

FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería Industrial

“APLICABILIDAD DE FILOSOFÍA LEAN
MANUFACTURING PARA LA DISMINUCIÓN DE
DESPERDICIOS EN EMPRESAS
MANUFACTURERAS DEL SECTOR CERÁMICO:
UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA CIENTÍFICA
PERIODO 2009-2019”

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería Industrial

Autor:

Gerson Jesus Ecos Huaman

Asesor:

Ing. Odar Roberto Florián Castillo

Lima - Perú

2019

DEDICATORIA

Dedicamos esta investigación a nuestros padres, quienes con su amor y apoyo han hecho de nosotros lo que somos; y en especial a mi hija que está en camino por animarme a lograr lo que me proponga.

AGRADECIMIENTO

A nuestros padres, pilares fundamentales en nuestras vidas, cuyo ejemplo de esfuerzo y superación hemos seguido y a quienes les agradecemos la confianza depositada en nosotros.

A nuestro asesor por sus orientaciones y apoyo en la elaboración de esta investigación.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
TABLA DE CONTENIDO	4
INDICE DE TABLAS.....	5
INDICE DE FIGURAS.....	6
RESUMEN.....	7
ABSTRACT	8
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	9
CAPITULO II. METODOLOGÍA	11
CAPITULO III. RESULTADOS	17
CAPITULO IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES	21
REFERENCIAS	28

INDICE DE TABLAS

Tabla n. ° 1. Unidad de análisis de revisión sistemática	14
--	----

INDICE DE FIGURAS

Figura n. ° 1. Metodología PRISMA de la revisión sistemática	13
Figura n. ° 2. Origen de artículos científicos	17
Figura n. ° 3. Tipo de investigación	18
Figura n. ° 4. Origen de artículos científicos	18
Figura n. ° 5. Variables de artículos científicos.....	19
Figura n. ° 6. Año de publicación de artículos científicos.....	20
Figura n. ° 7. Idioma de artículos científicos.....	20

RESUMEN

La revisión sistemática realizada en este estudio tiene como objetivo de recabar información referente a la aplicación de la filosofía Lean Manufacturing en empresas manufactureras en el sector cerámico para la disminución de desperdicios, Se considera una vigencia no mayor a 10 años (2009-2019).

La metodología de la presente revisión sistemática con la selección de 96 artículos las cuales fueron filtrados por la guía PRISMA a través de la búsqueda con las palabras claves: Lean Manufacturing, reducción de desperdicios, cerámicas. Para hacer la selección final de 20 artículos.

Como conclusión, la base de datos resultantes es: el 25 % son extraídos de a la página Scielo, 20 % Redalyc y 15 % de Researchgate. El tipo de estudio fue que el 60 % son de tipo aplicado con enfoque cuantitativo, 20 % son de tipo descriptivo, 15 % son de tipo pre experimental y 5 % de tipo descriptiva. El tiempo de vigencia es que el 25 % de los artículos corresponden al año 2013, 15 % para el año 2010 al igual que para el año 2015. Los países de origen fueron 60 % de India, en igual proporción 10 % países como Chile, Polonia, México, Brasil, Colombia.

Palabras claves: Lean Manufacturing, industria cerámica, reducción de desperdicios, muda

ABSTRACT

The systematic review carried out in this study aims to gather information regarding the application of the Lean Manufacturing philosophy in manufacturing companies in the ceramic sector for waste reduction. It is considered valid for no more than 10 years (2009-2019).

The methodology of this systematic review with the search of 96 articles which were filtered by the PRISMA guide to make the final selection of 20 articles with the keywords: Lean Manufacturing, waste reduction, ceramics.

In conclusion, the resulting database was obtained: 25% are extracted from the Scielo page, 20% Redalyc and 15% from Researchgate. The type of study was that 60% are of the applied type with a quantitative approach, 20% are of the descriptive type, 15% are of the pre-experimental type and 5% of the descriptive type. The period of validity is that 25% of the articles correspond to the year 2013, 15% for the year 2010 as well as for the year 2015. The countries of origin were 60% of India, in the same proportion 10% countries like Chile, Poland, Mexico, Brazil, Colombia.

Keywords: Lean Manufacturing, ceramic industry, waste reduction, mute

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

En las empresas productoras de cerámica, se presentan problemas antes y después de la cocción de las cerámicas. En lo que se refiere a antes del proceso, se presentan pérdidas de material durante el traslado en las bandas transportadoras. Después de la cocción, se encuentran los productos no conformes, esto por la presencia de los defectos como rajaduras, grietas, recogido, burbujas internas, foliados, etc. Estas fallas son criterio para análisis y mejorar los procesos similares a los expuestos por Bhamua y Sangwanb (2015).

Para plantear soluciones factibles en empresas del sector cerámico, es necesario ver experiencias anteriores en la comunidad científica sobre soluciones a las no conformidades mencionadas anteriormente. En tal sentido, las herramientas de gestión de calidad utilizadas como la filosofía Lean Manufacturing son las más adecuadas a estos procesos. Dentro de la filosofía, existe un conjunto de herramientas de análisis que permite mejorar cualquier proceso productivo, haciendo énfasis en el Kaizen. La cual es una técnica enfocada en la disminución de desperdicios productivos como lo son la sobreproducción, tiempo de espera, transporte, reprocesos, inventarios innecesarios, defectos, movimientos innecesarios. (Kleszs, 2018)

Ejemplo de ello, son las investigaciones de Kleszcz, Ulewicz y Nowakowska (2013) donde se busca mejoras en el sistema productivo a través de herramientas Lean con enfoque cuantitativo, para impulsar el sistema productivo de una empresa de elaboración de baldosas.

Un importante aporte es el de Puvanasvaran, Hamid y Yoong (2018). Su artículo analiza la importancia de la toma de tiempo en un estudio analizando un antes y después de implementación Kaizen, para cuantificar la productividad en la máquina de prensado de bobinas cerámicas. Dentro de las mejoras, se consigue realizar la actividad de cambios de bobina en forma estandarizada, ya que no existía un criterio fijo de la actividad (se realizaba de 4 formas distintas el cambio de bobina). Demostrando que la toma de tiempo y la estandarización de procesos, son herramientas eficaces y que garantizan tiempos de ciclos más cortos y, por ende, más eficientes y eficaces.

