

## Análisis de la mejora en la productividad mediante el balanceo de línea en una industria automotriz

## Analysis of productivity improvement through line balancing in an automotive industry

Jaqueline Gutiérrez Cervantes <sup>a</sup>, Rafael Granillo Macías <sup>b</sup>, José G. Balcázar García <sup>c</sup>,  
Francisca Santana Robles <sup>d</sup>

### Abstract:

This article addresses how line balancing within the Lean framework not only improves operational efficiency but also contributes to an organizational culture focused on continuous improvement. Production line balancing is a fundamental process in the automotive industry, as it optimizes efficiency and minimizes operating costs by properly assigning tasks across workstations. This practice is essential to ensure a continuous and uninterrupted production flow, avoiding bottlenecks and improving productivity. The implementation of Lean Manufacturing plays a decisive role, as it seeks to eliminate waste and achieve continuous improvement in all aspects of production by applying principles such as task standardization, wait time reduction, and resource optimization. During the implementation of the tools, work elements were redistributed and process control was improved. The results of this applied study show how Lean Manufacturing enables greater flexibility and a better response to market demand while maintaining competitiveness in a company in the automotive sector.

### Keywords:

*Efficiency, flexibility, lean manufacturing, continuous improvement, yamazumi, productivity*

### Resumen:

Este artículo aborda cómo el balanceo de líneas dentro del marco de Lean, no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también contribuye a una cultura organizacional enfocada en la mejora continua. El balanceo de líneas de producción es un proceso fundamental en la industria automotriz, ya que permite optimizar la eficiencia y minimizar los costos operativos al asignar de manera adecuada las tareas a lo largo de las estaciones de trabajo. Esta práctica es fundamental para asegurar que el flujo de producción sea continuo y sin interrupciones, evitando cuellos de botella y mejorando la productividad. La implementación de Lean Manufacturing juega un papel decisivo, ya que busca la eliminación de desperdicios y la mejora continua en todos los aspectos de la producción, al aplicar principios como la estandarización de tareas, la reducción de tiempos de espera y la optimización de recursos, durante la implementación de las herramientas se realizó la redistribución de elementos de trabajo y se mejoró el control de los procesos. Los resultados de este estudio aplicado, muestran como Lean Manufacturing permite una mayor flexibilidad y una mejor respuesta a la demanda del mercado manteniendo la competitividad en una empresa del sector automotriz.

### Palabras Clave:

<sup>a</sup> Autor de Correspondencia, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Escuela Superior de Ciudad Sahagún | Ciudad Sahagún-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0002-1015-667X>, Email: [rafaelgm@uaeh.edu.mx](mailto:rafaelgm@uaeh.edu.mx)

<sup>b</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Escuela Superior de Ciudad Sahagún | Ciudad Sahagún-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0002-1015-667X>, Email: [rafaelgm@uaeh.edu.mx](mailto:rafaelgm@uaeh.edu.mx)

<sup>c</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Escuela Superior de Ciudad Sahagún | Ciudad Sahagún-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0002-1015-667X>, Email: [rafaelgm@uaeh.edu.mx](mailto:rafaelgm@uaeh.edu.mx)

<sup>d</sup> Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo | Escuela Superior de Ciudad Sahagún | Ciudad Sahagún-Hidalgo | México, <https://orcid.org/0000-0002-1015-667X>, Email: [rafaelgm@uaeh.edu.mx](mailto:rafaelgm@uaeh.edu.mx)

## Introducción

El desarrollo de la industria automotriz en México sigue avanzando; consolidándose como séptimo productor de automóviles en el mundo y el mayor fabricante de América Latina, siendo el 4º exportador de vehículos, y uno de los principales destinos de inversión de las empresas automotrices a nivel mundial (Covarrubias et al. 2024). México cuenta con ventajas competitivas, una posición geográfica estratégica y acceso preferencial a nuevos mercados, por lo que la industria automotriz mexicana tiene un alto potencial de crecimiento que contribuye a la generación de empleos de clase mundial (AMIA 2024).

De acuerdo a la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA) en el mercado nacional se vendieron 116 543 vehículos ligeros. Durante el periodo enero-septiembre de 2024 se produjeron 3 030 855 vehículos ligeros y se exportaron 2 591 467 unidades, esta información. La importancia de la industria automotriz en la economía de México contribuye significativamente con casi el 4% del PIB nacional y del 20.5% del PIB manufacturero, empleando a más de 900,000 personas de manera directa y genera millones de empleos indirectos (INEGI 2024).

La productividad en esta industria es clave debido a que impacta directamente en la eficiencia, la competitividad y la rentabilidad de otros sectores y proveeduría, esto implica que una empresa puede producir más con menos recursos. La optimización de procesos permite innovar y mejorar los estándares de los productos, lo que eleva la satisfacción del cliente, la reputación de la marca y, por tanto, el crecimiento económico (Ramírez Méndez et al., 2022).

