

COMPONENTES DE ARTICULACIÓN ENTRE LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO Y LAS ESTRATEGIAS DE FABRICACIÓN

Diana Lorena Cardona Montoya – dcardona@autonoma.edu.co

Alex Mauricio Ovalle Castiblanco – movalle@autonoma.edu.co

Carlos López Botero – clopez@autonoma.edu.co

Cristian Felipe Jiménez Varón – cristian.jimenezv@autonoma.edu.co

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES - UAM

Antigua Estación del Ferrocarril – Manizales, Colombia

Resumen

Las organizaciones deben velar porque sus áreas de trabajo estén integradas y los procesos que realicen apunten a los objetivos organizacionales. Históricamente se ha presentado un conflicto entre las áreas de producción y de mantenimiento, ya que cada una de estas áreas prioriza objetivos que en la mayoría de los casos no son coherentes con los objetivos globales de la organización. De esta manera, se pretenden determinar si existen componentes de articulación entre la gestión del mantenimiento con las estrategias de fabricación; a partir del análisis de información primaria, recolectada con herramientas metodológicas diseñadas por expertos de la UAM y validada mediante prueba piloto. Es por esta razón que lograr la articulación del modelo de gestión del mantenimiento con las estrategias de fabricación, se torna pertinente, en la medida que el mantenimiento, deja de ser visto como una actividad más del sistema productivo y pasa a ser un elemento articulador que piensa en soluciones integrales y a largo plazo a nivel organizacional.

Introducción

Con el paso de los años, los empresarios han entendido la importancia que tiene el correcto funcionamiento de los equipos que participan en los sistemas de producción con respecto a las ganancias de sus organizaciones [1], el área de mantenimiento, relegada históricamente a funciones de preservación de la maquinaria y equipos de la empresa, toma importancia, debido, a que la correcta gestión del mantenimiento debe estar orientada a la búsqueda, no de los rendimientos focalizados de los departamentos, sino a la integración organizacional con miras al logro de los objetivos empresariales, autores como [2] y [3] aducen que los objetivos de mantenimiento deben ser coherentes con los objetivos de producción y las metas estratégicas generales de

la compañía, del mismo modo, debe existir coherencia en la definición de estrategias, políticas, procedimientos, estructura organizacional y decisiones en los diferentes niveles.

Existen problemas cuando los miembros de la dirección de una empresa dejan de fijar objetivos al más alto nivel o no se aseguran de que estos objetivos sean correctamente traducidos a niveles inferiores [4]. En muchas empresas existe un conflicto permanente entre los responsables de producción y los de mantenimiento. Como lo expresa [5], producción aduce que la atención de los responsables de mantenimiento no corresponde con las mejores prácticas y que tienen un efecto lamentable en los resultados de producción, mientras que para mantenimiento, producción no le permite parar las máquinas para realizar

los mantenimientos preventivos necesarios y en muchas ocasiones se ve obligada a realizar intervenciones provisionales y de escasa fiabilidad, por la rapidez con que debe entregar las máquinas a producción.

La gestión del mantenimiento (GM) está definida por la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), como las actividades de gestión que determinan los objetivos o prioridades de mantenimiento, las estrategias y las responsabilidades en la gestión [6]. La Figura 1. representa un modelo de gestión de mantenimiento, el cual considera la definición y la implementación como factores primordiales para el funcionamiento del sistema, la definición está estructurada desde la planeación estratégica en la cual se definen las políticas, misión y visión, alineados con los objetivos organizacionales y la implementación abarca los conceptos de criticidad, que dan origen a los tipos de mantenimiento requeridos con el fin de diseñar, implementar y dar seguimiento al modelo de gestión del mantenimiento, consecuentes con el ciclo Deming.

La GM supone una de las actividades de mayor importancia por parte de las empresas para garantizar la disponibilidad y conservar los activos, por esta razón, el disponer de una gestión de conocimiento común, hace que las funciones de la empresa sean mejoradas, así mismo, las compañías orientan sus esfuerzos a optimizar su funcionamiento, involucrando para tal fin, tanto a medios humanos como técnicos; algunos de los problemas para la optimización de la función del mantenimiento, son desencadenados por el factor humano, que afecta las funciones transcendentales y tácticas de la empresa [7].

