

**Una revisión sistemática de los estudios sobre la
ingeniería de métodos y la cadena de producción**

**A systematic review of studies on method
engineering and the production chain**

Lisbeth Madeline Yagual-Borbor¹

**Universidad Estatal Península de Santa Elena - Ecuador
lisbeth.yagualborbor@upse.edu.ec**

Franklin Enrique Reyes-Soriano²

**Universidad Estatal Península de Santa Elena - Ecuador
fereyes@upse.edu.ec**

Isabel del Rocío Balón-Ramos³

**Universidad Estatal Península de Santa Elena - Ecuador
ibalon@upse.edu.ec**

Juan Carlos Muyulema-Allaica⁴

**Universidad Estatal Península de Santa Elena - Ecuador
juanca327@hotmail.com**

doi.org/10.33386/593dp.2022.4-2.1272

V7-N4-2 (ago) 2022, pp. 470-482 | Recibido: 26 de julio de 2022 - Aceptado: 09 de agosto de 2022 (2 ronda rev.)
Edición especial

¹ Ingeniería Industrial, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3273-1911>

² Maestría en Sistema Integrado de Gestión realizado en la Universidad de Guayaquil
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0480-9689>

³ Maestría en Sistema Integrado de Gestión realizado en la Universidad de Guayaquil
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7237-4912>

⁴ Magister en Ingeniería Industrial, mención Planeación y Control de la Producción y los Servicios, Magister en Gestión Empresarial Basado en Métodos Cuantitativos
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9663-8935>

Cómo citar este artículo en norma APA:

Yagual-Borbor, L., Reyes-Soriano, F., Balón-Ramos, I., & Muyulema-Allaica, J., (2022). Una revisión sistemática de los estudios sobre la ingeniería de métodos y la cadena de producción. 593 Digital Publisher CEIT, 7(4-2), 470-482 <https://doi.org/10.33386/593dp.2022.4-2.1272>

Descargar para Mendeley y Zotero

RESUMEN

La ingeniería de métodos se ha convertido en una de las más fundamentales e importantes dentro del estudio del trabajo para el mejoramiento continuo de las líneas o cadenas de producción. El objetivo de estudio es discutir el estado de arte actual de la ingeniería de métodos y la cadena de producción bajo la metodología PRISMA. El registro del protocolo de revisión sistemática de la literatura académica actual en este campo emergente, permitió establecer las brechas de investigación futura. La revisión se llevó a cabo mediante la identificación de artículos académicos relevantes de revistas líderes utilizando las bases de datos de Scopus, Web of Science, ScienceDirect, Google académico y Dialnet mediante el uso de los filtros y palabras claves como “ingeniería de métodos”, “methods engineering”, “method study”, “cadena de producción”, “production line” y “línea de producción”, solo se tomó en consideración artículos de ingeniería y de revistas. El efecto de filtro de búsqueda arrojó artículos que estaban disponibles, pero solo 26 artículos cumplían los requisitos previos. Se concluye que la invención del estudio dio a conocer como las diferentes herramientas, técnicas e instrumentos de la ingeniería de métodos y la cadena de producción tienen efecto en la mejora de la productividad de una empresa. Por consiguiente, los países que sujetaron en requisitos de divulgación de la investigación fueron China, Ecuador, Argentina, Brasil y México.

Palabras clave: Ingeniería de métodos; Revisión de la literatura; Mejora continua; Cadena de producción; Productividad; Modelo PRISMA

ABSTRACT

Methods engineering has become one of the most fundamental and important in the study of work for the continuous improvement of production lines. The objective of the study is to discuss the current state of the art of method engineering and the production chain under the PRISMA methodology. The registration of the protocol of systematic review of the current academic literature in this emerging field, allowed to establish the gaps of future research. The review was carried out by identifying relevant academic articles from leading journals using Scopus, Web of Science, ScienceDirect, Google Scholar and Dialnet databases by using filters and keywords such as "methods engineering", "methods engineering", "method study", "production chain", "production line" and "production line", only engineering and journal articles were taken into consideration. The search filter effect yielded articles that were available, but only 26 articles met the prerequisites. It is concluded that the invention of the study revealed how the different tools, techniques and instruments of methods engineering and the production line have an effect on the improvement of a company's productivity. Therefore, the countries that met the research disclosure requirements were China, Ecuador, Argentina, Brazil and Mexico.

Key words: Methods engineering; Literature review; Continuous improvement; Production chain; Productivity; PRISMA Model

Introducción

El estudio de tiempo comenzó a utilizarse en la década de los 80 desde ese año, la gestión de operaciones se convierte en parte integral de las acciones que se llevan a cabo en las empresas a fin de mejorar el tiempo de labor e incrementar los niveles de producción (Bravo-Arroyo et al., 2018), convirtiéndose así en una de las metodologías más explicativas dentro de las industrias, se basa en una exploración y examen de una técnica vigente utilizada para ejecutar un trabajo (Hu et al., 2022; Kumar et al., 2022). Por tal motivo la ingeniería de métodos es de gran importancia dentro de las industrias y las empresas se preocupan por mantener un avance inquebrantable y acorde con las exigencias que el mercado muestra, de la misma forma buscan efectuar metodologías que consientan acrecentar su producción a fin de perfeccionar los métodos de elaboración en la cadena de producción (Montoya-Reyes et al., 2020). Por consiguiente, identifica los elementos de ingreso y salida para perfeccionar el bosquejo y acción entre los puntos más significativos (Guzmán-Sánchez et al., 2018).

