

## Metodología Kaizen en línea de producción para mejora de la eficiencia

**Strategies to achieve educational excellence in higher education in Mexico amid the growing use of artificial intelligence**

Isabel Ernestina López Navarro<sup>1</sup>

Angel Adad Franco Baltazar<sup>2</sup>

Lucino Hernández Lumbreras<sup>3</sup>

Angel Custodio Navarrete Fernández<sup>4</sup>

Luis Antonio Martínez García<sup>5</sup>

### RESUMEN

La aplicación de kaizen en proyectos industriales, es de suma importancia debido a los resultados que derivan de su correcta implementación. En la línea MDA se estableció el objetivo de optimizar la eficiencia y el flujo de trabajo a través del uso de esta metodología. Inicialmente se realizó un diagnóstico detallado con el que se lograron identificar las causas raíz de la ineficiencia en la línea, con apoyo de los operadores, el personal administrativo y la elaboración de un estudio detallado de tiempos y movimientos, y categorizando estas causas con apoyo de un Pareto, lo que llevó al diseño y desarrollo de propuestas que buscaban solucionar la falta de eficiencia en la línea de análisis; como la implementación de dispositivos y la reubicación del layout.

Los resultados obtenidos tras la aplicación de kaizen en la línea MDA incluyeron resultados positivos en mejoras puntuales que lograron reducir tiempos perdidos. Sin embargo, el desempeño general de la línea no fue el esperado, identificando que la causa de esta reducción era ajena a las mejoras implementadas y estaba principalmente relacionada a factores sistémicos del personal operativo. Adicionalmente, se presenta el desarrollo de otro proyecto exitoso relacionado en la línea DLO en el que se aplicó la metodología kaizen bajo el ciclo DMADV, logrando la recuperación aproximada de 1,400 piezas que estaban destinadas a scrap.

**PALABRAS CLAVES:** Metodología Kaizen, optimización, eficiencia, flujo de trabajo.

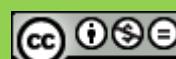
<sup>1</sup> Profesora-Investigadora del Tecnológico Nacional de México/IT de San Juan del Río (ITSJR), [isabel.ln@sjuanrio.tecnm.mx](mailto:isabel.ln@sjuanrio.tecnm.mx) <https://orcid.org/0000-0001-6748-1871>

<sup>2</sup> Profesor-Investigador del Tecnológico Nacional de México/IT de San Juan del Río (ITSJR) Autor Corresponsal [angel.fb@sjuanrio.tecnm.mx](mailto:angel.fb@sjuanrio.tecnm.mx) <https://orcid.org/0000-0002-9746-6709>

<sup>3</sup> Profesor-Investigador del Tecnológico Nacional de México/IT de San Juan del Río (ITSJR), [lucino.hl@sjuanrio.tecnm.mx](mailto:lucino.hl@sjuanrio.tecnm.mx) <https://orcid.org/0009-0001-8578-7476>

<sup>4</sup> Profesor-Investigador del Tecnológico Nacional de México/IT de San Juan del Río (ITSJR) [custodio.nf@sjuanrio.tecnm.mx](mailto:custodio.nf@sjuanrio.tecnm.mx) <https://orcid.org/0000-0001-8112-1127>

<sup>5</sup> Estudiante de Ingeniería Industrial, Tecnológico Nacional de México/I.T. de San Juan del Río (ITSJR), Av. Tecnológico S/N, San Juan del Río, [l20590493@sjuanrio.tecnm.mx](mailto:l20590493@sjuanrio.tecnm.mx) <https://orcid.org/0009-0008-5402-3933>



**Fecha de recepción:** 16 de agosto, 2025.

**Fecha de aceptación:** 08 de octubre, 2025.

## ABSTRACT

The application of kaizen in industrial projects is of utmost importance due to the results derived from its proper implementation. In the MDA line, the objective was to optimize efficiency and workflow through the use of this methodology. Initially, a detailed diagnosis was conducted, which identified the root causes of inefficiency on the line. This was achieved with the support of operators and administrative staff, and a detailed time and motion study was prepared. These causes were categorized with the help of a Pareto model. This led to the design and development of proposals that sought to address the inefficiency in the analysis line, such as the implementation of devices and the relocation of the layout. The results obtained after applying kaizen on the MDA line included positive results in specific improvements that reduced lost time. However, the overall performance of the line was not as expected, and it was identified that the cause of this reduction was unrelated to the improvements implemented and was primarily related to systemic factors of the operating staff. Additionally, the development of another successful project related to the DLO line is presented, in which the kaizen methodology was applied under the DMADV cycle, achieving the recovery of approximately 1,400 pieces that were destined for scrap.

