

# Compendio de Investigación Academia Journals Chetumal 2018



Libro Digital  
con ISBN

978-1-939982-37-7

[www.AcademiaJournals.com](http://www.AcademiaJournals.com)

Trabajos de Investigación del Congreso Internacional de  
Investigación Academia Journals Chetumal 2018

Chetumal, Quintana Roo, México  
Mayo 23 al 25 de 2018

# Identificación de factores que explican el desempeño operacional en empresas Lean

Ing. Marie Karen Issamar Favela Herrera<sup>1</sup>, Dr. Roberto Romero López<sup>1</sup>, Dra. María Teresa Escobedo Portillo<sup>1</sup>, MC. Patricia Cristina Parroquín<sup>1</sup>

**Resumen-** Dentro de cada compañía, las operaciones de fabricación son monitoreadas a través de distintos indicadores de Desempeño Operacional (DO). Esta investigación se enfoca en identificar los factores que caracterizan la medición del DO en la industria del sector automotriz de Cd. Juárez cuya producción sigue principios y herramientas esbeltas. Para esto se utilizó una metodología integral que abarca desde la revisión de literatura para el diseño y validación de un instrumento de medición hasta la estimación de parámetros. Las variables de estudio pertenecientes a los indicadores de DO mayormente utilizadas en empresas del sector industrial se obtienen de la revisión exhaustiva de la literatura del ramo; es a partir de estos indicadores que se realizó un instrumento de medición diseñado con 20 ítems. Como resultado se logra la identificación de 3 factores que explican un 68.30% la variable DO en empresas Lean.

**Palabras Clave:** Instrumento de medición, Factores, Manufactura Esbelta, Desempeño Operacional.

## Introducción

Actualmente las empresas industriales, se enfrentan al reto de buscar e implantar nuevas técnicas organizativas y de producción que les permitan competir en un mercado global (Suzuki, 1992). En este sentido, el modelo de fabricación esbelta es una alternativa consolidada para elevar la productividad, entre otros beneficios que busca toda empresa que pretenda ser competitiva, (Lopes de Sousa, 2012).

Con el objetivo de identificar, corregir y optimizar el proceso de producción, se han desarrollado diferentes herramientas orientadas a resolver situaciones específicas que contribuyen al mismo, (Morales, 2015); entre las más conocidas se encuentran: Las 5 S's (Pettersen, 2009), Justo a Tiempo (*Just in Time*) (Madariaga, 2013), Cambio rápido de molde o también conocido como Cambio de Set-up (SMED) (Pavnaskar, 2003), Mejora continua (Kaizen) (Omogbai, 2015), Sistema Kanban (Omaña, 2011), Mantenimiento productivo total (TPM) (Draghici, 2016), Mapa de la Cadena de valor (VSM) (Jímenez, 2015).

Autores como Galgano (2004), Cooper et al (2008) y Monge et al (2013) mencionan que la Manufactura Esbelta tiene efectos sobresalientes en el desempeño operacional (mejora de calidad, disminución de costos, disminución de tiempos de entrega, entregas a tiempo y reducción de tiempos de ciclo), aunque se vean sus efectos financieros a largo plazo. Estos efectos o beneficios son nombrados por algunos autores como Indicadores de Desempeño Operacional (DO) o KPI's (*Key Performance Indicators*) (Eckerson, 2009), los cuales son métricos que evalúan el comportamiento de un proceso o actividad, de manera que sirva como guía para alcanzar los objetivos y metas fijados en el plan estratégico de la organización, en palabras coloquiales "la salud de la empresa" (Bauer, 2004).

A pesar de que el estudio del DO en países como India, Colombia y Brasil (Saleeshya, 2011; Ballesteros, 2008; Lopes de Sousa, 2012), ha sido relacionado positivamente con la Manufactura Esbelta en las empresas, (Lopes de Sausa, 2012), existen pocos estudios empíricos realizados, empleando estadística descriptiva (Murugesan et al., 2012) que vinculen los KPI's utilizados en herramientas Manufactura Esbelta con el Desempeño Operacional de manera integral por medio de la identificación de factores que lo conforman, como propone la presente investigación.

