

IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

Andrés Felipe Bracamonte Jiménez
andres.bracamonte00@usc.edu.co

Kelly Julieth Botero Moreno
kelly.botero00@usc.edu.co

Carolina Fiscal Silva
carolina.fiscal00@usc.edu.co

Universidad Santiago de Cali, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Industrial

RESUMEN

Las compañías que pertenecen a la industria automotriz se destacan como plataformas ideales para el desarrollo de actividades manufactureras; razón por la cual, en la búsqueda de ser más competitivas a nivel nacional e internacional, se vienen implementando diferentes estrategias que permitan alcanzar los más altos estándares de calidad, alta productividad, responsabilidad social y cuidado medioambiental. Por estas razones, se ha visto la necesidad de implementar las herramientas de la filosofía Lean Manufacturing como elemento diferenciador para alcanzar alta productividad, competitividad y rentabilidad.

A través de la consulta de artículos y proyectos de grado en universidades de diferentes países productores de vehículos, se realizó una revisión bibliográfica donde se mostró la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing en la industria automotriz y se conocieron casos de éxito en su implementación en las empresas Hirschmann Automotive Company, Metalsa México, General Motors GM COLMOTORES SA. Tecnicamp, Renault SOFASA S.A.S, Maresa, taller de Colisiones de Metrocar SA; en las cuales se amplió más información en el cuerpo de este artículo, estas empresas han sustentado que han sido más competitivas y más fuertes con la implementación de alguna de las técnicas que contienen el Lean Manufacturing.

Palabras Clave: Lean Manufacturing; implementación, procesos, automotriz, industria.

ABSTRACT

Companies belonging to the automotive industry are found as ideal platforms for the development of manufacturing activities; that is why, in the search to be more competitive nationally and internationally, they have been implementing different strategies that reach the highest levels of quality, high productivity, social responsibility and environmental care. For these reasons, I have seen the need to implement the tools of the Lean Manufacturing philosophy as a differentiating element to achieve high productivity, competitiveness and profitability.

Through the consultation of articles and degree projects in universities of different vehicle producing countries, a bibliographic review was carried out where the application of Lean Manufacturing tools in the automotive industry was carried out and success stories were known in its implementation in Hirschmann Automotive Company, Metalsa Mexico, General Motors GM COLMOTORES SA. Tecnicamp, Renault SOFASA S.A.S, Maresa, workshop of Colisiones de Metrocar SA; In which more information will be expanded in the body of

this article, these companies have sustained that they have been more competitive and stronger with the implementation of some of the techniques contained in Lean Manufacturing.

Keywords: Lean Manufacturing; Implementation, process, automotive, industry.

1 INTRODUCCIÓN

En Colombia la industria automotriz es considerada un sector de clase mundial, con ella se espera seguir impulsando el crecimiento económico del país, en su momento de mandato Juan Manuel Santos indicó: “Colombia es un país que cumple con las condiciones para ser un fuerte competidor en la industria mundial automotriz, este está cerca de alcanzar una industria automotriz sólida y eficiente, que ofrezca empleos de alta calidad” (*Padilla Ospina & Rivera Godoy, 2014*).

La industria automotriz tiene actividades de ensamblaje de vehículos ligeros, camiones, busetas y motos y fabricación de partes y piezas para estos vehículos; también, aportan otros tipos de industrias como como metalmecánica, petroquímicos y textiles (*Proexport, 2013*).

Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó la revisión bibliográfica referente al uso de la filosofía Lean Manufacturing en esta industria en otros países y en Colombia, ya que, conociendo la importancia de esta en nuestro país, se pretendió comparar las herramientas usadas en otros lugares del mundo frente a usos en empresas colombianas.

En el cuerpo del artículo se profundizó sobre las principales herramientas de Lean Manufacturing como el Value Stream Mapping (VSM), 5s, SMED, KANBAN, HEIJUNKA, trabajo estandarizado, flujo continuo, Total Productive Maintenance (TPM) y Kaizen. se encontraron casos de aplicaciones en donde se observan los resultados exitosos ya que al aplicar estas metodologías se alcanzaban ciertos beneficios y el mejoramiento continuo de los procesos en las empresas.

A continuación, un resumen de las herramientas Lean Manufacturing de acuerdo con su clasificación:

Tabla No. 1 funciones herramientas por categoría

| Herramienta | Funcionalidad |
|--------------------------------------|---|
| Mapa de Valor (VSM) | Herramienta de diagnostico |
| SMED | |
| Eventos Kaizen | Herramientas Básicas |
| 5 S Orden y limpieza | |
| Control Visual | |
| Mantenimiento productivo total (TPM) | Mejorar efectividad de los equipos |
| Jidoka | |
| Manufactura celular | Mejorar tiempo de entrega y capacidad |
| Cambios rápidos de productos | |
| AMEF | Mejorar Calidad |
| A prueba de errores (Poka yoke) | |
| Técnicas de calidad | |
| Six Sigma, reducción de la variación | |
| Kanban | Control de materiales y producción |
| Heijunka | |
| Trabajo estándar | Integración y control de la información |
| Flujo Continuo | |

Fuente: (*Socconini, 2019*).

La metodología Lean Manufacturing, ha sido una gran alternativa para que las empresas puedan ofrecer muchos más beneficios al usuario final, garantizando procesos con valor sin factores internos, los cuales el cliente no esté dispuesto a pagar o recibir, logrando mejores resultados con menos recursos.

