalidades de las compañías y de los líderes participantes. Es de aclarar que la principal característica que debían cumplir las organizaciones es que hubiesen implementado alguna de las herramientas del *lean manufacturing* en sus procesos productivos.

Ahora bien, los cargos de los líderes de proceso se ubican en los niveles gerenciales del organigrama organizacional: gerentes, directores de operaciones, coordinadores y jefes de calidad. El 57,2% de ellos tenían un tiempo de vinculación con la organización superior a 9 años. El 42,8% restante tenían un tiempo de vinculación entre 1-2 años.

Con base en el número de empleados y de acuerdo a la Ley 905 del año 2004, el 71,4% de las organizaciones poseen un tamaño mediano y el 28,6%, grande. El tamaño se definió teniendo en cuenta el número de colaboradores fijos de planta, eximiendo el número de empleados temporales. Además, el 57,2% de las compañías son administradas por sus propietarios y el 42,8% por personal independiente. Finalmente, para proteger la privacidad de los entrevistados se excluyen las

preguntas relacionadas con su identidad, datos de contacto y nombre de la compañía para la cual laboran.

Caracterización de lean manufacturing y estrategia de operaciones

Aproximadamente el 84% de las compañías dieron una valoración muy favorable a la implementación de herramientas de *lean manufacturing* (PI1). No obstante, en el 28,57% de las organizaciones participantes no todos los miembros de los diferentes niveles jerárquicos tienen conocimiento sobre la filosofía *lean* (PI3) (fig. 1).

Por lo que se refiere a la estrategia de operaciones, en promedio el 85% de las empresas objeto de estudio incorporan dentro de esta estrategia el desarrollo de herramientas *lean* (PI6). Hay que mencionar, además, que para el 57% de los participantes la decisión estratégica de capacidad de las instalaciones físicas favorece la adopción de las herramientas de *lean manufacturing* (PI8). En relación con el número de clientes y ventas, para el 100% de las compañías estos valores tuvieron un incremento favorable a partir de la adopción de la filosofía *lean* (PI9, PI11). Sin embargo, el 14,27% de las compañías consideran que si bien hubo un aumento en el porcentaje de clientes y ventas a partir de la puesta en marcha de alguna de las herramientas de la filosofía *lean*, dicha mejoría no se vio reflejada en las utilidades de las organizaciones (PI10).

Avanzando en el razonamiento expuesto, el 71,43% de los participantes lograron aumentar su liderazgo en costos a partir de la adopción del *lean manufacturing* (PII2). No solo el liderazgo en costos, sino también la estrategia de enfoque se encuentra influenciada por la filosofía de *lean manufacturing* (fig. 2). Con base en lo anterior, el 42,86% de las compañías tuvieron una respuesta favorable y muy favorable con respecto a centrar sus operaciones en un segmento muy específico del mercado (PII4). Así mismo, el 71,43% de las compañías objeto de estudio calificaron favorable y muy favorable el incremento que se dio en la flexibilidad del volumen de producción a partir de las herramientas de *lean manufacturing* que fueron empleando (PII5).

Desde otro punto de vista, el 71,43% de las compañías consultadas lograron optimizar la capacidad de los recursos físicos, humanos y tecnológicos mediante la adopción de componentes de la *lean manufacturing* (PII7). En contraste con lo anterior, para el 14,29% de los participantes, la interiorización de la filosofía de *lean manufacturing* en los procesos organizacionales no facilitó el cumplimiento de los tiempos de entrega (PII6). Cabe señalar que la incorporación de la filosofía *lean* logró reducir la incertidumbre en el nivel de inventarios en el 86% de las organizaciones indagadas (PII8). En la misma proporción, la estrategia de negocios de las compañías también respaldó el desarrollo de las herramientas de *lean manufacturing* en sus operaciones (PII14). Además, el 42,8% de las compañías estuvieron de acuerdo en que su estrategia corporativa también respalda la incorporación de la filosofía en su razón social y en la ejecución de sus actividades diarias (PII15).

Variabilidad compartida entre variables

La figura 3 muestra el coeficiente de correlación de Pearson en la primera fila y el valor de p en la segunda. Las parejas



Figura 1 – Respuestas implementación herramientas lean. Fuente: elaboración propia.