En consecuencia, con el constante desarrollo del mercado de bienes y servicios, las técnicas del estudio del trabajo deben enfrentar nuevos desafíos en la gestión de operaciones (Muyulema-Allaica et al., 2021). Estudios realizados por Bravo-Arroyo et al., (2018), Guzmán-Sánchez et al. (2018), Montoya-Reyes et al. (2020) y (Hu et al., 2022) muestran una sinergia puesto que resaltan la necesidad de lograr proporcionar a la administración información clave que puede utilizarse para evaluar la efectividad tanto de máquinas y empleados que conforman la organización. Posteriormente esta información sirve para que la administración logre aumentar su productividad por medio de la mejora de los métodos, la capacitación, el aprendizaje, el impulso del rendimiento y la exclusión o reducción de los problemas (Cuevas-Arteaga et al., 2020). Cabe mencionar que, debido al progreso y desarrollo de la economía el aumento de competencia se forja día tras día, razón por la cual las empresas deben aprovechar sus recursos de la línea de producción a fin de

brindar productos de alta calidad (Usca-Veloz et al., 2019), en este contexto las técnicas específicas permiten examinar el trabajo de la mano de obra y conducen a investigaciones para siempre buscar la mejora continua y eficiencia de la situación proyectada (Vides-Polanco et al., 2018).

Dado al creciente interés en las técnicas del estudio del trabajo, esta investigación ofrece una revisión sistemática en el campo utilizando la metodología Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). La metodología PRISMA ofrece un enfoque sistemático para identificar, seleccionar y evaluar críticamente la investigación primaria relevante para sintetizar de modo sistémico la información científica reportada, fortaleciendo significativamente la validez de las conclusiones de estudios separados y destacando las áreas de incertidumbre en las que se necesita más investigación (Yepes-Núñez et al., 2021). Esta metodología ha sido escasamente aplicada en los campos de la ingeniería (Andreo-Martínez et al., 2022); sin embargo, su uso puede ser de gran ayuda para la revisión sistemática de la literatura de investigación (Muyulema-Allaica & Ruiz-Puente, 2022). Así, este trabajo discute el estado de arte actual de la ingeniería de métodos y la cadena de producción bajo la metodología PRISMA.

Método

Para este trabajo se realizó una revisión sistemática de la literatura científica divulgada en materia de la ingeniería de métodos y en la cadena de producción, en base a métodos, herramientas, técnicas e instrumentos propuestos. En este contexto, se ha seguido los parámetros establecidos por el modelo PRISMA, a fin de tener una correcta elaboración de exploraciones sistemáticas (Figura 1). Por consiguiente, se especificará el proceso de ejecución de las diversas fases.

Búsqueda inicial

Las exploraciones se dieron en marzo 2022 mezclando los términos “ingeniería de

métodos”, “methods engineering”, “method study”, “cadena de producción”, “production line” y “línea de producción” en la nube de Google Académico, Scopus, Web of Science, ScienceDirect, Dialnet, entre otras. Luego, se desarrolló una sucesión de relaciones, utilizando los conectores “y”, “and”, “o” y “or”, según lo más factible y conveniente para la investigación en curso. Por consiguiente, las exploraciones dieron a conocer una cantidad formidable de efecto algunos de ellos beneficiosos y otros repetidos o pocos esenciales para la revisión, no obstante, se conoció información mundial que permitió verificar que solo se había realizado una investigación no sistemática.

Figura 1

Diagrama de flujo PRISMA en 4 puntos



Búsqueda sistemática

Se realizó nuevamente una búsqueda en abril del 2022, en Scopus, Web of Science, ScienceDirect y Google académico, tomando como referencia las divulgaciones realizadas desde 2018 hasta 2022 (actualidad). La mezcla de términos dio un amplio efecto “methods engineering OR method study”, “production line AND production chain”, “cadena de producción O línea de producción”, “ingeniería de métodos o estudio de métodos”.

Específicamente, se alcanzaron 136,250 resultados de Scopus, 104,010 de ScienceDirect, 24,102 de Web Of Science y 36,920 de Google académico. En este contexto, es importante

definir criterios de inclusión y exclusión.

Los criterios de inclusión:

Estudios principales

Apartados disponibles en internet

Posean hincapié en ingeniería de métodos, cadena de producción y sus diversas características

Los artículos, proyectos o temas de investigación deben comprender los años 2018 a 2022.