Por lo tanto, las empresas fabriles de cerámicas y baldosas necesitan mejoras en su área de producción con base en antiguas experiencias de ingeniería, es por ello, que se inicia la siguiente investigación, cuyo objetivo final es la reducción de los desperdicios presentes actualmente, para lograr ser más productivos y tener una mayor participación en el mercado de las cerámicas. (Kleszs, 2018)

En cuanto a la justificación, Celso (2014) indica que la revisión sistemática es importante para buscar fundamentos teóricos sobre la filosofía Lean Manufacturing (LM), así como el desarrollo de la metodología más adecuada para llegar al objetivo planteado. En vista de que no existe una fórmula concreta de implementación de las herramientas Lean. El procedimiento depende de la naturaleza del producto, del tipo de proceso y de la variabilidad de los elementos críticos como materia prima y actividades que agregan valor.

Desde el punto de vista económico, se ha demostrado que las herramientas LM sirven para reducir costos, al mitigar desperdicios, su aplicación incide directamente en procesos más efectivos y eficaces, en especial en el sector de cerámica, donde los desperdicios de mezclas después de la cocción representan un 15 % del total de material mezclado. (Mejía, 2016)

Desde un punto de vista ambiental, la mejora del proceso permite un menor consumo de energía en la cocción, la disminución de material que es perjudicial para el medio ambiente y un menor impacto en la contaminación de las aguas residuales.

En vista del escenario planteado, se apunta a la siguiente interrogante: ¿Existen investigaciones relacionadas con herramientas Lean Manufacturing aplicables en procesos de fabricación manufactureros en el sector cerámico para la reducción de desperdicios en el periodo 2009-2019?

En función a la problemática planteada, el objetivo de la presente revisión sistemática es seleccionar y analizar literatura científica sobre herramientas de calidad del Lean Manufacturing aplicables en procesos de fabricación manufactureros del sector cerámico que permita la reducción de desperdicios en el periodo 2009- 2019.

CAPITULO II. METODOLOGÍA

Se realiza la presente revisión sistemática con base en revistas científicas acerca de la aplicabilidad de desperdicios en empresas manufactureras del sector cerámico. Dicha revisión de la literatura, se hizo mediante la búsqueda de artículos científicos en base de datos como Redalyc, Scopus, Researchgate, Scielo, Doaj, entre otros. Con un periodo de vigencia entre los años 2009 al 2019 con la finalidad de dar respuesta a la pregunta ¿Existen investigaciones relacionadas con herramientas Lean Manufacturing aplicables en procesos de fabricación manufactureros en el sector cerámico que para la reducción de desperdicios en el periodo 2009-2010?

Todo el desarrollo metodológico es con base a la comprobación PRISMA (Moher, Liberati, Tetzlaff, y Altman, 2009). Según Moher, Liberati, Tetzlaff, y Altman (2009). El método se divide en las siguientes fases:

- **Fase Identificación:** se realizan registros a través de bases de datos digitales y en otras fuentes como revistas impresas.
- **Fase Filtrado:** Se procede a eliminar los artículos duplicados (aquellas investigaciones que aparecen en dos o más bases de datos distintas, así como las efectuadas por coautores). Luego de este proceso se aplican los criterios de exclusión.
- **Fase Elegibilidad:** En esta fase se leen y analizan los artículos. Se seleccionan aquellos en función de los criterios de inclusión
- **Fase Inclusión:** Se clasifican los artículos seleccionados según la síntesis cualitativa o cuantitativa.

En primer lugar, se hace énfasis en los criterios de inclusión. En la revisión sistemática se determinaron bajo la premisa de la búsqueda de artículos científicos indexados en revistas científicas basados en la filosofía Lean Manufacturing para resolver obstáculos que afectan la productividad de las organizaciones del sector manufacturero, en especial en el sector de producción de cerámicas, así como la exploración de artículos no mayores a 10 años, Esto con el propósito de simplificar la búsqueda y hacerla más efectiva.

Las variables de interés utilizadas son: filosofía Lean Manufacturing, Kaizen, 5'S, reducción de desperdicios (Muda) e Industria cerámica.

El siguiente paso es el uso de los recursos de información disponibles. Se realiza búsqueda de artículos científicos indexados en bases de datos digitales y con un ranking dentro de la comunidad científica. Utilizando los criterios de inclusión para filtrar la búsqueda en páginas web como Sciendirect, Redalyc, Semantic Scholar, Sciendo, Researchgate, Pea Journal y Arp journal. Luego se vacía la información en una base de datos en Excel para su análisis y comprensión. Las palabras claves de búsqueda en dichos sitios fueron:

- Lean Manufacturing
- Empresas de manufactura
- Reducción de desperdicios
- Muda
- Productividad
- Empresas de cerámicas

Una vez definida las palabras claves, se realiza el proceso de búsqueda en las páginas de bases de datos referentes a artículos científicos ya mencionados. En cada sitio web, se realiza la búsqueda usando combinaciones de palabras posibles en inglés (para un mayor alcance de artículos internacionales) utilizando conectores de la siguiente forma:

1. “Lean Manufacturing” and “Kaizen” / “Lean Manufacturing” or “Kaizen”
2. “Lean Manufacturing” y “ceramic industry” / “Lean Manufacturing” o “ceramic industry”
3. “Kaizen” y “ceramic industry” y “waste reduction” / “Kaizen” o “ceramic industry” o “waste reduction”

El segundo paso metodológico es definir los criterios de inclusión. Para seleccionar los artículos se tomaron en cuenta aquellas investigaciones los siguientes descriptores o palabras claves en idioma español e inglés: “Lean Manufacturing”, “Productividad” (“productivity”), “empresas manufactureras de cerámica” (“ceramic manufacturing companies”) y reducción de desperdicios (“waste reduction”). Para hacer más efectiva la búsqueda, se empleó combinaciones de los descriptores con los conectores “y” (and), “o”

(or) descritas anteriormente para ampliar el idioma de búsqueda y con el propósito de ubicar investigaciones lo más relacionadas posibles con el tema de investigación. De igual manera, el artículo debe dar respuesta a la siguiente pregunta: ¿Las herramientas de gestión de calidad con base en la filosofía Lean Manufacturing permiten reducir desperdicios de un proceso de producción manufacturero en empresas del sector cerámico?