En el contexto actual de la manufactura y la industria, la optimización de los procesos productivos es crucial para mantener la competitividad y cumplir con las demandas del mercado. Uno de los aspectos clave para lograrlo es el balanceo de líneas de producción; una técnica que busca distribuir de manera eficiente las tareas entre las estaciones de trabajo para minimizar tiempos de espera, mejorar el flujo de trabajo y reducir costos operativos.

En particular el balanceo de líneas es un proceso que ha sido objeto de varios casos de estudio que permiten una comprensión más profunda de sus implicaciones, a lo largo de los años, diferentes casos de estudio han analizado y documentado cómo se implementa esta

técnica en diferentes industrias, proporcionando valiosas lecciones y enfoques prácticos (Peña-Orozco et al. 2019). Estos estudios han permitido comprender mejor los desafíos y las soluciones adoptadas en diversas situaciones, lo que contribuye a enriquecer la teoría y la práctica del balanceo de líneas de producción (Yépez & Doukh, 2021).

Con base en estos antecedentes, el propósito de este artículo fue explorar la importancia del balanceo de líneas de producción de ensamblaje mediante herramientas de Lean Manufacturing; este proceso implicó un análisis de las capacidades de cada puesto de trabajo, incluyendo la correcta asignación de recursos y la eliminación de cuellos de botella para incrementar la productividad y la competitividad dentro de una empresa de la industria automotriz.

La hipótesis planteada para este caso fue que el adecuado balanceo en las líneas de producción de ensamble no solo permitirá tener un impacto directo en la eficiencia de las operaciones, sino que también contribuye significativamente a la mejora de la productividad a través del flujo continuo en las estaciones de trabajo.

## Marco teórico

Adam Smith en su obra de 1776, *La riqueza de las naciones*, introduce conceptos sobre la división del trabajo y la especialización, los cuales son fundamentales para entender cómo la productividad puede incrementarse en la industria mediante la organización eficiente del trabajo. La teoría de Smith ha sido esencial porque pone las bases de la economía de mercado moderna y demuestra cómo la productividad en la industria puede ser un motor clave para el crecimiento económico (Travieso, 2022). Uno de los conceptos más influyentes es la división del trabajo, el cual se describe cómo dividir el trabajo en tareas más especializadas y sencillas puede incrementar la eficiencia (Carrión, 2021).

Otro ejemplo de la eficiencia se basa en metodologías como la expuesta por Michael Porter en su libro *Ventaja competitiva* de 1985, en la que se desarrolló el concepto de la cadena de valor y cómo la productividad de cada etapa en el proceso de producción contribuye al desempeño general de la empresa. Según Porter, las empresas deben mejorar continuamente su productividad para mantenerse competitivas (César, 2021).

Existen diversas metodologías y herramientas que pueden ser implementadas para mejorar la productividad en la industria, las cuales se han diseñado para optimizar procesos, reducir desperdicios, mejorar la calidad y aumentar la eficiencia general de las operaciones (Gutiérrez Pulido, 2014). Entre las principales metodologías para la mejora de procesos se encuentra Lean Manufacturing el cual es un enfoque de gestión y producción que busca maximizar el valor para el cliente al mismo tiempo que minimiza el desperdicio (Socconini, 2019), este concepto fue desarrollado originalmente por el sistema de producción de Toyota en Japón durante las décadas de 1940 y 1950, y ha sido adoptado ampliamente en diversas industrias a lo largo de los años (Guevara et al., 2022).

Lean Manufacturing es una filosofía y conjunto de principios que busca maximizar el valor al cliente mediante la reducción de desperdicios en todos los procesos productivos. Su objetivo es optimizar la eficiencia, reducir costos y mejorar la calidad, sin sacrificar la flexibilidad y capacidad de respuesta a las demandas del mercado (Socconini, 2019).

Sus principios clave de esta metodología son:

- Valor: Definir lo que realmente agrega valor al cliente y eliminar todo lo que no lo haga.
- Flujo de valor: Identificar y mapear todos los pasos del proceso para eliminar actividades que no agregan valor.
- Flujo continuo: Optimizar los procesos para que los productos fluyan de manera fluida, sin interrupciones ni tiempos de espera.
- Just in Time (JIT): Producir solo lo que se necesita, cuando se necesita, reduciendo inventarios y costos.
- Mejora continua (Kaizen): Impulsar pequeñas mejoras diarias en todos los niveles de la empresa para aumentar la eficiencia.
- Producción pull: Producir basándose en la demanda real del cliente (en lugar de empujar productos de manera anticipada).
- Estabilidad (Heijunka): Se refiere a la distribución nivelada de la producción para evitar picos y valles, asegurando que los recursos sean utilizados de manera constante y eficiente.