Se debe tener presente que esta filosofía se debe tomar como una herramienta, aplicación o metodología la cual requiere uno de los activos más importantes de las organizaciones, el capital humano ya que deben involucrarse y tener sentido de pertenencia porque la mejora continua está en este capital (*González Correa, 2007*).

Esta herramienta, vale la pena analizarla ya que es aplicable en diferentes sectores productivos alrededor del mundo, y las empresas que han optado en la implementación de esta filosofía, han evidenciado un incremento en su productividad de un 30% al año, han reducido su inventario en un 75% en promedio y un 20% anualmente en productos defectuosos, han mejorado en el aprovechamiento de espacio y maquinaria en un 30%, reducción en costos y minimización en algunos casos del daño ambiental (*Lilian, 2010*).

2 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Para llevar a cabo este artículo se inició planteando o delimitando la investigación en la industria Colombiana automotriz, se realizó una revisión bibliográfica de artículos los cuales fueron encontrados en bases de datos de la universidad Santiago de Cali, como lo son ScienceDirect y Scopus, también se buscaron artículos en las bases de datos de Google académico; se tuvieron en cuenta artículos de diferentes países y en diferentes idiomas con el fin de obtener mejores resultados en la búsqueda, se procedió a definir en qué consistían algunas de las herramientas que brinda la metodología lean Manufacturing como lo son (5'S, SMED, KANBAN, TPM, HEIJUNKA, KAIZEN; Value Stream Mapping (VSM); Flujo continuo; Trabajo estandarizado). Se expusieron casos de aplicación de estos; por último, para ampliar el conocimiento se realizó un curso de Lean Manufacturing en la Universidad Federal de Santa Catarina en Brasil, en el cual tuvimos la oportunidad de visitar las empresas ZEN e INTELBRAS.

3 LEAN MANUFACTURING

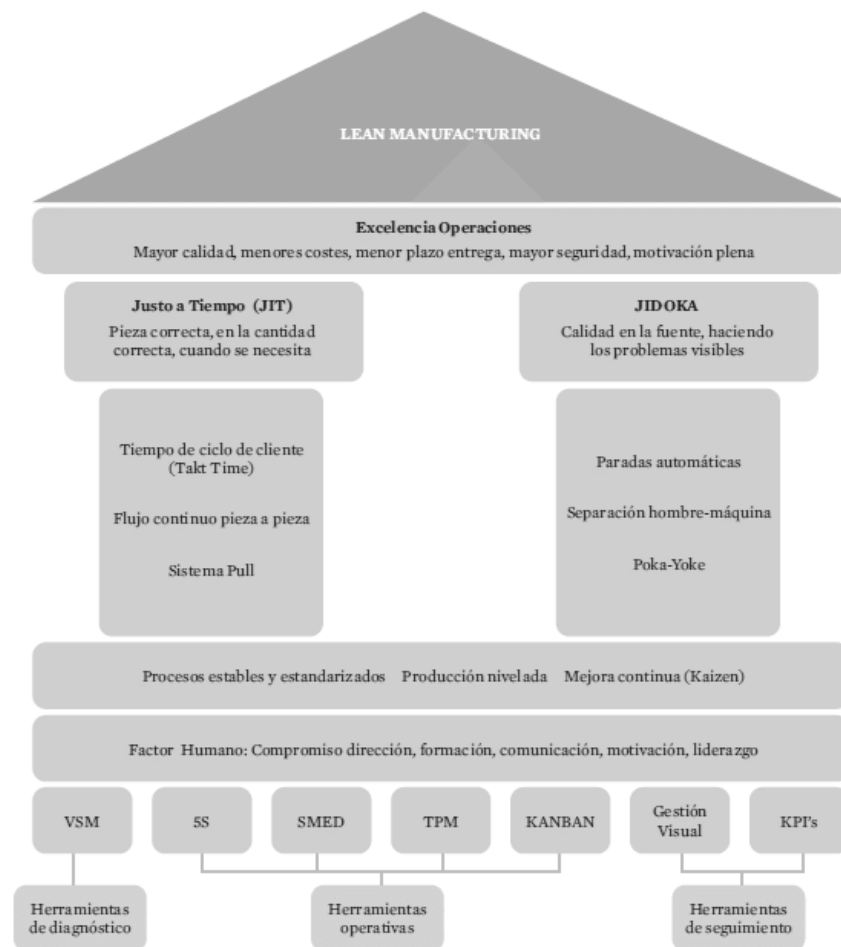
Lean Manufacturing fue desarrollada por la empresa automovilística Toyota, su origen fue en los años 50 en el sistema de producción Just in Time, su objetivo inicialmente era aplicar mejoras en la planta de fabricación; se obtuvo como resultado el mejoramiento además de los puestos de trabajos y las líneas de fabricación.

Los pilares Lean son la efectividad y calidad, eficiencia y mejora e innovación (*Valpuesta & Muñuzuri, 2016*).

Poco a poco esta filosofía ha llegado a otros sectores diferentes de la automotriz debido a que las empresas industriales cada vez se han visto en la necesidad de buscar alternativas eficaces que puedan mejorar todo tipo de proceso (*Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013*).

La filosofía Lean Manufacturing trae consigo varias herramientas las cuales pueden ser aplicadas de acuerdo con la necesidad de cada compañía, estas pueden usarse de manera independiente o conjunta.

Imagen No.1 Adaptación actualizada casa Toyota – Lean



Fuente: (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013).