**KEYWORDS:** Kaizen methodology, optimization, efficiency, workflow

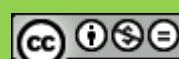
## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la aplicación de la manufactura es cada vez más desafiante. Por ello, el uso de metodologías como Kaizen se ha convertido en una forma eficaz de afrontar los requerimientos actuales, no solo para mantenerse a la vanguardia, sino también como una herramienta para liderar frente a la competencia (Imai, 2015).

En la organización empresarial donde se llevó cabo el proyecto., se especializan en la fabricación de productos con los más estrictos requerimientos de calidad. Gracias a ello, la mejora continua se convirtió en una herramienta esencial para mantener y superar su nivel de competitividad actual, además de buscar constantemente cumplir, a la vez que superar las expectativas de los clientes.

Debido a la búsqueda constante por la mejora continua, fue detectada una oportunidad dentro de la "línea de producción de lámparas de refrigeradores" (Nombrada así para mantener la confidencialidad del nombre real). Esta línea principal, consta de diferentes líneas secundarias que por sí solas se contemplan como líneas de producción independientes. La oportunidad detectada fue en una de estas líneas secundarias, la "línea MDA" (Igualmente nombrada así para mantener su confidencialidad). Una revisión posterior al inicio de este proyecto indicó que, al solucionar los principales problemas de la Línea MDA, directamente apoyaría en la eficiencia de la línea principal. Debido a ello, los esfuerzos en implementar mejoras se centraron en la Línea MDA, sin dejar de lado posibles mejoras en otras líneas secundarias.

El sector tecnológico ha experimentado un crecimiento constante durante la última década, especialmente tras la pandemia, impulsado por la cuarta revolución industrial. Las organizaciones y



## Metodología Kaizen en línea de producción para mejora de la eficiencia

la sociedad en general incrementaron el consumo de productos y servicios tecnológicos (Scarborough & Crabbe, 2021). Este sector posee una relevancia económica considerable a nivel mundial, con un gasto empresarial en tecnología que superó los 900 mil millones de dólares en 2022, lo que representó un aumento del 3.3% en comparación con el año anterior (OMPI, 2022).

La metodología Kaizen, aplicada en el desarrollo de los sistemas productivos, se centra en la eliminación de desperdicios para garantizar la flexibilidad del proceso y la confiabilidad de los productos (Liker, 2021; Socconini & Reato, 2019). El ciclo PHVA (planear, hacer, verificar y actuar) constituye la base fundamental de esta metodología debido a que su aplicación se lleva a cabo de forma sistemática, iniciando con el análisis de la situación actual, el manejo de herramientas como las 5S y los estudios de métodos y tiempos, finalizando con la evaluación de resultados (Realyvázquez Vargas et al., 2018).

A través de distintas investigaciones se ha comprobado que la aplicación de la metodología Kaizen en los procesos productivos ha contribuido de forma considerable al desarrollo de la manufactura aumentando la productividad en un 20% aproximadamente, además de ser amigable para el medio ambiente debido al impacto positivo que tiene en la reducción de: desperdicios, reprocesos, productos no conformes y principalmente en las cantidades de contaminantes que se emiten a la atmósfera. ( KM Obando Trejos, EA Acurio Villacres – 2020). Una revisión inicial de los datos de producción de los últimos meses mostró que la línea MDA regularmente se encontraba produciendo por debajo de la meta de producción estimada y que además se presentaba una variación sustancial en el rendimiento turno por turno.

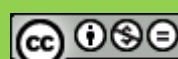
Estas ineficiencias y la alta variabilidad no solo afectaban la capacidad de cumplimiento y la eficiencia general del sistema, sino que también representaban un evidente caso de Muda (Desperdicios) en el sistema. Esto debido a los tiempos de espera, movimientos innecesarios y la subutilización de potencial humano. Es de igual manera mencionar que hasta el inicio de este proyecto, no se habían registrado informes de intervenciones sistemáticas con el objetivo de abordar los problemas de la línea de manera objetiva y exhaustiva.

Este proyecto contribuyó significativamente a la mejora operativa de la empresa, optimizando costos y tiempos, y mejorando la satisfacción del cliente, destacando la importancia de aplicar herramientas de mejora continua en el ámbito de la ingeniería industrial. dando énfasis en la línea MDA. Se pretende mejorar de manera sostenible la eficiencia de la línea, no simplemente como un evento único, sino como el inicio de un ciclo permanente de mejora continua. Para lograr los objetivos planteados, se hará uso de la metodología kaizen, reforzándose con el uso de herramientas y técnicas de análisis riguroso, como el estudio de tiempos y movimientos a detalle, la observación directa del proceso (Genchi Genbutsu), el análisis minucioso de datos históricos buscando diferencias significativas estadísticas y una fuerte conexión con el personal operativo y administrativo de la línea.