Dentro de la metodología Lean se identifican 7 tipos de desperdicios o mudas principales (Tejeda, 2011).

- Sobreproducción: Hacer más de lo que se necesita o antes de que se necesite.

- Espera: Tiempo en que los recursos están inactivos, como máquinas que no están en uso o personas que esperan material.
- Transporte: Movimiento innecesario de materiales o productos.
- Exceso de procesamiento: Realizar más trabajo o utilizar procesos más complejos de lo necesario.
- Inventario: Almacenar más materiales o productos de lo necesario.
- Movimiento: Desplazamientos innecesarios de personas o materiales.
- Defectos: La producción de productos defectuosos que requieren retrabajo o desperdicio de materiales.

La metodología Lean utiliza herramientas como 5´S que se centra en la organización del espacio de trabajo para mejorar la eficiencia y reducir el desperdicio. Las 5´S son: Seiri (Clasificar): Eliminar lo innecesario, Seiton (Ordenar): Organizar lo necesario de manera eficiente, Seiso (Limpiar): Mantener limpio el área de trabajo, Seiketsu (Estandarizar): Crear estándares para los procedimientos y Shitsuke (Sostener): Mantener los hábitos de organización (Rajadell Carreras, 2021).

Como herramienta de la metodología Lean se integran técnicas como (Rojas Jáuregui & Gisbert Soler, 2017):

- Kanban el cual es un sistema visual de control de inventario que ayuda a gestionar el flujo de trabajo y asegura que los materiales se soliciten solo cuando son necesarios.
- Value Stream Mapping (VSM); un diagrama que mapea el flujo de materiales e información a lo largo de todo el proceso de producción, con el objetivo de identificar y eliminar los desperdicios.
- SMED (Single-Minute Exchange of Die); una técnica que reduce el tiempo de cambio de herramientas o configuraciones en máquinas, lo que permite una mayor flexibilidad y menores tiempos de inactividad, y
- Poka-Yoke (prevención de errores); dispositivos o mecanismos que ayudan a evitar errores humanos durante el proceso de fabricación, como mecanismos de seguridad o señales de advertencia.

Es así que la filosofía Lean se centra en eliminar el desperdicio, mejorar la calidad y aumentar la eficiencia para ofrecer más valor al cliente con menos recursos (Rajadell Carreras, 2021).

Adicional a estas herramientas, dentro del enfoque de la ingeniería industrial se integran otras de apoyo para el balanceo de líneas de producción como es el caso del diagrama de espagueti o de hilos el cual es una herramienta de visualización para la representación o el mapeo de procesos productivos o de distribución y su posterior análisis, está compuesta por una serie de líneas que trazan las rutas que siguen las personas o los materiales a medida que pasan de un punto a otro en un proceso, a menudo se utilizan para identificar ineficiencias, como recorridos largos o innecesarios, ayudando de forma visual, rápida y sencilla a identificar y eliminar los desperdicios o mudas a partir del análisis de los desplazamientos y distancias recorridas por las personas, materiales, equipos de trabajo e información dentro de los distintos puestos de trabajo (Álvarez y López, 2016).

En el entorno del balance de líneas, el objetivo de este es distribuir las tareas de manera equitativa entre las estaciones de trabajo a lo largo de una línea de producción (Acosta, 2011). Esto se hace para optimizar el flujo de trabajo, reducir tiempos de inactividad y maximizar la eficiencia (Mejía et al., 2016).

El balance de líneas como parte de la optimización de operaciones, consiste en (Mejía, 2016):

- Distribución eficiente de tareas: El objetivo es asegurarse de que el tiempo que cada estación de trabajo toma para completar sus tareas sea lo más equilibrado posible. Esto ayuda a evitar cuellos de botella, donde una estación podría estar esperando mientras otra está sobrecargada de trabajo.
- Minimización de tiempos de espera: Un balance adecuado entre las estaciones reduce el tiempo de espera entre las etapas de producción, permitiendo que los productos avancen de manera más fluida.
- Reducción de inventarios en proceso: Al balancear la carga de trabajo entre las estaciones, se minimizan los inventarios intermedios y se reduce la necesidad de almacenar productos en proceso.
- Mejora de la flexibilidad: Un buen balance permite que la producción sea más flexible, adaptándose más fácilmente a los cambios en la demanda sin afectar la eficiencia general.

Adicionalmente, el balance de líneas se integra con otros estudios relevantes como son el estudio de métodos, la medición del trabajo y el estudio de tiempos y movimientos.