Artículos en inglés y español

Criterio de exclusión

Estudios que no cumplan con los requisitos establecidos

Investigaciones que no sean gratuitas o de acceso directo

En contexto con los criterios, se tomaron como adecuados para el estudio solo a 50 artículos mediante el título (eliminado aquellos que se encontraban repetidos en la nube). Luego se analizó minuciosamente el resumen y a raíz de aquello se eliminaron 24 artículos debido a que carecían de sustento metodológico y otros que no alcanzaron los requisitos previos a la contextualización de las variables analizadas.

Posteriormente, 26 artículos alcanzaron los criterios de inclusión y serán utilizados para el sustento de la revisión sistemática. Aquellos señalaban la importancia de la ingeniería de métodos en la cadena de producción y las diferentes herramientas que pueden ser empleadas.

En la mayoría se utilizan herramientas de ingeniería industrial para el mejoramiento de la cadena de producción, herramientas que están ligadas de manera directa con la ingeniería de métodos, otros aplican modelos o diagnósticos tales como FiTTM (Fitness to takt time of manufacturing line), MCDA (análisis de decisión de criterios múltiples) y SolidWorks Simulation

y TPM (mantenimiento productivo total).

Búsqueda manual

Luego de haber seleccionado los 26 estudios y leer con análisis crítico y profundo, basándonos en las referencias, se incluirá un artículo del 2016 debido a que se verificó la información y es importante y esencial para el estudio, sin embargo se descartaron los demás artículos, debido a que a medida que transcurren los años la información y la tecnología varía debido a la innovación de ideas, proyectos y prospectos que se adaptan de mejor manera para los estudios futuros, además de contener inconsistencia en la metodología inclusive resultados, los artículos tomados en consideración cumplen con una metodología precisa, objetiva y clara que se puede replicar además de mencionar que los resultados cumplen con la relevancia a fin de brindar una fundamentación adecuada.

Mediante la plataforma de Google académico se utilizó diversas mezclas para obtener resultados en base a los términos de indagación mencionados al inicio de esta investigación para analizar si se había descartado algún artículo que sea útil para la indagación. Esta búsqueda no arrojó datos acerca de nuevos estudios y solo corroboro que los 26 artículos sean tomados en consideración en base a la revisión sistemática de la literatura publicados en 2018 al 2022, todos ellos en idioma inglés y español.

Resultados

Un consenso de los resultados de los estudios tomados en consideración puede examinarse en la tabla. El estudio a continuación seguirá una estructura adecuada para facilitar el entendimiento y comprensión. La mayoría de las investigaciones están relacionadas en las diferentes herramientas de la ingeniería industrial para mejorar la cadena o línea de producción de las empresas (Tabla).

Tabla 1

Características de los estudios considerados

Nº	Autor/es	Información	Metodología	Resultados
1.	Arroussi et al. (2022)	Science-Direct	Revisión de literatura y un modelo	Predecir el comportamiento de los codos de tubería y el efecto mediante ingeniería de métodos, perturbando que el defecto se encuentra en 0° y 45°.
2	Bechert et al. (2021)	Science-Direct	Diseño estructural y métodos de optimización.	El modelo estructural ofrece posibilidades eficaces además de obtener una optimización en el material.
3	Bravo-Arroyo et al. (2018)	Google académico	Metodología cuantitativa y técnicas de observación.	Flexibilidad para aumentar los rendimientos y las condiciones para mejorar de los sistemas de producción.
4	Yang et al. (2021)	Science-Direct	Método sistemático de flujo de Stokes.	En diferencia con la ingeniería de métodos tradicional, el modelado sin inercia con Stokes permite que las aplicaciones de fabricación de microfibras sean fáciles.
5	Gómez-Gómez & Brito-Aguila (2020)	Google académico	Base de datos de conceptos.	El resultado es conocer técnicas, herramientas e instrumentos que permitan establecer un sistema de producción eficaz.
6	Bokrantz et al. (2016)	Science-Direct	Utilizaron una encuesta descriptiva	Demuestra que los modelos de mantenimiento más utilizados son CBM (Monitoreo Basado en Condición), TPM (Mantenimiento Productivo Total) y RCM (Mantenimiento Centrado en Fiabilidad), sin embargo, la cuarta parte de las empresas no emplean herramientas básicas para su mejora continua.
7	Cuevas-Arteaga et al. (2020)	Dialnet	Revisión de literatura	Importancia de la ingeniería de métodos y los beneficios como reducir costos, aumentar la productividad y por consiguiente la optimización de recursos físicos y de infraestructura.
8	Vides-Polanco et al. (2018)		Revisión de literaria, estudio de métodos y tiempos.	Se estandariza el tiempo para determinar los costos y controlar apropiadamente a la mano de obra para aumentar la productividad.
9	Guzmán-Sánchez et al. (2018)		Ingeniería de métodos herramientas diagramas.	Se pudo adoptar una estrategia que promueve la mejora continua gracias al análisis de las herramientas de métodos monitoreando los pasos relacionados, incrementando su cadena de producción.
10	Ameen et al. (2018)	Science-Direct	Software AweSim 3.0 para el modelo de simulación.	Eficiencia aumenta en la línea de producción, el tamaño de búfer de 1 a 10 aumento del 76,92% al 88,24%.
11	Ma et al. (2021)	Science-Direct	Estudio de métodos y notaciones de predicción.	Correlación entre la precisión de predicción de tiempo optimo y la reducción de fluctuaciones lo que mejora la línea de producción.
12	García-Briones et al. (2021)	Google académico	Investigación mixta, cuantitativa y cualitativa.	Aumento de productividad y mejora en la cadena de producción el agricultor mejoro su entorno de trabajo, obtuvo mayor cooperación y se consolidaron a nivel nacional.
13	Mourtzis et al. (2019)	Science-Direct	Investigación experimental y aplicación de ingeniería de métodos.	La cadena de producción consiguió una eficiencia del método de producción de 60 a 77 productos por tiempo, causando que la utilización de la capacidad sea de 39,35%.
14	Dos-Reis et al. (2019)	Science-Direct	Metodología del TPM (Mantenimiento Productivo Total).	Gracias al TPM la cadena de producción obtuvo un acrecentamiento del 18,5%, lo cual tiene un efecto positivo en la línea de producción, el valor de fallas de máquinas fue superior al 10,8% y 5 máquinas fueron elegidas como prioritarias.
15	Rymaszewski et al. (2020)	Science-Direct	Método COMET (teoría de conjuntos borrosos)	Los resultados preliminares presentados en la investigación muestran la gran utilidad del método COMET para la optimización de problemas relacionados con la línea de producción.
16	Fragoso et al. (2021)	Science-Direct	Se emplea SolidWorks Simulation.	Se reconoció la falla de un ciclón mediante SolidWorks donde se reconoce los puntos críticos de los apoyos (≤ 200 MPa) y la dilatación instalada es tolerable de 80 mm en la línea de producción.
17	Ramos et al. (2020)	Science-Direct	Adquisición de datos, empleando GA (Genetic Algorithm).	Mediante el GA se da a conocer que la tarifa es más baja y en los intervalos en que la tarifa se incrementa, representa una optimización del costo en la cadena de producción.
18	Braun et al. (2020)	Science-Direct	Revisión literaria y software (Biesinger) que analizara la información recogida por él robot.	Diseño de una cadena de producción sincronizada con error por debajo de 1 a 2 cm para las subsiguientes estaciones.
19	Chor et al. (2021)	Science-Direct	Revisión sistemática de la literatura	Se descubre que las organizaciones abarcan etapas, métodos y herramientas que las vuelvan más productivas y eficientes.