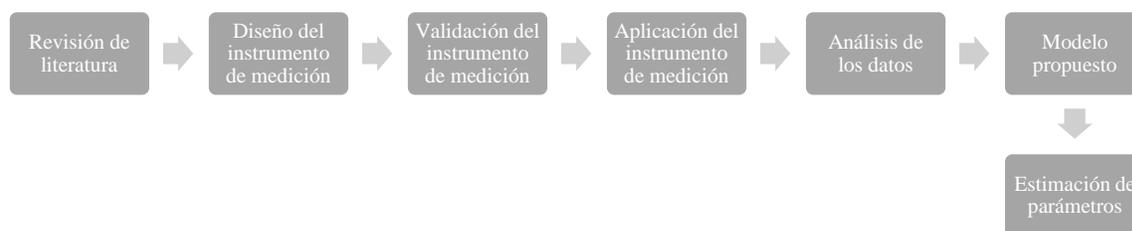
## Metodología

La metodología utilizada en este proyecto de investigación se basa en el trabajo realizado por Romero, García, Parroquín, y Quezada (2009). En la Figura 1 se muestran las etapas de esta metodología.

A continuación, se detalla cada una de las etapas de la metodología empleada:

---

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Ciudad Juárez  
Email autor principal: [marie.favela@uacj.mx](mailto:marie.favela@uacj.mx)



*Figura 1 Metodología empleada*

### ***Etapa 1. Revisión de literatura***

A través de un análisis bibliográfico se logran extraer las herramientas del sistema de producción de Manufactura Esbelta mayormente utilizadas para eliminar o reducir desperdicios, así como los indicadores empleados para medir el Desempeño Operacional de las empresas del sector productivo industrial, con el objetivo de identificar los futuros ítems que constituyen el instrumento de medición.

### ***Etapa 2 Diseño del instrumento de medición***

El instrumento de medición se genera a partir de la revisión de literatura que marca la pauta para describir cuales indicadores han sido utilizados en la medición de DO, posteriormente se formulan los ítems como sentencias afirmativas y tomando como primera referencia una escala dicotómica: de acuerdo o no con los ítems que conforman el cuestionario.

### ***Etapa 3. Validación del instrumento***

En ella se evalúa la validez del instrumento de medición, es decir el grado en que una prueba proporciona información apropiada para una posterior toma de decisiones acerca de los resultados que este arroja, (Messik, 1989). De acuerdo con Aiken (2003) las observaciones hechas por los jueces deben ser sometidas a un análisis de concordancia ya que un juicio incluye elementos subjetivos, una opción es a través de la medida de Kappa de Fleiss, la cual puede ejecutarse a partir de dos o más jueces con un solo ensayo por cada uno de ellos, mediante el software Minitab 17.

También se determina la confiabilidad del IM mediante el coeficiente Alpha de Cronbach; donde de acuerdo con García (2010), a mayor valor de Alfa, mayor fiabilidad. El mayor valor teórico de Alfa es 1, y en general 0.80 se considera un valor aceptable y por debajo de este nivel es considerado bajo o pobre (George y Mallery, 1995; Lemos, 2006).

### ***Etapa 4. Aplicación del instrumento***

La aplicación del instrumento validado se hace de manera aleatoria y en general, el punto crítico para establecer el número de sujetos necesarios o adecuados para la validación de constructo de un instrumento de medición está dado por la evaluación de la confiabilidad del instrumento, Sánchez (1998), por lo que para este trabajo se utiliza el índice KMO que nos hace saber si la muestra es adecuada o no para realizar un análisis factorial.

### ***Etapa 5. Análisis de los Datos***

En esta etapa se considera el valor KMO (Kaiser Meyer Olkins), con la finalidad de determinar si podemos factorizar las variables originales de forma eficiente, (Carmona, 2014). Si el valor de la medida de adecuación muestral de KMO es igual o mayor a 0.75 se considera aceptable, lo cual indica que es posible realizar el análisis factorial, mientras que un valor menor a 0.5 se considera inaceptable para realizar el análisis con ese número de datos, (De la Fuente, 2011).