A nivel nacional, un estudio realizado por la Asociación Colombiana de Ingenieros (ACIEM), muestra que en general, los departamentos de mantenimiento de las empresas carecen de autonomía para realizar su gestión, pues existe excesiva demora en la toma de decisiones, las cuales dependen casi siempre

de la aprobación de jerarquías superiores, sobre todo en lo referente a temas de orden administrativo, técnico o de personal. En general, los ingenieros colombianos responsables del mantenimiento coinciden en que la gestión de esta área es vista por los demás departamentos de la compañía –sobre todo la de producción– como un “apaga incendios” y no como parte de una operación integral, que necesita del trabajo colectivo para brindar soluciones eficaces e inmediatas [8].

El desarrollo de políticas de mantenimiento adecuadas, garantizan la eficiencia de las plantas de producción, en términos de calidad y disponibilidad [9]. Para que los objetivos de esta área sean alcanzables, es fundamental el papel de los sistemas de gestión del mantenimiento, que agregan funcionalidad, tecnología simplificando procesos, a costos cada vez más competitivos [10].

Como lo expresa [11], los cuatro factores principales que causan defectos en la calidad del producto son la negligencia humana, la mala calidad de la materia prima, la máquina que necesitan mantenimiento y procedimiento de trabajo. En consecuencia, es necesario definir metas y objetivos sobre el comportamiento de las variables importantes del mantenimiento, esto adicionado a políticas motivacionales en el recurso humano implicando autorrealización y orientación al logro de las personas encargadas del mantenimiento [12]. De igual manera Tsang, citado por [13], afirma que la medición del desempeño de mantenimiento es necesaria, con el propósito de proporcionar al gerente de mantenimiento información cuantitativa sobre las metas de mantenimiento que se pueden alcanzar y de las acciones que se necesitan retomar para mejorar los resultados de la operación y de esta manera cumplir con los objetivos. Por lo anterior, actividades como el mantenimiento deben ser repensadas, de manera que se evidencie la contribución a los resultados de la empresa. [10].

coggle
made for free at coggle.it



Figura1. Modelo de gestión del mantenimiento

Por otra parte, autores como [11], [12], [13], [14], [15], [16], [17], [18], [19] y [20] caracterizan la estrategia de producción, como una estrategia funcional que debe ser consecuencia de la estrategia empresarial y coherente con la misión, las competencias distintivas, los objetivos y las políticas empresariales.

A partir de la segunda mitad del siglo XX, el área de operaciones empezó a ser reconocida como estratégica para la competitividad de una organización, sea ésta industrial o de servicios [21]. La década de los '90 se constituyó en un periodo importante para el enfoque estratégico de la producción, porque se le da mayor importancia a los sistemas logísticos y las cadenas de suministros; para [22] y [23], la importancia de la logística en la ejecución de una estrategia de producción, se debe a que es la encargada de valorar el estado actual y pronosticar el futuro de la cadena de valor brindando el apoyo a la estrategia empresarial, con el objetivo de otorgar un abastecimiento de

alto nivel cumpliendo con todos los parámetros establecidos.

La estrategia de fabricación es el conjunto de políticas o decisiones de carácter estructural que pone en práctica la fábrica, en coherencia con su objetivo o prioridad competitiva, que ha sido previamente establecido en consonancia con la estrategia competitiva de la empresa [24].

El funcionamiento exitoso de una empresa requiere la aplicación de un procedimiento adecuado que, según [25] arroje un esquema coherente en tres aspectos fundamentales: (1) las prioridades competitivas, (2) el sistema de producción y (3) las palancas de fabricación (ver Figura 2), para observar el comportamiento de las prioridades competitivas, la configuración productiva, los outputs de fabricación, y algunos indicadores de gestión facilitadores de desempeño en el sistema productivo.