Para los criterios de exclusión, se descartan artículos relacionados con otros teoremas de mejora, como Lean Service, la cual está enfocada a la mejora de procesos generadores de servicio. De igual manera, se excluyen artículos aplicados en campo distintos a procesos de manufactura, como, por ejemplo, almacenamiento, logística y distribución. De igual manera, no son seleccionados aquellos artículos encontrados con más de 10 años de vigencia. Finalmente, con base en el método PRISMA, los resultados se evidencian en la figura n. ° 1

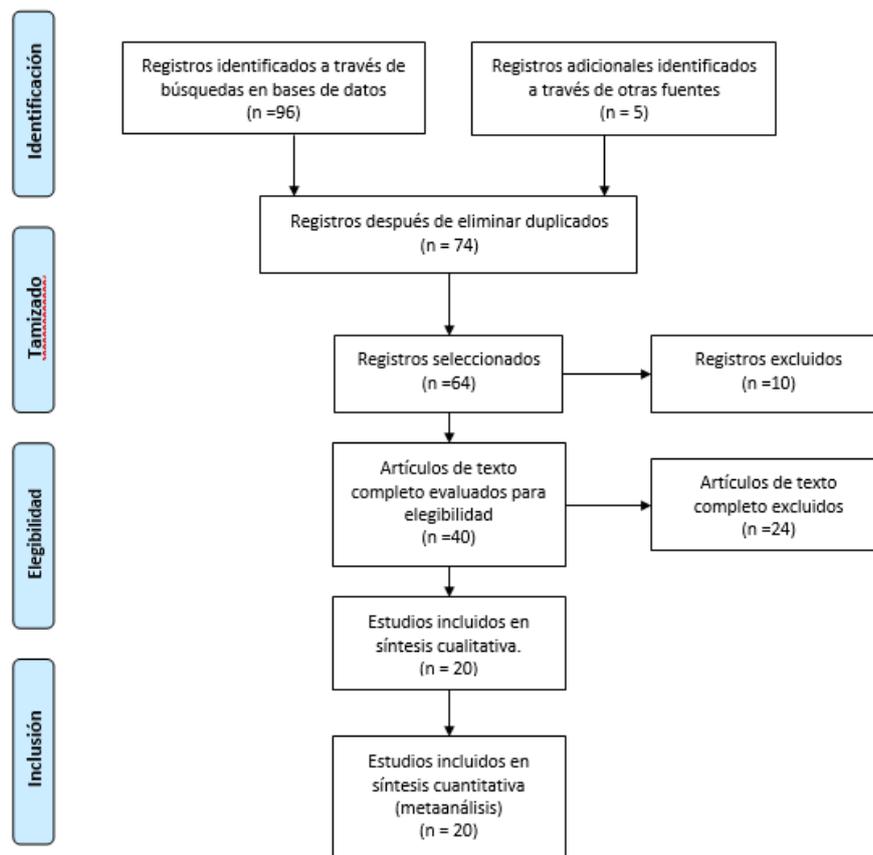


Figura n. ° 1. Metodología PRISMA de la revisión sistemática

Fuente: elaboración propia

Tabla n. ° 1. Unidad de análisis de revisión sistemática

	Authors	Title	Year	Source title	Tipo de estudio	Variables	Origen
1	Bhamua, J y Sangwanb, K.	Reducción de los rechazos posteriores al horno para mejorar la sostenibilidad en la industria de cerámica: un estudio de caso	2015	Sciendirect	Pre experimntal	Productividad	India
2	Saldarriaga, J.	Kaizen: Filosofía de mejora continua, el caso Facusa	2010	Redalyc	Descriptivo	Productividad	Perú
3	Sundara, R., Balajib, A. y SatheeshKumar, R.	Una revisión sobre las técnicas de implementación de Lean Manufacturing	2014	Sciendirect	Pre experimntal	VSM	India
4	Kleszcz, D., Ulewicz, R. y Nowakowska, J.	El uso de herramientas Lean en la cerámica industria	2013	semantic scholar	Aplicado, Cuantitativo	SMED	Países bajos
5	Edgar Chirinos, E., Rivero E., Méndez, E., Goyo, A., Figueredo, C.	El kaizen como corriente del sistema administrativo para el éxito organizacional en la fábrica de Toyota	2010	Researchgate	Descriptivo	Kaizen	Venezuela
6	Puvanasvaran, A., Hamid, M. y Yoong, S.	Reducción del tiempo de ciclo para el proceso de configuración de la bobina a través trabajo estándar: estudio de caso en la industria cerámica	2018	arpn Journals	Aplicado, Cuantitativo	Tiempo estándar	Malasia
7	Rajpurohit, A. y Deshpande, V.	Aplicación de herramientas Lean en la industria cerámica: revisión de caso	2019	Researchgate	Descriptivo	Kaizen	India
8	Kleszcz, D.	Barreras y oportunidades en la implementación de herramientas de fabricación ajustada en la industria cerámica	2018	Sciendo	Descriptivo	Kaizen	Polonia
9	Kleszcz, D.	Evaluación de la aplicación de prácticas 5S en la industria cerámica	2013	pea Journal	Aplicado, Cuantitativo	5'S	Polonia

10	Tejeda, A.	Lean Manufacturing improvements in production systems	2011	Redalyc	Aplicado, Cuantitativo	VSM	República Dominicana
11	Mejía, A., Marmolejo, N., Pérez, G., Caro, M. y Rojas, J.	Mejoramiento mediante herramientas de la manufactura esbelta, en una Empresa de Confecciones	2016	Scielo	Aplicado, Cuantitativo	5'S	Colombia
12	Wilches, M., Cabarcas, J., Lucuara, J. y Gonzalez, R.	Application of lean manufacturing tools to improve the value chain of an office chair production line.	2013	OJS	Aplicado, Cuantitativo	5'S, Just in time, kanban	Colombia
13	Altuna, R. Eguzki; Urteaga	La cooperativa Fagor Ederlan: el 'lean manufacturing' como modelo de gestión	2014	Redalyc	Aplicado, Cuantitativo	TPM	España
14	Celso A.	Método PDCA y herramientas de calidad en la gestión de procesos industriales: un estudio de caso.	2010	Redalyc	Aplicado, Cuantitativo	Ciclo PDCA	Brasil
15	Valdez, M., Morales, J., González B., Olachea, L.	Disminución de defectos, utilizando el Ciclo PDCA en una empresa manufacturera del sector médico	2015	Ecorfan	Aplicado, Cuantitativo	Ciclo PDCA	México
16	Cardozo, Edyamira R, Rodríguez, Carlos, Guaita, Wilfredo.	Las Pequeñas y Medianas Empresas Agroalimentarias en Venezuela y el Desarrollo Sustentable: Enfoque Basado en los Principios de Manufactura Esbelta	2011	Scielo	Aplicado, Cuantitativo	Lean Manufacturing	Chile