Figura 2 – Respuestas relacionamiento de lean manufacturing y estrategia de operaciones. Fuente: elaboración propia.

de variables que cumplen ambas condiciones se encuentran resaltadas en color verde y las que no las cumplen, en color rojo.

Ahora bien, el coeficiente de correlación adquiere mayor relevancia si se interpreta en términos de la proporción de variabilidad compartida o explicada, es decir, a partir del coeficiente de determinación representado por la expresión r_{ij}^2 . Así pues, la implementación de herramientas de *lean manufacturing* en una compañía (PI1) y el conocimiento de dicha filosofía por parte de todos los miembros de la organización (PI3), comparten el 93% de los elementos. De aquí que el desarrollo de la *lean manufacturing* en las organizaciones requiera

el involucramiento de todos los miembros y el establecimiento de canales de comunicación efectivos. Además, las acciones a ejecutar durante la incorporación de herramientas *lean* en los procesos organizacionales deben quedar contempladas y planeadas en la estrategia corporativa y la estrategia de negocios (PI1, PI3, $r_{PI1,PI3}^2 = 0,93$), (PI1, PII14, $r_{PI1,PII14}^2 = 0,69$) (PI1, PII15, $r_{PI1,PII15}^2 = 0,69$), a fin de que queden institucionalizadas en políticas de corto, mediano y largo plazo.

En este orden de ideas, también se encontró una fuerte variabilidad explicada entre el uso de herramientas de *lean manufacturing* y el incremento de las utilidades operacionales (PI1, PI10, $r_{PI1,PI10}^2 = 0,93$), lo cual puede verse reflejado

	PI3	PI6	PI8	PI9	PI10	PI11	PII2	PII4	PII5	PII6	PII7	PII8	PII14	PII15
PI1	0.9661 0.0004	0.873 0.0103	0.5991 0.1551	0.4494 0.3118	0.9661 0.0004	0.3717 0.4117	0.5557 0.1952	-0.2996 0.5139	0.8819 0.0086	0.8987 0.0059	0.8461 0.0164	0.8165 0.025	0.8315 0.0204	0.8333 0.0199
PI3		0.9505 0.001	0.4961 0.2574	0.5168 0.2349	0.9444 0.0014	0.4446 0.3176	0.588 0.165	-0.2067 0.6565	0.9433 0.0014	0.9509 0.001	0.9342 0.0021	0.8874 0.0077	0.7459 0.0542	0.7246 0.0655
PI6			0.4483 0.313	0.5978 0.1563	0.9237 0.003	0.6181 0.1391	0.5852 0.1675	0.0747 0.8735	0.9165 0.0037	0.9465 0.0012	0.9536 0.0009	0.8316 0.0204	0.674 0.0968	0.582 0.1704
PI8				0.3462 0.4469	0.6615 0.1056	0.1909 0.6818	0.547 0.2038	0.0769 0.8698	0.2831 0.5385	0.6154 0.1413	0.5311 0.22	0.3669 0.4182	0.6939 0.0837	0.7489 0.0527
PI9					0.4961 0.2574	0.6999 0.6818	0.2854 0.535	0.0747 0.4966	0.3114 0.2972	0.4615 0.2725	0.4828 0.2725	0.1834 0.6938	0.0534 0.9095	0 1
PI10						0.513 0.239	0.5752 0.1767	-0.0827 0.8601	0.8672 0.0115	0.9303 0.0024	0.8823 0.0086	0.7888 0.035	0.8607 0.0129	0.8051 0.0289
PI11							-0.118 0.801	0.4772 0.2789	0.4449 0.3172	0.4772 0.2789	0.4992 0.2541	0.3035 0.5082	0.287 0.5326	0 1
PII2								0.1189 0.7996	0.4376 0.3262	0.6183 0.1388	0.612 0.1441	0.4537 0.3065	0.3796 0.401	0.557 0.1952
PII4									-0.2831 0.5385	-0.0769 0.8698	-0.0241 0.959	-0.3669 0.4182	-0.3203 0.4838	-0.4494 0.3118
PII5										0.9058 0.005	0.9061 0.0049	0.9451 0.0013	0.7464 0.054	0.6614 0.1057
PII6											0.9897 0.0001	0.9172 0.0036	0.8006 0.0305	0.7489 0.0527
PII7												0.9211 0.0032	0.7203 0.0679	0.6581 0.1081
PII8													0.7638 0.0457	0.7144 0.0713
PII14														0.9354
PII15														0.002