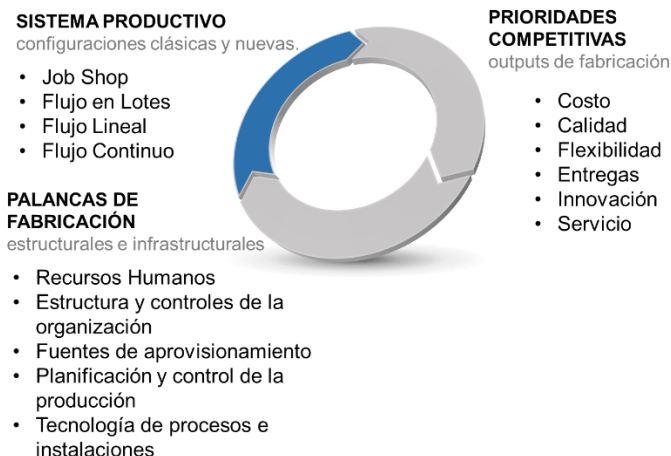


Figura 2. Elementos de la Estrategia de fabricación – Adaptado de [25]

Teniendo en cuenta las anteriores argumentaciones, el proyecto pretende identificar la gestión de mantenimiento que utilizan las empresas del sector metalmecánico de Manizales y Villamaría, para establecer las variables que garantizan la disponibilidad de los equipos, determinar los criterios de producción que utilizan las organizaciones objeto de estudio para establecer su configuración productiva para finalmente establecer si existe una asociación entre las variables que componen las estrategias de fabricación y la gestión del mantenimiento en las empresas objeto de estudio, que permitan alinearse con los objetivos organizacionales.

Metodología

Se plantea una investigación descriptiva de tipo cuantitativo, en el cual la unidad de análisis son las medianas y grandes empresas del sector manufacturero de los municipios de Manizales y Villamaría, clasificadas respecto al número de personas según la ley 905 de 2004, que se encuentran en el registro expedido por la cámara de comercio de Manizales por Caldas, ver tabla 1.

Tabla 1. Listado clasificación de empresas

Sector	Número de empresas	Tamaño
Alimentos	6	Grande
	2	Mediana
Construcción	2	Grande
Metalmecánico	6	Grande
	8	Mediana
Textil/ Confección	3	Grande
	2	Mediana
Otros	1	Grande
	1	Mediana

Fuente: Cámara de Comercio de Manizales por Caldas (2018)

Para la recolección de la información, se diseñaron y adaptaron dos instrumentos, uno de los cuales está enfocado a determinar el sistema de GM utilizado por las organizaciones, el cual consta de seis aspectos que intervienen en la gestión del mantenimiento: planeación estratégica, jerarquización de equipos, análisis de causa raíz, diseño del plan de mantenimiento, ejecución del plan de mantenimiento, evaluación y control de la ejecución del mantenimiento; y de allí se plantean una serie de preguntas para cada aspecto, clasificadas en una escala de 1 a 4 según su grado de cumplimiento siendo 1 la ausencia total de esta actividad y 4 el cumplimiento total de ella.

Por su parte, para la recolección de la información sobre las estrategias de fabricación, fue diseñado un instrumento el cual se enfoca específicamente en los tipos de sistemas o configuraciones productivas, agrupándolas en el tipo job shop, flujo en lotes, flujo en línea y flujo continuo, a los cuales se les determinaron

19 características para su medición.

Análisis y discusión de resultados

El 71% de las empresas objeto de estudio aducen tener establecido un sistema de gestión del mantenimiento con cumplimiento de los aspectos de planeación estratégica, de jerarquización de equipos, de análisis de causa raíz, de diseño del plan de mantenimiento, de ejecución del plan de mantenimiento y de evaluación y control de la ejecución del mantenimiento, con calificaciones mayores o iguales a 3, según el instrumento utilizado, mientras que el 23% de las empresas obtuvieron calificaciones que en su mayoría los ubicaban en el nivel 2, en el cual no existe un establecimiento claro de estos aspectos y finalmente el 6% de las empresas no tienen definidos estos aspectos de la gestión del mantenimiento, como se puede observar en la figura 3.