Las soluciones desarrolladas incluirán, pero no se limitarán a, el rediseño de la línea, la modificación y estandarización de procesos, la eliminación y optimización de procesos y la implementación de mejoras. Con estos cambios, se buscará estabilizar la producción mientras se balancean las operaciones y la carga de trabajo para las estaciones de la línea, además de buscar establecer un ambiente de trabajo más eficiente y ergonómico.

## JUSTIFICACIÓN

El desarrollo de este proyecto se demuestra por la necesidad crítica de implementar soluciones enfocadas a las deficiencias del rendimiento en la línea MDA, lo que afecta negativamente la



## Metodología Kaizen en línea de producción para mejora de la eficiencia

eficiencia operativa, costos de producción, capacidad de respuesta al cliente y el bienestar del personal operativo.

Actualmente la Línea MDA está identificada como una línea crítica en el esquema de producción de la empresa. Debido a que trabaja con una extrema variabilidad en su rendimiento, con tasas que varían entre el 32% y el 101% de la producción estimada, sin un comportamiento regular o predecible. Esta inestabilidad, que, apoyada por estudios de tiempos y movimientos, muestra una dispersión considerable en los tiempos ciclo por operación, lo que genera consecuencias significativas. Desde el punto de vista *kaizen* y los principios de Manufactura Esbelta, esto demuestra la existencia clara de desperdicios (Muda) en el sistema, tales como tiempos de espera, movimientos innecesarios y la subutilización del potencial productivo.

Actualmente las consecuencias son:

- **Operación deficiente y costosa:** La incapacidad de lograr de manera estable los objetivos de producción indica una baja eficiencia. Esto constantemente obliga a la empresa a recurrir a horas extraordinarias para cumplir con los planes de producción, lo que incrementa los costos y reduce la rentabilidad de la línea.
- **Insatisfacción del cliente:** La variabilidad y el incumplimiento de las fechas de entrega, arriesgan el tiempo de entrega prometido al cliente y, además, afectan la capacidad de la empresa para cumplir con los estándares de calidad prometidos al cliente. En un mundo tan competitivo, entregar de manera confiable maraca una gran diferencia.
- **Ambiente de trabajo y moral del personal:** Ya que las metas deben de alcanzarse durante un proceso en el que hay inestabilidad debido a la falta de conocimiento junto a deficiencias del diseño ergonómico, es posible que, al no trabajarse con cuidado y precisión, el personal operativo pueda frustrarse, cansarse y estresarse durante la realización de sus actividades.
- **Oportunidad de mejora no aprovechada:** Debido a la importancia de la línea y su importancia dentro de la línea general, el aumento de la eficiencia representa una oportunidad de gran valor al poder liberar capacidad, disminuir costos y el mejorar el flujo general de la planta, mejorando la línea principal.

Este proyecto igualmente se justifica como una intervención estratégica y obligatoria. La idea no es proporcionar una solución única, sino que promover un proceso de reflexión continua que conduzca a:

- **Estabilizar la producción:** Abordar las causas de la extrema variabilidad y lograr sobrepasar los obstáculos que la generan, propone obtener una mejor continuidad y estimación de la producción.
- **Mejorar las condiciones de trabajo:** El desarrollo de estaciones de trabajo ergonómicas y flexibles,
- **Reforzar la planificación:** Equilibrar la producción simplifica la tarea de los coordinadores al planificar los recursos.
- **Aumentar la satisfacción al cliente:** Mejorar la precisión de respuesta y entrega.

**Promover la cultura Kaizen:** Buscar que esta iniciativa se convierta en un caso práctico sobre la implementación de *kaizen* y sirva como modelo para otros proyectos en la empresa. Mostrando los beneficios reales que se deriven de ella y apoyando al desarrollo de una cultura organizacional orientada a la excelencia.



## METODOLOGÍA

La aplicación de Kaizen en la línea MDA se abordó de manera sistemática siguiendo el ciclo PDCA (planificar, hacer, verificar, actuar), herramienta fundamental para la mejora continua (*Imai*, 2015; *Realyvázquez Vargas et al.*, 2018). Como señala Imai (2015), para iniciar cualquier proceso de Kaizen es necesario aplicar el ciclo PDCA. Por ello, el primer paso fue obtener una comprensión profunda del estado de la línea, definir los problemas, recopilar datos cuantitativos y desarrollar un plan de acción.