### *Estudio de métodos y medición del trabajo*

Es un campo dentro de la ingeniería industrial que se enfoca en analizar, mejorar y medir los procesos de trabajo. Se divide en dos áreas principales:

- Estudio de métodos, que tiene como objetivo analizar cómo se realizan las tareas para identificar la mejor forma de llevarlas a cabo. Esto implica descomponer los procesos de trabajo en sus componentes básicos, evaluar las diferentes formas de realizar una tarea, buscando la más eficiente, eliminación de movimientos innecesarios o desperdicios. Se utilizan técnicas como el diagrama de flujo, el análisis de diagramas de recorrido, y la ergonomía, entre otras, para mejorar la forma en que se hacen las cosas (García, 2005).
- La medición del trabajo, es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida" (OIT, 1996, p. 251).

Ambos estudios tienen como propósito establecer estándares de tiempo para tareas específicas y comparar el rendimiento con esos estándares. Algunas de las herramientas utilizadas en esta área son: 1) tiempos predeterminados que son métodos que asignan tiempos estándar a movimientos y operaciones comunes, 2) cronometraje para registrar el tiempo real que lleva realizar una tarea y 3) estudio de tiempos a través de la observación detallada de las tareas, que permite medir el tiempo que tarda un trabajador en completar un proceso bajo condiciones normales (OIT, 1996).

### *Estudio de tiempos y movimientos*

Los esposos Frank y Lillian Gilbreth quienes, basados en los estudios de Taylor, desarrollaron el estudio de movimientos, dividiendo el trabajo en 17 movimientos fundamentales llamados Therbligs, estos son los movimientos más simples que realiza una persona al ejecutar una tarea (como agarrar, mover, colocar, etc.). También aportaron estudios sobre la relación entre los trabajadores y su entorno laboral, como la distribución de tareas o el diseño de herramientas, y cómo estas variables influyen en la fatiga y motivación de los trabajadores (Priego, 2021).

El estudio de tiempos y movimientos es una técnica utilizada para analizar y mejorar los procesos de trabajo. Su propósito es medir el tiempo que se tarda en realizar una tarea y evaluar los movimientos involucrados. Este

estudio ayuda a establecer estándares de tiempo, identificar movimientos innecesarios y eliminar desperdicios en el trabajo (Cruelles, 2012). La Figura 1 muestra una descripción grafica del proceso para el estudio de tiempos y movimientos.



Figura 1. Fases o etapas del estudio de tiempos y movimientos. Fuente: Cruelles, p. 44

Como parte de la propuesta de esta investigación, se analizó también el Método Yamazumi, el cual es una técnica que se basa en un gráfico o diagrama en barras que se utiliza para visualizar el flujo de las tareas realizadas por los trabajadores o máquinas en un proceso (Salgado Miranda, 2023). En este gráfico, las barras representan las actividades del proceso y su duración, y se colocan de forma secuencial para identificar cuellos de botella, tiempos muertos o ineficiencias. La palabra "Yamazumi" proviene del japonés y puede traducirse como "apilar" o "superponer", lo que hace referencia a la forma en que las barras se apilan en el gráfico para mostrar visualmente cómo las tareas se acumulan a lo largo del proceso. Está enfocada en equilibrar el tiempo de trabajo entre diferentes estaciones de trabajo de manera que ninguna estación esté sobrecargada ni infrautilizada. Se utiliza principalmente para identificar y reducir los desequilibrios en los procesos de producción (Chan et al., 2023).

## Metodología

Para la realización de esta propuesta se propuso un caso de estudio en una empresa del sector automotriz dedicada al ensamble y comercialización de vehículos con énfasis en transportes de combustión interna y eléctricos. Las principales áreas de la empresa incluyen: 1) producción y ensamble, 2) desarrollo e innovación y 3) comercialización y ventas, 4) logística y abastecimiento y 6) servicio y atención a clientes. En particular la propuesta de mejora se realizó en el área de producción y ensamble.

Las consideraciones que se siguieron para el balanceo enfocado en la línea de ensamble fueron:

- Análisis de las tareas y tiempos del proceso de producción actual.
- Capacidad de la línea de producción (Tiempo disponible y limitaciones de la línea).
- Asignación de tareas a estaciones de trabajo (Equilibrio de carga de trabajo en cada estación y cantidad de personal asignado).
- Uso de herramientas y técnicas de balanceo
- Implementación de mejoras y monitoreo

El procedimiento general para llevar a cabo el estudio de tiempos se realizó bajos los siguientes pasos:

1. Ponerse en contacto con las personas involucradas, en este caso con los supervisores y operarios de cada estación.

En este punto se eligió al operario a quien se le tomará el tiempo, debiendo de ser una persona que trabaje de manera consistente, siendo un operario calificado de acuerdo a las actividades que se realizan en esa estación. Previamente el operario debe de estar enterado de la aplicación de este método.

2. Desglosar el ciclo de trabajo en sus distintos elementos, registrando toda la información concerniente a la operación, operador, producto, método, equipo y tomando en cuenta diferentes factores como condiciones ambientales y aspectos ergonómicos.