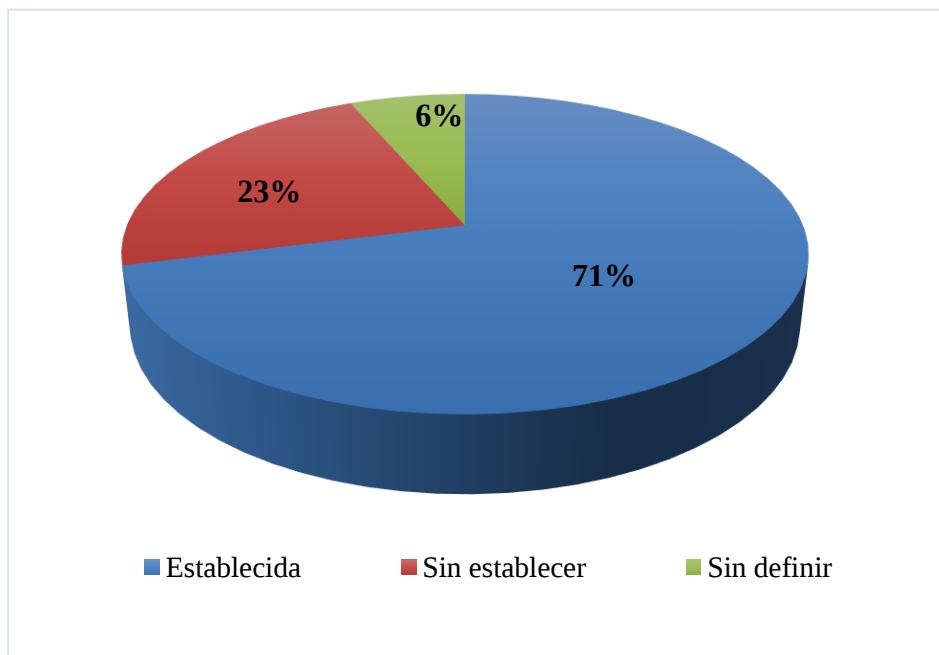


Figura 3. Gestión de Mantenimiento en las empresas objeto de estudio

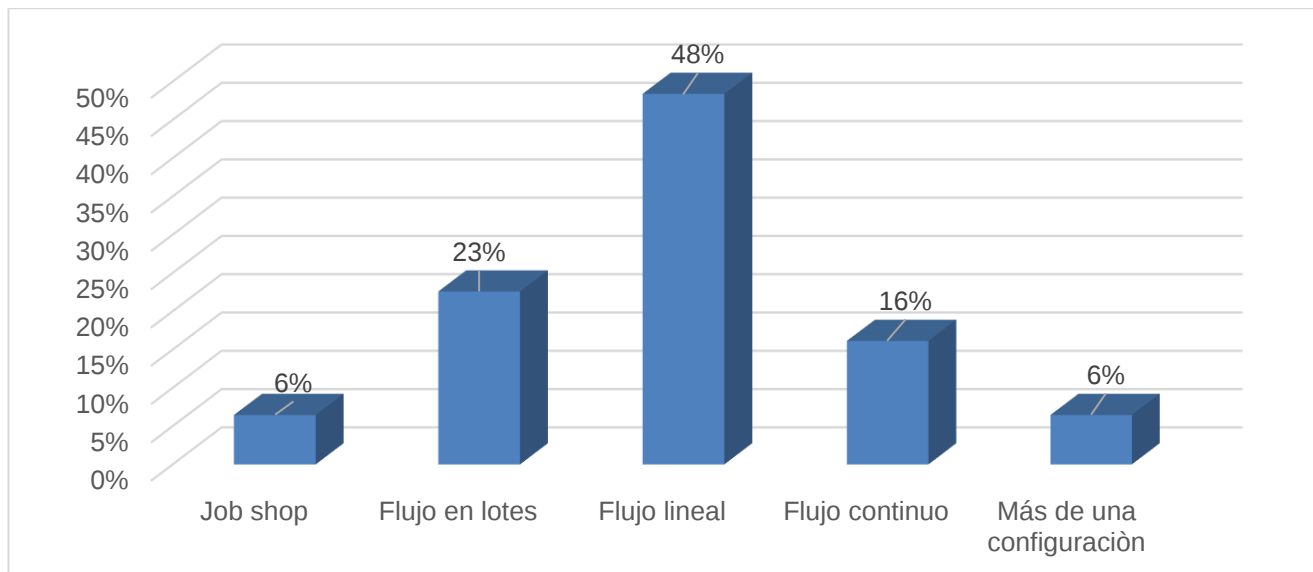


Figura 4. Porcentaje de empresas según el tipo de configuración productiva

En la figura 4. se observa el tipo de configuración y la distribución porcentual de las empresas objeto de estudio, en donde el 87% presentan configuración por lotes, lineal y continua, debido a las características de los productos que fabrican y a la forma de demanda de sus proveedores; así mismo, según la información encontrada se tiene que el número de empresas cuya configuración productiva es flujo lineal, es 5 de alimentos, 2 de construcción, 4 de metalmecánico y 4 de textil. La configuración Job Shop solo se encontró en el sector metalmecánico, lo cual corresponde a las características del proceso de personalizar productos.