17	Morales Varela, et. Al}	Modelo de un sistema de producción esbelto con redes de Petri para apoyar la toma de decisiones	2015	Researchgate	Aplicado, Cuantitativo	Ciclo de Deming	Chile
18	Marmolejo, Natalia, Milena Mejía, Ana, Pérez Vergara, Ileana Gloria, Rojas, José A., Caro, Mauricio	Improvement through lean manufacturing tools in a Apparel Company	2016		Aplicado, Cuantitativo	Lean Manufacturing	Pakistán
19	Monge, Carlos, Cruz, Jesús, López, Fabián	Impact of Lean Manufacturing, Sustainable Manufacturing and Continuous Improvement on Operational Efficiency and Environmental Responsibility in Mexico	2013		Pre experimntal	Lean Manufacturing	México
20	Jorge Pérez Rave; Carmen Patiño Rodríguez; Olga Úsuga Manco	Uso de herramientas de mejoramiento y su incidencia en costos, fallas y factores de éxito de grandes y medianas empresas industriales del Valle de Aburrá	2013		Descriptiva	Ciclo de Deming	Brasil

Fuente: elaboración propia, 2019

CAPITULO III. RESULTADOS

El análisis de los artículos se efectúa verificando los resultados de manera descriptiva (cuantitativa) sobre aspectos como: origen o lugar de procedencia, tipo de investigación, año de investigación, variables de estudio e idiomas de artículos resultantes en la revisión sistemática a través del método PRISMA aplicado.

En primer lugar, la base de datos resultantes es: el 25 % son extraídos de a la página Scielo, siendo este la mayor concentración de frecuencia absoluta, 20 % de Redalyc, 15 % de Researchgate y 10 % de Sciendirect. Les sigue en una proporción equivalente al 5 % las páginas OJS, Ecorfan, Semantic Scholar, Pea Journal, Sciendo, Arpn Journals. (Ver figura n.º 2)

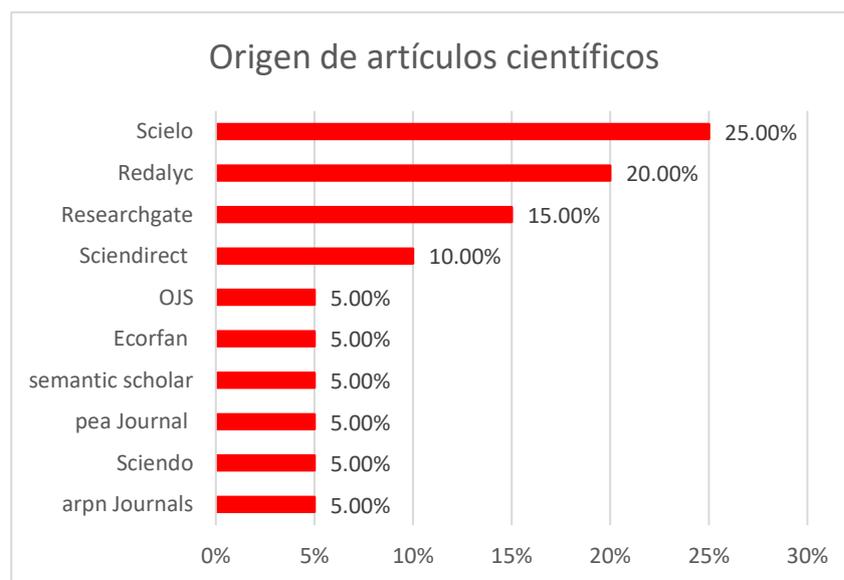


Figura n.º 2. Origen de artículos científicos

Fuente: elaboración propia, 2019

En referencia al tipo de investigación, de los 20 artículos seleccionados se tiene que el 60 % son de tipo aplicado con enfoque cuantitativo, 20 % son de tipo descriptivo, 15 % son de tipo pre experimental y 5 % de tipo descriptiva. En la figura 3 se muestra la frecuencia absoluta para cada caso con respecto a la modalidad de investigación.



Figura n. ° 3. Tipo de investigación

Fuente: elaboración propia, 2019

En el marco del tema de investigación seleccionado y sus aplicaciones en distintas ciudades del mundo, se tiene una amplia diversidad. En total, 15 % de los artículos son hechos en la India, 10 % artículos son desarrollados en Chile al igual (en proporción porcentual) que Polonia, México, Brasil y Colombia. Del resto tenemos en igual proporción equivalente a un 5 % los siguientes países: Perú, España, Venezuela, República Dominicana, Pakistán, Malasia y Países Bajos. La mayoría de los artículos seleccionados pertenecen al continente suramericano con un 40 %. Le sigue el medio Oriente con un 20 % %. De igual manera, se tiene 10 % para Centroamérica y 30 % de los artículos pertenecientes al continente europeo.