En este paso, es clave considerar los distintos factores que intervienen en el proceso, tales como; ubicación de los materiales y herramientas, seguridad, condiciones ambientales (iluminación, ruido, temperatura), operario sentado o de pie, cabe mencionar que es importante llevar a cabo el estudio cuando la

tarea se realiza en condiciones normales de operación.

3. Recolectar los datos que se obtienen al medir los tiempos y al calificar el operador, para su aplicación es necesario contar con un dispositivo de medida, cronómetro digital, cámara de video, tablas de observaciones, etc.

Para llevarlo a cabo se efectuó dejando correr el cronómetro desde que el operario inicia con la operación hasta que finaliza. También para un análisis más detallado se grabó todo el proceso, incluyendo notas. Si es necesario se registran tiempos de diferentes repeticiones.

4. Procesar los datos a través de un análisis para calcular el tiempo representativo resultante de la medición y presentar los resultados.

Una vez medido el tiempo total se realiza una clasificación de los tiempos en diferentes categorías para obtener una visión más detallada: Tiempo de operación (el tiempo que se utiliza para realizar la tarea de forma activa), Tiempo de espera (tiempo en que no se realiza trabajo, ya sea por falta de materiales, herramientas, instrucciones, etc.), Tiempo de inactividad (tiempo en que el trabajador o máquina está parado sin hacer nada), Tiempo de movimiento; (tiempo dedicado a movimientos no productivos, como caminar, buscar herramientas, etc.).

5. Después de que se haya registrado el tiempo y clasificado las actividades, se calcula el tiempo promedio y posteriormente el tiempo estándar de cada tarea, esto se hace añadiendo un factor de contingencia o un coeficiente de descanso, en este caso considerando un 15% de suplementos. Tomando en cuenta el tiempo disponible y el tiempo takt ya establecidos, se presentan los datos gráficamente de manera clara para que los responsables del proceso puedan tomar decisiones basadas en los resultados.
6. Finalmente, con la obtención de los datos, se analiza el proceso para identificar áreas de mejora: Distinguir las deficiencias en las diferentes estaciones de trabajo; movimientos innecesarios (como caminar mucho o buscar herramientas), tratar de reorganizar la tarea o el espacio de trabajo, tiempos de espera o inactividad (si el proceso incluye tiempos largos

de espera; por ejemplo, por falta de material), reducción de tiempos muertos (si los operarios o máquinas no están trabajando todo el tiempo).

## Implementación

En la Tabla 1 se observan las actividades asignadas al operario con sus respectivos tiempos de cada actividad en una estación de trabajo de manera detallada, esto de una observación tomada, en algunas estaciones se tomaron más observaciones a las cuales se calcula el tiempo promedio.

Tabla 1. Estudio de tiempos. Fuente: Elaboración propia.

|    | Procesos                    | Hora     | Tiempo   | Diferencia |
|----|-----------------------------|----------|----------|------------|
|    | Inicio                      | 11:55:00 | 00:00:00 | 00:00:00   |
| 1  | Empujar unidad              | 11:55:20 | 00:00:20 | 00:00:20   |
| 2  | Traslado                    | 11:55:48 | 00:00:48 | 00:00:28   |
| 3  | Empujar unidad              | 11:56:36 | 00:01:36 | 00:00:48   |
| 4  | Traslado                    | 11:56:46 | 00:01:46 | 00:00:10   |
| 5  | Agarrar material            | 11:56:49 | 00:01:49 | 00:00:03   |
| 6  | Traslado                    | 11:56:52 | 00:01:52 | 00:00:03   |
| 7  | Quitar bolsa a pieza de uni | 11:57:02 | 00:02:02 | 00:00:10   |
| 8  | Traslado                    | 11:57:04 | 00:02:04 | 00:00:02   |
| 9  | Tirar basura                | 11:57:07 | 00:02:07 | 00:00:03   |
| 10 | Traslado                    | 11:57:09 | 00:02:09 | 00:00:02   |
| 11 | Machuelear chasis           | 11:57:46 | 00:02:46 | 00:00:37   |
| 12 | Traslado                    | 11:57:50 | 00:02:50 | 00:00:04   |
| 13 | Machuelear chasis           | 11:58:39 | 00:03:39 | 00:00:49   |
| 14 | Traslado                    | 11:59:00 | 00:04:00 | 00:00:21   |
| 15 | Agarrar herramienta         | 11:59:05 | 00:04:05 | 00:00:05   |
| 16 | Traslado                    | 11:59:12 | 00:04:12 | 00:00:07   |
| 17 | Dejar herramienta           | 11:59:15 | 00:04:15 | 00:00:03   |
| 18 | Traslado                    | 11:59:20 | 00:04:20 | 00:00:05   |
| 19 | Agarrar material            | 11:59:55 | 00:04:55 | 00:00:35   |
| 20 | Traslado                    | 12:00:06 | 00:05:06 | 00:00:11   |
| 21 | Tomar herramienta           | 12:00:08 | 00:05:08 | 00:00:02   |
| 22 | Traslado                    | 12:00:12 | 00:05:12 | 00:00:04   |
| 23 | Colocación de pernos        | 12:03:35 | 00:08:35 | 00:03:23   |
| 24 | Traslado                    | 12:03:42 | 00:08:42 | 00:00:07   |
| 25 | Dejar herramienta           | 12:03:44 | 00:08:44 | 00:00:02   |
| 26 | Traslado                    | 12:03:48 | 00:08:48 | 00:00:04   |
| 27 | Agarrar material (roll bar) | 12:03:53 | 00:08:53 | 00:00:05   |
| 28 | Traslado                    | 12:04:05 | 00:09:05 | 00:00:12   |
| 29 | Colocación de roll bar      | 12:04:15 | 00:09:15 | 00:00:10   |
| 30 | Traslado                    | 12:04:18 | 00:09:18 | 00:00:03   |
| 31 | Agarrar material            | 12:04:20 | 00:09:20 | 00:00:02   |
| 32 | Traslado                    | 12:04:23 | 00:09:23 | 00:00:03   |
| 33 | Dejar material              | 12:04:27 | 00:09:27 | 00:00:04   |
| 34 | Traslado                    | 12:04:32 | 00:09:32 | 00:00:05   |
| 35 | Agarrar material y herramie | 12:04:41 | 00:09:41 | 00:00:09   |
| 36 | Traslado                    | 12:04:44 | 00:09:44 | 00:00:03   |