Figura 3 – Análisis de correlación lineal. Fuente: elaboración propia.

a partir de la disminución de desperdicios y liderazgo en costos que alcanzan estas compañías en el largo plazo. Por otra parte, también existe una fuerte correlación positiva y varianza compartida entre la adopción de herramientas de *lean manufacturing* y los objetivos de la estrategia de operaciones de flexibilidad y entrega (PI1, PII5, $r_{PI1,PII5}^2 = 0,77$) (PI1, PII6, $r_{PI1,PII6}^2 = 0,81$). Por consiguiente, la filosofía *lean* se convierte en una alternativa de gestión para afrontar las condiciones cambiantes y la incertidumbre de los mercados actuales. Además, contribuye con la satisfacción de los tiempos pactados con los *stakeholders* internos y externos.

Por lo que se refiere a la concepción de la filosofía *lean manufacturing* desde la estrategia corporativa, esta posee una fuerte variabilidad explicada con el cocimiento que deben tener todos los colaboradores sobre las herramientas *lean*. Es desde este componente donde se diseñan los procesos de inducción, capacitación, incentivos y seguimiento a las curvas de aprendizaje (PI3, PI6, $r_{PI3,PI6}^2 = 0,9$) y se constituyen las estrategias de negocio a emplearse en los diferentes segmentos del mercado (PII14, PII15, $r_{PII14,PII15}^2 = 0,87$).

A su vez, se establecen las metas con respecto a las utilidades esperadas (PI6, PI10, $r_{PI6,PI10}^2 = 0,85$), volúmenes de producción a ser atendidos (PI6, PII5, $r_{PI6,PII5}^2 = 0,84$), políticas de gestión de inventario (PI6, PII8, $r_{PI6,PII8}^2 = 0,69$), tiempos en los cuales los pedidos serán entregados a los clientes (PI6, PII6, $r_{PI6,PII6}^2 = 0,89$) y estrategia de negocios (costo, diferenciación y enfoque) (PII6, PII14, $r_{PII6,PII14}^2 = 0,64$). Sin embargo, dichas metas solo pueden ser alcanzadas si para la implementación de herramientas *lean* se optimiza y documenta la capacidad de los recursos (PI6, PII7, $r_{PI6,PII7}^2 = 0,91$) (PI1, PII7, $r_{PI1,PII7}^2 = 0,72$), favoreciendo las acciones de control y seguimiento.

También se encontró una fuerte variabilidad explicada entre la flexibilidad con respecto al volumen de producción y el cumplimiento de los tiempos de entrega (PII5, PII6, $r_{PII5,PII6}^2 = 0,82$). Por ende, el *lean manufacturing* facilitó el intercambio entre órdenes de pedido para respetar los

compromisos pactados con los clientes en las compañías objeto de estudio. Igualmente, el objetivo de flexibilidad posee una correlación fuertemente positiva con las decisiones estratégicas de capacidad e inventario (PII5, PII7, $r_{PII5,PII7}^2 = 0,82$) (PII5, PII8, $r_{PII5,PII8}^2 = 0,89$).

Y es que no pueden variarse los volúmenes de producción sin tener en cuenta las instalaciones físicas, la maquinaria y el equipo de las compañías, al igual que los sistemas de información. Más aún, la capacidad de los recursos (físico, maquinaria y equipo) también comparte una fuerte variabilidad explicada con el cumplimiento de los tiempos de entrega (PII6, PII7, $r_{PII6,PII7}^2 = 0,98$). Por cierto, la disminución en la incertidumbre del inventario parece tener una variabilidad explicada con la reducción de los tiempos de entrega (PII6, PII8, $r_{PII6,PII8}^2 = 0,84$) y estar soportada en la capacidad de las instalaciones (PII7, PII8, $r_{PII7,PII8}^2 = 0,85$).