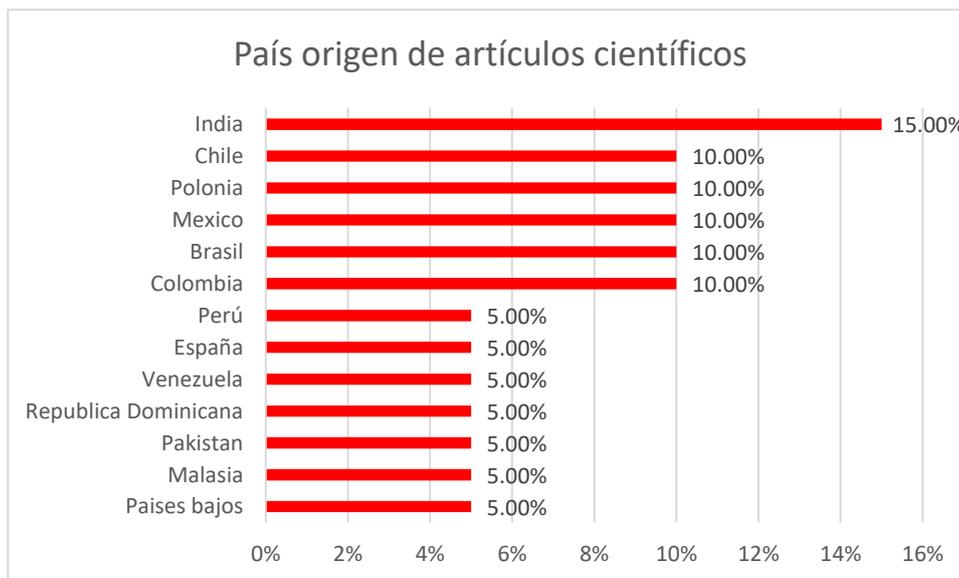


Figura n. ° 4. Origen de artículos científicos

Fuente: elaboración propia, 2019

Los criterios de inclusión hacen especial énfasis en las variables utilizadas, por consiguiente, tenemos un 15 % de artículos que usan la técnica Kaizen, también Lean Manufacturing obtuvo un 15 %. Con un 10 % se tiene para cada una de las siguientes variables: Ciclo de Deming, Productividad, Ciclo PDCA, VSM y 5´S. Posteriormente, se tiene con un porcentaje de frecuencia de 5 % Kanban, TPM, SMED y tiempo estándar. En la figura 5 se muestra los resultados descriptivos correspondientes.

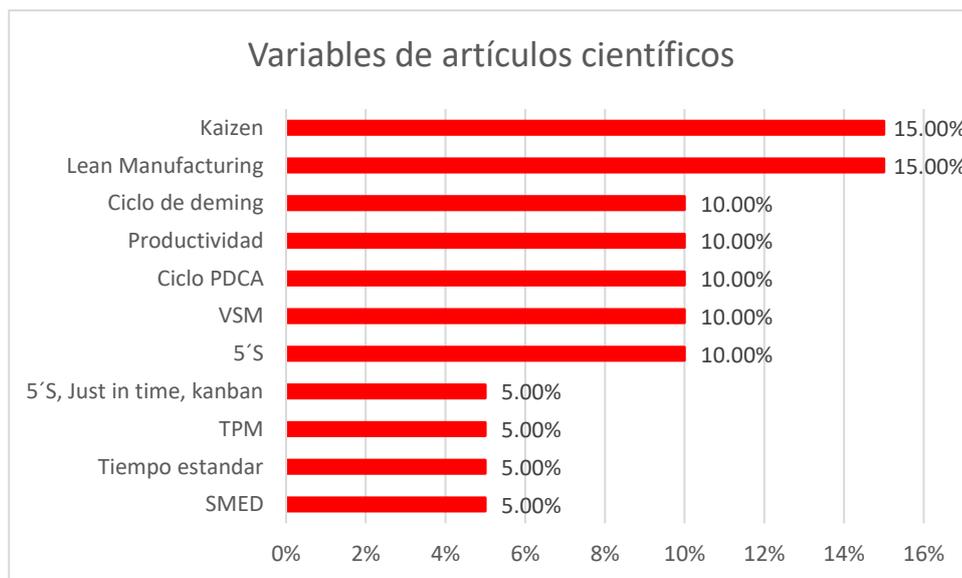


Figura n.º 5. Variables de artículos científicos

Fuente: elaboración propia, 2019

Con relación al tiempo de publicación de los artículos, se logra observar en la figura 6 que el 25 % de los artículos corresponden al año 2013, 15 % para el año 2010 al igual que para el año 2015. Tenemos artículos de los años 2011,2016, 2018 y 2014 con un 10 % cada uno. De igual forma, tenemos un 5 % de artículos hechos en el 2019, siendo este último el más reciente (ver figura n.º 6)



Figura n. ° 6. Año de publicación de artículos científicos

Fuente: elaboración propia, 2019

En la figura 7 se observa la distribución de frecuencia porcentual de los idiomas de los diferentes artículos incluidos en la presente revisión sistemática. En el grafico se puede visualizar que el 50 % está en idioma español, 15 % en hindi, 10 % en polaco, 10 % en idioma portugués, 5 % en Urdu (India), 5 % en malayo y 5 % en Neerlandes. De esta manera, se evidencia el pluralismo encontrado con respecto al tema de investigación con respecto a la diversidad a la que puede adaptarse la herramienta Lean Manufacturing.

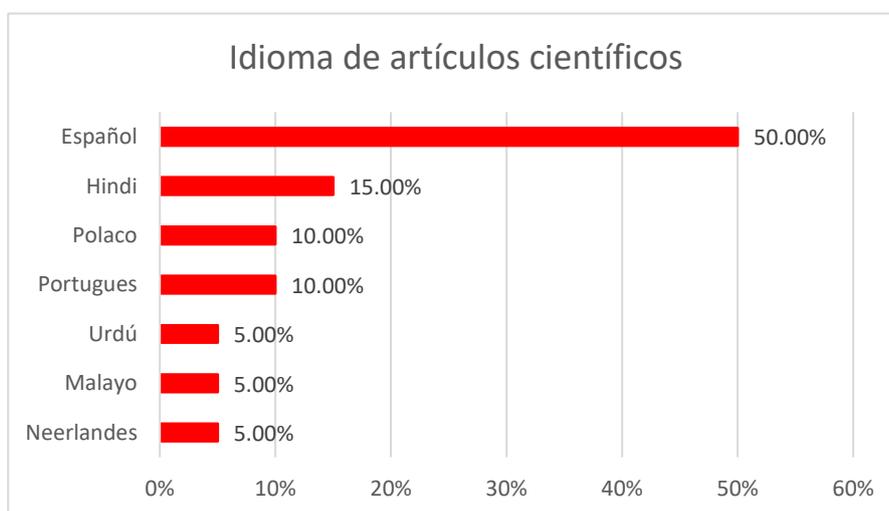


Figura n. ° 7. Idioma de artículos científicos

Fuente: elaboración propia, 2019

En la tabla n.° 1 se puede observar los artículos seleccionados y analizados, así como sus características en cuanto al año de publicación, tipo de estudio, variables e instrumento utilizado.

CAPITULO IV. DISCUSION Y CONCLUSIONES

DISCUSION

Contrastando con algunos artículos se tiene varias perspectivas similares a la presente revisión sistemática

Kleskz (2018) realizó investigaciones de mejora continua aplicadas en campo de una empresa del sector cerámico, brindando aportes en la reducción de desperdicios. De igual forma, el mismo autor presenta dos artículos adicionales (ambos en el 2013) sobre la aplicación de herramientas de calidad en empresas manufactureras de cerámicas. Lo que indica un importante aporte a la investigación para este sector.

