

Validación del Cuestionario para la Implementación del Sistema Kanban

¹Cecilia Ortega Domínguez, ²Jorge Luis García Alcaraz, y ³Aidé Aracely Maldonado, ⁴Ismael Canales Valdiviezo

^{1,2,3}Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

⁴Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computación, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Resumen

La industria manufacturera es la más importante en Ciudad Juárez Chihuahua y la aplicación del sistema kanban les ayuda a optimizar los recursos que tienen. En este artículo se reporta la validación de un cuestionario para evaluar las variables más importantes en la fase de implantación de dicha técnica. Como medida de validez del contenido se usó el índice de alfa de Cronbach, el índice de Guttman y el índice de dos mitades. Se encontró que el cuestionario es válido, ya que el índice alfa de Cronbach, en la segunda iteración, una vez que se elimina un ítem, es de 0.896; mientras que el índice de Guttman da como resultado 0.904 y finalmente, el índice de dos mitades da como resultados 0.830 y 0.823 respectivamente, y una correlación entre ellos de 0.860, por lo que los datos pueden ser utilizados para análisis posteriores.

Palabras clave: kanban, cuestionario, alfa de Cronbach, Guttman, dos mitades.

Introducción

Kanban es una parte fundamental de la Manufactura Esbelta desarrollada por Toyota, la cual se centra en controlar el trabajo en progreso (Aradhye and Kallurkar 2014). El sistema Kanban comunica en forma visual qué producir o cuánto material surtir; buscando hacer una operación de lotes pequeños lo más fluido posible para lograr un proceso lo más continuo que sea factible, garantizando la continuidad del consumo (Costa et al. 2014). Se puede decir que el objetivo buscado del sistema Kanban es minimizar el trabajo en proceso y como consecuencia, minimizar los inventarios (Tyagi et al. 2015).

Definición del problema y objetivo principal

El éxito logrado por Kanban tiene sus orígenes en la empresa Toyota (Stojkic et al. 2013), mismo que fue implementado después por varias organizaciones en todo el mundo (Bortolotti, Boscari, and Danese 2015), buscando la eliminación de los residuos y mejorar significativamente el rendimiento, sin embargo no todas las empresas han logrado el éxito esperado.

Sin embargo, durante el proceso de implementación en varias empresas, también han existido fracasos, por lo que se ha propuesto el estudio de las variables que

intervienen para la implementación del sistema Kanban. Así, el objetivo principal de este artículo es la validación de un instrumento o cuestionario, que permita analizar las variables en la etapa de implantación más importantes para la correcta implementación de Kanban, encuestando a trabajadores de las diferentes empresas manufactureras de Ciudad Juárez

(México), para validar los resultados obtenidos. Los resultados obtenidos permiten a los gerentes y responsables de tomar las decisiones el identificar de una manera clara y rápida esas variables, centrando su atención en aquellas que son importantes y excluir las que pueden ser triviales.

Descripción del Método

Para lograr el objetivo planteado anteriormente, la metodología está dividida en diferentes etapas, de acuerdo a las actividades que se realizan, las cuales se describen a continuación:

Diseño y aplicación del cuestionario

Con base a la literatura revisada se obtienen las variables en la etapa de implantación para el sistema Kanban. Para la aplicación del cuestionario se requirió de la ayuda de personas que tienen relación con la industria manufacturera, y así poder identificar aquellos que tengan conocimiento del tema, para después aplicar el cuestionario.

Captura y depuración de la información

La información obtenida de los cuestionarios se captura en una base de datos diseñada en SPSS 21®. En este software también se realiza la depuración de la base de datos, eliminando valores extremos y reemplazando por la mediana a los valores perdidos, de acuerdo a lo que la literatura aconseja (Wang, Li, and Guo

2015, Manenti and Buzzi-Ferraris 2009), (Monroy and Rivera 2012).

Análisis descriptivo de la muestra

El análisis descriptivo se hace a través de tablas en las que se puedan apreciar claramente el comportamiento y las tendencias de la información recopilada. Con la ayuda del software SPSS 21 ®, el cual cuenta con una serie de procedimientos para realizar esta labor, cada uno de los cuales ofrece diversas posibilidades y su aplicación depende de las características de la información que contenga cada variable. La finalidad es agrupar y representar la información de forma ordenada, de tal manera que permita identificar rápidamente aspectos característicos del comportamiento de los datos (Castañeda et al. 2010, López 2005).