20	Chiò et al. (2021)	Science-Direct	Metodología cuantitativa junto a un simulador para replicar un sistema de producción.	Demuestra que la utilidad de cada espacio depende del estado del sistema en el momento en que ocurre el cambio y del tipo de cambio ocurrido.
21	Watróbski et al. (2020)	Science-Direct	Análisis de decisión de criterios múltiples (MCDA), método de análisis jerárquico de problemas (AHP).	Optimización de la línea de producción mediante MCDA y TOPSIS, lo cual dio a conocer una extensa gama de elementos que tienen que ver con la mejora del sistema de producción.
22	Al-Janahi et al. (2020)	Science-Direct	Revisión estructurada de literatura y el método FiTTL (Fitness to Takt Time of manufacturing line)	El método FiTTL considera pérdidas, planificación de mantenimiento y pérdidas a fin de brindar efectividad en un sistema.
23	Lopes et al. (2020)	Science-Direct	Estado del arte y herramientas de Lean Manufacturing.	Reducción en el área de preparación con un 12% acrecentando su utilidad en un 29%, aumento su producción y se optimizaron zonas fundamentales.
24	Padovano et al. (2021)	Science-Direct	Revisión de la literatura, aplicación de un modelado.	Prototipo de sistema AD-HOC productivo para aplicar en entornos de fabricación MTO/ETO, alcanzando niveles de automatización eficientes.
25	Ribeiro et al. (2019)	Science-Direct	Metodología Lean Maintenance y 5S.	El valor del MTBF (Tiempo Medio entre Fallas) incremento, MTTR (tiempo medio de reaparición) disminuyó y en efecto aumento la disponibilidad en general.
26	Azevedo et al. (2019)	Science-Direct	Revisión de la literatura e implementación de filosofía Lean.	Maximización de las estaciones de trabajo especialmente en el área de producción, con un coste de inversión de 89,1%.

Bravo-Arroyo et al. (2018) deduce la ingeniería como el registro para realizar una tarea o actividad, da a conocer que su objetivo es utilizar metodologías más naturales y efectivas para mejorar el desempeño de varios sistemas de producción, por consiguiente, Chor et al. (2021), da a entender la cadena productiva como conjunto de actividades que se realizan para hacer llegar un producto o servicio a las manos del consumidor final, incluyendo su disposición después de su uso, Ma et al. (2021), demuestra la complejidad de las líneas de producción automatizadas, ya que si hay una falla en la red eléctrica, es probable que el sistema falle peligrosamente ocasionando graves problemas en las empresas u organizaciones donde sean implementadas, por tanto, García-Briones et al. (2021), compartió ejes de acción que se deberían considerar para así fortalecer la resiliencia, acrecentar la calidad y la fabricación a fin de conseguir la mejora en la línea de producción (Figura 2).