### Etapa 6. Modelo propuesto

Una vez que se ha determinado que el AF es una técnica apropiada para el análisis de los datos, por medio de este se establece el número reducido de factores que representan las variables originales pudiendo así diseñar el modelo que representa la extracción de los factores resultantes, (De la Fuente, 2011).

### Etapa 7. Estimación de parámetros.

La matriz de cargas factoriales tiene un papel importante para interpretar el significado de los factores. De acuerdo con De la Fuente (2011), se decide utilizar el método de rotación Varimax (Kaizer, 1958), que busca maximizar las ponderaciones a nivel del factor; es decir, se espera que cada ítem o variable sea representativo en solo uno de ellos, con el fin de minimizar al máximo el número de variables dentro de cada factor, (Méndez, 2012).

### Resultados

En la validación del instrumento de medición, el valor de P Value por juicio de expertos fue de 0.0116 y el valor de Kappa fue de 0.2070, lo cual nos indica que se rechaza  $H_0$ : *El grado de acuerdo es 0, es decir no hay acuerdo y  $K=0$ .*

En la aplicación del instrumento de medición a un grupo piloto, el índice Alfa de Cronbach obtenido del cuestionario fue de 0.972 lo que indica que el instrumento es confiable; este se muestra en la Tabla 1.

Alfa de Cronbach	N de elementos
0.972	20

Tabla 1 Estadístico de fiabilidad interna

De acuerdo con García (2010), a mayor valor de Alfa, mayor fiabilidad. El mayor valor teórico de Alfa es 1, y en general 0.80 se considera un valor aceptable.

Se aplicó el instrumento a 50 trabajadores de nivel medio a nivel alto de empresas Lean del sector automotriz de Cd. Juárez y los datos obtenidos de las encuestas fueron capturados en el software SPSS 23®, para obtener las pruebas de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin y de esfericidad de Bartlett como se observa en la Tabla 2.

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo	0.835
Prueba de esfericidad de Bartlett	Aprox. Chi-cuadrado
	gl
	Sig.
	820.219
	190
	0.000

Tabla 2 Prueba de KMO y Esfericidad de Bartlett

El valor obtenido de la medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin es de 0.835, es decir, las correlaciones parciales son pequeñas y por lo tanto están midiendo un mismo componente o factor. Con lo que respecta a la prueba de esfericidad de Bartlett's, la significancia de la prueba fue 0, lo cual quiere decir que los datos provienen de una distribución normal multivariante y que no existe colinealidad entre las variables, o que existen variables que explican lo mismo y por lo tanto se pueden agrupar y son adecuadas para el análisis factorial.

Para la extracción de los factores se usó el método de análisis de componentes principales. Los factores, así como los resultados de la varianza explicada para cada uno de ellos se muestran en la Tabla 3, así como los componentes con autovalores mayores a uno.

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de extracción de cargas al cuadrado			Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado	Total	% de varianza	% acumulado
1	10.204	51.021	51.021	10.204	51.021	51.021	5.228	26.138	26.138
2	2.130	10.649	61.671	2.130	10.649	61.671	5.219	26.095	52.232
3	1.433	7.165	68.836	1.433	7.165	68.836	3.215	16.073	68.305
4	1.075	5.375	74.211	1.075	5.375	74.211	1.181	5.906	74.211
5	0.845	4.266	78.436						

Tabla 3 Varianza total explicada, método de extracción: análisis de componentes principales

En la tabla anterior se observan que los 4 factores con valores propios mayores a la unidad suman un 74.11% de la varianza de los datos originales.