4 APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ

4.1 5S ORDEN Y LIMPIEZA

Las 5S es un método creado en Japón, la cual es usada para mejorar las condiciones del puesto de trabajo, de forma limpia, eficiente y segura. Con lo anterior se busca generar un ambiente de trabajo productivo (Veres, Marian, Moica, & Al-Akel, 2018).

Las 5S tienen como su nombre lo indica las siguientes 5 etapas:

- Seiri (Ordenar): En esta fase se elimina lo que no es necesario y se limpia el puesto de trabajo.
- Seiton (Establecer orden): Organizar los elementos necesarios sistemáticamente para que puedan estar disponibles y se puedan tomar fácilmente.
- Seiso (Brillo): Limpiar el escritorio de trabajo del polvo y desechos.
- Seikutsu (Estandarizar): Es documentar en procedimientos para que quede estandarizado.
- Shitsuke (Mantener): Para mantener con el tiempo, se ejercen controles de auditoría para garantizar el hábito.

4.1.1 Aplicación de 5S en la empresa Hirschmann Automotive Company.

Hirschmann Automotive Company, empresa de Austria que produce autopartes y tiene producción en países como República Checa, Marruecos, China, Rumania y México, implementó esta herramienta y mejoró sus resultados cada año desde 2007. Como incentivo Mensualmente se realiza una auditoría de evolución 5S en toda la empresa y los empleados reciben bonificaciones salariales por mantener procedimientos establecidos guiados por los principios 5S.

Debido a 5S, Hirschmann Automotive Company es un lugar más limpio, la seguridad en el lugar de trabajo y la calidad del producto aumentaron, los problemas fueron más fáciles de resolver detectar y prevenir, se redujeron los desperdicios y los costos, el producto o servicio cumplen con las necesidades del cliente en la mayoría manera eficiente (*Veres et al., 2018*).

4.2 SMED

La metodología SMED fue inventada por Shingo en 1985, su objetivo inicial era disminuir los tiempos de preparación con la reducción de desperdicios. El aspecto fundamental de la metodología SMED se relaciona con sus características de actividades internas y externas. Consta de tres fases: Separar las actividades internas de las externas, pasar las actividades internas a externas y reducción y eliminación de actividades internas y externas. La fase preliminar consiste en identificación de operaciones y herramientas de configuración (*Rosa, Silva, Ferreira, & Campilho, 2017*).

4.2.1 Aplicación de SMED en la empresa Metalsa Mexicana.

La empresa automotriz Metalsa Mexicana, tiene como actividad económica, la fabricación de bastidores para autos, camionetas y camiones, esta presentó una problemática en el área de estampado de largueros de camión, el tiempo de respuesta era crítico debido a los nuevos requerimientos del mercado ya que los pedidos eran de cantidades grandes.

Como solución se implementó la herramienta SMED y con esta se logró reducir en más del 70% promedio el tiempo de entrega, el beneficio que se obtuvo, fue el aumento de productividad en cuanto a tiempo, poco a poco fue mejorando el récord de producción y el tiempo en el cambio de dados “Set-Up” (*H Badii, 2004*).

4.3 KANBAN

Kanban es una de las aplicaciones del sistema de fabricación ajustada. Esta tiene como objetivo lograr el mínimo inventario en todo tiempo, Kanban ofrece muchas ventajas en la gestión de operaciones y negocios en la organización, el uso de esta herramienta es una decisión estratégica usada en las líneas de producción que aportan al mejoramiento de la productividad y al mismo tiempo minimiza el desperdicio en la producción; con Kanban el sistema requiere producción sólo cuando hay demanda de productos.

Básicamente, el sistema Kanban solo requiere un nivel mínimo de inventarios en la línea de producción donde el número de inventarios debe ser igual a los números de producción. Por lo tanto, El compromiso del proveedor desempeña un papel importante para garantizar que las líneas de producción funcionen sin problemas y eficientemente (*Rahman, Sharif, & Esa, 2013*).

De acuerdo a (*Chávez Pino, 2015*), los principales objetivos de esta herramienta son los siguientes :

- Mitigar la producción excesiva de materia prima entre los procesos.
- Permitir un control visual para los líderes del área de producción, para verificar en qué momento la producción está inferior o superior de lo programado.
- Cada Kanban indica el contenido del inventario en el flujo del proceso.
- Mejorar la respuesta al cambio de la demanda.
- Minimizar el riesgo de tener inventario obsoleto

4.3.1 Aplicación de Kanban en la compañía General Motors GM COLMOTORES S.A.

GM Colmotores S.A implementó una metodología para la resolución de problemáticas utilizando las herramientas Lean Manufacturing el cual fue llamado Sistema Global de Manufactura (SGM); Este sistema emplea la técnica Kanban como suministro de materiales en la producción. Lean Manufacturing tiene como objeto disminuir los tiempos de respuesta y minimizar o eliminar los desperdicios. Además del impacto estético que produce su implementación en la planta de producción, el sistema de “halar” (Pull) le asegura al operario que encuentre el material como lo necesita, con la cantidad necesaria y en el momento adecuado.

Las conclusiones del artículo indican que los procesos desarrollados en la planta son dinámicos y obligan a Lean Manufacturing a estar en constante actualización del sistema, búsqueda de métodos que permita adaptarse a los nuevos requerimientos de los clientes (producción) y mejoramiento continuo porque por muy bueno que sea es susceptible a la mejora (*Muñoz Skinner, 2004*).