Para las pruebas de asociación realizadas entre variables de los instrumentos de las estrategias de fabricación y la gestión del mantenimiento, se realiza una prueba chi-cuadrado para la independencia, posteriormente se calcula el p-

valor para compararla con el nivel de significación y determinar la existencia o no de asociación entre las variables. Para las variables cuyo $p \text{ valor} \leq 0.05$ se calcula el coeficiente de contingencia para observar el grado de asociación presente. [26] [27].

Se plantean las prueba de hipótesis :

H_0 : v_1 es independiente de v_2

H_1 : v_1 está asociada con v_2

A manera de ejemplo, se puede apreciar en las tablas 2. 3. y 4. que para las pruebas de asociación entre las variables diferenciación del producto y ¿El plan de mantenimiento tiene en cuenta los objetivos organizacionales?, se presenta un error de 0,048, lo que permite rechazar la hipótesis nula de independencia, ya que es inferior al nivel de significación de 0,05, concluyendo una relación de asociación estadística entre las variables.

Tabla 2. Tabla cruzada Diferenciación del producto con ¿El plan de mantenimiento tiene en cuenta los objetivos organizacionales?

		El plan de mantenimiento no tiene en cuenta los objetivos organizacionales ya que no los conoce	Mantenimiento, aunque conoce los objetivos organizacionales, no los tiene en cuenta para la planeación	El plan de mantenimiento se basa en los objetivos organizacionales	Existe un responsable dentro de la empresa y un equipo de colaboradores internos y externos	Total
Diferenciación del producto	Hechos a la medida	2	0	1	3	6
	Mas estandarizados	2	1	8	2	13
	Estandarizados	0	4	2	6	13
Total		4	5	11	11	32

Tabla 3. Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	15,642 ^a	8	0,048
Razón de verosimilitud	17,781	8	0,023
N de casos válidos	32		

a. 15 casillas (100,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es ,19.

Tabla 4. Medidas simétricas

		Valor	Significación aproximada
Nominal por Nominal	Coeficiente de contingencia	0,573	0,048
N de casos válidos		32	

En la tabla 5. Se resaltan los resultados de la asociación del cruce de las variables, que pueden determinar las componentes de articulación entre la gestión del mantenimiento y las estrategias de fabricación, debido a que estadísticamente se establece aspectos como un plan de mantenimiento que esté acorde a los objetivos organizacionales debe tener en cuenta la diferenciación del producto que se

está realizando. También se puede apreciar como los aspectos de flexibilidad necesarios para el funcionamiento de la producción y respuestas del mercado, tienen una asociación directa con las estrategias organizacionales, desde el punto de vista del mantenimiento, siendo este uno de los temas de discusión entre las áreas de mantenimiento y producción.

Tabla 5. resumen de asociación de variables con dependencia existente

Variables asociadas		P- Valor	Coeficiente de contingencia
Gestión de producción	Plan de mantenimiento		
Número de productos	¿Realiza un plan de mantenimiento teniendo en cuenta las necesidades de mantenimiento de cualquier activo en su entorno operacional?	0,013	0,666
Diferenciación del producto	¿El plan de mantenimiento tiene en cuenta los objetivos organizacionales?	0,048	0,573
Inventario de producto terminado	¿La empresa cuenta con estrategias organizacionales?	0	0,742
Inventario de producto terminado	¿Realiza un plan de mantenimiento teniendo en cuenta las necesidades de mantenimiento de cualquier activo en su entorno operacional?	0,034	0,641
Flujo de proceso	¿La empresa cuenta con objetivos para el departamento de mantenimiento?	0,013	0,628
Tipos de equipo	¿Los objetivos del departamento de mantenimiento están alineados con las estrategias organizacionales?	0,005	0,653
Tamaño de las corridas/lotes	¿Realiza un plan de mantenimiento teniendo en cuenta las necesidades de mantenimiento de cualquier activo en su entorno operacional?	0,045	0,633
Tamaño de las corridas/lotes	¿La empresa cuenta con una programación del mantenimiento?	0,009	0,673
Cuellos de botella	¿Se analizan los indicadores de gestión del mantenimiento seleccionados por la organización?	0,05	0,588
Control de calidad	¿Se realiza un análisis de causa raíz a los equipos?	0,029	0,646
Flexibilidad	¿La empresa cuenta con estrategias organizacionales?	0,003	0,722