Con el análisis de los tiempos considerando todos los aspectos para el cálculo, en la Figura 2 se muestra el gráfico que ilustra la clasificación de los tiempos de todas las tareas que conforman el proceso para tener una mejor interpretación.



Figura 2. Clasificación de tiempos. Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente a este estudio, se implementó el diagrama de espagueti el cual permite la visualización del espacio de trabajo, la interacción del flujo físico de personas, materiales e información dentro del proceso como se muestra en la Figura 3. Esto facilita entender las rutas y la cantidad de desplazamientos dentro del proceso, ayudando a identificar ineficiencias, como pasos innecesarios, movimientos largos o redundantes, lo que permite tomar decisiones para optimizar esos movimientos.

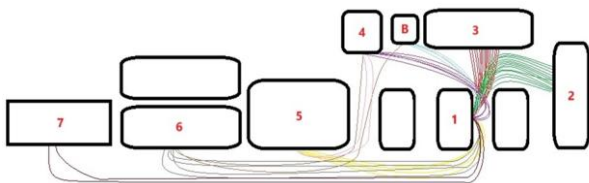


Figura 3. Diagrama de espagueti actual. Fuente: Elaboración propia.

### Método Yamazumi

Los datos estandarizados obtenidos y ya registrados se muestran en la Figura 4, mostrando cada una de las actividades con su respectivo tiempo, permitiendo una comparación del tiempo ciclo y el tiempo takt del proceso actual, en el cual se observa que se tiene un tiempo ciclo más largo, al examinar esto se pretende buscar oportunidades para su optimización.

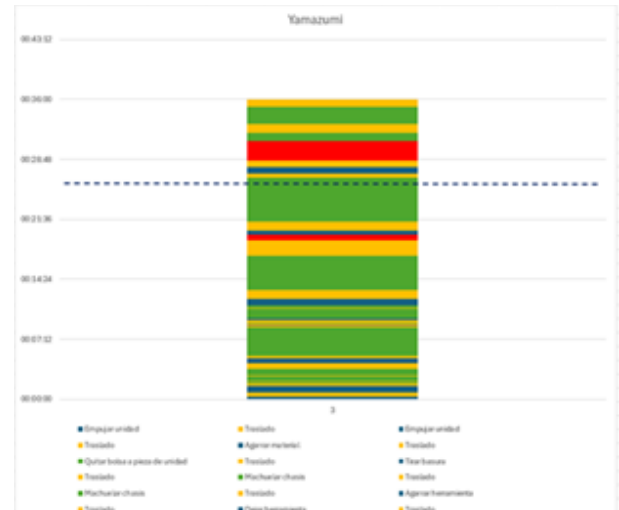


Figura 4. Gráfico Yamazumi del proceso actual. Fuente: Elaboración propia.

Todos estos formatos se replican para cada observación de los operarios seleccionados en las diferentes estaciones de la línea de producción.

## Resultados

Al analizar el proceso de producción actual y a través de los tiempos estándar obtenidos del análisis de tiempos y movimientos de cada estación, esto permitió identificar las estaciones de trabajo críticas, determinando la carga de trabajo y el ritmo de producción para cada estación, en este caso se considera la estación principal como primera instancia de mejora.