Sin embargo, el factor 4 solo contiene un indicador, como norma general, cuántos más ítems existan y midan con precisión un factor, más determinado estará y más estable será la solución factorial. Los estudios revisados apuntan un mínimo de 3 o 4 ítems por factor (Fabrigar et al., 1999; Ferrando y Anguiano-Carrasco, 2010) por lo que se excluye el último factor del análisis y se proponen solo 3 factores que explican el 68.305 % de la varianza total explicada que se puede ver en la Tabla 3.

Con el fin de facilitar la interpretación del significado de los factores seleccionados se suele llevar a cabo una rotación de los ejes factoriales. El objetivo de haber realizado la rotación Varimax fue conseguir que la correlación de cada una de las variables sea lo más próxima a 1 con solo uno de los factores y próxima a cero con todos los demás, (Carmona, 2014). De la matriz rotada se obtiene la Tabla 4, en donde se presentan los factores resultantes que explican el DO en empresas Lean.

	Componente			
	1	2	3	4
efectividad	0.795			
tiempoentrega	0.777			
calidad	0.768			
productividad	0.752	0.316		
eficiencia	0.681	0.33		
capacidad	0.626	0.378		
utilespacios	0.608	0.521		
OEE	0.562	0.373	0.356	
flexibilidad		0.845		
leadtime	0.395	0.815		
costos		0.799		
setup		0.795		-0.397
WIP	0.427	0.705		-0.332
retinventarios	0.397	0.666		
invbodega	0.397	0.661	0.363	
tpoextra			0.866	
retrabajo		0.387	0.781	
tpomuertomaq			0.77	0.357
scrap	0.549		0.671	
tpociclo	0.347		0.34	0.718

Tabla 4 Matriz de componente rotado

Luego de esto se identifican las variables cuyas correlaciones con el factor son las más elevadas en valor absoluto, (De la Fuente, 2011). Véase también Tabla 5.

Factor	Ítems
<i>Proceso</i>	4,15,3,5,2,10,14,12
<i>Entrega</i>	8,9,6,1,7,11,13
<i>Valor No Agregado</i>	18,19,20,16

Tabla 5 Factores que explican el DO en empresas Lean

Analizando con qué variables se tiene relación fuerte es posible tener una idea clara de cuál es el significado de un factor, entonces, el nombre de los factores se asignó de acuerdo con la estructura de las correlaciones resultantes. Véase Figura 2.

El modelo que relaciona los factores antes mencionados, así como las variables que integran a cada factor se presenta en la Figura 2 que fue realizada en el Software Amos 16.

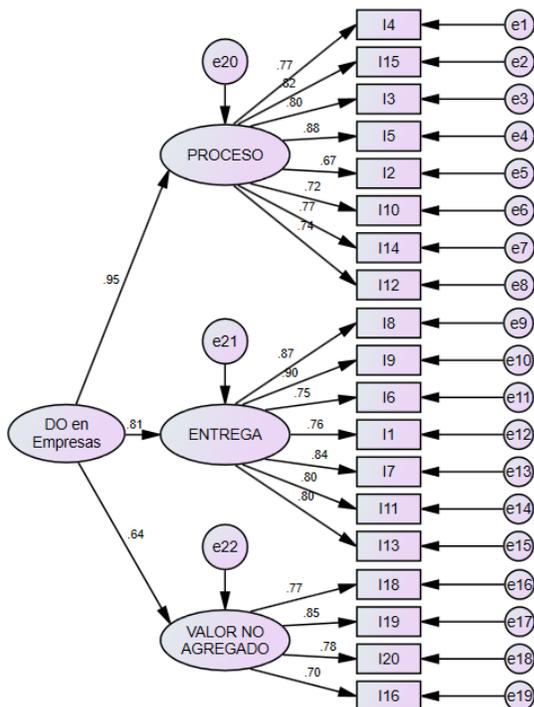


Figura 2 Modelo de Análisis Factorial Propuesto y estimación de parámetros

A continuación, se describen cada uno de los factores:

**Procesos:** este factor se enfoca en el rendimiento del espacio y la maquinaria asociado a la adherencia a los planes de producción (producción vs. objetivo) de la planta considerando la hechura de piezas, es decir, con las características deseadas por el cliente, con un peso de 0.95 a la hora de medirse el DO en las empresas.