4.3.2 Aplicación de Kanban en la planificación y control de producción en proveedores de la cadena automotriz brasileña.

Se presenta un estudio de la planificación de la producción y las prácticas de control de los proveedores en la cadena automotriz brasileña. Para conseguir la información, se realizó una encuesta con proveedores de primer y segundo nivel, usando un cuestionario instrumento de recolección de datos. Algunas de las oportunidades de mejora fueron las siguientes: Ausencia de diferencias significativas entre los proveedores de nivel uno y dos, falta de coordinación cliente-proveedor, Falencias en la programación de producción ("programación finita"), gran brecha entre la teoría y la práctica en la programación de la producción, actividad crítica para el desempeño del proveedor.

Con respecto al uso de técnicas de planificación de la producción, se encontró que no existe uniformidad entre las empresas encuestadas, es de destacar que a pesar de la amplia difusión de la fabricación ajustada y los modelos Just in Time en la cadena automotriz, pocos proveedores mencionaron la adopción de Kanban, es decir que se muestra una insuficiencia de este modelo para los proveedores de mantenimiento (*De Mesquita & Lopes De Castro, 2008*).

4.4 MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) tiene como finalidad eliminar los desperdicios en máquinas y tiempos improductivos, esta es una problemática que las empresas poco tienen en cuenta el ciclo de vida o desgaste de las máquinas. Esta herramienta involucra la gestión el personal operativo, ya que todos deben estar involucrados y de haber algún problema cualquiera debe estar capacitado para solucionarlo.

Según (*Portugal Reyes, 2018*), han determinado 6 pérdidas las cuales esta herramienta busca contrarrestar:

- **Pérdidas por averías:** Se origina cuando una máquina tiene tiempo muerto porque no hay producción y cuando salen productos malos.
- **Pérdidas por preparaciones y ajustes:** Tiempo muerto al momento de regular las máquinas para el comienzo de una nueva producción o por algún problema en la producción.
- **Pérdidas por paradas menores y tiempos muertos:** Esta ocurre cuando las máquinas se paran de un momento a otro o sin un motivo haciendo que las producciones se vean afectadas y no produzca en ese tiempo.
- **Pérdida por micros paros o velocidad reducida:** La máquina no ha sido regulada adecuadamente y hay diferencias de velocidades produciendo fallas mecánicas.
- **Pérdidas por productos no conformes y reprocesos:** Se presenta debido al desgaste de los equipos cuando el ciclo de vida de un equipo ya está bajo y viene ocasionando diversas fallas y baja calidad. Esto se debe a que las máquinas no han tenido un correcto uso o no se ha generado mantenimientos preventivos.
- **Pérdidas por inicio de operaciones:** Son generadas desde el inicio hasta la normalización del proceso y están relacionadas con la experiencia técnica del operario y el nivel de mantenimiento de la maquinaria; cuando la máquina está operando y la persona encargada realizo mal su trabajo colocando mal algún material que hace que la máquina sufra paradas por un atasco o porque no salió alguna producción mal.

4.4.1 Aplicación de TPM en la empresa Tecnicamp.

Tecnicamp, empresa de mantenimiento de automóviles livianos, fue objeto de estudio de un estudiante de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en el desarrollo de su proyecto de grado.

Esta empresa tenía inconvenientes por los paros de mantenimiento, incremento en los costes y mínima información técnica para desarrollar los trabajos.

Al finalizar el estudio, se diseñó una mejora la cual consistió en capacitar a todo el personal sobre los equipos y procesos, con ello se buscaba involucrar los colaboradores y transmitir el conocimiento a todas las partes interesadas en el taller automotriz, esto garantiza innovación permanente y eliminar todo tipo de desperdicio en el área, distribuyendo los desechos sólidos y líquidos en el lugar correcto (*González González, 2017*).

4.4.2 Aplicación de TPM en las compañías del sector automotriz en Malasia.

Malasia se destaca como uno de los mayores productores de autopartes y accesorios, los cuales son ampliamente aceptados por la mayoría de los principales países productores de automotores y las más importantes empresas de fabricación de vehículos como Mercedes Benz, Suzuki Motors, Nissan, Mazda, Ford Motor Company, General Motors y Mitsubishi Motors están utilizando los productos y accesorios elaborados en el país asiático por a su alta calidad y precios asequibles.

Por consiguiente, se está realizando la implementación de TPM en las organizaciones para garantizar una mayor productividad, mejor calidad, disminuir las fallas, reducir costos, realizar entregas a tiempo, generar un agradable ambiente laboral, además con el fin de identificar el antes y el después de la implementación del (TPM) en el resultado del OEE (Overall Equipment Effectiveness) para evaluar la capacidad y el rendimiento de la maquinaria (Bon & Ping, 2011).

4.5 HEIJUNKA

Heijunka es usada para planear y equilibrar la demanda de clientes en volumen, tamaño y diversidad un periodo de tiempo, en un día o turno normal de trabajo. Evidentemente, esta herramienta no es posible aplicarla si hay poca variación de clases de producto. La aplicación del Heijunka requiere tener conocimiento sobre la demanda y los efectos de esta en los procesos, también, exige una indispensable atención en la estandarización y estabilización del proceso.

Para el uso de la herramienta Heijunka, existen unas técnicas que, integradas permiten garantizar una línea avanzada de producción constante, con ritmo determinado y trabajo estandarizado, lo que permite obtener ventajas significativas como la disminución de mano de obra, optimización de inventarios y mejorar los tiempos de respuesta al usuario final. De acuerdo a (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013) estas técnicas son:

- Implementar células de procesos.
- Diseñar un flujo continuo pieza por pieza.
- Producir de acuerdo con el Takt time.
- Nivelar las combinaciones y los volúmenes de producción.