Finalmente, el incremento de las utilidades a partir de la incorporación de herramientas *lean manufacturing* parece tener una fuerte variabilidad explicada con la flexibilidad en los volúmenes de producción (PI10, PII5, $r_{PI10,PII5}^2 = 0,75$), el cumplimiento en los tiempos de entrega (PI10, PII6, $r_{PI10,PII6}^2 = 0,87$), la capacidad de los recursos organizacionales (PI10, PII7, $r_{PI10,PII7}^2 = 0,78$), la reducción en la incertidumbre en los niveles de inventarios (PI10, PII8, $r_{PI10,PII8}^2 = 0,62$), la estrategia corporativa (PI10, PII14, $r_{PI10,PII14}^2 = 0,74$) y de negocios (PI10, PII15, $r_{PI10,PII15}^2 = 0,65$). Así pues, son las utilidades las que se convierten en el elemento integrador entre la adopción de la filosofía de *lean manufacturing*, los objetivos y las decisiones estratégicas de operaciones.

Conclusiones

La filosofía de *lean manufacturing* se constituye como una alternativa para generar ventaja competitiva en las organizaciones del sector textil que fueron estudiadas. Esta ventaja

se obtiene a partir de la eliminación de desperdicios en los procesos de manufactura y del empoderamiento que alcanzan los miembros de los diferentes niveles jerárquicos. A su vez, una posición sostenida en el mercado para estas organizaciones se logra mediante la coordinación de las herramientas de la *lean manufacturing* con la estrategia de operaciones, en lo que se refiere a las decisiones estratégicas de capacidad y disminución en la incertidumbre de los inventarios, considerando también los objetivos estratégicos de flexibilidad en el volumen de producción y el cumplimiento con los tiempos de entrega pactados.

A partir de la optimización de recursos, la incorporación de la filosofía de *lean manufacturing* también permite generar valor a los productos, servicios y procesos organizacionales. Sin embargo, dicha optimización debe incluirse en el componente estratégico de la organización para garantizar una respuesta efectiva a los cambios vertiginosos de los niveles de demanda, variaciones en los volúmenes de producción y transformaciones en las preferencias de los consumidores.

En las organizaciones participantes existe una varianza compartida muy elevada entre la implementación de herramientas de *lean manufacturing*, el conocimiento de dichas herramientas por parte de los colaboradores y el incremento en las utilidades operacionales. Sin embargo, no todos los miembros de las compañías textiles consultadas han interiorizado las herramientas que se están aplicando en los procesos productivos, lo que demuestra carencia de canales de comunicación efectivos entre los *stakeholders* internos y externos; y estrategias corporativas claras que guíen el actuar de los colaboradores.

Del mismo modo, no todas las empresas manifestaron un aumento en las utilidades como consecuencia de la incorporación de la *lean manufacturing*. Lo que va en contravía de la realidad operativa de las compañías textiles, donde los ciclos de producción son cortos y la competencia para atender la demanda no atendida es muy elevada. Asimismo, la capacidad en términos de recursos es reducida, lo que puede interferir en los tiempos de entrega pactados con el cliente, afectándose la reputación de las organizaciones y por ende sus utilidades.

De esta manera, el objetivo estratégico de entrega se convierte en uno de los elementos que mayor atención requieren durante la adopción de la filosofía *lean*. A su vez, la decisión estratégica de capacidad es fundamental para el desarrollo y la interiorización de cada una de las herramientas de *lean manufacturing* como filosofía de mejoramiento continuo.