Análisis descriptivo de los ítems

Por medio del uso de medidas de tendencia central y medidas de dispersión, se analiza en donde es que se encuentra el valor alrededor del cual se tienden a reunir los datos. En esta investigación se usa la mediana como medida de tendencia central,

partir de las “n” variables observadas (Gorsuch 1983), esto con el uso de la correlación promedio entre las variables de una prueba.

También se analiza el índice de Guttman, que genera los límites inferiores para la fiabilidad verdadera, al igual que el índice de dos mitades, que divide la escala en dos partes y examina la correlación entre dichas partes. En general el valor aceptable es de 0.80 en adelante para determinar si el cuestionario o herramienta es válido para obtener la información (Gorsuch 1983, Rindskopf 2015, Adamson and Prion 2013, Cronbach 1951).

Resultados

relación de las actividades en la fase de implantación con la literatura revisada. El cuestionario se aplicó a trabajadores de la industria maquiladora o manufacturera de Ciudad Juárez (México).

Una vez revisada la literatura, se encontró en la fase de implantación diez actividades relacionadas, con las que se realizó el cuestionario. En la Tabla 1 se puede ver la

CULCyT//Enero-Abril, 2016

Poner en marcha el sistema	*	*	*	*	*	*		*		*	*	*	*	*	*	*	*	*
Definir las cantidades por contenedor (tamaño de lote)	*					*		*			*		*		*	*	*	*
Diseño de los contenedores								*				*		*		*		
Diseño de las tarjetas kanban								*							*		*	
Definir el número de tarjetas por cada contenedor	*	*	*	*	*	*		*		*		*		*		*		*
Definir la circulación de las tarjetas kanban					*	*		*		*		*		*	*	*		*
Diseñar un sistema de comunicación entre cada operación		*			*	*		*		*		*		*		*		*
Definir el óptimo número de operadores para cada proceso																		
Trabajar con el proveedor para reducir el Lead Time	*					*		*		*		*		*		*		*

Tabla 1. Actividades en la fase de implantación Vs. Literatura revisada

Con la información anterior, se ha construido el cuestionario.

Captura y depuración de la información

Se logró aplicar el cuestionario a un total de 309 personas que trabajan para la industria manufacturera de Ciudad Juárez, Chihuahua. Una vez que se analizaron los datos en el programa SPSS 21®, se eliminaron de los 309 cuestionarios un total de 29, debido a que se apartan de los demás datos, quedando 280 cuestionarios válidos, además se sustituyeron los datos perdidos con la mediana (Monroy and Rivera 2012).

Análisis descriptivo de la muestra

Una vez depurada la base de datos se analizó la información obtenida de la muestra. Los resultados descriptivos de la muestra son los siguientes:

De las 280 encuestas, un 50.7% pertenece a la industria automotriz, seguido por el sector de la electrónica con un 10.7%, como se puede ver en la tabla 2.

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos Automotriz	142	50.7	50.7	70.4

Electrónica	30	10.7	10.7	81.8
Maquinados	26	9.3	9.3	11.1
Otro	25	8.9	8.9	96.8
Eléctrico	24	8.6	8.6	19.6
Logística	10	3.6	3.6	85.4
Productos médicos	8	2.9	2.9	100
Sin responder	5	1.8	1.8	1.8
Servicios	5	1.8	1.8	87.1
Aeronáutico	2	0.7	0.7	71.1
Informática	2	0.7	0.7	87.9
Electrodomésticos	1	0.4	0.4	97.1
Total	280	100	100	

Tabla 2. Sector al que pertenece

Los resultados obtenidos para identificar la posición del encuestado en la empresa que aparecen en la Tabla 3, muestran que los operadores de línea de producción representan el 43.9% de la muestra, seguido por los supervisores con un 31.4%. Se

observa que los técnicos ocupan el 20.4% de la muestra y reunidas las dos categorías anteriores, representan el 95.7% del total, lo que indica que los encuestados fueron en su mayoría personas que conocen el flujo de los materiales a lo largo de la empresa.

	Frecuencia	Porcentaje
Operador	123	43.9
Supervisor	88	31.4
Técnico	57	20.4
Gerente	9	3.2
Válidos		

Sin Responder	2	0.7
Ingeniero	1	0.4
Total	280	100

Tabla 3. Posición jerárquica en la empresa

Los resultados que se obtuvieron en cuanto a los años en el puesto y género de los encuestados, muestran que la mayoría de los encuestados tienen de 2 a 5 años trabajando en el puesto con 122 de los 280 encuestados,

con 32 personas del género femenino y 90 masculino. Mientras que la minoría de los encuestados tiene más de 10 años con solo 12 de los 280 encuestados, 4 femeninos y 8 masculinos, tal como se ilustra en la Tabla 4.