De igual manera, Bhumua (2015) presenta la aplicación de la herramienta Lean Manufacturing para disminuir los desperdicios después de la cocción de cerámicas y baldosas en una empresa fabril de cerámicos. El esclarece que es justo en esta parte del proceso donde se presentan más oportunidades de mejora para este tipo de sistemas productivos.

El impacto de la filosofía en el mundo es positivo para el crecimiento de la productividad empresarial como se pudo observar para los artículos seleccionados y buscan mejoras de sus sistemas productivos, apuntando a una productividad cada vez mayor.

Bhamua y Sangwanb (2015) hacen un estudio de caso (investigación aplicada) en una empresa de cerámicas. El objetivo general de la investigación es lograr la reducción de los rechazos después de la cocción de la mezcla cerámica. Las herramientas utilizadas para la recolección de datos son el Diagrama Ishikawa y los 5 porque, con el propósito de conseguir la causa raíz del problema. Las posibles causas encontradas son: burbujas de aire en la inyección, malas condiciones de la máquina de preparación de cemento, mesa no sujeta a los cimientos, variación de carga en máquina y computadora. Todo en material de máquinas. En cuanto al material empleado, se tiene; el grosor de la lámina de corcho y el estándar de la pintura bituminosa no alcanzan las marcas requeridas. Exceso de humedad en la mezcla de cemento, mezcla de cemento no homogénea. En cuanto a los métodos, descarga inadecuada de aisladores de plantilla, superficie de corte y biselados inadecuados, aplicación

no puntual de toalla húmeda y cuerda húmeda, curado e inyección inadecuados. En referencia a la mano de obra, se tiene trabajadores no calificados en la aplicación de toallas húmedas, trabajadores inexpertos en la preparación de la mezcla y ajuste inadecuado de tornillos en las pruebas. La metodología de mejora aplicada es el Kaizen, el proceso fue tomando un plan de acción con cada causa encontrada. Los resultados son la reducción de rechazos en un 40.51 % y un ahorro de 0.26 millones de dólares por año.

Saldarriaga, J. (2010) y su trabajo desarrollado en la empresa Facusa bajo la iniciativa de mejoras con la metodología Kaizen para vencer obstáculos como: exceso de trabajo a la mano de obra en el área de producción, prolongados tiempos de entrega a clientes, procesos poco flexibles y ortodoxos, Tiempo prolongados de preparación de máquinas, poca variedad de productos para comercializar, níveles de reproceso altos, alto índice de productos no conformes, altos índices de muda, puestos de trabajo sucios y sin orden, procesos administrativos ineficaces y lentos, etc. La investigación describe un proceso de reingeniería desde el año 1999 con base en herramientas de gestión de la calidad. El proceso inicia en el año 2000 con la implementación del costeo ABC basado en actividades para asignar los costos indirectos de fábrica (un 30 % de sus costos totales operativos). En el 2001 introducen a su proceso productivo el concepto TOC (teoría de restricciones). En el año 2002 inician su programa de 5´S en sus 3 plantas de producción. En el 2003 se enfocan en mejorar los tiempos de los cambios de herramientas a través del SMED. Y en el 2004 la empresa comienza a gestionar la certificación de calidad a través de la norma ISO 9001:2000.

Es importante entender que los procesos de mejora continua llevan tiempo para alcanzar metas, este tema forma parte de las limitaciones ya que es un estudio transversal donde solo se evidencia cambios en un corto plazo. Sin embargo, una vez implementadas las herramientas, estas tienen la facultad de ser cíclicas, con la finalidad de ir mejorando cada vez sus procesos o actividades.

Sundara, Balajib y SatheeshKumar (2014) llevan una investigación descriptiva que analiza los procesos de mejora del Lean Manufacturing en conjunto, como parte de un proceso sistémico desarrollado para obtener mejoras en todas las áreas de la organización. La revisión del artículo explica la relación entre las herramientas VSM, SMED, CM y balance de línea. La evidencia de resultados se lleva mediante una encuesta estructurada por áreas de trabajo, con el objetivo de ver las áreas más beneficiadas. Las conclusiones arrojadas

son la creación de una ruta sistémica de implementación para conseguir mejoras en corto tiempo. Es una teoría unificadora a procesos productivos.

En el mismo orden de ideas, Kleszcz, Ulewicz y Nowakowska (2013) describen el análisis para mejorar el proceso de producción en una empresa de cerámicas para el hogar, la cual ofrece productos como masetas de cerámica y jarrones (el nombre no es divulgado). Se analiza el proceso de moldeo por olla, la cual es el proceso que más agrega valor al producto final. Las herramientas utilizadas en la metodología de mejora fueron, ciclo PDCA (mejora continua del ciclo Deming), 5'S, TPM, SMED, muda, 5 porque y Kaizen y tabla de necesidades para mitigar presencias de rajaduras, grietas, recogido, foliados, chinchones en el producto final. Así como las explosiones durante el proceso de cocción producto de la alta humedad presente en la mezcla. Los resultados para 30 mediciones del proceso de moldeo de ollas son: reducción a 12.77 la actividad de cambio de boquillas a través del SMED. Normalización de actividades individuales ahora con la técnica 5'S. Se reduce el desperdicio en un 12.3 %.

Este artículo es base importante para la investigación ya que la organización analizada presenta los mismos inconvenientes en su producto final, en virtud de la misma naturaleza del producto final.

Por su parte Chirinos (2010) en su investigación de tipo diseño no experimental, de campo, con carácter descriptivo, tiene como objetivo evaluar el ciclo PDCA dentro de una empresa fabricante de vehículos TOYOTA. El instrumento de recolección de datos utilizado es la encuesta y la herramienta utilizada para el análisis es la estadística descriptiva. Los resultados indican que la metodología Kaizen debe mejorar en ciertos indicadores, como es de los valores alcanzados, el sistema de sugerencias orientado a los individuos, comportamiento de actividades en los grupos pequeños, desconocimiento del Kaizen por algunos empleados, planificación y preparación de la producción. Cabe mencionar que la empresa ya tiene un sistema de gestión de calidad, por lo que los investigadores buscan oportunidades de mejora para un relanzamiento en sus actuales indicadores de gestión organizacionales.