REFERENCIAS

- Abreu, M. F., Alves, A. C. & Moreira, F. (2017). Lean-Green models for eco-efficient and sustainable production. *Energy*, 137(Supplement C), 846-853. <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2017.04.016>
- Aguirre, A. M. (2010). *Aplicación de metodología seis sigma para mejorar la capacidad de proceso de la variable nivelación vertical en la aplicación de pintura (fondos) de una ensambladora de vehículos (masters)*. Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/3561/>
- Aiello, J. L. (2008). *Rightsizing Inventory*. Boca Raton: Auerbach Publications.
- Alhuraish, I., Robledo, C. & Kobi, A. (2017). A comparative exploration of lean manufacturing and six sigma in terms of their critical success factors. *Journal of Cleaner Production*, 164(Supplement C), 325-337. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.146>
- Alukal, G. & Manos, A. (2006). *Lean Kaizen: A Simplified Approach to Process Improvements* (2nd ed.). Milwaukee, USA: ASQ Quality Press.
- Arrieta, J., Domínguez, J., Echeverri, A., & Gutiérrez, S. (2011). Aplicación lean manufacturing en la industria colombiana. Revisión de literatura en tesis y proyectos de grado. En: *Revista Virtual Pro*. [en línea]. Edición (Vol. 132). Medellín. Disponible en: <http://www.laccei.org/LACCEI2011-Medellin/RefereedPapers/PE298-Arrieta.pdf>
- Ballou, R. H. (2004). *Logística: Administración de la cadena de suministro* (5.ª ed.). México: Pearson Educación.
- Baril, C., Gascon, V., Miller, J. & Côté, N. (2016). Use of a discrete-event simulation in a Kaizen event: A case study in healthcare. *European Journal of Operational Research*, 249(1), 327-339. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2015.08.036>
- Barón Maldonado, D. I. & Rivera Cadavid, L. (2014). Cómo una microempresa logró un desarrollo de productos ágil y generador de valor empleando Lean. *Estudios Gerenciales*, 30(130), 40-47. <http://dx.doi.org/10.1016/j.estger.2014.02.007>
- Becerra, M. (2009). *Theory of the Firm for Strategic Management: Economic Value Analysis*. New York: Cambridge University Press.
- Cardona, J. J. (2013). *Repositorio institucional UN (masters)*. Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/12191/>
- Castro, W. A. S., Castrillón, O. D. & Giraldo, J. A. (2011). *Prioridades competitivas para la industria de la confección. Estudio de caso. Cuadernos de Administración*, 24(43). Disponible en: http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/cuadernos_admon/article/view/2602
- Chang, C.-C., Wu, T.-H. & Wu, C.-W. (2013). An efficient approach to determine cell formation, cell layout and intracellular machine sequence in cellular manufacturing systems. *Computers & Industrial Engineering*, 66(2), 438-450. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2013.07.009>
- Chary, S. (2009). *Production and operations management* (4th ed.). New Delhi: Tata McGraw-Hill Education.
- Chiromo, F., Nel, A., & Sebele, T. (2015). Lean manufacturing challenges in a South African clothing company. En: *International Association for Management of Technology* (pp. 1966-1974). Cape Town. Disponible en: <http://ujdigispace.uj.ac.za/bitstream/handle/10210/13935/Chiromo,%20F,%20Nel,%20A,%20%20%20%20Sebele%20T.%20202015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cirjaliu, B. & Draghici, A. (2016). Ergonomic issues in lean manufacturing. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 221, 105-110. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.05.095>
- Collis, D. J. & Montgomery, C. A. (2005). *Corporate Strategy: A Resource-based Approach* (2.ª edición). Madrid: McGraw-Hill Higher Education.
- Covin, J. G. & Slevin, D. P. (1989). Strategic management of small firms in hostile and benign environments. *Strategic Management Journal*, 10(1), 75-87. <http://dx.doi.org/10.1002/smj.4250100107>
- Cuatrecasas, L. (2006). *Claves de Lean Management*. Ediciones Gestión.
- Cuatrecasas, L. & Torrell, F. (2010). *TPM en un entorno Lean Management: Estrategia competitiva*. Barcelona: Profit Editorial.
- Drohomeretski, E., Gouvea da Costa, S. E., Pinheiro, E. & da Rosa, P. A. (2014). Lean, Six Sigma and Lean Six Sigma: An analysis based on operations strategy. *International Journal of Production Research*, 52(3), 804-824. <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2013.842015>