Figura 2

Ejes de acción para fortalecer la resiliencia, aumentar la calidad y producción



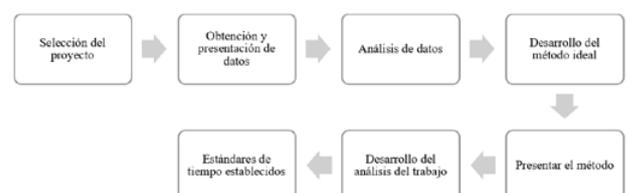
En este contexto los ejes de acción pretenden brindar información acerca de los

numerosos elementos que alcanzan producir un impacto dentro de la línea de producción, de aquí data la importancia de coordinar un proceso para la obtención de informes sobre pérdidas y desperdicios a partir del cual sea posible la focalización, siempre y cuando exista una buena contabilidad, alcance y metodología que permitan, identificar, recolectar, evaluar y luego reportar las pérdidas, en base a las características propuestas (Cuevas-Arteaga et al., 2020).

Bechert et al. (2021), realiza hincapié que a nivel mundial, las características y la división inciden directamente en el proceder estructural de la técnica utilizada. A nivel local, la estructura de los componentes individuales y su estrategia de unión ofrecen grados de libertad adicionales para la optimización del sistema de producción, sin embargo, Guzmán-Sánchez et al. (2018), acota que el emplear el estudio de métodos que consta de 7 fases da efectos eficientes para una organización (Figura 3).

Figura 3

Fases de la ingeniería de métodos



A continuación, se presenta una descripción de las fases:

Selección del proyecto: Se examina y afina en base a los resultados económicos, técnicas y mano de obra.

Obtención y presentación de datos: se recolecta datos acerca de las metodologías, sistemas e instrumentales.

Análisis de datos: se inspecciona el escenario, se analiza si los procesos, distribución y localización de maquinarias actuales son convenientes.

Desarrollo del método ideal: se contrasta la situación primera con la presente.

Presentar el método: se evidencia el procedimiento y técnica con el fin de tener un referente en la clasificación del trabajo.

Desarrollo del análisis del trabajo: se aplica el procedimiento y se analiza si debe tener reformas o es apto.

Estándares de tiempos establecidos: se debe presentar métodos a fin de que sea factible el perfeccionamiento del modelo del proceso.

En este contexto, Vides-Polanco et al. (2018) face enormous challenges that it is required to them to be more competitive inside the included markets, between the aspects that more affect in the productivity of the companies they are associated the distribution of plant, as well as the relations between the different areas of the companies. The companies look for the best way of integrating tools with base in studies of methods and measurement of the processes using the direct and sequential observation of the processes the determination of the flow charts, times, distances, activities, operations, dead times, waits, storage transports, inside this to take modals to compare, to decide and to apply changes, trends to increase the efficiency of the production. The principal aim of this article is to look as the companies they look for the best way of integrating or improving the tools before mentioned with base to the study of measurement

of the processes, of taking modals to compare, to decide and to devote changes trends to increase the efficiency and to give improvement in the production. Key”,”author”:[{“dropping-particle”：“”,”family”：“Vides-Polanco”,”given”：“Evis Ximena”,”non-dropping-particle”：“”,”parse-names”：false,“suffix”：“”}],{“dropping-particle”：“”,”family”：“Díaz-Jiménez”,”given”：“Lauren Andrea”,”non-dropping-particle”：“”,”parse-names”：false,“suffix”：“”}],{“dropping-particle”：“”,”family”：“Gutiérrez Rodríguez”,”given”：“Jorge Junior”,”non-dropping-particle”：“”,”parse-names”：false,“suffix”：“”}],”container-title”：“Universidad Simón Bolívar”,”id”：“ITEM-1”,”issue”：“1”,”issued”：{“date-parts”：[[“2018”]]},”page”：“3-10”,”title”：“Análisis metodológico para la realización de estudios de métodos y tiempos Methodological analysis for the performance of studies of methods and times”,”type”：“article-journal”,”volume”：“8”}],”uris”：[“http://www.mendeley.com/documents/?uuiid=e32cda38-e94d-4c5b-84f6-8040c1c6b7de”,”http://www.mendeley.com/documents/?uuiid=e36a9b34-d0a4-4fa9-9fdc-deaed0820b88”]],”mendel ey”：{“formattedCitation”：“(Vides-Polanco et al., 2018, establece que dentro de las fases el diagrama de procesos de flujo, es esencial con el objetivo de reconocer y registrar información oportuna con gráficos que permitan tener una mejor comprensión. Realizando hincapié que las actividades como:

Operación: cuando el objeto está siendo modificado en sus características.

Transporte: cuando el objeto es movido de un lugar a otro.

Inspección: el objeto es examinado para comprobar y verificar su calidad.

Demora: Interfiere en el flujo del objeto, retrasando la secuencia.