Puvasvaran, Hamid y Yoong (2018) en su artículo científico de trabajo de campo de tipo no experimental con enfoque cuantitativo, tienen como objetivo mejorar el tiempo de ciclo del proceso de prensado, la cual es inconsistente. La metodología empleada es un

nuevo método para la configuración de la bobina cerámica. Se utilizan herramientas de gestión de la calidad como hojas de medición de tiempo (TMS), trabajo estandarizado (SW), combinación de trabajo estándar (SWCT) y SMED. El análisis evidencia la utilización de 4 métodos distintos para la actividad analizada. El estudio cuantifica y analiza el proceso utilizando las herramientas mencionadas.

Los resultados conseguidos fueron: disminución de tiempo de ciclo en un 11 %, se estandarizo en un solo método el proceso de cambio de bobina para la máquina de prensado (inicialmente el método 1 con unas variantes para simplificar el proceso). El proceso de preparación de maquina paso de 317 segundos a 280, equivalente a una mejora del 11 %.

La investigación cumplió con todos los criterios de inclusión en vista de que presenta herramientas de importancia para analizar las causas del problema y desarrollar las mejoras con datos que son analizados en forma descriptiva.

Rajpurohit, y Deshpande (2019) presentan en su artículo mejorar la productividad con herramientas de manufactura esbelta siendo estas, una de las teorías más influyentes y más eficaces para la eliminación de desechos (o muda) y conseguir una mayor producción con menos costos. Enfocado en la eliminación de todas actividades sin valor agregado, en cualquier organización y ayuda a reducir los costes, mejorar la calidad del producto y el rendimiento general de cualquier máquina, sistema o proceso. Sólo unos pocos investigadores han aplicado herramientas de mejora de la productividad en la industria cerámica. El objetivo de este trabajo es estudiar y correlacionar las herramientas Lean de implementación, demostrar los beneficios y obstáculos de herramientas de ingeniería industrial para la mejora de la productividad en las industrias manufactureras y una posibilidad para la implementación exitosa de las herramientas Lean en la industria cerámica.

El resultado del investigador más relevante es la demostración que no todas las herramientas del Lean son aplicables por la alta variabilidad de la actividad de producción de azulejos como, grado de húmeda en la mezcla, uniformidad de cocción del producto terminado, temperatura de dureza de baldosas cerámicas, entre otros. La automatización de estos procesos es costosa y de igual forma la disminución de la variabilidad del proceso con una implementación moderna, no garantiza la recuperación de la inversión en un mediano plazo.

De manera similar, Kleszcz (2018) en su de carácter descriptivo analiza las oportunidades y principales limitaciones de las herramientas Lean Manufacturing (LM). El investigador demuestra que a pesar de que las herramientas de la filosofía LM son simples, son pocas las organizaciones que han llegado a producir con una gestión calidad similar a la de la empresa pionera en estas teorías, La TOYOTA. En tal sentido, se describe en el marco conceptual los principales obstáculos a vencer: El tamaño de la empresa, donde las grandes empresas tienen la ventaja por su alta capacidad financiera para responder a temas como capacitaciones constantes, inversión para mejoras, gran cantidad de personal calificado, entre otros. La ubicación de la empresa, esto en relacionan con la distancia entre las empresas de cerámica y la ubicación de los yacimientos de arcilla. Relaciones con los clientes, donde el tamaño, variedad y tiempos de entrega son primordiales para ofrecer un producto acorde a sus necesidades. La variedad y el grado de modernización de la empresa. Finalmente, un equipo de trabajo calificado, resiliente y proactivo. Se utiliza una encuesta como instrumento de recolección de datos aplicado a 36 trabajadores.

El trabajo es una buena base para el desarrollo de un trabajo de investigación ya que habla de las limitantes del método dentro del sector de las empresas productoras de cerámicas.

Del mismo autor, Kleszcz (2013) se realiza una exploración de empresas del sector cerámico y su relación con las prácticas de la técnica 5'S. la investigación aplica una encuesta a 5 empresas del sector para examinar las actividades de preparación de materia prima, la formación de fragmentos, cocinado y decoración según el tipo de artículo. Los resultados demuestran que existe una brecha entre la técnica 5'S aplicada en las empresas del sector cerámico. Las que demuestran mayor aporte están en la fase inicial de implementación, siendo la cultura organización y el desarrollo de métodos modernos su principal obstáculo. Se resalta el hecho de que es importante las actividades de limpieza en el área de preparación de mezcla, lo que indica que estas empresas practican de manera inconsciente una de las ramas de las 5'S. mas no por conocimiento adquirido referente al tema a todos los niveles del personal dentro de la organización.

Finalmente, Tejeda (2011) describe e indaga sobre la aplicación del Lean Manufacturing en el sector vitivinícola. Para ello hace énfasis en que este tipo de herramientas son aplicables a otros tipos de sistemas de producción diferentes al continuo, como los de producción por lotes. Se aplica una encuesta donde los resultados son: el 18 %

se encuentra en proceso de planificación sin ninguna implementación, 46 % están en proceso de implementación de proyectos con resultados favorables, el 28 % demuestra extensa relación con las herramientas con resultados sólidos y perdurables y un 4 % tienen implementaciones avanzadas. Para las empresas del sector, el investigador proyecta mejoras en reducción el tiempo de producción en un 60 %, reducción de compras en un 13 % equivalente a un ahorro de 49.000 euros al año. Optimización del espacio en las bodegas de almacenamiento de vinos. Excluye la técnica de manufactura celular para la aplicación en este sector.

Las limitaciones presentadas en la revisión sistemática fueron la búsqueda profunda de los artículos con todos los criterios de inclusión seleccionados, con las variables de búsqueda y con la vigencia sugerida para la presente revisión sistemática.