Recuento	Género del encuestado		Total
	Femenino	Masculino	
De 2 a 5 años	32	90	122
Años en el puesto menos de 2 años	17	77	94
De 5 a 10 años	13	39	52
Más de 10 años	4	8	12
Total	66	214	280

Tabla 4. Años en el puesto/ Genero del encuestado

Análisis descriptivo de los ítems

En la Tabla 5 se muestran los resultados descriptivos de los ítems analizados, donde

se ilustra el percentil 25 como primer cuartil, el percentil 50 como segundo cuartil o mediana y el percentil 75 o tercer cuartil.

Ítems	Percentiles			
	25	50	75	
Definir las cantidades por contenedor (tamaño de lote)	3.57	4.32	4.93	1.36
Diseño de los contenedores	3.54	4.32	4.94	1.4

Definir la circulación de las tarjetas kanban	3.49	4.26	4.88	1.39
Diseñar un sistema de comunicación entre cada operación	3.46	4.24	4.87	1.41
Definir el número de tarjetas por cada contenedor	3.40	4.21	4.86	1.46
Trabajar con el proveedor para reducir el Lead Time	3.39	4.18	4.82	1.43
Definir el óptimo número de operadores para cada proceso	3.35	4.15	4.81	1.46
Poner en marcha el sistema	3.37	4.14	4.79	1.42
Diseño de las tarjetas kanban	3.32	4.06	4.75	1.43
Calcular el número de kanban's	0.43	1.30	2.65	2.22

Tabla 5. Estadísticos descriptivos de los ítems

En la Tabla 5 los ítems aparecen ordenados de mayor a menor de acuerdo al valor de la mediana o percentil 50, donde se observa que los ítems más relevantes de acuerdo a la mediana son “Definir las cantidades por contenedor (Tamaño de lote)” y “Diseño de los contenedores”, dado que tienen un valor en el percentil 50 (mediana) de 4.32, mientras que el ítem “Calcular el número de kanban's” es el menos notable ya que solo cuenta con 1.3 en el percentil 50 (mediana).

Tercera etapa: Validación del cuestionario

Utilizando el programa SPSS 21®, se analizaron los índices de alfa de Cronbach, los índices de Guttman y de dos mitades, para la validación del cuestionario, se obtuvieron los siguientes resultados de cada uno.

Se analizó la información de la encuesta para ver si los datos son confiables y de acuerdo al resultado obtenido del alfa de Cronbach, el cual mide la consistencia de los datos, de un total de 10 elementos, se tiene una confiabilidad del 79.7%, lo cual se observa en la Tabla 6. Se realizan dos iteraciones para obtener el valor Alfa de Cronbach, ya que, si se elimina un elemento o ítem, se puede mejorar la consistencia de los datos. El elemento eliminado fue “Calcular el número de kanbans”, en un 12.9% como se ve en la tabla 6 en la iteración 2, obteniendo un alfa de Cronbach de 89.6%, lo cual se debe a que parece ser un valor que se asocia poco al resto de ítems.

	1. Iteración Alfa de Cronbach si se elimina el elemento	2. Iteración Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
--	--	--

Calcular el número de kanbans	.896	-----
Poner en marcha el sistema	.770	.891
Definir las cantidades por contenedor (tamaño de lote)	.764	.883
Diseño de los contenedores	.758	.879
Diseño de las tarjetas kanban	.774	.896
Definir el número de tarjetas por cada contenedor	.751	.879
Definir la circulación de las tarjetas kanban	.756	.879
Diseñar un sistema de comunicación entre cada operación	.752	.877
Definir el óptimo número de operadores para cada proceso	.761	.886
Trabajar con el proveedor para reducir el Lead Time	.774	.894
Alfa de Cronbach	.797	.896

Tabla 6. Estadísticos de fiabilidad (iteraciones)

En la primera iteración se obtiene un alfa de Cronbach de 0.896, pero si se elimina ese ítem el valor del índice se conserva, reduciendo el análisis en una variable. Al analizar de nuevo los valores en la tercera columna se observa que ya no es posible

mejorar el resultado del índice, por lo que solo se hacen dos iteraciones (Tabla 6).

Para el índice de Guttman (Tabla 7), en los resultados de los estadísticos de fiabilidad se obtiene un índice de 0.904 en la sexta iteración, para un total de 9 elementos.