Durante la etapa de diagnóstico, se aplicaron herramientas Lean para identificar los *muda* o desperdicios presentes, empleando el enfoque *Gemba* —ir al lugar donde ocurren las cosas— para obtener datos reales y confiables (*Liker*, 2021; *Pereira*, 2009).

Esta fase de diagnóstico tuvo como objetivo las siguientes actividades:

- **Observación directa y sistemática:**

Se dedicó tiempo a observar activamente la línea de MDA. El alcance no era solo el cronometraje, sino también el estudio de los movimientos de los operadores, diseño ergonómico de las estaciones de trabajo, flujo de materiales, uso de herramientas y equipos, y comunicación entre operadores, análisis de micro-paros e identificación de cada forma de *muda* (Desperdicios), incluyendo espera, movimiento, transporte ineficiente, etc. Se registraron patrones de comportamiento de las personas y eventos recurrentes.

- **Operación directa de estaciones:**

Con el fin de obtener una comprensión completa de la operación, se procedió con la operación personas de las Estaciones 1 y 2 bajo la supervisión y guía del personal capacitado. Realizar operaciones de ensamble, manipular el material y trabajar con el equipo brindó la oportunidad de experimentar de primera mano el nivel de habilidad requerido, el esfuerzo físico y mental, las molestias ergonómicas reales, la frecuencia real de molestias menores (generalmente no reportadas de manera formal), y las repercusiones inmediatas de las fallas del equipo o herramientas en el ritmo de trabajo.

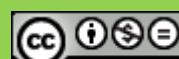
- **Interacciones y entrevistas con personal clave:**

Para interacciones tanto formales como informales se establecieron fuentes de comunicación con los operadores de la línea, coordinadores y demás personal relacionado a la línea. Se empleó una lista de verificación de entrevistas para recopilar entrevistas semiestructuradas con el fin de capturar sus valiosas perspectivas sobre:

- Los problemas comunes e irritantes.
- Las razones atribuidas a la variabilidad en la producción.
- El historial de cambios o problemas en la línea.
- Sugerencias o ideas para la mejora desde su experiencia diaria.

### Método

Los **indicadores clave** (Tabla 1), demostraron claramente el punto principal de este proyecto: una línea crítica de producción operando no solo con una baja eficiencia promedio sino también con una extrema variabilidad, lo que dificultaba una planificación fiable y generaba incumplimientos constantes, por lo tanto, la intervención estructurada por *kaizen* era necesaria para estabilizar y mejorar el rendimiento.



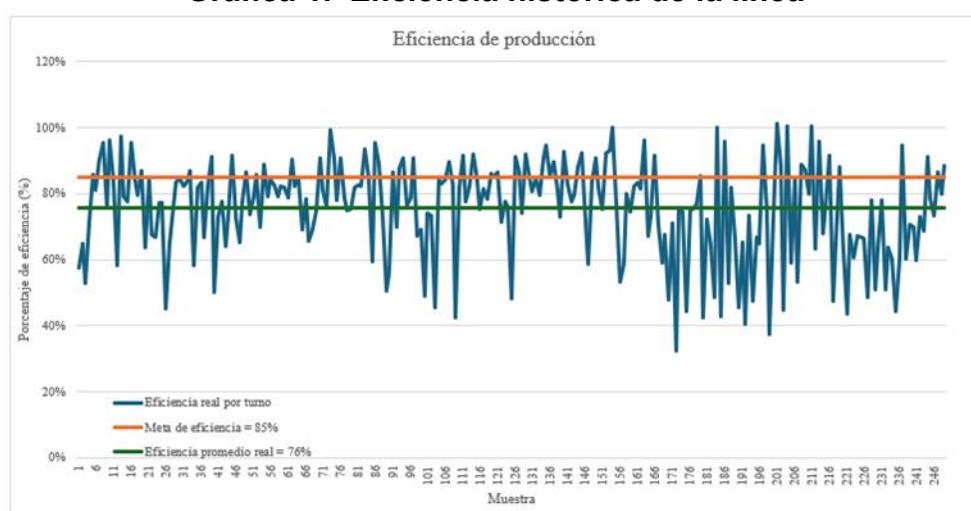
## Metodología Kaizen en línea de producción para mejora de la eficiencia

**Tabla 1. Indicadores Clave**

Indicador	Fuente	Valor
Meta de eficiencia (%)	Estándar	85%
Eficiencia promedio real (%)	RDP	76%
Eficiencia Mínima Registrada (%)	RDP	32%
Eficiencia Máxima Registrada	RDP	101%
Desviación Estándar (%)	RDP	14%
% Turnos $\geq 85\%$	RDP	25%

La siguiente gráfica muestra el comportamiento de la eficiencia en la línea durante los últimos tres meses (Gráfica 1).