4.5.1 Aplicación de Heijunka en la industria automotriz

El éxito de la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing en la industria automotriz se ha asociado en gran medida con la industria automotriz, generalmente en operaciones de ensamblaje; se ha demostrado mejoras en la calidad, el costo y las métricas de entrega. Sin embargo, se puede apreciar que muy poco se ha adoptado Lean en los procesos administrativos de las compañías; pese de que ciertos aspectos se han aplicado, como por ejemplo la organización del puesto de trabajo (5S) y el mantenimiento productivo total (TPM), métodos de control como Heijunka se ha aplicado de manera muy discreta.

Esto es debido a que la técnica Heijunka es más apropiada para la producción repetitiva de alto volumen de una baja variedad de productos altamente estandarizados (ATO) (Powell, Alfnes, & Semini, 2010).

4.6 KAIZEN

La metodología Kaizen se basa la mejora continua de los procesos productivos de las empresas, “*Kaizen significa “cambio para mejorar”; deriva de las palabras KAI-cambio y ZEN-bueno”* (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013). Esta metodología adopta un cambio de actitud de las personas que conforman el equipo de trabajo y todos los departamentos que intervengan en los procesos e invita al personal a hacer parte de esto mediante la inclusión de ideas y propuestas que ellos puedan generar para mejorar cada día.

El objetivo de esta metodología es la reducción de desperdicios y de tiempos, reprocesos y enfocarse a la estandarización de los procesos y la calidad de estos. Para que esta metodología funcione es necesario que todas las partes estén orientadas a la mejora.

Según (Tapias & Correa, 2010), Algunos beneficios del Kaizen son:

- Se impulsa un pensamiento dirigido al proceso.
- Se enfatiza en la etapa de planeación.
- El personal le centra la atención en situaciones de importancia.
- Todo el personal aporta para construcción de un sistema nuevo.
- Se reduce los inventarios, los productos terminados y en proceso.
- Disminución en las fallas de herramientas y equipos.
- Mejora en los niveles de satisfacción de los clientes y consumidores.
- Reducción de los costos.
- Disminución de los desperdicios y despilfarros, que se evidencian en los costos,

4.6.1 Aplicación de Kaizen en la compañía Renault Sociedad de Fabricación de Automotores RENAULT SOFASA S. A. S

Renault Sofasa S.A en sus inicios en la década de los setenta solo estaba dedicada al ensamble de vehículos Renault; En 1992, Toyota obtuvo porcentaje de participación dentro la compañía. Por consiguiente, al instalar las líneas de Toyota ingenieros y técnicos japoneses, plantearon la idea de hacer reuniones al finalizar cada jornada de trabajo con el fin conocer las inquietudes y dificultades que se presentan en las jornadas de trabajo de cada una de las personas que hacen parte de los procesos del área productiva. Posteriormente, estas reuniones recibieron el nombre de salones Kaizen.

Estos pequeños equipos de trabajo simplemente no nombran los problemas, sino que están encargados en investigar las causas, proponen soluciones en búsqueda de la mejora continua (Lopez & Bermudez, 2004).

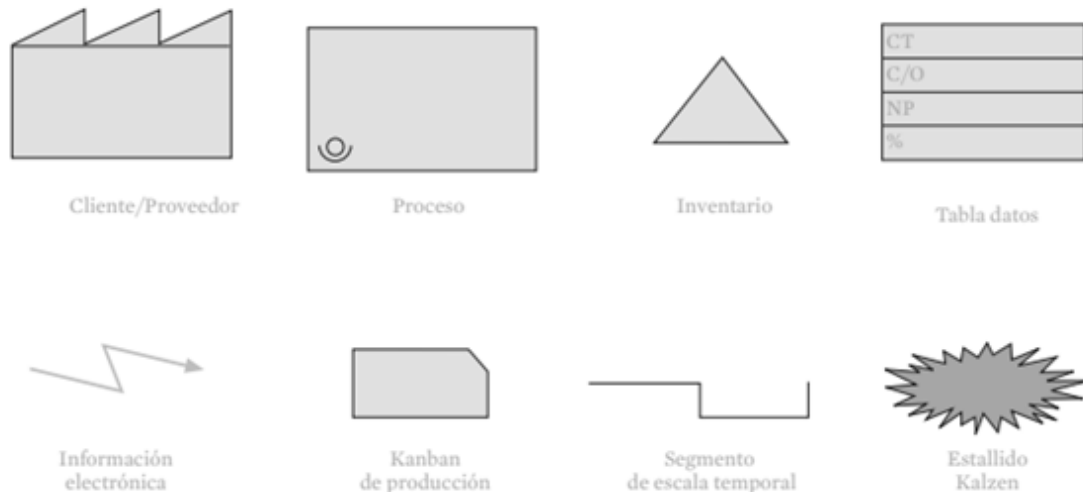
4.7 VSM (VALUE STREAM MAPPING)

La herramienta Value Stream Mapping (VSM) mediante un mapeo realizado como un bosquejo gráfico que representa la cadena de valor, donde se muestra el proceso completo del flujo de información y materiales, este mapeo se puede realizar con la ayuda del diagrama SIPOC (Supplier-Input-Process-Output-Client), el cual es un diagrama que permite analizar el proceso evidenciando el proveedor hasta el cliente final.