CONCLUSIONES

- El resultado de la revisión sistemática indica que los artículos seleccionados dan respuesta a la pregunta de investigación planteada la cual es ¿Existen investigaciones que demuestran la aplicabilidad de la filosofía Lean Manufacturing para la disminución de desperdicios en empresas manufactureras del sector cerámico? Los resultados encontrados permiten concluir que si hay aplicabilidad de las herramientas de la filosofía Lean Manufacturing en empresas de manufactura, en especial en el sector de producción de cerámicas.
- Con base metodológica del método PRISMA, se encontraron 96 artículos en base de datos de Scindirect, Redalyc, Researchgate, entre otros. Posteriormente, se utilizaron los criterios de inclusión y analizaron cada artículo, así como el descarte de artículos duplicados, para obtener 20 investigaciones alineadas con el propósito de la presente revisión sistemática. se pudo observar que el 25 % de los artículos corresponden al año 2013, 15 % para el año 2010 al igual que para el año 2015. Tenemos artículos de los años 2011,2016, 2018 y 2014 con un 10 % cada uno
- Las variables de los artículos correspondieron a un 15 % usaron la técnica Kaizen, también Lean Manufacturing obtuvo un 15 %. Con un 10 % y en igual proporción, se tiene para cada una de las siguientes variables: Ciclo de Deming, Productividad, Ciclo PDCA, VSM y 5'S. Se pudo constatar que la filosofía Lean Manufacturing

suele estar acompañada con otras teorías de mejora continua como, por ejemplo: Kaizen, SMED, VSM, 5'S, entre otros. lo que indica que la aplicabilidad va más allá de la interacción de varias herramientas que trabajan de manera dependiente. En cuestión, no se evidenció independencia del uso de una sola herramienta en los artículos seleccionados

- Uno de los criterios de inclusión particulares, es la segmentación hacia la aplicabilidad de las herramientas en la industria de cerámica, seleccionando 6 artículos equivalentes al 30 % del total. En vista de que se requiere indagar y delimitar la presente investigación, sobre la aplicabilidad de estas herramientas en este tipo de industria, que, por lo general, tienen procesos carentes de organización a nivel de ingeniería de métodos, así como poca estandarización y altos desperdicios.
- Los estudios seleccionados son diversos desde el punto de vista geográfico, con estudios que van desde el continente suramericano, pasando por el continente europeo hasta encontrar artículos en el medio oriente. Según esto, se observó que aplicabilidad del Lean Manufacturing tiene un alcance global, y se adapta a las características particulares de cada región empresarial. Ejemplo de ello es que mayoría de los artículos seleccionados pertenecen al continente suramericano con un 40 %. Le sigue el medio Oriente con un 20 %. De igual manera, se tiene 10 % para Centroamérica y 30 % de los artículos pertenecientes al continente europeo.

REFERENCIAS

- Altuna, R. Eguzki; Urteaga (2014). La cooperativa Fagor Ederlan: el 'lean manufacturing' como modelo de gestión. En revista Redalyc. Extraído de: <https://www.redalyc.org/pdf/174/17433883002.pdf>
- Bhamua, J y Sangwanb, K. (2015). Reducción de los rechazos posteriores al horno para mejorar la sostenibilidad en la industria de cerámica: un estudio de caso. En *revista Scindirect*. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221282711401230X>
- Celso A. (2010). Método PDCA y herramientas de calidad en la gestión de procesos industriales: un estudio de caso. En revista Redalyc. Extraído de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=97317090009>
- Edgar Chirinos, E., Rivero E., Méndez, E., Goyo, A., Figueredo, C. (2010). El kaizen como corriente del sistema administrativo para el éxito organizacional en la fábrica de Toyota. En *revista Researchgate*. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/45337065_The_Kaizen_as_a_system_current_management_staff_for_organizational_success_in_the_Toyota_factory
- Kleszcz, D. (2013). Evaluación de la aplicación de prácticas 5S en la industria cerámica. En *revista Pea Journals*. Recuperado de: <https://pea-journal.eu/files/Vol.-16,-No-3---10.-D.-Kleszcz.pdf>
- Kleszcz, D. (2018). Barreras y oportunidades en la implementación de herramientas de fabricación ajustada en la industria cerámica. En *revista Sciendo*. Recuperado de: [https://content.sciendo.com/configurable/contentpage/journals\\$002fpea\\$002f19\\$002f19\\$002farticle-p48.xml](https://content.sciendo.com/configurable/contentpage/journals$002fpea$002f19$002f19$002farticle-p48.xml)
- Kleszcz, D., Ulewicz, R. y Nowakowska, J. (2013). El uso de herramientas Lean en la cerámica industria. <https://www.semanticscholar.org/paper/THE-USE-OF-LEAN-TOOLS-IN-THE-CERAMIC-INDUSTRY-Kleszcz->
- Mejía, A., Marmolejo, N., Pérez, G., Caro, M. y Rojas, J. (2016). Mejoramiento mediante herramientas de la manufactura esbelta, en una Empresa de Confecciones. En revista Scielo. Extraído de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1815-59362016000100004&script=sci_arttext&tlng=en

- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Elementos de informes diferidos para revisiones sistemáticas y metaanálisis: la declaración PRISMA. *PLoS Med* 6: e1000097. Extraído de: https://www.researchgate.net/publication/51156625_Moher_D_Liberati_A_Tetzlaff_J_Altman_DG_Group_PPreferred_reporting_items_for_systematic_reviews_and_meta-analyses_the_PRISMA_statement_PLoS_Med_6_e1000097
- Puvanasvaran, A., Hamid, M. y Yoong, S. Reducción del tiempo de ciclo para el proceso de configuración de la bobina a través trabajo estándar: estudio de caso en la industria cerámica. En *revista Arpn Journals*. Recuperado de: http://www.arnpjournals.org/jeas/research_papers/rp_2018/jeas_0118_6656.pdf
- Rajpurohit, A. y Deshpande, V. (2019). Aplicación de herramientas Lean en la industria cerámica: revisión de caso. En *Revista Researchgate*. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/332935882_Application_of_Lean_Tools_in_Ceramic_Industry_A_Review
- Saldarriaga, J. (2010). Kaizen: Filosofía de mejora continua, el caso Facusa. En *Revista Redalyc*. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337428494004>
- Sundara, R., Balajib, A. y SatheeshKumar, R. (2014). Una revisión sobre las técnicas de implementación de Lean Manufacturing. En *revista Sciendirect*. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705814034092>
- Tejeda, A. (2011). Lean Manufacturing improvements in production systems. En *revista Redalyc*. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/870/87019757005.pdf>
- Valdez, M., Morales, J., González B., Olachea, L. (2015). Disminución de defectos, utilizando el Ciclo PDCA en una empresa manufacturera del sector médico. En *revista Ecorfan*. Extraído de: https://www.ecorfan.org/proceedings/CM_II/Ciencias%20Multidisciplinarias_%20Proceedings%20T_II_315-336.pdf
- Wilches, M., Cabarcas, J., Lucuara, J. y Gonzalez, R. (2013). Aplicación de herramientas de manufactura esbelta para el mejoramiento de la cadena de valor de una línea de producción de sillas para oficina. 2013. En *OJS*. Extraído de: <http://ojs.uac.edu.co/index.php/dimension-empresarial/article/view/166/150>