En una de las estaciones principales de la línea de ensamble se llevó a cabo una redistribución de los elementos del área de trabajo, con el fin de encontrar la ubicación más óptima de todos los equipos y recursos productivos logrando un mayor aprovechamiento del espacio para trabajar con mayor eficacia y avanzar sin desvíos excesivos de traslados y esperas, permitiendo una reducción del 28% en traslados de los operarios, maximizando la utilización del espacio, en conjunto con la implementación de la metodología 5's eliminando lo que no es necesario y reduciendo el tiempo de búsqueda de herramientas y materiales. De manera que también haya un monitoreo constante para lograr mantener disciplina y compromiso para seguir los estándares y procedimientos establecidos.

Se obtuvo minimizar los desplazamientos y eliminar los movimientos innecesarios, por ende, los operarios pueden concentrarse en las tareas que realmente

aportan valor al proceso, simplificando el flujo y reducir el tiempo necesario para completar el proceso. En la Figura 5 se visualiza el diagrama de espagueti con el nuevo layout de los elementos en el puesto de trabajo, donde se observa como es el movimiento del operario dentro de la estación.

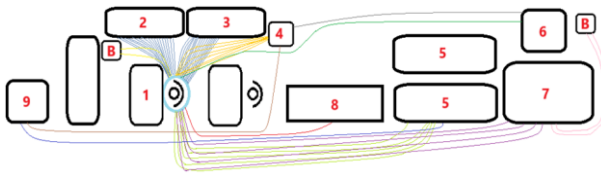


Figura 5. Diagrama de espagueti posterior. Fuente: Elaboración propia.

Llevando a cabo otro análisis del estudio de tiempos con base en la nueva distribución del espacio de la estación, se realizó la clasificación de los tiempos de las actividades del proceso en la estación, los cuales se dividieron en: traslados, esperas, ensamble y actividades que no agregan valor, pero son necesarias para completar la tarea. En la Figura 6 se muestra el gráfico con la representación de esta clasificación de los tiempos de las tareas que conforman el proceso después de aplicar este cambio.



Figura 6. Clasificación de tiempos posterior Fuente: Elaboración propia.

Como se muestra en la Figura 7, al comparar el gráfico Yamazumi con el anterior se puede ver que la estación de trabajo tiene un tiempo ciclo equilibrado con el tiempo takt y se puede concluir que con la mejora empleada de optimización de los recursos y elementos del espacio se redujo el tiempo en las deficiencias detectadas obteniendo una mayor eficiencia en el proceso.

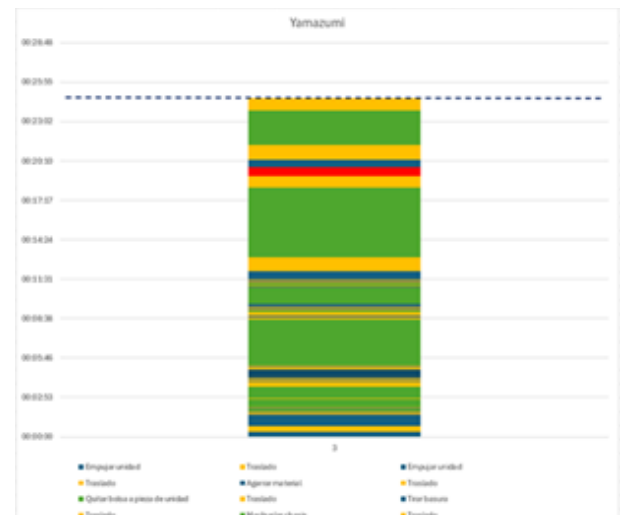


Figura 7. Gráfico Yamazumi del proceso posterior.  
Fuente: Elaboración propia.

## Conclusiones

El objetivo de este trabajo fue emplear conocimientos teóricos- prácticos aprendidos a lo largo de la carrera de ingeniería industrial aplicado en una industria automotriz, cabe destacar que durante el análisis se pudo lograr en la estación principal de la línea de ensamblaje; un flujo continuo de trabajo, reducir los tiempos de inactividad y por ende mejorar la productividad, donde el enfoque estuvo en eliminar desperdicios y maximizar el uso de recursos, basado principalmente en el estudio de tiempos y movimientos y la metodología 5's. Los resultados obtenidos permiten concluir que, aunque se ha alcanzado un avance significativo en el proceso, los hallazgos sugieren que aún es posible profundizar en ciertos aspectos del proceso, lo que abriría la puerta a futuras mejoras y a una mayor comprensión de los factores involucrados en las estaciones de la línea de ensamble que pueden ser objeto de futuras investigaciones para optimizar aún más los resultados. Es especialmente importante en el contexto de la industria automotriz, ya que en este sector donde la demanda de vehículos es alta y la competencia es muy alta, lo que implica que las empresas deban buscar continuamente la mejora.