Almacenaje: el objeto es protegido por movimientos no autorizados.

Actividad combinada: el operario establece actividades conjuntas combinadas como operación e inspección.

Desde luego, Bokrantz et al. (2016), enfatiza que para determinar y estandarizar el estudio de trabajo, el análisis debe de tener un cierto grado de repetición y se debe conocer las herramientas y métodos adecuados de ingeniería que ayuden a la reducción de pérdidas y contribuyan a una mejor toma de decisiones.

La ingeniería de métodos y las demás herramientas industriales antes expuestas son de mucho beneficio debido a que permiten la optimización de las dificultades en la línea de producción estableciendo niveles de calidad y análisis de sensibilidad, estos datos pueden ser detectables gracias a gráficos empleados para un entendimiento más conciso, claro y sencillo de entender que permitan a una organización tener impacto global y competitivo dentro del mercado que se desarrolla, en otras palabras, es una herramienta que incluye diseño y organización de todos los procesos en busca de la mejora continua.

Discusión

Bravo-Arroyo et al. (2018), deduce al estudio de trabajo como la acción de aplicar técnicas para establecer el lapso que se invierte en mano de obra para la fabricación de un producto, mientras que García-Briones et al. (2021), en su trabajo referente a la línea de producción del cacao da a conocer como la utilización de esta metodología ayudo a determinar los problemas y consolido su cadena de producción además de incrementar su resiliencia para aumentar la fabricación y las condiciones del lugar de trabajo, sin embargo, Cuevas-Arteaga et al. (2020), da a conocer que la aplicación de diagramas y gráficos son más eficientes para detectar los problemas y comprender de manera más rápida y sencilla, realizando énfasis que mientras más repetido sea el proceso en marcha más importante será el potencial de perfeccionamiento.

Por su parte Azevedo et al., (2019) realiza énfasis que mediante la aplicación de la filosofía Lean se analizó los problemas y

las oportunidades de mejora contextualizando que se redujo con esta metodología el 10,9% del costo inicial, por consiguiente Lopes et al. (2020), a través de la misma metodología obtuvo como efecto reducción en el área de producción incrementando su utilidad en un 12% y un 29% acrecentando su producción solo en lugares esenciales de la empresa en mención, en este contexto ambos autores concuerdan con Ribeiro et al. (2019) an effective maintenance process and a preventive maintenance (PM que la metodología Lean y las 5S son esenciales para el hecho de mejorar la disponibilidad de manera general.

Sin embargo, Al-Janahi et al. (2020) OEE does not take customers' demands into consideration and may encourage overproduction. Fitness to Takt Time (FiTT demuestra que mediante el FiTTML (Fitness to Takt Time of manufacturing line) también se obtienen resultados que proporcionan una mejor eficacia de un sistema, cumpliendo de esta manera con los estándares de los clientes potenciales, por tal motivo las herramientas empleadas para una mejora continua son amplias, en base a este contexto Ramos et al. (2020) mediante GA (Genetic Algorithm) represento la optimización de la línea de producción empleando de esta forma otra herramienta útil, lo cual deduce que las técnicas y métodos tradicionalmente conocidos no son los únicos eficientes y eficaces para lograr el mejoramiento continuo, por su parte Fragosó et al. (2021) namely the existence of cracking of the concrete inside the cyclone towers (with the fall of this coating mediante SolidWorks logro reconocer los puntos críticos que afectaban a su estudio logrando conocer solo lo tolerable que puede ser su línea de producción, mientras tanto Ma et al. (2021) mediante notaciones de predicción establece la correlación entre la optimización de tiempo y reducción de fluctuaciones lo cual es favorable para la cadena de producción.

Tras analizar los resultados, se debe aclarar que la cadena de producción puede mejorar de diversas formas ya sea en base a herramientas como Lean e ingeniería de métodos, como también por software, teniendo una

estrecha relación en base a la mejora continua. Por consiguiente, se puede plantear la pregunta de si son fenómenos diferentes o dos dimensiones de una misma actitud, abriendo un camino para futuras investigaciones. Otras formas posibles son investigar la importancia de la ingeniería de métodos en la cadena de producción como analizar la incidencia que tienen en relación con las diversas empresas manufactureras, productoras, entre otras, sería importante estudiarlas desde un ámbito económico y social. Para culminar, este trabajo no está libre de restricciones, debido a que se puede mejorar. Como primer punto, las metodologías empleadas en los artículos o trabajos tomados en consideración utilizan LEAN, herramientas industriales que pueden limitar los resultados analizados. Sin embargo, la optimización, reducción y mejora continua se alcanza con un alto precio de las técnicas o software implementados en cada artículo, que, aunque no se realice énfasis en una cantidad determinada en base a lo expuesto se puede deducir.