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

Dentro de las pruebas estadísticas realizadas, debido al tamaño de la muestra y al tipo de preguntas cerradas encontradas en los instrumentos de recolección, se obtuvieron frecuencias inferiores a 5 en algunas de las categorías analizadas, afectando de alguna manera la prueba de independencia de Chi-cuadrado, lo que puede afectar la confiabilidad de la prueba.

A nivel general se puede apreciar que las empresas que tienen una gestión del mantenimiento implementada en categorías de 3 y 4 según el instrumento utilizado, tienen en cuenta las características de la gestión de la producción, esto se deduce del coeficiente de contingencia que mide el grado de asociación

entre las variables, como es el caso del tamaño de lotes con la realización de un plan de mantenimiento teniendo en cuenta las necesidades de los activos en su entorno operacional, que tienen una intensidad de asociación del 63,3%.

Se confirma como las estrategias de flexibilidad a las que recurren las organizaciones con el fin de responder a las demandas y variaciones del mercado, presentan una asociación con la forma como las estrategias organizacionales deben direccionarse desde la gestión del mantenimiento de manera que los cambios de la producción estén acordes con las funciones del mantenimiento.

Finalmente las organizaciones que desean estar

en la categoría de clase mundial, deben propender para que sus objetivos tanto de producción como de mantenimiento estén acordes a los objetivos globales de la organización, el estudio demuestra como las empresas objeto de estudio que poseen sistemas de gestión del mantenimiento estructurados y lineamientos de producción acordes con los objetivos organizacionales, lograron presentar algunos aspectos de asociación en un alto grado de significancia.

Bibliografía

[1] Olarte, W., Botero, M., & Cañon, B. "Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción". Scientia et Technica, Vol. 21, no.44, pp. 354-357,2010.

[2] Parida, Aditya and Chattopadhyay, Gopi. "development of a multi-criteria hierarchical framework for maintenance performance measurement (MPM)", Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 13, no. 3, pp. 241-258.2007.

[3] Kans, Mirka "An approach for determining the requirements of computerised maintenance management systems", Computers in Industry, Vol. 59, pp. 32-40.2008.

[4] Pascual, D; Berges, L & Royo, J (2012) La problemática de la medición del rendimiento en la función del mantenimiento, Revista Dyna,(85)5,71-80.

[5] Garcia,S."El conflicto operación-mantenimiento",mantenimiento petroquímica.com.2012. disponible en <http://www.mantenimientopetroquimica.com/elconflictooperacionmantenimiento.html>

[6] Parra Márquez, C. A., & Crespo Márquez, A. Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada a la gestión de

activos.Sevilla.Editorial
INGEMAN.2012,pp.308.

[7] Cárcel Carrasco, F. J. Planteamiento de un modelo de mantenimiento industrial basado en técnicas de gestión del conocimiento. OmniaScience.2014.

[8] ACIEM. "Encuesta del Estado del Arte Mantenimiento".Comisión Nacional de Mantenimiento & Mecánica,Informe final.2008.

[9] Faccio, M., Persona, A., Sgarbossa, F., & Zanin, G. "Industrial maintenance policy development: A quantitative framework". International Journal of production economics, Vol.147, pp.85-93.2014.

[10] Tavares, L. A. Administración moderna de mantenimiento. Brasil ,Novo Polo Publicaciones,2000 ,pp.198.

[11] Karim, K., & Talib, A. "Total productive maintenance application to reduce defects of product". Journal of applied science research, Vol.26,no 79,pp. 11-17.2011.