**Grafica 1. Eficiencia histórica de la línea**



La gráfica anterior muestra que la línea ha estado operando por debajo de la meta estimada para la producción. Además, visualmente es notable que existen inconsistencias entre cada turno. Esto indicó la necesidad de un análisis de causas raíz y con base a esas causas, proponer soluciones que puedan ser implementadas para eliminar estas causas.

Para alinear esta fase con los principios *kaizen*, manteniendo un enfoque basado en datos y la orientación hacia los procesos se realizó la elaboración del estudio de tiempos y movimientos a detalle, fue principalmente para identificar aquellas operaciones o actividades que estaban consumiendo más tiempo, esto nos daría una visión clara del estado actual orientado a las operaciones. Esta etapa fue crucial para conseguir información referente a *mudas* (Desperdicios) dentro de las operaciones y fundamentó las bases para encontrar las causas que afectaban el rendimiento de la línea.

A continuación se detallan los datos obtenidos, con las siguientes operaciones:

- Cronometraje detallado de cada movimiento.
- Grabaciones para análisis.
- Observación directa.

## Metodología Kaizen en línea de producción para mejora de la eficiencia

### Tiempos de Ciclo por Estación.

**Estación 1:** **Preenamble:** 3.33 segundos.

**Ensamble principal:** 7.09 segundos.

**Tiempo total:** 9.67 segundos.

Existen picos críticos de tiempo en movimientos específicos.

Es importante mencionar que, en esta estación, el operador realiza dos operaciones por separado. Esto debido a que el riel en donde debe colocar la pieza a entregar alcanza su capacidad máxima, por lo que el operador realiza un preensamble en lo que el riel se desahoga. Igualmente, al este riel estar inoperante, generaba *mudas* (Desperdicios) tales como tiempos de espera y movimientos innecesarios. La necesidad de empujar la pieza manualmente una vez colocada en el riel para que llegara a la estación, creando así movimientos innecesarios que consumían un tiempo considerable, al igual que un tiempo de espera recurrente al tener que pasar el flujo del proceso mientras el riel se desahogaba y finalmente, otra operación que generaba desperdicios fue la necesidad de separar constantemente el resorte 2 de forma manual.

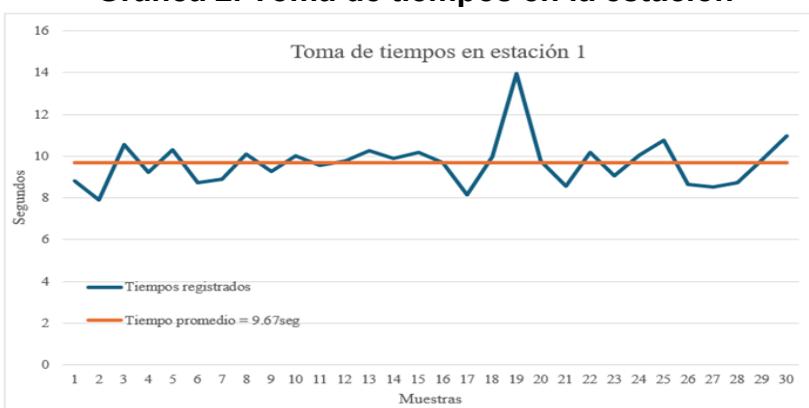
La siguiente tabla y gráfica brindan información a detalle de los tiempos y movimientos de la estación 1 (Tabla 2).

**Tabla 2. Tiempos ciclos proyectados en la estación 1**

Estacion 1			
Operación	Tiempo manual	tiempo automatico	Operadores
Tomar la carcasa interior y el resorte 1	1		1
Insertar el resorte 1 dentro de la carcasa interna	2		
Tomar el preensamble y el resorte 2	2		
Acoplar el resorte 2 en la parte externa de la carcasa interna	2		
Dejar la pieza en el riel	2		
<b>Total del tiempo manual</b>	<b>9</b>		<b>Tiempo Ciclo</b>
<b>Total del tiempo automatico</b>	<b>0</b>		<b>9</b>

La siguiente gráfica expresa los datos obtenidos del muestreo para obtener el tiempo ciclo real de la línea (Gráfica 2).