El objetivo de esta herramienta es detectar a través de un gráfico todas las actividades de la cadena de valor y poder mostrar de manera general donde se están produciendo la mayor cantidad de desperdicios dentro del proceso. Además de que se analizan cada una de las actividades de la cadena que no generan un valor al proceso se evalúan y así mismo se eliminan de ser necesario. Se requiere realizar un VSM para cada familia de productos.

Algunos de los símbolos utilizados para la realización de este mapeo se evidencian en la imagen 2.

Imagen 2. Símbolos para mapeo.



Fuente: (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013).

Según (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013), los mapas de proceso permiten considerar el valor añadido de la cadena y se pueden hacer para tres estados diferentes:

- Estado actual: Se revisa mediante un estudio cada operación del proceso actual, donde se mide el porcentaje de lo que agrega valor y lo que no genera valor, se separan las actividades que no agregan valor pero que son necesarias para completar el proceso.
- Estado futuro: Después de realizar un análisis y un mapeado del proceso actual se separan las actividades que no generan valor al proceso, ya sea un servicio o un producto. Las actividades que no generan valor son analizadas a través de técnicas Lean como lo son la lluvia de ideas, diagrama Pareto, entre otras, esto con el fin de identificar posibles mejoras.
- “Estado ideal: El estado ideal se plantea como mejora a largo plazo donde se cuantifica la posible mejora si no existieran actividades de NO valor agregado.”

4.7.1 Aplicación de VSM en la empresa automotriz Maresa.

En la Universidad Central de Ecuador, se realizó una tesis en la cual se implementó la herramienta Kanban en la empresa automotriz Maresa, con la cual se buscaba mitigar el exceso de inventarios, la mezcla entre lotes, tiempos muertos y el no tener una coordinación de colores al momento del casamiento entre cabinas y baldes en la estación de Montaje.

Su objetivo fue aumentar la productividad, eficiencia en la Mano de Obra Directa, disminuir los inventarios; empleando la metodología VSM (Mapeo de Flujo de Valor) y controlar los mismos a través del uso de la herramienta Kanban.

Se diseñó de un Software, como herramienta tecnológica el cual nos permitirá dar seguimiento a las tarjetas Kanban de producción y los resultados fueron exitosos, aunque no menciona cuantitativamente el beneficio, se logró lo que esperado (*Chávez Pino, 2015*).

4.7.2 Aplicación de VSM en una empresa automotriz.

Los centros automotrices venden neumáticos, piezas, componentes automotrices y brindan servicios de suspensión mecánica, reparación de motores y frenos. Las actividades de reparación de vehículos generan aspectos ambientales intrínsecos al proceso, clasificados como emisión de ruido, generación de residuos sólidos, efluentes líquidos y emisiones atmosféricas.

Teniendo en cuenta lo anterior, se encontró un estudio del uso de la herramienta VSM, con el cual se buscaba identificar los desechos biológicos y ecológicos en los procesos principales de un centro automotriz, en el mapa de valor de evidenció lo siguiente: Falta de circulación de aire en el medio ambiente, lo que generaba un aumento significativo de la temperatura y los empleados interrumpen sus tareas para hidratarse, también estos tenían un desplazamiento elevado, al llevar las ruedas al equipo especializado en este servicio además se tardaban mucho, por último en cuanto a personal se evidenció que cuando los propietarios o clientes se quedaban esperando el servicio este podía tardar más ya que el técnico dedicaba mucho más tiempo en su atención.

En cuanto al tema principal por el cual se realizó el VSM, se pudo deducir que los bombillos se quedaban mucho tiempo prendidos sin uso y el uso de ventiladores se incrementó por el poco flujo del aire.

Gracias a la utilización de la herramienta VSM, se pudieron identificar falencias en el proceso y se propuso un sistema de ventilación para mitigar la situación de la temperatura, además de rediseñar la ubicación del equipo técnico que recibe las llantas para que quedara más cerca al área en donde se reciben las llantas y que otra persona se encargará de la atención al cliente.

Adicionalmente, implementar un control sobre el uso adecuado de las bombillas, en lugar de los ventiladores poder implementar un sistema de aire para mejorar la temperatura que consuma menos energía (*Schaefer, Federal, Maria, Moraes, & Nara, 2019*).

4.8 FLUJO CONTINUO

El flujo continuo hace referencia al flujo que debe mantener el proceso productivo para la optimización de este, con este se busca evitar acumulación de materias primas, producto en proceso con el fin de lograr una mejora en el proceso y así garantizar la satisfacción del cliente final, además de que se evitan reprocesos, desperdicios, reduce los tiempos de espera entre operaciones, se eliminan transportes innecesarios y se reduce el inventario logrando una disminución de los costos por bodegaje.

De acuerdo a (*Tauro, 2019*), esto implicaría, ante todo, eliminar los distintos tipos de despilfarro que la gestión Lean trata de erradicar, por ejemplo:

- Evitar la fabricación de un color o producto en lotes grandes, verificar los requerimientos del empaque para la producción de cantidades proporcionadas para que no se presenten paradas por falta de estos requerimientos.
- Evitar que se pare el proceso de producción ideando una nueva distribución de planta de tal manera que las distancias para los recorridos sean mínimas.
- “El producto debe seguir una línea FIFO que significa “lo primero que entra es lo primero que sale”, es decir, no deben entrar al proceso productos o materiales que no sean requeridos y que terminen generando acumulación o deterioro resultado del procesamiento.”
- Nivelar el flujo de todo el proceso productivo con el fin de que todas las actividades se puedan realizar al mismo tiempo, de tal manera que no haya paradas por falta de algún requerimiento anterior generando (cuellos de botella) generando esperas y acumulaciones.