	1	.797
	2	.899
	3	.896
Lambda	4	.860
	5	.869
	6	.904
N de elementos		9

Tabla 7. Resumen y estadístico de fiabilidad de Guttman

En el análisis por dos mitades del alfa de Cronbach se puede observar, en la Tabla 8, que para la parte 1 se tiene un valor de 0.830 de confiabilidad y en la parte 2 se tiene un

valor de 0.823 de confiabilidad, para un total de 9 elementos, por lo que se concluye que existe fiabilidad en los datos obtenidos.

	Parte 1	Valor	.830
		N de elementos	5
Alfa de Cronbach	Parte 2	Valor	.823
		N de elementos	4
		N total de elementos	9
Dos mitades de Guttman			.860

Tabla 8. Estadísticos de fiabilidad por dos mitades

Conclusiones

La validación del cuestionario para la etapa de implementación del kanban, integrada por 9 ítems iniciales en el programa SPSS® 21, da como resultado un Alpha de Cronbach de 0.896 después de eliminar un ítem en una segunda iteración. Por otro lado, el índice de Guttman, que genera los límites inferiores para la fiabilidad verdadera, da como resultado de lambda de 0.904, mientras que el índice de dos mitades, que divide la escala en dos partes y examina la correlación entre dichas partes, da como resultado para la parte 1 un valor de 0.830 de confiabilidad y en la parte 2 se tiene un valor de 0.823 de confiabilidad, y una

correlación de 0.860, para un total de 9 ítems, en todos los casos.

Teniendo en cuenta que los coeficientes pueden tomar valores entre 0 y 1, donde 0 significa confiabilidad nula y 1 representa confiabilidad total, es decir cien por ciento, y como ya se mencionó anteriormente, se toma como valor aceptable de 0.80 o 80% en adelante para determinar si el cuestionario o herramienta es válido (Gorsuch 1983), por lo que de acuerdo a los resultados obtenidos en los índices analizados, se puede concluir que el cuestionario es válido para la obtención de datos.

Referencias

Abdulmalek, Fawaz A., and Jayant Rajgopal. 2007. "Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study." *International Journal of Production Economics* no. 107 (1):223-236. doi:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.09.009>.

Adamson, Katie Anne, and Susan Prion. 2013. "Reliability: Measuring Internal Consistency Using Cronbach's α ." *Clinical Simulation in Nursing* no. 9 (5):e179-e180. doi:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecns.2012.12.001>.

Al-Tahat, Mohammad D., and Adnan M. Mukattash. 2006. "Design and analysis of

production control scheme for Kanban-based JIT environment." *Journal of the Franklin Institute* no. 343 (4-5):521-531. doi:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.franklin.2006.01.001>.

Aradhye, A. S., and S. P. Kallurkar. 2014. "A Case Study of Just-In-Time System in Service Industry." *Procedia Engineering* no. 97 (0):2232-2237. doi:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.467>.

Bortolotti, Thomas, Stefania Boscari, and Pamela Danese. 2015. "Successful lean implementation: Organizational culture and soft lean practices." *International Journal of Production Economics* no. 160 (0):182-201.

doi:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.10.013>.

Castañeda, Maria B., Alberto F. Cabrera, Yadira Navarro, and Wietse de Vries. 2010. *Procesamiento de datos y análisis estadístico utilizado SPSS*. Vol. 1. Porto Alegre: adiPUCRS.

Cimorelli, Steve. 2013. *Kanban for the Supply Chain: Fundamental Practices for Manufacturing Managemen*. 2 ed: Productivity Press.

Costa, Janaina M. H., Monica Rossi, Eric Rebentisch, Sergio Terzi, Marco Taisch, and Deborah Nightingale. 2014. "What to Measure for Success in Lean System Engineering Programs?" *Procedia Computer Science* no. 28 (0):789-798. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2014.03.094>.

Cronbach, LeeJ. 1951. "Coefficient alpha and the internal structure of tests." *Psychometrika* no. 16 (3):297-334. doi: 10.1007/BF02310555.

Chan, F. T. S. 2001. "Effect of kanban size on just-in-time manufacturing systems." *Journal of Materials Processing Technology* no. 116 (2-3):146-160. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0924-0136\(01\)01022-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0924-0136(01)01022-6).

Doru, Moreno, and Vasile Paul Bresfelean. 2014. "Means to Enhance the Performance of ERP Systems' Personalized Production Modules." *Procedia Economics and Finance* no. 15 (0):262-270. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S2212-5671\(14\)00499-7](http://dx.doi.org/10.1016/S2212-5671(14)00499-7).