**Gráfica 2. Toma de tiempos en la estación**



La gráfica (Gráfica 2) anterior presenta 30 muestras de la toma de tiempos para determinar el tiempo ciclo promedio de la estación 1. Esta toma de tiempos presenta cierta estabilidad cercana al promedio. Sin embargo, los picos máximos representaron ocasiones en las que el operador tenía dificultades al colocar las piezas en el riel, la tolva se atascaba, el herramiental dispensador de

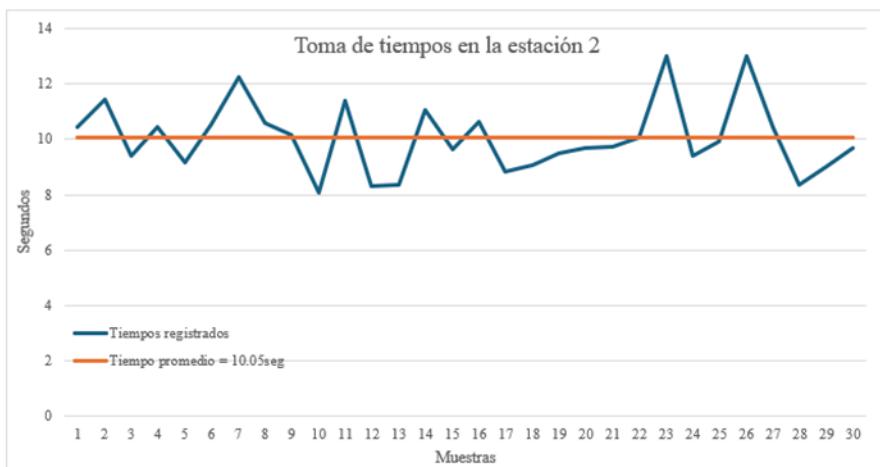
## Metodología Kaizen en línea de producción para mejora de la eficiencia

resortes se detenía o estaban relacionados a actividades extra para la estación como el llenado del reporte de producción o el reabastecimiento. La siguiente tabla y gráfica brindan información a detalle de los tiempos y movimientos de la estación 2 (Tabla 3).

**Tabla 3 Estación 2: Tiempo total: de 10.7 segundos con operadores capacitados**

Estación 2			
Operación	Tiempo manual	Tiempo automático	Operadores
Tomar los pines	2		1
Insertar los pines dentro del herramiental	2		
Toma la pieza del riel y colocarla en la prensa	1		
Tomar e insertar la carcasa exterior en el herramiental	1		
Presionar ambos botones y esperar a la prensa	0.5	2	
Tomar la pieza y colocarla en la banda transportadora	1		
<b>Total del tiempo manual</b>	<b>7.5</b>		<b>Tiempo Ciclo</b>
<b>Total del tiempo automático</b>	<b>2</b>		<b>9.5</b>

**Gráfica 3. Toma de tiempos en la estación 2**



La gráfica anterior (Gráfica 3) representa 30 muestras tomadas en la toma de tiempos para determinar el tiempo ciclo promedio de la estación 2. Esta toma de tiempo mostró una variabilidad considerable entre sus máximos y mínimos, ya que se alejan constantemente de su promedio. Los tiempos mínimos se observaron principalmente cuando las operaciones que realizaba el operador se acercaban a los establecidos en los tiempos proyectados, o sea, cuando no tenían que recorrer las piezas desde el riel manualmente o cuando al colocar los pines, lo hacían de la forma correcta en su primer intento. Los picos máximos principalmente se identificaron como provocados por la recolocación de los pines en el herramiental de la prensa, debido a que esta actividad no tenía un tiempo definido para solucionarse y dependía principalmente de la habilidad del operador para solucionarlo. De igual manera, las causas asociadas a los puntos máximos en los tiempos se veían relacionados a otras actividades extra para el operador.

Tras la obtención de datos cuantitativos sobre cada una de las causas identificadas en el Estudio de Tiempos y Movimientos y el análisis del RDP, el siguiente paso crucial dentro de la fase de “Analizar” del ciclo DMAIC, fue la priorización de estas causas. Lo cual se realizó aplicando el principio de Pareto, que establece que el 80 % de los problemas proviene del 20 % de las causas (Camisón,