4.8.1 Aplicación de Flujo continuo en prestación de servicios de un taller de reparación automotriz.

Ingecosmos Ltda. empresa que presta sus servicios de reparación automotriz, evidenció que tenían falencias en el tiempo de entrega de servicios a sus clientes ya que su capacidad ante la demanda no era suficiente, esto generaba significativamente insatisfacción en los usuarios finales del servicio, además de los directivos y accionistas de la empresa. la causa principal que se identificó fue que el flujo del proceso no era suficiente debido a muchos cuellos de botellas que retrasaban el proceso, estos se presentaban en las actividades de Latonería, Pintura y Tapicería.

Para mitigar la problemática anteriormente mencionada, se tomaron acciones como: ubicar visualmente la planeación de trabajos en un tablero acrílico con la información necesaria en cual se puede hacer modificaciones pertinentes y así tener las provisiones de materiales listas; con respecto a los cuellos de botella se organizó el área de trabajo en donde pudieran tener todas las herramientas necesarias disponibles y no tuvieran que perder tiempo en espera por estas; para garantizar la continuidad del proceso en la jornada laboral se determinaron turnos para los operarios en donde no dejarán el proceso si ejecución.

Con las correcciones en el flujo del proceso, se logró aprovechar al máximo los recursos y así disminuir el cuello de botella, esto logró aumentar la capacidad de vehículos en un 40% es decir 14 vehículos adicionales (*Cabarcas Reyes, Ardila Cabrera, & Mejía Ramos, 2010*).

4.9 TRABAJO ESTANDARIZADO

Debido a que las personas que realizan procesos en las empresas tienen a buscar hacerlo a su manera y conveniencia, el trabajo estandarizado se trata de diseñar procedimientos bajo los estándares necesarios de cada proceso, los beneficios son reducción de variaciones del proceso, entrenamiento más fácil para los colaboradores, reducción de accidentes laborales, documentación de cada etapa del proceso si es necesario se incluyen manuales específicos. El trabajo estandarizado facilita la fabricación o prestación de servicios con calidad. Una forma de asegurar cero defectos es a través del trabajo estandarizado, cuando surge un defecto lo primero que se revisa es si se siguió el procedimiento como parte del proceso de solución de problemas (*Sánchez Sandoval, 2008*).

4.9.1 Aplicación de Flujo continuo en el taller de colisiones de Metrocar SA en Quito, Ecuador.

El taller de colisiones de Metrocar S.A que, en Quito, Ecuador; se dedica a la reparación de vehículos, con exclusividad para vehículos de la marca Chevrolet. Un estudiante de la Universidad Tecnológica Equinoccial, trabajó en su tesis de grado, en la problemática que esta empresa tenía como que no se contaba con una adecuada distribución de las diferentes áreas de trabajo lo que implicaba desorden, desperdicio de movimientos, demoras y retrasos durante las operaciones de reparación.

Al terminar, el estudiante dentro de sus conclusiones indicó que, al aplicar procesos para estandarizar el flujo de trabajo, disminuirían los procesos que se generaban por falta de control de calidad y desperdicios.

El resultado sería una posible reducción de tiempos aproximadamente de 64 hrs en el proceso de reparación, y por ende podrían atender más vehículos, logrando así que los ingresos y la calidad en las reparaciones realizadas en la empresa se incrementarían considerablemente (*Benalcazar Molina, 2017*).

5 CONCLUSIONES

Se puede concluir que las herramientas de Lean Manufacturing son de gran importancia puesto que mejoran la perspectiva y la productividad de las empresas, además involucran a los colaboradores con el fin de que tengan sentido de pertenencia y se planteen las posibles mejoras que encuentren en sus procesos.

La filosofía Lean, ayuda en la reducción de inventarios, mejora los tiempos de entrega entre procesos y a su vez los tiempos de entrega al cliente final.

La aplicación de la filosofía Lean Manufacturing en las empresas, agregan valor a estas haciéndolas más competitivas además reducen la burocracia administrativa.

Todas las herramientas estudiadas en este artículo pueden ser aplicadas en la industria automotriz colombiana, incluso en áreas diferentes a la productiva, por ejemplo, en procesos que incluyen la atención a clientes.

Como resultado de esta revisión bibliográfica, se evidencia que la implementación de herramientas Lean en el sector automotriz colombiano (comercialización y áreas de servicios técnicos), es muy limitada y existe poca aplicabilidad de dicha metodología; esto debido a que, por la cantidad de actividades administrativas, existe resistencia al cambio por parte de los colaboradores.

El conjunto completo de herramientas solo es posible aplicarlo en empresas de manufactura, ya que esta maneja alta producción en masa de acuerdo con demanda.

Por último, en el curso presencial de Lean Manufacturing en la Universidad Federal de Santa Catarina en Brasil, tuvimos la oportunidad de conocer de manera teórica (lecciones) y práctica (casos de estudio) las herramientas Lean, además pudimos visitar las empresas ZEN e INTELBRAS en donde pudimos observar las aplicaciones de las herramientas estudiadas; estas empresas brasileñas nos mostraron sus indicadores y nos explicaron cada una de sus estrategias las cuales les permiten ser organizaciones que están buscando estar a la vanguardia con respecto a la filosofía Lean Manufacturing y tener protagonismo en el mercado; estas visitas agregaron valor a todo lo aprendido durante el curso que fue dictado por el Prof. Dr. Glauco G. M. P. da Silva.