Gong, Qiguo, Yuru Yang, and Shouyang Wang. 2014. "Information and decision-making delays in MRP, KANBAN, and CONWIP." *International Journal of Production Economics* no. 156 (0):208-213. doi:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.06.010>.

Gorsuch, Richard L. 1983. *FACTOR ANALYSIS*. USA: LEA.

Gross, John M, and Kenneth R McInnis. 2008. *Kanban Made Simple: Demystifying and Applying Toyota's Legendary Manufacturing Process (Paperback)*. USA.

Jou Lin, Chia, F. Frank Chen, and Yuh Min Chen. 2013. "Knowledge kanban system for virtual research and development." *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing* no. 29 (3):119-134. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rcim.2012.04.020>.

Liu, Liming, and Xue-Ming Yuan. 2001. "Throughput, flow times, and service level in an unreliable assembly system." *European Journal of Operational Research* no. 135 (3):602-615. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217\(01\)00028-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217(01)00028-5).

López, César Pérez. 2005. *Muestreo estadístico*. Universidad Complutense: Prentice Hall.

Manenti, Flavio, and Guido Buzzi-Ferraris. 2009. "Criteria for Outliers Detection in Nonlinear Regression Problems." In *Computer Aided Chemical Engineering*, edited by Jeżowski Jacek and Thullie Jan, 913-917. Elsevier.

Mantilla Celis, Olga Lucía, and José Manuel Sánchez García. 2012. "Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma." *Estudios Gerenciales* no. 28 (124):23-43. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0123-5923\(12\)70214-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0123-5923(12)70214-0).

Melton, T. 2005. "The Benefits of Lean Manufacturing: What Lean Thinking has to Offer the Process Industries." *Chemical Engineering Research and Design* no. 83 (6):662-673. doi: <http://dx.doi.org/10.1205/cherd.04351>.

Monroy, Luis G. Días, and Mario A. Morales Rivera. 2012. *Estadística multivariada*. Tercera ed. Bogota: Universidad Nacional de Colombia.

Naufal, Ahmad, Ahmed Jaffar, Noriah Yusoff, and Nurul Hayati. 2012. "Development of Kanban System at Local Manufacturing Company in Malaysia – Case Study." *Procedia Engineering* no. 8 (0):309-314. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/e.procs.2012.01.065>.

Pardo, A., and M.A. Ruiz. 2002. "SPSS 11. Guía para el análisis de datos."115.

Rahani, A. R., and Muhammad al-Ashraf. 2012. "Production Flow Analysis through Value Stream Mapping: A Lean Manufacturing Process Case Study." *Procedia Engineering* no. 41 (0):1727-1734. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.375>.

Rindskopf, David. 2015. "Reliability: Measurement." In *International*

Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences (Second Edition), edited by James D. Wright, 248-252. Oxford: Elsevier.

Schonberger, Richard J. 2007. "Japanese production management." *Journal of Operations Management* no. 25:403-419.

Shah, Rachna, and Peter T. Ward. 2003. "Lean manufacturing: context, practice bundles, and performance." *Journal of Operations Management* no. 21 (2):129-149. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963\(02\)00108-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0272-6963(02)00108-0).

Stojkic, Zeljko, Vlado Majstorovic, Vojo Visekruna, and Danijel Zelenika. 2013. "Application of Lean Tools and xRM Software Solutions in Order to Increase the Efficiency of Business Processes." *Procedia Engineering* no. 69 (0):41-48.

Tardif, Valerie, and Lars Maaseidvaag. 2001. "An adaptive approach to controlling kanban systems." *European Journal of Operational Research* no. 132 (0):411-424.

Turner, Richard, Dan Ingold, Jo Ann Lane, Ray Madachy, and David Anderson. 2012. "Effectiveness of kanban approaches in systems engineering within rapid response environments." *Procedia Computer Science* no. 8 (0):309-314. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2012.01.065>.

Tyagi, Satish, Alok Choudhary, Xianming Cai, and Kai Yang. 2015. "Value stream mapping to reduce the lead-time of a product development process." *International Journal of Production Economics* no. 160 (0):202-212. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2014.11.002>.

Vatalaro, James C., and Robert E. Taylor. 2003. *Implementing a Mixed Model Kanban System*.

Wang, Chao, Jing Li, and Peijun Guo. 2015. "The normalized interval regression model

with outlier detection and its real-world application to house pricing problems." *Fuzzy Sets and Systems* no. 274 (0):109-123. doi:

<http://dx.doi.org/10.1016/j.fss.2014.06.009>.