- Gaither, N. & Frazier, G. (2000). *Administración de producción y operaciones*. Ediciones Paraninfo.
- García, A., García, G., Pérez, M., Sánchez, L. & Serrano, A. M. (2013). *Manual de dirección de operaciones: Decisiones estratégicas*. España: Universidad de Cantabria.
- Gómez, F. & Godinho, M. (2017). Complementing lean with quick response manufacturing: Case studies. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 90(5-8), 1897–1910. <http://dx.doi.org/10.1007/s00170-016-9513-4>
- Gonçalves, M., Campos, F. C. & Pontes, M. R. P. (2016). Systematic literature review with bibliometric analysis on Lean Strategy and manufacturing in industry segments. *Gestão & Produção*, 23(2), 408–418. <http://dx.doi.org/10.1590/0104-530X1683-14>
- Hay, E. J. (2003). *Justo a tiempo: La técnica japonesa que genera mayor ventaja competitiva*. Grupo Editorial Norma.
- Heizer, J. & Render, B. (2007). *Dirección de la producción y de operaciones: decisiones estratégicas*. Pearson Prentice Hall.
- Hernández, J. C. & Vizán, A. (2013). *Lean manufacturing: concepto, técnicas e implantación*. E.O.I. Escuela de Organización Industrial.
- Imai, M. (2012). *Gemba Kaizen: A Commonsense Approach to a Continuous Improvement Strategy* (2nd ed.). New York: McGraw Hill Professional.
- Jajodia, S., Minis, I., Harhalakis, G. & Proth, J.-M. (1992). CLASS: Computerized Layout Solutions using Simulated annealing. *International Journal of Production Research*, 30(1), 95–108. <http://dx.doi.org/10.1080/00207549208942880>
- Jayaram, J., Tan, K. C. & Laosirihongthong, T. (2014). The contingency role of business strategy on the relationship between operations practices and performance. *Benchmarking: An International Journal*, 21(5), 690–712. <http://dx.doi.org/10.1108/BIJ-10-2012-0066>
- Keyte, B. & Locher, D. A. (2004). *The Complete Lean Enterprise: Value Stream Mapping for Administrative and Office Processes*. New York: CRC Press.
- Klingenberg, B., Timberlake, R., Geurts, T. G. & Brown, R. J. (2013). The relationship of operational innovation and financial performance — A critical perspective. *International Journal of Production Economics*, 142(2), 317–323. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2012.12.001>
- Kordoghli, B. & Moussa, A. (2013). Effect of wastes on changeover time in garment industry. *5th International Conference on Modeling, Simulation and Applied Optimization (ICMSAO)*, 1–3. <http://dx.doi.org/10.1109/ICMSAO.2013.6552584>
- Kumar, D. (2016). *Enterprise Growth Strategy: Vision, Planning and Execution* (1st ed). New York: Routledge.
- León, G. E., Marulanda, N. & González, H. H. (2017). Factores claves de éxito en la implementación de lean manufacturing en algunas empresas con sede en Colombia. *Tendencias*, 18(1), 85–100. Disponible en: <http://tendencias.udenar.edu.co/contenidos/vol18.1/Articulo5.pdf>.
- Longenecker, J. G., Donlevy, L., Calvert, V., Moore, C., Petty, J. W. & Palich, L. (2009). *Small Business Management: Launching and Growing New Ventures* (4th edition). Toronto: Nelson Education.
- López, A., González, I. & Sanz, A. (2015). Lean Service: Reassessment of lean manufacturing for service activities. *Procedia Engineering*, 132, 23–30. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2015.12.463>
- Maia, L. C., Alves, A. C. & Leão, C. P. (2015). TRIZ and knowledge-based innovation in science and industry — How could the TRIZ tool help continuous improvement efforts of the companies? *Procedia Engineering*, 131, 343–351. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2015.12.412>
- Monden, Y. (1996). *El «Just in time» hoy en Toyota*. Bilbao, España: Ediciones Deusto S.A.
- Nash, M. A. & Poling, S. R. (2008). *Mapping the total value stream: A comprehensive guide for production and transactional processes*. New York: CRC Press.
- Norani, N., Md Deros, B., Abdul Wahab, D. & Ab Rahman, M. N. (2011). Managing change in lean manufacturing implementation. *Advanced Materials Research*, 314-316, 2105–2111. <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.314-316.2105>