Conclusión

En conclusión, tras la ardua indagación de los resultados analizados en este trabajo de investigación, se podría afirmar que la ingeniería de métodos y la cadena de producción están mezclados de manera directa mediante las diversas herramientas que se utilizan y aplican para conseguir ambas el efecto de una mejora continua que fomente la calidad, optimice tiempos y reduzca desperdicios, siendo estos las principales consecuencias obtenidas, entre otras y no menos importantes, se logra un ambiente laboral eficaz con distribución de maquinarias adecuadas lo cual permite al operador desenvolverse de mejor manera, lo que genera que la productividad incrementa beneficiando así las ganancias, mediante esta revisión también se dio a conocer como las diferentes herramientas, técnicas e instrumentos de la ingeniería de métodos y la cadena de producción tienen efecto en la mejora de la productividad de una empresa. Por otro lado, se dio a conocer que los países que sujetaron en requisitos de divulgación de la investigación fueron China, Ecuador, Argentina, Brasil y México.

Referencias bibliográficas

- Al-Janahi, R., Hung-Da, W., Lee, Y., & Zarreh, A. (2020). Effectiveness and fitness of production line to meet customers' demand. *Procedia Manufacturing*, 51(2019), 1348–1354. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.188>
- Ameen, W., AlKahtani, M., Mohammed, M. K., Abdulhameed, O., & El-Tamimi, A. M. (2018). Investigation of the effect of buffer storage capacity and repair rate on production line efficiency. *Journal of King Saud University - Engineering Sciences*, 30(3), 243–249. <https://doi.org/10.1016/j.jksues.2018.03.001>
- Andreo-Martínez, P., Ortiz-Martínez, V. M., Salar-García, M. J., Veiga-del-Baño, J. M., Chica, A., & Quesada-Medina, J. (2022). Waste animal fats as feedstock for biodiesel production using non-catalytic supercritical alcohol transesterification: A perspective by the PRISMA methodology. *Energy for Sustainable Development*, 69, 150–163. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2022.06.004>
- Arroussi, C., Mouna, A., Meliani, M. H., & Pluvinage, G. (2022). Proposal Engineering Methods to Repair/Replace Bend Elbow Pipe Contain Internal Corrosion Defect. *Procedia Structural Integrity*, 41, 752–758. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.05.087>
- Azevedo, J., Sá, J. C., Ferreira, L. P., Santos, G., Cruz, F. M., Jimenez, G., & Silva, F. J. G. (2019). Improvement of production line in the automotive industry through lean philosophy. *Procedia Manufacturing*, 41, 1023–1030. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.10.029>
- Bechert, S., Sonntag, D., Aldinger, L., & Knippers, J. (2021). Integrative structural design and engineering methods for segmented timber shells - BUGA Wood Pavilion. *Structures*, 34(September),

- 4814–4833. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2021.10.032>
- Bokrantz, J., Skoogh, A., & Ylipää, T. (2016). The Use of Engineering Tools and Methods in Maintenance Organisations: Mapping the Current State in the Manufacturing Industry. *Procedia CIRP*, 57, 556–561. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.096>
- Braun, D., Biesinger, F., Jazdi, N., & Weyrich, M. (2020). A concept for the automated layout generation of an existing production line within the digital twin. *Procedia CIRP*, 97, 302–307. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.05.242>
- Bravo-Arroyo, K. L., Menéndez-Dávila, J., & Peñaherrera-Larenas, F. (2018). Importancia de los estudios de tiempos en el proceso de comercialización de las empresas. *Observatorio de La Economía Latinoamericana.*, 14.
- Chiò, E., Alfieri, A., & Pastore, E. (2021). Change-point visualization and variation analysis in a simple production line: A process mining application in manufacturing. *Procedia CIRP*, 99, 573–579. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.03.122>
- Chor, D., Manova, K., & Yu, Z. (2021). Growing like China: Firm performance and global production line position. *Journal of International Economics*, 130, 103445. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2021.103445>
- Cuevas-Arteaga, C., González-Montenegro, Y. Á., Torres-Salazar, M. del C., & Valladares-Cisneros, M. G. (2020). Importancia de un estudio de tiempos y movimientos. *Inventio*, 16(39). <https://doi.org/10.30973/inventio/2020.16.39/7>
- Dos-Reis, M. D. O., Godina, R., Pimentel, C., Silva, F. J. G., & Matias, J. C. O. (2019). A TPM strategy implementation in an automotive production line through loss reduction. *Procedia Manufacturing*, 38(2019), 908–915. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.173>
- Fragoso, A., Martins, R. F., & Soares, A. C. (2021). Failure Analysis of a Double-Cyclone located in a Cement Production Line. *Procedia Structural Integrity*, 37(C), 533–539. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.01.119>
- García-Briones, A. R., Pico-Pico, B. F., & Jaimez, R. E. (2021). La cadena de producción del Cacao en Ecuador: Resiliencia en los diferentes actores de la producción. *Novasineria Revista Digital De Ciencia, Ingeniería Y Tecnología*, 4(2), 152–172. <https://doi.org/10.37135/ns.01.08.10>
- Gómez-Gómez, I., & Brito-Aguilar, J. G. (2020). Administración de Operaciones. In *Universidad Internacional del Ecuador* (Vol. 1).
- Guzmán-Sánchez, E. E., Rodríguez-Realyvazquez, J. R., Molina-Gardea, C. J., & Cortes-Carrillo, F. (2018). *Solución de problemas mediante la aplicación de las etapas de ingeniería de métodos*. 2(6), 23–33.
- Hu, S., Dong, Z. S., & Lev, B. (2022). Supplier selection in disaster operations management: Review and research gap identification. *Socio-Economic Planning Sciences*, 82(PB), 101302. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2022.101302>
- Kumar, V., Pallathadka, H., Kumar Sharma, S., Thakar, C. M., Singh, M., & Kirana Pallathadka, L. (2022). Role of machine learning in green supply chain management and operations management. *Materials Today: Proceedings*, 51, 2485–2489. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.11.625>
- Lopes, R., Silva, F. J. G., Godina, R., Campilho, R., Dieguez, T., Ferreira, L. P., & Baptista, A. (2020). Reducing scrap