## Metodología Kaizen en línea de producción para mejora de la eficiencia

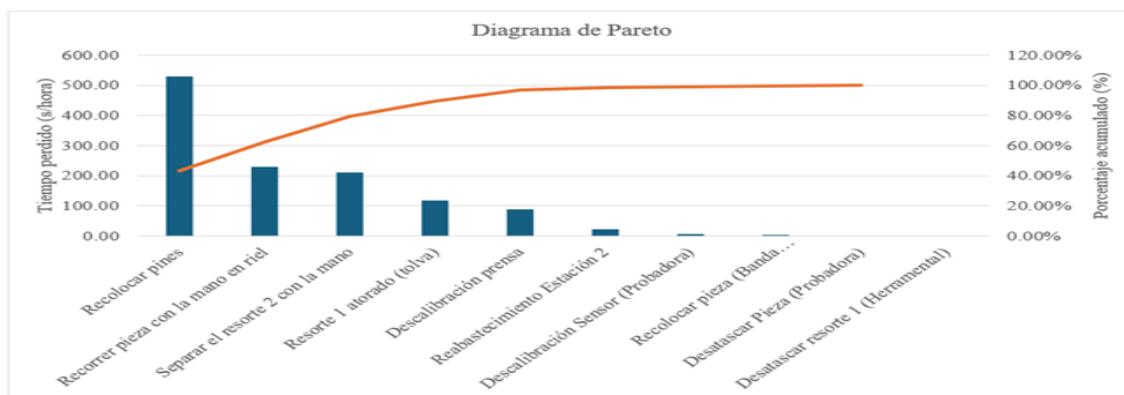
Cruz & González, 2006). Este enfoque permitió priorizar las oportunidades de mejora con base en datos (Nejjari, Etouzani & Benmoussa, 2024). La obtención de datos cuantitativos sobre cada una de las causas identificadas, el siguiente paso fue su análisis.

De igual manera siguiendo la metodología DMAIC, esta etapa consistió en que con apoyo de un diagrama de Pareto se analizaría el impacto real de cada una de las causas identificadas. El Pareto (tabla 4) demostró que las primeras cuatro causas explicaban cerca del 90% de las pérdidas de tiempo detectadas. Con base en estos hallazgos y el objetivo del proyecto de optimizar el flujo operativo y la ergonomía dentro de la línea misma, se seleccionaron estratégicamente las siguientes cinco causas prioritarias:(Grafica 4) Recolocar pines (Causa 1); Recorrer pieza con la mano en riel (Causa 2); Separar el resorte 2 manualmente (Causa 3); Resorte 1 atorado en la tolva (Causa 4); Reabastecimiento de la Estación 2 (Causa 5).

**Tabla 4. Datos para el Pareto**

Causa	Tiempo Perdido (s/hora)	% del Total	% Acumulado
Recolocar pines	529.41	43.40%	43.40%
Recorrer pieza con la mano en riel	229.98	18.90%	62.30%
Separar el resorte 2 con la mano	211.77	17.30%	79.60%
Resorte 1 atorado (tolva)	119.00	9.80%	89.40%
Descalibración prensa	90.00	7.40%	96.80%
Reabastecimiento Estación 2	22.50	1.80%	98.60%
Descalibración Sensor (Probadora)	8.33	0.70%	99.30%
Recolocar pieza (Banda transportadora)	4.88	0.40%	99.70%
Desatascar Pieza (Probadora)	2.50	0.20%	99.90%
Desatascar resorte 1 (Herramental)	1.50	0.10%	100.00%
<b>Total</b>	<b>1219.87</b>	<b>100.00%</b>	

**Gráfica 4. Análisis de Pareto**



## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Tras el diagnóstico, se llevaron a cabo eventos *Kaizen Blitz* con la participación de operadores, personal administrativo y el departamento de mejora continua. Este tipo de intervención, de corta duración e intensa colaboración, es recomendada para implementar cambios inmediatos (Socconini & Reato, 2019). Entre las principales acciones implementadas se incluyen el rediseño de estaciones de trabajo para mejorar la ergonomía y el flujo del proceso (Hirano, 1995), la incorporación de una

## Metodología Kaizen en línea de producción para mejora de la eficiencia

nueva estación de ensamblaje para balancear las operaciones (Liker, 2021) y la instalación de una banda transportadora para eliminar movimientos innecesarios (Womack, Jones & Roos, 2007).

- **Diseño y Fabricación de Nueva Estaciones de Trabajo:**

Se decidió rediseñar y construir nuevas mesas de trabajo. La motivación principal fue la de crear un *layout* óptimo que mejorara la ergonomía de los operadores, a la vez que clarificara el flujo del proceso, haciéndolo más lógico y eficiente, a la vez que permitiría adaptar una tercera estación.

- **Implementación de la Tercera Estación de Ensamble:**

Esta propuesta, consistía en construir y añadir una estación que se dedicara exclusivamente al ensamblaje de los pinos en la carcasa exterior. El principal objetivo era el de eliminar la causa de recolocación de pinos que era la principal causa de tiempo perdido en la estación 2. Esto permitiría balancear las estaciones y reducir el tiempo ciclo total de la línea. Esta nueva estación operaría en paralelo con la estación 1 para alimentar la estación 2.