[12] Mora Gutierrez, L. A. ¿Será factible medir la gestión gerencial del mantenimiento? Revista Universidad EAFIT, Vol.26,no.79,pp. 45-65.2012

[13] Oliveira, M., Lopes, I., & Rodrigues, C. "Use of maintenance performance indicators by companies of the industrial hub of Manaus". Procedia CIRP, Vol.52,pp. 157-160.2016.

[14] W. Skinner, Manufacturing in the Corporate Strategy, New York: John Wiley, 1978.

[15] Skinner, W.Manufacturing: The Formidable Competitive Weapon. New York: John Wiley.1985.

[16] R. Schmenner, "Lokk Beyond the obvious in the plant location". Harvard Business Review, pp. 126-132, 1979.

[17] Wheelwright, S. (1984). "Manufacturing Strategy: Defining the missing link". Strategic Management, Vol.5,no.1,pp. 77-91.1984.

[18] Hayes, R., & Wheelwright, S. Restoring Our Competitive Edge: Competing through manufacturing. New York: John Wiley & Sons.1984.

[19] Platts, K., & Gregory, M. "Manufacturing Audit in the Process of Strategy Formulation". International Journal of Operation & Production Management, Vol.10,no.9,pp. 5-26.1990.

[20] Schroeder. Operations Management. New York: Mc Graw- Hill.1993

[21] Sarache Castro, W., Cárdenas Aguirre, D., Giraldo Garcia, J., & Parra Sánchez, J. "Procedimiento para evaluar la estrategia de manufactura: aplicaciones en la industria metalmecánica". Cuadernos de Administración, Vol.20,no.33,pp.103-123.2007

[22] Ferdows, K. International Manufacturing. Nueva York: North Holland.1989.

[23] De Meyer, A., & Wittenberg, A. Nuevo enfoque de la función de producción. Barcelona: Folio 2.1994

[24] Fernandez, E., Avellana, L., & Fernandez, M. Estrategia de producción. Madrid: McGraw Hill.2003.

[25] Miltenburg, J. Manufacturing strategy . Portland, Oregon: Productivity Press.2005.

[26] Newbold, P, Carlson, W & Thorne. B. Statistics for Business and Economics. Edinburg. Global Edition. 2013

[27] Mendivelso, F & Rodríguez, M. "Prueba chi-cuadrado de independencia aplicada a tablas 2xN." Vol.21,no.2,pp. 92-95.2018.

Diana Lorena Cardona Montoya, Ingeniera Mecánica de la Universidad Autónoma de Manizales, con Especialización en Mantenimiento Industrial y Maestría en Ingeniería de la Universidad EAFIT. Coordinadora del Programa de Ingeniería Mecánica de la Universidad Autónoma de Manizales, docente asistente del Departamento de Mecánica y producción e integrante del grupo de investigación en Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial (Categoría A en Colciencias).

Alex Mauricio Ovalle Castiblanco, Ingeniero Industrial de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, con Especialización en Gerencia de Negocios Internacionales de la Jorge Tadeo Lozano-Universidad Católica de Manizales, con Maestría en Creatividad e Innovación en las Organizaciones de la Universidad Autónoma de Manizales (UAM) y Candidato a Doctor en Ingeniería Industrial y Organizaciones de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales. Coordinador del Departamento de Mecánica y Producción de la UAM, docente del Departamento de Mecánica y producción e integrante del grupo de investigación en Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial (Categoría A en Colciencias).

Carlos Lopez Botero, Ingeniero Industrial de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, con Especialización en salud Ocupacional de la Universidad Autónoma de Manizales con Maestría en Prevención de Riesgos Laborales de la Universidad Internacional de la Rioja. Docente instructor del Departamento de Mecánica y producción e integrante del grupo de investigación en Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial (Categoría A en Colciencias).

Cristian Felipe Jiménez Varón, Ingeniero Químico e Ingeniero Industrial, con Especialización en Gerencia estratégica de proyectos, con Maestría en ciencias matemática aplicada de la Universidad

Nacional de Colombia sede Manizales. Docente del Departamento de Física y Matemáticas e integrante del grupo de investigación en Física y Matemáticas con énfasis en formación de ingenieros (Categoría A en Colciencias).