- and improving an air conditioning pipe production line. *Procedia Manufacturing*, 51(2020), 1410–1415. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.196>
- Ma, Y., Li, L., Yin, Z., Chai, A., Li, M., & Bi, Z. (2021). Research and application of network status prediction based on BP neural network for intelligent production line. *Procedia Computer Science*, 183(2018), 189–196. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.02.049>
- Montoya-Reyes, M., González-Angeles, A., Mendoza-Muñoz, I., Gil-Samaniego-Ramos, M., & Ling-López, J. (2020). Method engineering to increase labor productivity and eliminate downtime. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 13(2), 321–331. <https://doi.org/10.3926/jiem.3047>
- Mourtzis, D., Tsakalos, D., Xanthi, F., & Zogopoulos, V. (2019). Optimization of highly automated production line: An advanced engineering educational approach. *Procedia Manufacturing*, 31, 45–51. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.03.008>
- Muyulema-Allaica, J. C., & Ruiz-Puente, C. (2022). Framework proposal for the design of lean circular production systems based on case studies. *DYNA, Dyna Acele*(0), 1–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.6036/10540>
- Muyulema-Allaica, J. C., Usca-Veloz, R. B., Gavidia-García, J. L., & Pucha-Medina, P. M. (2021). Enseñanza virtual de la investigación de operaciones durante la COVID-19. Un análisis desde la práctica docente universitaria. *Horizontes. Revista de Investigación En Ciencias de La Educación*, 5(19), 677–694. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v5i19.229>
- Padovano, A., Longo, F., Nicoletti, L., Gazzano, L., Chiurco, A., & Talarico, S. (2021). A prescriptive maintenance system for intelligent production planning and control in a smart cyber-physical production line. *Procedia CIRP*, 104, 1819–1824. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.11.307>
- Ramos, C., Barreto, R., Mota, B., Gomes, L., Faria, P., & Vale, Z. (2020). Scheduling of a textile production line integrating PV generation using a genetic algorithm. *Energy Reports*, 6, 148–154. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2020.11.093>
- Ribeiro, I. M., Godina, R., Pimentel, C., Silva, F. J. G., & Matias, J. C. O. (2019). Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of an automotive production line. *Procedia Manufacturing*, 38(2019), 1574–1581. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.128>
- Rymaszewski, S., Watróbski, J., & Karczmarczyk, A. (2020). Identification of reference multi criteria domain model Production line optimization case study. *Procedia Computer Science*, 176, 3794–3801. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.09.008>
- Usca-Veloz, R. B., Muyulema-Allaica, J. C., Espinosa-Ruiz, C. G., Sánchez-Macías, R. A., Velasteguí-Bósquez, G. A., & Caspi-Pilamunga, W. M. (2019). La interconexión digital de objetos habituales con Internet y sus aplicaciones para la empresa y la Industria 4.0: Review. *RIIIT. Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica*, 7(41), 1–19.
- Vides-Polanco, E. X., Díaz-Jiménez, L. A., & Gutiérrez Rodríguez, J. J. (2018). Análisis metodológico para la realización de estudios de métodos y tiempos Methodological analysis for the performance of studies of methods and times. *Universidad Simón Bolívar*, 8(1), 3–10.

- Watróbski, J., Karczmarczyk, A., & Ry-
maszewski, S. (2020). Multi-criteria
decision making approach to production
line optimization. *Procedia Computer
Science*, 176, 3820–3830. [https://doi.
org/10.1016/j.procs.2020.09.005](https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.09.005)
- Yang, Z., Nan, L., & Shum-Cheung, H. (2021).
A versatile flow-profile engineering
method in the stokes flow regime for
complex-shaped flows. *Engineering*,
7(5), 655–662. [https://doi.org/10.1016/j.
eng.2021.02.008](https://doi.org/10.1016/j.eng.2021.02.008)
- Yepes-Nuñez, J. J., Urrútia, G., Romero-García,
M., & Alonso-Fernández, S. (2021).
The PRISMA 2020 statement: an upda-
ted guideline for reporting systematic
reviews. *Revista Espanola de Car-
diologia*, 74(9), 790–799. [https://doi.
org/10.1016/j.recesp.2021.06.016](https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016)