- Omogbai, O. & Salonitis, K. (2016). Manufacturing system lean improvement design using discrete event simulation. *Procedia CIRP*, 57, 195–200. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.034>
- Onyeocha, C. E., Khoury, J. & Geraghty, J. (2015). Evaluation of multi-product lean manufacturing systems with setup and erratic demand. *Computers & Industrial Engineering*, 87, 465–480. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cie.2015.05.029>
- Pérez Rave, J. (2011). El avión de la muda: herramienta de apoyo a la enseñanza-aprendizaje práctico de la manufactura esbelta. *Revista Facultad de Ingeniería*, 58, 173–182. Disponible en: <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/ingenieria/article/view/14611>.
- Plenert, G. (2007). What are the technical tools of lean management? (Chapter 8). In *Reinventing Lean*. pp. 233–269. Burlington: Butterworth-Heinemann. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123705174500101>.
- Porter, M. E. (1991). Towards a dynamic theory of strategy. *Strategic Management Journal*, 12(S2), 95–117. <http://dx.doi.org/10.1002/smj.4250121008>
- Rajadell, M. & Sánchez, J. L. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. España: Ediciones Díaz de Santos.
- Roth, A. V., Schroeder, R., Huang, X. & Kristal, M. M. (2008). *Handbook of metrics for research in operations management: Multi-item measurement scales and objective items*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Rother, M. & Shook, J. (2003). *Learning to See: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*. Cambridge, USA: Lean Enterprise Institute.
- Salazar, A. F., Vargas, L. C., Añasco, C. E. & Orejuela, J. P. (2010). Propuesta de distribución en planta bietapa en ambientes de manufactura flexible mediante el proceso analítico jerárquico. *Revista EIA*, (14), 161–175. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci.abstract&pid=S1794-12372010000200014&lng=en&nrm=iso&tlng=es>.
- Schroeder, R., Meyer, S., & Rungtusanatham, M.J. (2011). Administración de operaciones: Conceptos y casos contemporáneos (5.ª ed.). México. Disponible en: <http://www.casadellibro.com/libro-administracion-de-operaciones-conceptos-y-casos-contemporaneos-5-ed/9786071506009/1863736>.
- Sheldon, D. H. (2008). *Lean Materials Planning and Execution: A Guide to Internal and External Supply Management Excellence*. Fort Lauderdale: J. Ross Publishing.
- Slack, N. & Lewis, M. (2011). *Operations Strategy* (3rd edition). Harlow, Essex; New York: Prentice Hall.
- Smit, H. T. J. & Moraitis, T. (2015). *Playing at Acquisitions: Behavioral Option Games*. New Jersey: Princeton University Press.
- Sullivan, W. G., McDonald, T. N. & van Aken, E. M. (2002). Equipment replacement decisions and lean manufacturing. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 18, 255–265.
- Superintendencia de Sociedades (2015). Desempeño del sector textil-confección 2012-2014 (p. 32). Bogotá. Disponible en: <http://www.supersociedades.gov.co/noticias/Documents/2015/Septiembre/EE1-%20Sector%20Textil-%202015%20VIII%2014.pdf>.
- Urban, W. (2015). The lean management maturity self-assessment tool based on organizational culture diagnosis. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 213, 728–733. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.527>
- Verrier, B., Rose, B. & Caillaud, E. (2016). Lean and Green strategy: The Lean and Green House and maturity deployment model. *Journal of Cleaner Production*, 116, 150–156. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.022>

Villaseñor, A. & Galindo, E. (2009). *Manual de lean manufacturing: Guía básica (2.ª edición)*. México: Editorial Limusa.

Villaseñor, A. & Galindo, E. (2011). *Sistema de 5 S's: Guía de implementación*. Limusa.

Waters, D. (2006). *Operations Strategy (1st ed.)*. London: Thomson Learning.

Youssef, A., Rachid, C. & Ion, V. (2014). Contribution to the optimization of strategy of maintenance by lean Six Sigma. *Physics Procedia*, 55, 512-518.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.phpro.2014.08.001>