**Entrega:** comprende las operaciones que respaldan el movimiento de los productos a través del proceso, así como los costos que esto implica, representando un peso de 0.81 en la medición del DO.

**Valor no agregado:** representa aquellas actividades que consumen tiempo y recursos que no son útiles en el producto y/o proceso las cuales el cliente no está dispuesto a pagar, con un peso de 0.64 a la hora de medirse el DO en las empresas.

De acuerdo con la contribución de Méndez (2012), se realiza la evaluación del modelo desde el punto de vista estadístico recurriendo a la significancia de las ponderaciones, así: valores menores a |0.3| se consideran no significativos y valores entre |0.5| y |0.7| significativo, y valores mayores a |0.7| son consideradas relevantes, por lo que podemos decir que el factor que más explica el Desempeño Operacional en Empresas Lean es el denominado **Proceso** con un valor de 0.95, es decir que la industria manufacturera del sector industrial dedica mayor importancia a verificar el estado del rendimiento que presenta la planta en cuanto a el espacio utilizado, maquinaria y planes de producción.

### Conclusiones y Recomendaciones

De los resultados mostrados y el análisis de los mismos, se pueden extraer las siguientes conclusiones acerca de la investigación realizada: 1) El estudio establece las bases para análisis posteriores del modelo con el fin de mejorar la medición del Desempeño Operacional, así como para prescribir estrategias y tácticas para la adopción de indicadores de otra índole que permitan lograr ventajas competitivas; 2) Se identificaron 3 factores por componentes principales que explican 68.305% de la variabilidad total del Desempeño Operacional; 3) La identificación de los factores en el modelo propuesto puede ayudar a priorizar la medición de los indicadores pertenecientes al factor *Procesos* siendo

este el más significativo con un peso factorial de 0.952 para acciones específicas de mejora continua y toma de decisiones respecto a la elevación del Desempeño Operacional de una organización lean.

Partiendo de que este artículo sigue una metodología de un análisis factorial se sugiere comprobar la validez del modelo en dos sentidos: analizando la bondad de ajuste y la generalidad de los resultados, (De la Fuente, 2011).

Se recomienda realizar este tipo de estudio en otros contextos como en sector servicios, cuidado de la salud, educativo, etc. que tengan enfoque esbelto o estén en la búsqueda de este para hacer un análisis comparativo de los resultados.

Asimismo, es recomendable, extender la muestra del presente estudio a plantas de otros sectores que están establecidas en Cd. Juárez con el fin de generalizar el modelo.