- **Incorporación de Pelota Agitadora en Tola de Resortes:**

Buscando minimizar los atoramientos tan frecuentes del resorte 1 en su tolva dispensadora. Se propuso la implementación de una pelota agitadora. Esto debido a los comentarios sobre la historia de la Reubicación del Rack de Materia Prima:

Buscando reducir el tiempo de reabastecimiento de la estación 2, ya que al ser la estación que marcaba el tiempo ciclo de la línea, se propuso el reducir los tiempos de reabastecimiento. Esto se lograría acercando físicamente el rack de materia prima, así minimizando el recorrido del operador, y de igual manera, el tiempo de paro en la línea debido a esa tarea auxiliar.

- **Instalación de una nueva banda transportadora Inter estaciones:**

Se propuso la idea de construir un sistema de transporte tipo banda transportadora que remplazara el riel que se encontraba inoperante. El objetivo que se buscaba fue el de eliminar la necesidad de los operadores de empujar manualmente las piezas, lo que restauraría el flujo entre las estaciones y reduciría el esfuerzo del operador.

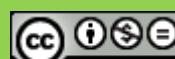
- **Implementación de un Bowl Feeder para Resorte 2:**

La pérdida de tiempo al separar manualmente el resorte 2, generaba una variabilidad visible. Para solucionar esta causa, se propuso desarrollar un alimentador vibratorio tipo "Bowl Feeder". Este dispositivo apoyaría con la entrega de los resortes de manera individual y correctamente posicionados, lo que eliminaría la manipulación manual. Adicionalmente al tener mayor capacidad para contener los resortes a comparación de la charola existente, reduciría la frecuencia de reabastecimiento de este material.

## CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

El objetivo general se consideró parcialmente logrado. Aunque sí se aplicó la metodología kaizen, realizando el estudio de tiempos y movimientos y desarrollar mejoras significativas, los factores sistémicos relacionados con la rotación y capacitación del personal afectaron los resultados globales (Arroyo Tovar & Zambrano Cancañón, 2024). Se identificaron las causas raíz relacionadas a las operaciones y se desarrollaron e implementaron propuestas de mejora que tuvieron resultados positivos, la maximización de la eficiencia global no fue alcanzada durante el desarrollo de este proyecto.

En cambio, la eficiencia se vio reducida del 76% al 70%. La principal razón que causó esta reducción fue tardíamente descubierta. Los factores sistémicos relacionados a la ubicación, la capacitación y la rotación de los operadores, generaban un impacto negativo en el desempeño general de la línea.



## Metodología Kaizen en línea de producción para mejora de la eficiencia

Impacto que superaba los beneficios obtenidos con las mejoras implementadas exitosamente. No obstante, el proyecto logró sentar las bases para futuras etapas de mejora continua, consolidando una cultura organizacional basada en el pensamiento Lean (Liker, 2021; Socconini & Reato, 2019).

El porcentaje de cumplimiento de este objetivo enfocado a la “Maximización de eficiencia global” podría considerarse negativo al observar los indicadores clave (KPI’s), pero, el proyecto cumplió con generar un diagnóstico profundo y detallado de las causas, a la vez que propuso soluciones que fueron validadas offline.

## REFERENCIAS

- Arroyo Tovar, R. & Zambrano Cancañon, C. E. (2024) Cambio organizacional sostenible: con metodologías ágiles y pensamiento Lean. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Camisón, C., Cruz, S. & González, T. (2006) Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas. Madrid: Pearson Educación S.A.
- Imai, M. (2015) Gemba Kaizen: un enfoque de sentido común para una estrategia de mejora continua. 2<sup>a</sup> ed. Madrid: McGraw-Hill.
- Liker, J. K. (2021) The Toyota Way: 14 management principles. New York: McGraw-Hill.
- Nejjari, J., Etouzani, L. & Benmoussa, I. (2024) ‘The impact of Kaizen culture, transformational leadership and the 4P’, African Scientific Journal, pp. 1021–1044.
- Pereira, R. (2009) ‘The Seven Wastes’, Six Sigma Magazine, 2.
- Realyvázquez Vargas, A., Arredondo Soto, K., Carrillo Gutiérrez, T. & Ravelo, G. (2018) ‘Applying the Plan-Do-Check-Act (PDCA) Cycle to’, Applied Sciences, 17.
- Socconini, L. & Reato, C. (2019) Lean Six Sigma: Sistema de gestión para liderar empresas. Barcelona: Marge Books.