## Referencias

- Acosta, M. M. L., Solano, M. G. M. M., Morales, M. A. F. Q., & Ochoa, M. J. A. S. (2011). Balanceo de líneas utilizando herramientas de manufactura esbelta. *El buzón de Paccioli*, 122.
- Álvarez, F., & López, L. (2016). Aplicación de herramientas lean manufacturing en procesos transaccionales. México, México: Universidad Autónoma de México.

- AMIA 2024. Importancia de la Industria Automotriz. Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA). Consultado el 28 de diciembre de 2024, de [https://www.amia.com.mx/publicaciones/industria\\_automotriz/](https://www.amia.com.mx/publicaciones/industria_automotriz/)
- Baltazar, I. A., Ramírez, I. G., Medina, O. D. A., Manzo, J. C., & Zárate, I. M. (2024). Modelos y Métodos de Solución en el Balanceo de Líneas de Producción Aplicados en las Organizaciones: Análisis de Literatura Bibliométrica Enfocado al Método de Asignación. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(6), 3873-3907.
- Carrión, G. (2021). El carácter dialógico-imaginativo de la creatividad y la innovación en Adam Smith.
- César, V. V. J. (2021). Principales exponentes de la administración Michael Porter.
- Chan, C. O., Lau, H., & Fan, Y. (2023). The role of Yamazumi chart in lean standardisation: modelling and analysis using performance loss function. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 38(4), 435-463.
- Covarrubias, A., Carillo J. & Ruiz Duran C (2024). El gran taller de América. La IAM en la transición: entre las nuevas movi- lidades, Fundación Friedrich Ebert en México. Primera Edición. México.
- Cruelles, J. A. (2012). Mejora de métodos y tiempos de fabricación, MARCOMBO.
- Dias, P., Silva, F. J. G., Campilho, R. D. S. G., Ferreira, L. P., & Santos, T. (2019). Analysis and improvement of an assembly line in the automotive industry. *Procedia Manufacturing*, 38, 1444-1452.
- García Criollo R. (2005). Estudio del trabajo, ingeniería de métodos y medición del trabajo. Editorial Mc Graw Hill 2da. Edición.
- Guevara, J. A. M., Urquijo, C. A. Z., & Varela, P. D. M. (2022). Lean Manufacturing Modelos y herramientas.
- Gutiérrez Pulido H (2014). Calidad total y productividad. McGraw-Hill, Mexico.
- INEGI 2024. Registro de datos primarios. Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI). Consultado el 20 de diciembre de 2024, de <https://www.inegi.org.mx/>
- Kanawaty G. (1996). Introducción al estudio del trabajo (O.I.T). Editorial Limusa 4ta. Edición.
- Peña-Orozco, D. L., & Jiménez-Gómez, J. L. (2019). Problema de balanceo de una línea del tipo SALBP: caso de una línea de confección de prendas. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 11(2), 176-196.
- Ramírez Méndez, G. G., Magaña Medina, D. E., & Ojeda López, R. N. (2022). Productividad, aspectos que benefician a la organización. Revisión sistemática de la producción científica. *Trascender, contabilidad y gestión*, 7(20), 189-208.
- Rojas Jáuregui, A. P., & Gisbert Soler, V. (2017). Lean manufacturing: herramienta para mejorar la productividad en las empresas. 3C Empresa, Investigación y pensamiento crítico, 116-124.
- Salgado Miranda, L. G. (2023). Propuesta de balanceo de línea de producción y aplicación del proceso de mejora continua en una empresa automotriz. Universidad Autónoma del Estado de Morelos
- Socconini, L. (2019). Lean manufacturing. Paso a paso. Marge books.
- Tejeda, A. S. (2011). Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos. Ciencia y sociedad.
- Travieso Martín, C. (2022). La productividad y las teorías de crecimiento económico. *Cofin Habana*, 16(1).
- Mejía, K. A. P., Quevedo, J. L. P., & Ramos, A. F. S. (2016). Herramienta didáctica para la explicación de conceptos de balanceo de línea en cursos de producción de los programas de ingeniería industrial. *Revista Educación en Ingeniería*, 11(21), 51-58.
- Priego, H. G. (2021). Recordando a Lillian Gilbreth. *Nextia*, (2), 32-37.
- Rajadell Carreras, M. (2021). Lean Manufacturing: Herramientas para producir mejor. Ediciones Díaz de Santos.
- Yépez, I., & Doukh, N. (2021). Impacto del balanceo de las cargas de trabajo en la productividad de la pequeña empresa de confección textil de Imbabura. *Ecuadorian Science Journal*, 5(3), 138-151.