## Referencias

- Aiken, L. (2003). Test psicológicos y evaluación. México: Pearson Education.
- Bauer, K. (2004). The metrics that drive Performance Management. Recuperado de: <http://search.proquest.com/openview/dc6ab764896a552c4a38fc7dca106792/1?>
- Carmona, F. (2014) Un ejemplo de ACP paso a paso Francisc Carmona Departamento de Estadística.
- Cooper, R. y Maskell, B. (2008) How to manage through worse-before better, MIT Sloan Management Review, summer 2008, 49(4), ISSN: 1532-9194, 58-65.
- De la Fuente, S. (2011) Análisis Factorial Universidad Autónoma de Madrid.
- Draghici, A. y Cirjaliu, B. (2016) Ergonomic Issues in Lean Manufacturing
- Eckerson, W. (2009). Performance Management Strategies. Rento, WA. Recuperado de: [http://www.microstrategy.com/Strategy/media/downloads/white-papers/TDWI\\_Performance-Management-Strategies.pdf](http://www.microstrategy.com/Strategy/media/downloads/white-papers/TDWI_Performance-Management-Strategies.pdf)
- Fabrigar, L. R., Wegener, D. T., MacCallum, R. C., y Strahan, E. J. (1999). Evaluating the use of exploratory factor analysis in psychological research. *Psychological Methods*, 4(3), 272-299.
- Ferrando, J. y Anguiano, C. (2010) El análisis factorial como técnica de investigación en psicología. *Papeles del psicólogo*, 31 (1), 18-33.
- Galgano, A. (2004) Las tres revoluciones: caza del desperdicio: Doblar la productividad con Lean Production, Ediciones Diaz de Santos ISBN: 84-7978-604-3. Madrid, España.
- García, E., Gil, J., & Rodríguez, G. (2002). Análisis Factorial. Madrid: La Muralla.
- George, D., & Mallery, P. (1995). SPSS/PC+ step by step: A simple guide and reference. Belmont: Wadsworth Publishing Company.
- Kaiser, H. F. (1958). The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika*, 23, 187-200.
- Lemos, M (2006) Construcción y validación del cuestionario de dependencia emocional en población colombiana. *Acta colombiana de psicología* 9(2): 127-140, 2006
- Lopes de Sousa, A., Alves, A., De Souza, W., Chiappetta Ch. (2012) Análise da relação entre manufatura enxuta e desempenho operacional de empresas do setor automotivo. *R.Adm.*, ISSN: 0080-2107 v.48, n.4, p.843-856, São Paulo.
- Madariaga, G. (2013). Lean Manufacturing. España: Bubok Editorial.
- Méndez, C., Rondón, M. (2012) Introducción al análisis factorial exploratorio *Revista Colombiana de Psiquiatría*, vol. 41, núm. 1, pp. 197-207 Asociación Colombiana de Psiquiatría Bogotá, D.C., Colombia
- Messick, S. (1989). Validity. en R. L. Linn (Ed.), *Educational measurement* (3rd ed., pp. 13-103). New York: Macmillan.
- Monge, C., Cruz J. y López, F. (2013) Impacto de la Manufactura Esbelta, Manufactura Sustentable y Mejora Continua en la Eficiencia Operacional y Responsabilidad Ambiental en México. *Información Tecnológica* Vol. 24 (4), 15-32.
- Morales, A, Rojas J., Hernández L., Morales, Á., Jiménez, M., (2015). Modelo de un sistema de producción esbelto con redes de Petri para apoyar la toma de decisiones. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 23, pág. 182-195.
- Murugesan, T., Kumar, B. y Kumar, M. (2012) Competitive advantage of world class manufacturing system (WCMS) – A study of manufacturing companies in south India, *European Journal of Social Sciences*, 29(2), ISSN: 1450-2267, 295-311
- Omaña, M; Cadenas, J., (2011). Herramientas de manufactura esbelta aplicadas al desarrollo de software con calidad. *Revista Avances en Sistemas e Informática* 8, 135-142. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=133119867013>.
- Omogbai, O., Konstantinos S., (2015) Improving the efficacy of the lean index through the quantification of qualitative lean metrics *Procedia CIRPe* 37, 42-47 - Understanding the life cycle implications of manufacturing.
- Pavnaskar, S. J., Gershenson, J. K., & Jambekar, A. B. (2003). Classification scheme for lean manufacturing tools. *International Journal of Production Research*, 41(13), 3075–3090. <http://doi.org/10.1080/0020754021000049817>
- Pettersen, J. (2009). Defining lean production: some conceptual and practical issues. *The TQM Journal*, 21(2), 127-142. ISSN: 1754-2731
- Romero, R., García, J., Parroquín, P., & Quezada, J. (2009). Why Students do not Finish Career Assignments on Time?: The Case of Industrial Engineering. II Congreso Internacional de Ingeniería y Tecnología. Ciudad Juárez: CULCYT.
- Saleeshya P. (2011) Application of goal programming to manage agility in manufacturing systems. *Int. J. Agile Systems and Management*, Vol. 4, No. 3, 2011
- Sánchez, R. y Gómez, C. (1998) Conceptos básicos sobre validación de escalas *Rev. Col. Psiquiatría*, Vol. XXVII, No. 2
- Suzuki, T. (1992) *Nuevas directrices para el TPM* Productivity Press, ISBN:84-87022-40-5. Portland. Oregon