6 REFERENCIAS

- Benalcazar Molina, R. C. (2017). *Propuesta para la implementación de un Sistema de Estandarización de Procesos en el taller Metrocar Colisiones* (Universidad Tecnológica Equinoccial). Retrieved from <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/16573>
- Bon, A. T., & Ping, L. P. (2011). Implementation of total productive maintenance (TPM) in automotive industry. *ISBELA 2011 - 2011 IEEE Symposium on Business, Engineering and Industrial Applications*, 55–58. <https://doi.org/10.1109/ISBEIA.2011.6088881>
- Cabarcas Reyes, J. C., Ardila Cabrera, F. A., & Mejía Ramos, M. T. (2010). Improvement of flow and increase capacity to provide the services of a workshop on automotive repair and maintenance, through strategies based on the principles of the theory of constraints. *Prospectiva*, 8(2), 45–54.
- Chávez Pino, C. L. (2015). *Propuesta de implementación de la herramienta de manufactura esbelta kanban en la línea de ensamblaje de baldes para la empresa ensambladora de vehículos MARESA*. Universidad Central de Ecuador.
- De Mesquita, M. A., & Lopes De Castro, R. (2008). Análise das práticas de planejamento e controle da produção em fornecedores da cadeia automotiva brasileira. *Gestao e Producao*, 15(1), 33–42. <https://doi.org/10.1590/s0104-530x2008000100005>
- González Correa, F. (2007). Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing). Principales Herramientas. *Revista Panorama Administrativo*, 1(2), 85–112.
- González González, H. D. (2017). *Diseño de un programa de mantenimiento productivo total TPM para vehículos livianos en general del taller mecánico automotriz TECNICAMP*. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- H Badii, J. M. (2004). SMED: El camino a la flexibilidad total (SMED: The road to total flexibility) Manufactura Flexible. In *SMED InnOvaciOnes de NegOciOs* (Vol. 1).
- Hernández Matías, J. C., & Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación medio ambiente industria y energía*. <https://doi.org/https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20730/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>
- Lilian, P. (2010). Lean Manufacturing Manufactura Esbelta / Ágil. *Revista Ingenieria Primero*, 15(15), 64–69.
- Lopez, R., & Bermudez, E. (2004). *El kaizen en sofasa, más que una herramienta una forma de vida que busca la competitividad en la región*. 1–62. Retrieved from <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/10390/u251075.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Muñoz Skinner, A. M. (2004). Sistema Lean material para GM Colmotores, auditoría al funcionamiento. *Tekhne (Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas)*, 2(1), 18–24. Retrieved from <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tekhne/article/view/8866/10221>

- Padilla Ospina, A. M., & Rivera Godoy, J. A. (2014). Artículo resultado del proyecto de investigación Evaluación del desempeño financiero del sector automotriz en Colombia. *Cuadernos de Contabilidad*, 15(38), 371–395. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cc15-38.pccf>
- Portugal Reyes, S. J. (2018). *Implementación del mantenimiento productivo total (TOM) para incrementar la productividad en la empresa de transportes los cristales S.A.C.* Universidad Cesar Vallejo.
- Powell, D., Alfnes, E., & Semini, M. (2010). The application of lean production control methods within a process-type industry: The case of hydro automotive structures. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 338 AICT, 243–250. https://doi.org/10.1007/978-3-642-16358-6_31
- Proexport. (2013). *Industria automotriz en Colombia*. 20.
- Rahman, N. A. A., Sharif, S. M., & Esa, M. M. (2013). Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation. *Procedia Economics and Finance*, 7(Icebr), 174–180. [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(13\)00232-3](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(13)00232-3)
- Rosa, C., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., & Campilho, R. (2017). SMED methodology: The reduction of setup times for Steel Wire-Rope assembly lines in the automotive industry. *Procedia Manufacturing*, 13, 1034–1042. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.110>
- Sánchez Sandoval, R. (2008). *Aplicación de enfoque de manufactura esbelta para mejorar la productividad de un proceso de una empresa automotriz*. INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY.
- Schaefer, J., Federal, U., Maria, D. S., Moraes, J., & Nara, E. (2019). *Um estudo utilizando Value Stream Mapping para identificar desperdícios baseados nos modelos Lean e Green em um centro automotivo*. (April), 15. <https://doi.org/10.22456/1983-8026.85497>
- Socconini, L. (2019). *LEAN MANUFACTURING, PASO A PASO El sistema de gestión empresarial japónes que revolucionó la manufactura y los servicios* (1a edición; Marge Books, Ed.). Barcelona.
- Tapias, Y., & Correa, J. (2010). Kaizen: Un caso de estudio. *Scientia et Technica*, 45. Retrieved from <http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/download/335/209>
- Tauro, A. (2019). *Aplicación de un modelo de Manufactura Esbelta (Lean Manufacturing) para la optimización del flujo de producción en las empresas Floricultoras*. Retrieved from www.armandotauro.com-www.armandotauro.pe
- Valpuesta, M., & Muñuzuri, J. (2016). *Ejemplo de aplicación de herramientas Lean en una fábrica del sector automoción*. 82. Retrieved from <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/91057/fichero/TFG+Ejemplo+de+aplicación+de+herramientas+Lean+en+una+fábrica+del+sector+automoción.pdf>
- Veres, C., Marian, L., Moica, S., & Al-Akel, K. (2018). Case study concerning 5S method impact in an automotive company. *Procedia Manufacturing*, 22, 900–905. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.127>